

PRAŽSKÁ TECHNIKA



ČASOPIS
ČVUT V PRAZE

3/2024



VĚDA FEST

záživný vědecký festival pod širým nebem

19. června 2024, 8.30–19.00 hodin,
Vítězné náměstí, Praha 6

věda vzdělává

Veřejná debata na téma
***Co umělá inteligence je a není:
mýty a fakta***
Čas: 17.30 hodin



**vstup
zdarma**

vedafest.cz  

ORGANIZÁTOŘI





Zní to pro laiky až neuvěřitelně: Už za pár let se Vám může stát, že si při sportování v terénu způsobíte komplikovanou zlomeninu, záchranáři Vás během pár minut vyhledají na místě nehody a pomocí přenosné magnetické rezonance odhalí, jestli je převoz do nemocnice nutností. Tam Vám chirurgové zlomenou kost zpevní hořčíkovou vstřebatelnou fixací, díky níž nebude – jak je tomu nyní – nutná další operace, při níž se z těla po zahojení zlomeniny vyjmají kovové spojovníky. A až se tělo dostane z nejhoršího, budete se do dobré kondice vracet s pomocí umělé inteligence.

Dnes spíše sci-fi lékařské postupy, jakými jsou nejen zmíněné novinky, ale třeba i nahlížení do fungování mozku, náhrada orgánů implantáty zhotovenými na míru 3D tiskárnou či vstřebatelné bandáže pro léčbu vrozených srdečních vad jsou pro vědce naší univerzity takřka záležitostí „všedního“ dne. Biomedicinští inženýři působící na více fakultách a výzkumných ústavech ČVUT výrazně přispívají k pokroku v diagnostice i následné léčbě pacientů. Jaké konkrétní vědecké výzvy nyní řeší, o tom se můžete dočíst v tématu tohoto vydání Pražské techniky.

I další prezentované projekty z jiných oblastí vědy, než je úspěšné biomedicinské inženýrství, jsou naprosto unikátní a perspektivní. V čísle představujeme nové vzdělávací a výzkumné centrum ČVUT zaměřené na návrh čipů a polovodičové technologie, které je první zámořskou školící základnou IC průmyslu Tchaj-wanu, světové jedničky v oblasti nejpokročilejších technologií, výroby a testování čipů. Objevný je i projekt architektů z Ústavu modelového projektování Fakulty architektury (MOLAB), kteří navrhli útulnu z mycelia. A ještě jeden primát naší univerzity bych ráda zmínila: v rubrice Z archivu se věnujeme historii multimédií ve výuce a vědě na naší univerzitě. I zde čtenář nalezne zajímavé a překvapivé informace – například tu, že první filmy byly na ČVUT natočeny a mezinárodně oceněny už v roce 1947, tedy o téměř rok dříve, než na FAMU vznikl vůbec první školní film...

Přeji Vám příjemné počtení a pohodové letní dny!

vladimira.kucerova@cvut.cz



Číslo a datum vydání:

3/2024, červen 2024, 26. ročník

Vydává:

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



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

Adresa redakce:

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

Redakční rada:

Předsedkyně:

Ing. Veronika Kramaříková, MBA

Místopředsedkyně:

doc. Dr. Ing. Gabriela Achtenová

Členové:

Bc. Veronika Dvořáková (FIT)

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

prof. Dr. Ing. Petr Haušild (FJFI)

Mgr. Jitka Heřmanová (AS ČVUT)

Jiří Horský (FA)

Ing. Marie Kovandová (FSv)

PhDr. Vladimíra Kučerová (redakce)

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

Ing. Ida Skopalová (FBMI)

doc. Ing. Radek Šulc, Ph.D. (FS)

Mgr. Kateřina Tomešková, Ph.D. (MÚVS)

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

Fotograf:

Jiří Ryszawy,
Výpočetní a informační centrum ČVUT

Grafika:

Lenka Klimtová

Titulní strana:

speciální brýlové čočky

(více o nich na str. 21)

Foto: Jiří Ryszawy

Cena:

ZDARMA

Inzerce: objednávky přijímáme telefonicky
na čísle 224 355 030 nebo e-mailem:

vladimira.kucerova@cvut.cz

Tisk:

Grafotechna Plus, s. r. o.

Distribuce:

ČVUT v Praze

Evid. č. přidělené MK ČR: MK ČR E 12752

ISSN 1213-5348

Přetisk článků je možný pouze se souhlasem

redakce a s uvedením zdroje.



str. 4



str. 26-27



str. 30-31

AKTUÁLNĚ

Jaderná spolupráce mezi ČR a Jižní Koreou	3
Fakulta strojní slaví 160 let výuky strojírenství na ČVUT	4
Třetí ročník Automotive Day	5
Projekty pomohou rozvoji polovodičů i talentům	6

TÉMA

Biomedicínské inženýrství	8
Nové metody léčby v kardiologii	9
Nahlížíme do fungování mozku	9
Využití telemedicíny v lázeňství	10
Bezpečná databáze DNA pro AI	10
Tkáně z tiskáren a bioreaktorů	11
Vývoj mobilních skenerů magnetické rezonance	12
Pomoc nezralým novorozencům	12
Udržování kondice s pomocí AI	13
Biomedicínské nanotechnologie	13
Role biomedicínských inženýrů ve zdravotnickém systému bude neustále vzrůstat	
[rozhovor s prof. Janem Vrbou z FBMI]	14
Vývoj hořčíkových vstřebatelných implantátů	17
Algoritmy pomáhají při léčbě pacientů s epilepsií	18
Porucha chování v REM spánku	20
Jak zpomalit krátkozrakost?	21
Pro zrakově postižené	21
Komerční elektronika a umělá inteligence mění diagnostiku i léčbu	22
Aditivní technologie: přesné modely i individuální náhrady	23
Biomechanika krevního oběhu	24
Bioinformatik je schopen rozumět zpracovávaným biologickým datům	25

FAKULTY A ÚSTAVY

Útulna z mycelia	26
Kvantové technologie	28
Kopeček na radničním dvoře	30
Kulturní dědictví ve veřejném prostoru	32

STUDENTI

Co jsme všechno zažili na...	34
Mezi Bloky 2024	35

PUBLIKACE

Knižní novinky	36
----------------	----

Z ARCHIVU

Počátky multimédií	38
--------------------	----

SPORT

Rektorský den	40
---------------	----

Poděkování od armády

Ve středu 22. května se uskutečnilo v prostoru Velitelství výcviku – Vojenské akademie Vyškov setkání vojáků Aktivní zálohy Ozbrojených sil ČR a jejich zaměstnavatelů s hlavními funkcionáři Armády ČR. Při této příležitosti ocenil náčelník GŘ Armády ČR generálporučík Karel Řehka zaměstnavatele vojáků za podporu aktivní zálohy a za podíl na obraně naší země a předal jim děkovné listy. „Spolupráce s armádou je důležitá, a to nejen na poli vědy a výzkumu, ale právě i zapojením do aktivních záloh,“ uvedl rektor ČVUT Vojtěch Petráček po převzetí děkovného listu.

(red) [Foto: ČVUT]



Jaderná spolupráce mezi ČR a Jižní Koreou

Symposium o jaderné spolupráci mezi ČR a Jižní Koreou, resp. jihokorejskou firmou KHNP, která se může pyšnit téměř padesáti roky zkušeností se stavbou a provozem nukleárních elektráren, se v dubnu uskutečnilo v Praze. Mezi zahajujícími řečníky byl i rektor ČVUT v Praze Vojtěch Petráček, sám vystudovaný jaderný fyzik. Korejská delegace na vlastní žádost před jednáním symposia navštívila Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze. Členy delegace byli zástupci významných korejských jaderných firem, univerzit a výzkumných institucí zaměřených na jaderné technologie. Jedním z velkých témat je vývoj odolnějších a bezpečnějších jaderných paliv, kterým se věnuje organizátor celé akce a také jeden z vystupujících na sympoziu, dr. Martin Ševeček z ČVUT. Korejské odborníky čekaly přednášky, navštívili ÚJV v Řeži a uskutečnilo se i jednání o výstupech a průběhu řešení společných česko-korejských projektů, na nichž s Korejci kooperuje právě ČVUT, resp. FJFI. „Společné projekty mezi ČVUT a korejskou stranou jsou v současné době zaměřené na vývoj pokročilých paliv pro velké jaderné elektrárny a SMR technologie, analýzu norem v oblasti jaderných technologií a jejich potenciální harmonizaci, výzkum v oblasti těžkých havárií, a také verifikaci a validaci softwaru a hardwaru,“ uvádí rektor ČVUT Vojtěch Petráček. Cílem je sjednotit české a korejské přístupy. Součástí programu vzájemných návštěv české i korejské strany je také snaha o další rozvoj vědecké spolupráce a společný širší výzkum v jaderné oblasti.

(red) [Foto: David Březina, FJFI]



➤ **Výuka architektury na ČVUT se posunula o 50 míst** v prestižním žebříčku QS Rankings. V kategorii Architektura a vystavěné prostředí je v Česku na prvním místě. Je také nejlépe hodnoceným oborem na ČVUT. „Posun v žebříčku reflektuje úsilí našich pedagogů, vědeckých pracovníků a studujících a je potvrzením zlepšující se úroveň výuky a výzkumu na naší fakultě. Dlouhodobě dbáme o kvalitu a mezinárodní reputaci naší fakulty. Je pro nás důležité, aby naši absolventi a absolventky byli schopni uspět v mezinárodním prostředí,“ říká děkan FA ČVUT Dalibor Hlaváček. Minulý rok se architektura na ČVUT po šestileté přestávce vrátila mezi 240 nejlepších architektonických škol na světě, letos se posunula na 151.–200. místo vedle Graz University of Technology, Illinois Institute of Technology nebo Technical University of Darmstadt. V posledních letech se do výuky na FA ČVUT zapojilo přes 120 zahraničních odborníků, kteří přednášeli, vedli ateliéry nebo spolupracovali na výzkumných projektech. (red) [Foto: Štěpán Hon, FA]

Uznávané mikrocertifikáty

První mikrocertifikační kurz pořádaný Fakultou stavební ČVUT v květnu úspěšně završilo 27 zájemců. V dvousemestrálním kurzu celoživotního vzdělávání „Technická zařízení budov pro energeticky efektivní a zdravé budovy“ se věnovali řešení technických systémů budov v kontextu požadavků nové evropské směrnice o energetické náročnosti budov. Jeho odborným garantem byl prof. Karel Kabele z Fakulty stavební, kde se konaly přednášky a praktická výuka v laboratořích. Absolventi získali celoevropsky uznávaný doklad – pokud jsou pro výkon určitých povolání stanoveny kvalifikační předpoklady, mikrocertifikát tyto předpoklady doloží. Další běh dvousemestrálního kariérního kurzu se bude konat od září 2024 do května 2025, registrovat se lze na <https://czv.cvut.cz/1730-technicka-zarizeni-budov-pro-energeticky-efektivni-a-zdrave-budovy/>.

Mgr. Lidmila Kábrtová, FSV

Delegace z univerzity RWTH Aachen

navštívila 2. a 3. května ČVUT. Spolupráci školy navázaly v roce 2004, nyní bylo podepsáno memorandum o jejím pokračování do roku 2030. Za RWTH dokument podepsal rektor Ulrich Rüdiger a ředitelka odboru mezinárodní spolupráce Henriette Finsterbusch, za ČVUT rektor Vojtěch Petráček a prorektor pro zahraniční vztahy Oldřich Starý. RWTH Aachen University patří už nyní mezi nejaktivnější vysoké školy spolupracující s ČVUT mimo alianci EuroTeQ. S Fakultou elektrotechnickou toto partnerství trvá samostatně přes deset let. Do společného Mgr. double degree programu se zapojují především studenti Lékařské elektroniky a bioinformatiky v těsné spolupráci s Helmholtz-Institute for Biomedical Engineering. Součástí návštěvy byly i exkurze na pracoviště FSV, FEL, FBMI, FIT, MÚVS a CIIRC.

(red)

[Foto: Petr Neugebauer, FEL]



Centrum vědy a umění

ČVUT a Akademie múzických umění v Praze (AMU) navázaly exkluzivní spolupráci na poli vědy a umění. ČVUT je vlastníkem kulturního prostoru s názvem Betlémská beseda. Do něj spadá Betlémská kaple a všechny sály, které kapli obklopují. Pořádají se zde promoce, koncerty, výstavy, přednášky, slavnostní akty a galavečery. Pro AMU je tento prostor jednou z možností, kde prezentovat výstupy svých studujících převážně z Hudební a taneční fakulty či představit spolupráce s dalšími uměleckými tělesy. „Tento prostor je zcela jedinečný, a tak se mu snažíme dát nové příležitosti. Věda bez umění by byla smutná a umění bez vědy si už dnes neumíme představit. Rádi bychom, aby Betlémskou besedu navštěvovala široká veřejnost a mladí lidé“, uvedl rektor ČVUT Vojtěch Petráček. Motto Betlémské besedy zní: „Centrum vědy a umění, aneb spojujeme nespojitelné“.

(red)



Fakulta strojní slaví 160 let výuky strojírenství na ČVUT

Letošní výročí 160 let od začátku výuky strojírenství na ČVUT v Praze, v přímé návaznosti na Český stavovský polytechnický institut z roku 1864, si Fakulta strojní v květnu připomněla řadou akcí v Betlémské kapli. 16. května se uskutečnilo slavnostní zasedání Vědecké rady FS ČVUT, kde po zahájení děkanem doc. Miroslavem Španielem promluvila prof. PaedDr. Radka Wildová, CSc., vrchní ředitelka sekce vysokého školství, vědy a výzkumu MŠMT. Ocenila tradici i schopnost fakulty přizpůsobovat výuku novým vědeckým poznatkům a popřála fakultě jen to nejlepší do dalších let. Rektor ČVUT doc. Vojtěch Petráček pak připomenul mimořádně dlouhou tradici fakulty a špičkové výsledky ve vědě. Součástí oslav byl i slavnostní koncert a odborná konference „Strojírenské vzdělávání pro průmysl ČR“.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]



➤ **Pěvecký sbor ČVUT Praha** (sbormistr J. Steyer) spolu s kladenským sborem Chorus Carolinus (sbormistr K. J. Procházka) absolvoval ve dnech 22. až 26. dubna zájezd na Kypr, během něhož na dvou koncertech v Nikósii a Limassolu provedl proslulé Requiem W. A. Mozarta. České zpěváky pozval kyperský sbor Aris (sbormistr S. Kladas) ve spolupráci s Kyperským symfonickým orchestrem. Orchester a sbory na obou koncertech, které sklídily velký ohlas vyprodaných sálů, dirigoval hostující americký dirigent G. Buchalter. Sólových partů se ujali místní zpěváci a český barytonista M. Vodrážka. O naše sbory se během turné vzorně starali a organizačně se na něm podíleli pracovníci české ambasády na Kypru.

(my) [Foto: Kyriakos Arkatites]



Třetí ročník Automotive Day

Automotive Day, který již potřetí uspořádal Masarykův ústav vyšších studií ČVUT, se stal důležitým setkáním automobilového průmyslu, studentů a pedagogů. Akce proběhla 10. dubna 2024 v prostoru před NTK a přilákala i přes nepříznivé počasí stovky návštěvníků. Výstava nabídla 42 elektroaut deseti značek. Největší pozornost přitáhla vodíková Tatra Force e-Drive, která se v Praze představila poprvé. Velký zájem byl o zkušební jízdy – nepřetržitě jezdil ikonický VW ID. Buzz, elektromobily Tesla či vodíková Toyota Mirai. Doprovodná konference na Fakultě stavební se zaměřila na problematiku napájecích stanic pro elektromobily, systémy podpory řízení včetně autonomního řízení a alternativní pohony ve veřejné a nákladní dopravě. Automotive Day ukázal, že alternativní pohony jsou již realitou a soupeření mezi automobilkami se stupňuje. Ing. Oldřich Bronec, CSc., z MÚVS, který za organizací akce stojí, plánuje na příští ročník 9. dubna 2025 zavedení samostatného segmentu nákladních automobilů a autobusů.

Ing. Alžběta Wostrá, MÚVS [Foto: Radko Palic, MÚVS]

☞ **Konference POSTER 2024**, která se uskutečnila 23. května na Fakultě elektrotechnické ČVUT, představila padesát studentských projektů. Nejvíce, 11 prací, bylo v sekci Historie vědy a techniky, následovalo Biomedicínské inženýrství s 9 pracemi a Přírodní vědy se sedmi. Po šesti příspěvcích se prezentovalo v kategoriích Energetiky a Elektroniky a měřicí techniky, pětice v sekci Informatiky a kybernetiky, čtyři spadají do Managementu a dva na téma Komunikace. V rámci konference také odborná porota ocenila nejlepší práce v osmi kategoriích. Na snímku předání ceny Rohde & Schwarz za práci Hendrik Stork: Influence of Battery Cell Parameters on its High Frequency Impedance. Zleva Hendrik Stork (RWTH Aachen), Ing. Libor Sláma (Rohde & Schwarz) a doc. Ing. Milan Polívka, PhD. (ČVUT FEL).

(red) [Foto: Ing. Michal Dočkal, FEL]

☞ Více na <https://poster.fel.cvut.cz/poster2024/>



☞ **Laboratoř normalizovaných systémů (NSLab)** v květnu představila Fakulta informačních technologií ČVUT ve spolupráci s belgickou Univerzitou v Antverpách (UAntwerp). Primárním cílem tohoto vědecko-výzkumného pracoviště je zlepšit evolvabilitu a udržitelnost v měnícím se prostředí vývoje softwaru. Laboratoř bude sloužit především k podpoře vědy a spolupráci s komerčními subjekty či výzkumnými institucemi na zlepšení adaptability, aktuálnosti a životnosti softwarových systémů s využitím inovativních postupů a moderních technologií. Plánuje řešit podobné projekty jako vědci z UAntwerp. Ti se zabývají například systémy pro řízení dronů, monitoring solárních panelů nebo vývojem IT aplikací pro provincii Antverpy, která je zodpovědná za územní plánování, životní prostředí, ekonomiku.

(red) [Foto: FIT]

☞ Akademický senát FBMI

ČVUT 23. dubna jednomyslně zvolil prof. MUDr. Jozefa Rosinu, Ph.D., MBA, kandidátem na děkana pro období 2024–2028. Je to již čtvrté volební období současného děkana, za jehož vedení se fakulta stala respektovanou vzdělávací a výzkumnou institucí s téměř dvěma tisíci studenty. V příštím roce FBMI oslaví dvacet let své existence, z toho dvanáct let stál prof. Rosina v jejím čele a čtyři roky působil ve funkci proděkana.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]



☞ **Třídění raněných** při mimořádných událostech s hromadným postižením osob si vyzkoušela stovka studentů FBMI bakalářského programu Zdravotnické záchrannářství, část z nich v roli figurantů (zraněných). Cvičení se uskutečnilo 12. dubna na FBMI ČVUT na Kladně, za účasti Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje a Fakulty bezpečnostního inženýrství VŠB-TUO. Pro efektivní spolupráci složek integrovaného záchranného systému (IZS) je nesmírně důležitá příprava a nácvik možných scénářů mimořádných událostí. To hraje významnou roli i v přípravě studentů, kteří v těchto složkách po ukončení studia budou pracovat. Další část cvičení byla realizována virtuálně v simulačním softwarovém nástroji XVR ve stejném scénáři.

(red) [Foto: FBMI]

Projekty pomohou rozvoji polovodičů i talentům

[První tchajwanská zámořská školící základna IC průmyslu bude na ČVUT]

V průběhu letošního dubna se nám podařilo ukončit významnou etapu mezinárodní spolupráce, která vyústila k podpisu memoranda o spolupráci s TSRI (Taiwan Semiconductor Research Institute) a otevření centra Chip-based Innovation Academy (Cbi) v prostorách ČVUT v Dejvicích. Jedná se o první zámořskou školící základnu IC průmyslu Tchaj-wanu, jenž je světovou jedničkou v oblasti nejpokročilejších technologií, výroby a testování čipů.

Dohoda o založení vzdělávacího a výzkumného centra zaměřeného na návrh čipů a polovodičové technologie je významným krokem k podpoře talentů v oblasti mikroelektroniky, polovodičů a IC (integrated circuit) designu v Evropě. Slavnostní ceremoniál proběhl 18. dubna v Betlémské kapli, kdy se podpisu ujali rektor ČVUT doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc., a generální ředitel TSRI Hou Tuo-Hung.

Posláním této aktivity je podporovat spolupráci mezi akademickými a průmyslovými subjekty, a tím usnadňovat výměnu znalostí a odborných dovedností. Společným úsilím ČVUT a TSRI je snaha zlepšit odborné znalosti nových talentů v oblasti IC designu nejen v České republice, ale i v Evropě, a zároveň prosazovat dlouhodobé iniciativy ve výzkumu a vývoje klíčových technologií v polovodičovém průmyslu. Toto úsilí přispěje k rozvoji a rozšíření polovodičového ekosystému, který bude zahrnovat základní výzkum, vzdělávání, aplikace a technologie na obou kontinentech. ČVUT by také mělo zajistit spolupráci na výzkumu s dalšími vybranými evropskými univerzitami. Výzkum a výuka v tomto tréninkovém centru bude plně hrazena z tchajwanských prostředků.

Aktivity v polovodičové oblasti, návrhu čipů, resp. mikroelektroniky je na ČVUT rozprostřena na více pracovištích různých fakult, které spolu velice dobře spolupra-

cují. Tím vytvářejí zázemí, které může být výborným partnerem tchajwanské straně a umožní využívat možnosti, které se tímto otvírají. Primárně se jedná o pracoviště na Fakultě elektrotechnické (FEL), Fakultě informačních technologií a Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské. Největší zásluhy na realizaci tohoto centra má FEL. Již nyní jsou připraveny aktivity, které budou usku- tečňovány v oblasti vzdělávání. Na konci června proběhnou na Katedře mikroelektroniky FEL dvě letní školy pokročilého designu integrovaných obvodů – Analogue IC Design a Digital IC Design, které nabídnou čtyřem desítkám studentů z celé Evropy unikátní příležitost seznámit se s výukou v podání profesorů z prestižních tchajwanských univerzit, které jsou navázány na největší výrobce čipů na světě. V zimním semestru následně bude na Katedře mikroelektroniky FEL přednášet hostující profesor Poki Chen z National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) předmět Analog Integrated Circuit Design a nyní již domlouváme přednášející na další semestry.

V následujících letech je předpokládáno, že budou na jednotlivých pracovištích ČVUT působit další hostující profesori z tchajwanských univerzit, kdy ve spolupráci s nimi vzniknou nové předměty na pokročilý IC design, rozvinou se nové vědecké projekty, na kterých budou moci pracovat i studenti ČVUT s možností využívat pokročilé technologické Design Kity tchajwanských čipových firem TSMC a UMC a softwarovou cloudovou podporu TSRI. Předpokládáme i možnost výroby studentských čipů na Tchaj-wanu. Dále budou pokračovat intenzivní letní školy pro posluchače z celé Evropy.

Všechny tyto aktivity budou dostupné nejenom pro studenty a akademické pracovníky ČVUT, ale i pro další univerzity v České republice a v Evropě. ČVUT by se mělo stát evropským hubem a iniciátorem Aliance evropských univerzit pro polovodiče.

Všechny popsané aktivity by měly podpořit zájem o tento obor a přivést větší množství uchazečů o studium v celém ekosystému polovodičového segmentu. ČVUT by nově založeným centrem Cbi mělo hrát významnou roli ve vyhledávání studentů s potenciálem stát se talenty v oblasti designu IC a příležitostí rozšířit akademickou výzkumnou spolupráci. S tím je spojen i přesah na propojení akademické sféry a průmyslových projektů a vytváření praxí/ pracovních příležitostí, který je potřebný pro aplikaci celého ekosystému.

Ve spolupráci s vybranými tchajwanskými institucemi, Vysokým učením technickým v Brně a Masarykovou univerzitou chystáme zahájení činnosti výzkumného centra pro pokročilý design čipů (ACDRC), jehož činnost začne v červenci letošního roku.

V minulém roce se ČVUT stalo jedním ze zakládajících členů Českého národního polovodičového klastru, který se dnes propojuje s dalšími polovodičovými klastry v Evropě.

Tyto činnosti zapadají i do významné výzvy Evropský akt o čipech, jenž je klíčovým krokem směrem k technologické suverenitě EU. Jeho cílem je posílit ekosystém polovodičů v Evropě, zajistit odolnost dodavatelských řetězců a snížit vnější závislost. Akt o čipech má ambiciózní plán zdvojnásobit podíl Evropské unie na celosvětovém trhu s polovodiči na 20 procent do roku 2030. Tímto opatřením se Evropa snaží řešit nedostatek polovodičů a posílit své vedoucí postavení v oblasti technologií. Zásadní je zde rozvoj technologií nové generace, kdy akt podporuje budování technologických kapacit a inovací. To zahrnuje nejen samotnou výrobu, ale také propojení výzkumných, projektových a testovacích kapacit na světové úrovni v EU. Jedním z bodů této výzvy je přilákat nové talenty a podpořit vznik kvalifikované pracovní síly, což přesně zapadá do nově otevíraného centra Cbi na ČVUT.

K naplnění této vize je evropská strategie pro čipy rozdělena do pěti cílů v rámci tří pilířů:



➤ Rector ČVUT Vojtěch Petráček a generální ředitel TSRI Tuo-Hung Hou za tchajwanskou stranu slavnostně podepsali dva důležité dokumenty: Memorandum o spolupráci a smlouvu o vzniku první zámořské pobočky tchajwanské základny pro školení mezinárodního personálu zabývajícího se vývojem čipů – IC.

1: Iniciativa „Čipy pro Evropu“

- posílit své vedoucí postavení v oblasti výzkumu a technologií,
- vybudovat a posílit vlastní kapacitu pro inovace v oblasti designu, výroby, testování a pouzdrění pokročilých čipů a přeměnit je na komerčně dostupné produkty.

2: Bezpečnost dodávek

- zavést odpovídající rámec pro podstatné zvýšení své výrobní kapacity do roku 2030,
- řešit akutní nedostatek kvalifikovaných pracovníků, přilákat nové talenty a podpořit vznik kvalifikované pracovní síly.

3: Monitorování a reakce na krizi

- porozumět globálním dodavatelským řetězcům polovodičů.

Další významnou aktivitou ČVUT v oblasti polovodičů je zapojení se do připravovaného Národního kompetenčního centra pro polovodiče, které by se mělo stát součástí evropské sítě kompetenčních center v oblasti polovodičů, systémové integrace a designu. Ta je plánována jako síť neziskových organizací, jež vykonávají činnosti ve prospěch průmyslu EU. S tím souvisí rovněž budování pilotních linek v rámci prvního pilíře Evropského aktu o čipech.

Spolupráce s tchajwanskými univerzitami a vědecko-výzkumnými institucemi má na ČVUT dlouhou tradici. Příkladem je například více než sedm let běžící Double Degree studijní program na FEL s National Taiwan University of Science and Technology (NTUST). S touto univerzitou a s National

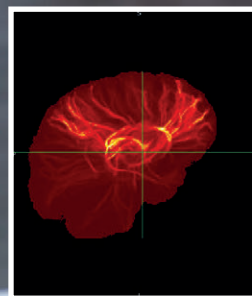
Taipei University of Technology (NTUT) jsou podepsány dohody o podpoře společných výzkumných projektů. Takto je každoročně podpořeno až pět projektů zmíněných škol, které velice dobře plní funkci vzájemného propojování jednotlivých výzkumných skupin. To je i základ pro přípravu zadání vysokoškolských kvalifikačních prací a podporuje mobilitu studentů i zaměstnanců mezi ČVUT a tchajwanskými univerzitami.

Je patrné, že v současnosti realizované aktivity ČVUT v oblasti polovodičů přispějí k rozvoji dané kompetence a budou mít i kladný vliv na rozvoj celého oboru v České republice a v Evropě.

Ing. Radek Holý, Ph.D., prorektor ČVUT, prof. Ing. Jiří Jakovenko, Ph.D., FEL

[Foto: Petr Neugebauer, FEL]



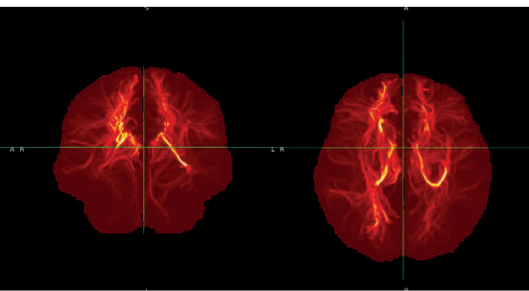


Bio- medicínské inženýrství

Pacienti se s nimi zpravidla nepotkávají. Bez umu biomedicínských inženýrů by se však mnohá léčba neubírala tak pozitivním, někdy až revolučním směrem. Na ČVUT působí v této oblasti vědci na více fakultách a ústavech. Představujeme projekty, které posunují medicínu dopředu.

[Foto: Jiří Ryszawy]

Nahlížíme do fungování mozku



➤ Z pokročilých metod zobrazování využíváme difuzní obrazy mozku, které prostřednictvím pravděpodobnostní traktografie umožňují mapovat nervové dráhy a jejich propojení v mozku na základě konektivity.

Extrapyramidový systém (ES) hraje klíčovou roli v regulaci lidských pohybů od jejich iniciace až po koordinaci volných i mimovolných aktivit. Poruchy tohoto systému způsobené mj. abnormalitami bazálních ganglií a jejich spojů se projevují poruchami hybnosti, posturálních reflexů (související s rovnováhou a chůzí), bradykinezi (zpomalení pohybů), rigiditou (zvýšeným svalovým napětím), třesem nebo jinými abnormálními mimovolnými pohyby. Mezi příklady onemocnění související s ES můžeme uvést Parkinsonovu nemoc, esenciální třes nebo dystonii. V současné době díky moderním technologiím využívajícím statické zobrazovací metody nebo metody pro zaznamenání pohybu můžeme nahlédnout do fungování mozku a přispět k lepší diagnostice, k pochopení příčin extrapyramidových onemocnění a také k léčbě.

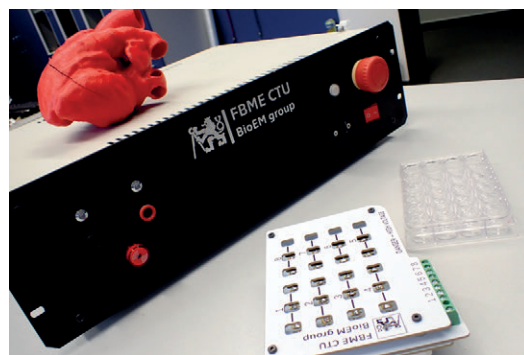
Ve spolupráci s Neurologickou klinikou 1. LF UK a VFN v Praze se Katedra biomedicínské informatiky FBMI ČVUT podílí na výzkumu v oblasti onemocnění ES konkrétně na zpracování a vyhodnocení morfologických vlastností mozku, přístrojovém měření a hodnocení chůze, třesu hlavy a pohybu rukou. Ve výzkumu se zabýváme Parkinsonovou nemocí, kde měříme pohyb pacientů pomocí kamerových a akcelerometrických systémů a parametry pohybu dáváme do souvislosti s degradací mozkových jader a jejich spojení. Z pokročilých metod zobrazování využíváme difuzní obrazy mozku, které prostřednictvím pravděpodobnostní traktografie umožňují mapovat nervové dráhy a jejich propojení v mozku na základě konektivity. Zkoumáme změny v propojení jednotlivých jader mozku u pacientů, což nám umožňuje detailněji porozumět roli kompenzačních mechanismů a jednotlivých jader na řízení pohybu u ES. Pro segmentaci a zjištění vlastností jader mozku využíváme kromě tradičních metod zpracování MRI obrazu i moderní metody využívající strojové učení. Další oblastí výzkumu je dystonie, která se projevuje mj. silnými křečemi, neúmyslnými pohyby a dystonickým třesem. Rozlišení vlastností dystonického třesu od esenciálního je klíčové pro následnou léčbu. Tyto vlastnosti získáváme jak z videa, kamerových systémů pro zaznamenání pohybu, tak z inerciálních měřicích jednotek. V současné době také vyvíjíme algoritmy pro zjištění aktivních svalů z obrazů funkční magnetické rezonance, kde jejich lokalizace umožní lékařům přesně zaměřit léčbu. Tým inženýrů z FBMI a lékařů společně pracuje na mnoha projektech, které již vedly k řadě výstupů a objevů publikovaných v odborných časopisech.

doc. Mgr. Radim Krupička, Ph.D., FBMI

[Ilustrace: archiv autora]

Nové metody léčby v kardiologii

Za účelem komercializace výsledků vývoje a výzkumu byla vědeckými pracovníky Fakulty biomedicínské inženýrství, týmu Bio-elektromagnetismu (BioEM) ČVUT, založena společnost Tonagena. Její vizí je stát se výrobcem laboratorního a průmyslového vybavení pro výzkumné a vývojové provozy, výhledově pak českým výrobcem zdravotnické techniky. Prvním připravovaným produktem Tonageny s.r.o., prvního spin-offu na FBMI, je elektroporační systém pro 2D adherentní tkáňové kultury, který umožňuje provedení reverzibilní i ireverzibilní elektroporace buněčných kultur. Elektroporace (metoda využívaná v medicíně i průmyslu) spočívá ve vytvoření mikroskopických pórů v buněčných membránách při vystavení buněk pulznímu elektrickému poli o vysoké intenzitě. Takto vytvořené póry zvyšují propustnost buněčné membrány. To lze využít k destrukci samotné buňky, což může posloužit jako účinná terapie pro léčbu srdečních arytmií nebo nádorů. Skrze tyto póry lze též přepřavit velké chemické molekuly sloužící jako chemoterapeutikum do nádorových buněk nebo přepřavit geny pro genetickou manipulaci buňky, což otevírá možnosti genové terapie. Vyvinutý systém, jenž je nyní v poslední fázi testování, umožňuje nový přístup při realizaci genové transfekce přímo v kultivačních destičkách, které jsou pro tkáňové kultury přirozeným prostředím na rozdíl od dosud zavedených systémů založených na květech. Je navíc využitelný pro studium mechanismu indukce buněčné smrti během ireverzibilní elektroporace, která je již hojně využívána v klinické praxi. Tento vývoj a výzkum probíhá ve spolupráci s Mgr. Ivanou Fišerovou, Ph.D., z Ústavu biochemie, buněčné a molekulární biologie 3. LF UK a prof. MUDr. Pavlem Osmančíkem, Ph.D., z Kardiologické kliniky FN Královské Vinohrady a 3. LF UK. Tým BioEM se věnuje studiu a vývoji elektroporačních systémů již od roku 2018, kdy byl v mezinárodním konsorciu firem a univerzit ze tří zemí spoluřešitelem grantu s názvem „Left Atrial Appendage Electrical Isolation via Bio-photonic Optical Confirmation to Treat Persistent Atrial Fibrillation“ řešeného v rámci prestižního programu Evropské komise – Horizon 2020, Fast track to innovation. V rámci tohoto projektu byl vyvíjen speciální typ katétru pro uzavěr ouška levé síně s následnou elektroporací okolní tkáně. To vede ke snížení rizika vzniku krevních sraženin u pacientů s atriální fibrilací. Úlohou týmu BioEM v tomto projektu bylo pomocí výpočtů studovat a optimalizovat efekt elektroporační části katétru.



➤ Vizí společnosti Tonagena je stát se výrobcem laboratorního a průmyslového vybavení pro výzkumné a vývojové provozy, výhledově pak českým výrobcem zdravotnické techniky.

doc. Ing. Ondřej Fišer, Ph.D., FBMI

[Foto: Ing. Ida Skopalová, FBMI]

Bezpečná databáze DNA pro AI



Lidský genom je jako rozsáhlá knihovna obsahující návod na sestavení a fungování člověka a tajemství našeho biologického dědictví. Při pečlivém prozkoumání však zjišťujeme, že každý jedinec nese v sobě jedinečné varianty a odchylky od standardního referenčního genomu. Právě na tomto poli se angažuje Katedra biomedicínské informatiky FBMI, která vyvíjí pokročilé nástroje pro analýzu a zpracování lidského genomu. Naše úsilí směřuje k automatizovanému zpracování sekvenčních dat a uložení lidského genomu. Vytváření databází lidského genomu sloužících k potřebám klinické diagnózy a výzkumu se potýká s několika omezeními. Jedním z těchto hlavních je ukládání a sdílení individuálního pacientského DNA, což může představovat potenciální riziko úniku dat a zneužití. Dalším omezením jsou technické nároky na zpracování vzorků přímo v laboratoři, která často využívá rozmanité technologie a nástroje, což způsobuje, že výstupy ukládané do databáze mají následně různou kvalitu zpracování a nejsou mezi sebou porovnatelné. Navíc data jsou objemná a pro jejich počítačovou analýzu i s pomocí nástrojů strojového učení je potřeba vhodný a specifický způsob uložení. Abychom částečně předešli riziku zneužití, je vhodné vytvářet agregované databáze variant pro dané kohorty. V této databázi jsou jednotlivé vzorky sloučeny a varianty jsou vyjádřeny frekvencí v dané kohortě, což snižuje možnost identifikace konkrétních jednotlivců a současně umožňuje efektivní výzkum na úrovni kohorty či populace.

DNA může být vnímána jako jazyk, který kóduje vlastnosti a charakteristiky jedince. Tento genetický jazyk je však nesmírně složitý a jeho dešifrování vyžaduje pokročilé nástroje. Právě zde nastupují velké jazykové modely, které dokáží interpretovat jednotlivé části DNA a převést je do vektorů, které popisují jejich význam a funkci. Tyto vektory lze dále ukládat do databází a přímo s nimi pracovat, což umožňuje interpretovat genetické vlastnosti jednotlivých jedinců a provádět různé analýzy.

U nových způsobů uložení se objevují otázky na bezpečnost a ochranu soukromí. Databáze genetických informací musí být chráněna tak, aby nebylo možné identifikovat jednotlivé jedince a tím byla zaručena jejich anonymita. Ve výzkumu se kromě zpracování genomu pomocí umělé inteligence věnujeme těmto otázkám a schopnostem umělé inteligence identifikovat jedince z agregovaných záznamů či vektorových databází.

doc. Mgr. Radim Krupička, Ph.D., FBMI

[Ilustrace byla vygenerována pomocí DALL-E3]

Využití telemedicíny v lázeňství

Diabetes mellitus I. typu je závažné, neléčitelné onemocnění, často diagnostikované v dětství, které vyžaduje neustálou kontrolu formou selfmanagementu. Rodiče i děti se potýkají s obtížemi při zvládání této péče, a proto jsou pro ně k dispozici edukační lázeňské léčebné pobyty. Děti jak v lázeňském, tak v domácím prostředí hojně využívají sensory pro kontinuální monitoring glykémie (CGM). V lázeňském prostředí zdravotnický personál doposud zapisoval tyto hodnoty manuálně do tzv. dialistů, přenos naměřených hodnot CGM do zdravotnické karty pacienta nebyl dosud automatizován. FBMI ve spolupráci se společnostmi PHYSTER TECHNOLOGY a Gubi Group vyvinula v rámci projektu LISET integrační platformu, která umožňuje zaznamenávat a interpretovat výstupy v rámci zdravotnické dokumentace. Výsledkem je automatizovaný systém sběru kontinuálních dat ze senzorů různých výrobců, přenos a zpracování těchto dat a konečně i pravidelné doručování výsledků zdravotníkům, kteří díky službě dostávají potřebné informace, navíc v podobě, která jim maximálně vyhovuje. Jádrem řešení je telemedicínská platforma Diani, která umožňuje lépe propojit jednotlivé systémy a zjednodušit správu informačního prostředí. Nové řešení zároveň splňuje technologické, bezpečnostní a provozní požadavky. Projekt byl několik měsíců pilotován v Lázeňské léčebně Mánes Karlovy Vary. Pacienti ve studii používali svůj obvyklý způsob měření glykémie, včetně senzorů a mobilní aplikace, která data ukládá na cloud. Při nástupu na ozdravný pobyt bylo upraveno nastavení aplikace pro sdílení dat s účtem vytvořeným pro potřeby studie na cloudu. Následně byl vzdáleně nastaven datový most pro sdílení dat s telemedicínským systémem Diani. Při ukončení pobytu se odhlášením pacienta, v modulu recepcce systému Gubi, datový most automaticky přerušil, včetně sdílení dat. Integrace dat z CGM přímo do elektronické karty pacienta poskytla zdravotníkům reálný přehled o vývoji glykémie dětí během pobytu. Lékaři mohli optimálně nastavit léčebný plán, což bylo zvláště důležité v kontextu lázeňských procedur. Vzdálený monitoring hladiny glykémie dětí umožnil zdravotníkům rychle reagovat na případné výkyvy, což ocenili zejména rodiče dětí bez doprovodu. Pracovníci lázeňské léčebny kladně hodnotili i intuitivnost a snadnou použitelnost nového systému, časovou úsporu a možnost vzdáleného přístupu.

Ing. Bc. Martina Vlasáková, Ph.D.,

doc. Ing. Jan Mužík, Ph.D., FBMI [Foto: archiv FBMI]

➤ Integrace dat z CGM přímo do elektronické karty pacienta poskytla zdravotníkům reálný přehled o vývoji glykémie dětí během pobytu v lázních.



Tkáně z tiskáren a bioreaktorů

3D biotisk je rychle se rozvíjející obor tkáňového inženýrství, který kombinuje principy a výrobní techniky z biomedicíny, strojírenství, elektroniky, materiálové vědy a buněčné biologie. Cílem tohoto oboru je vývoj trojrozměrných (3D) struktur s vnořenými buňkami, jež vysoce věrně napodobují živou tkáň. K výrobě takové struktury je tak nutné nalézt vhodný nosič, většinou hydrogel, který bývá přírodního i umělého původu. Na tento materiál jsou kladeny vysoké nároky. Zpočátku gel musí být tekutý, aby do něj bylo možné rozmíchat buňky a další přísady a mohl být tisknut v biotiskárně, kdy až po extruzi gelu dochází k jeho tuhnutí kvůli polymerizaci hydrogelu vlivem vnějších podmínek (např. změna pH, působení UV světla apod.). Po gelaci musí být tato struktura naopak dostatečně pevná, aby se výsledný tvar nezhroutil. Vytisknutý útvar je pak umístěn většinou do kultivačního média, které zajišťuje přísun živin a plynů a odvod metabolitů. Obvykle je žádoucí, aby hydrogel s buňkami byl v médiu nerozpustný a nedocházelo k jeho bobtnání, měknutí a následnému rozvolnění. Zde se však naráží na problém z hlediska limitů difuze, která funguje u planárních a statických vzorků nebo velmi tenkých nosičů ($< 1 \text{ mm}$). Podobně jako u lidského těla je již nutná vaskularizace tkáňových nosičů tak, aby docházelo k adekvátní výměně metabolitů napříč celým vzorkem. V této souvislosti do hry vstupují kultivační bioreaktory. Tyto systémy vytvářejí fyziologické podmínky z hlediska perfuze kultivačních médií a mechanické stimuly, jako je pulzatilní tlak nebo silová zátěž, aby došlo k podpoře buněčného růstu a diferenciaci za vzniku funkcionalizované tkáně. Klíčová je tvorba mikrovaskularizace, jež zajistí výživu takového konstruktu v plném objemu. Například kardiovaskulární chirurgie čelí nedostatku vhodných biomateriálů pro cévní náhrady. Autologní štěpy jsou nedostatkové a zatěžují pacienta možnými komplikacemi z odběru štěpu. Dostupné syntetické náhrady selhávají na podkladě trombózy, intimální hyperplázie a infekce. Alogenní štěpy (např. ze zemřelých dárců) vykazují špatné dlouhodobé průchodnosti a vyžadují podávání imunosupresivní léčby. Právě modifikace takových tkání pokročilými metodami tkáňového inženýrství, s využitím decelularizace, 3D biotisku a kultivačních reaktorů, dává šanci vzniknout novým náhradám, které budou mít biologický charakter a budou minimalizovat negativní jevy. Kromě toho jsou tyto konstrukty vhodné např. i pro testování nových léčiv, kde mohou snížit nutnost animálních pokusů.

doc. Ing. Roman Matějka, Ph.D., FBMI

[Foto: Jiří Ryszawy]



➤ **Tkáňové inženýrství s využitím pokročilých metod decelularizace, 3D biotisku a kultivačních reaktorů dává šanci vzniknout novým náhradám, které budou mít biologický charakter a budou minimalizovat negativní jevy.**



Pomoc nezralým novorozencům

Zdravotnické přístroje jsou nedílnou součástí péče o neonatologické pacienty a s rozvojem této péče klesá neustále úmrtnost nezralých novorozenců. V České republice jde ročně přibližně o 8,5 % živě rozených dětí, celosvětový průměr je okolo 11 %. Pro péči o tyto pacienty vznikly postupným vývojem neonatologické jednotky intenzivní péče. Asi jedno procento v populaci představují novorozenci narození před 28. týdnem těhotenství s hmotností pod 1000 g. Tito pacienti jsou nazýváni extrémně nezralí novorozenci (ENN). Celosvětově tato skupina pacientů neustále narůstá. I přes nadějně výsledky z posledních let nelze považovat problematiku péče o ně za uzavřenou, protože jejich nemocnost a úmrtnost je stále vysoká, a ti přeživší představují skupinu s možnými následnými zdravotními komplikacemi, které zasahují do sociální i ekonomické oblasti. Mezi standardní úkony péče o nezralé novorozence patří stabilizace dýchacích cest, případně resuscitace. V obou případech může být pacientovi podáván kyslík a zároveň je jeho množství sledováno pomocí přístroje založeného na principu měření absorpce světelného a infračerveného záření, měření saturace krve kyslíkem. Rychlé podání kyslíku a jeho správná hladina může být stěžejní pro další léčebný postup. Jedním z projektů výzkumné skupiny FBMI je systém pro automatické regulování kyslíku v průběhu prvních minut života nezralého novorozence a jeho adaptace na světě. Zpětnovazební řídicí systém pro neinvazivní ventilační podporu na porodním sále je zcela původní myšlenkou, která plyne ze znalosti problematiky v praxi a z technicko-inženýrského přístupu. Takový systém není na trhu dostupný od žádného z výrobců podpůrné ventilační zdravotnické techniky. Pro optimalizaci péče o novorozence jsme vyvinuli unikátní tepelný zvlhčovač, který dokáže zajistit optimální podmínky ventilační směsi (teplota a vlhkost) v řádu několika minut pro případy akutního porodu, což současné systémy nedovolují. Náš tým se také věnuje problematice zpětnovazebního řízení frakce kyslíku u mechanické plicní ventilace novorozenců na základě měření saturace krve kyslíkem, kde zůstává řada nevyřešených otázek, jako jsou konkrétní cílová pásma saturace krve kyslíkem a samotné nasazení zpětnovazebních systémů do klinické praxe.

doc. Ing. Petr Kudrna, Ph.D., Ing. Jakub Ráfl, Ph.D., FBMI

[Foto: archiv autorů]

Vývoj mobilních skenerů magnetické rezonance

Tým Bio-elektromagnetismu FBMI se v rámci řešení tříletého evropského projektu „Affordable low-field MRI reference system“ agentury EURAMET zapojil do iniciativy pěti partnerských evropských institucí, které společně konstruuji pět systémů magnetické rezonance s hodnotou statické magnetické indukce $B_0 = 50$ mT (Low field MRI). Jeden z těchto systémů, jenž je konstruován na fakultě, bude schopen zobrazit lidskou hlavu a končetiny. Pole B_0 bude vytvořeno pomocí tzv. Halbachova magnetu, který se skládá z přibližně 2500 neodymových permanentních magnetů. Díky tomu bude skener výrazně lehčí a menší než současné klinické systémy a zároveň bude hlavní magnet zcela pasivní. Systémy LF MRI mohou být v řadě případů vhodnou alternativou k současným klinickým systémům, a to především díky nižším pořizovacím i provozním nákladům. S ohledem na použití nízkého magnetického pole jsou zároveň i bezpečnější a lze předpokládat, že je bude možné využívat i pro pacienty s implantáty nebo obecně kovovými předměty v těle. Navíc vyžadují mnohem méně přísné podmínky prostředí, například není nutná stíněná místnost. Tyto kompaktní a do značné míry mobilní skenery mají potenciál ovlivnit současné pracovní postupy v radiologii. Neměl by být např. problém přivést celý systém přímo k pacientovi nebo tyto systémy používat v polních podmínkách a v odlehlých oblastech bez přístupu ke standardním MRI se supravodivými magnety. Do této iniciativy se zapojili studenti FBMI v magisterské i bakalářské etapě studia, kteří spolupracují na návrhu všech součástí systému. Aktuálně velmi intenzivně pracují na dokončení hlavního magnetu, radiofrekvenčních cívkách a měřicích systémech pro ověření realizovaných částí. Paralelně začínají práce na gradientním systému, především pak na cívkách a zesilovačích a řídicí konzoli. Po dokončení hardwarového vybavení se do práce zapojí i studenti, kteří mají zájem podílet se na softwarové části, se kterou přislíbili pomoci kolegové z Katedry biomedicínské informatiky. Jednou z hlavních motivací týmu Bio-elektromagnetismu je poskytnout studentům FBMI napříč všemi studijními programy přístup k zcela otevřenému systému magnetické rezonance. Slibují si od toho, mimo přínosu pro pacienta a lékaře, rovněž obohacení výuky v oblasti elektroniky, metrologie, fyziky, zpracování signálů, zobrazovacích algoritmů a certifikace zdravotnických prostředků.

prof. Ing. David Vrba, Ph.D., FBMI

[Foto: archiv autora]

➤ **Kompaktní a do značné míry mobilní skenery mají potenciál ovlivnit současné pracovní postupy v radiologii. Neměl by být např. problém přivést celý systém přímo k pacientovi nebo tyto systémy používat v polních podmínkách a v odlehlých oblastech bez přístupu ke standardním MRI se supravodivými magnety.**



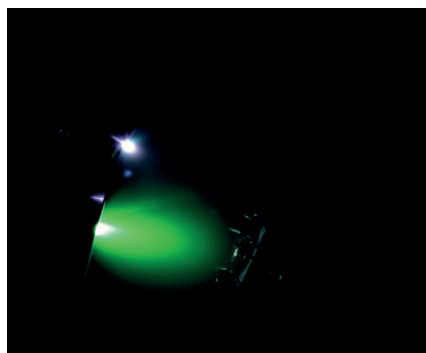
Udržování kondice s pomocí AI

Dobrá fyzická kondice je velmi důležitá pro plnění každodenních aktivit, a to nejen pracovních, ale i volnočasových. Ve spolupráci s Hydronaut Project a.s. a National Taiwan University of Science and Technology je na Katedře zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva FBMI vyvinuta platforma pro měření a zlepšování fyzické zdatnosti. Primárním záměrem konsorcia je poskytnout nástroj pro udržování fyzické kondice členů pracovních týmů v ICE (isolated, confined and extreme) prostředí. Důvodem k jejímu vytvoření je umožnit eliminaci negativního vlivu tohoto prostředí na fyzickou kondici členů týmů. Unikátní platforma je tvořena nositelnou elektronikou a softwarovými nástroji, a také postupy jejich využití. Ačkoliv vyvinutá technologie reaguje na aktuální potřeby monitoringu a udržování dobrého zdravotního stavu členů týmu v prostředí izolovaných pracovišť a základen, zařízení najde využití v řadě dalších aplikací. Příkladem je udržování fyzické zdatnosti seniorů (doma či v domech pro seniory), profesionálních řidičů, dispečerů, osob pracujících v kanceláři atd. Biotelemetrický systém je tvořen osmi senzory záznamu svalové aktivity a pohybu, které jsou umísťovány na vybrané segmenty těla. Současně zařízení doplňuje systém záznamu srdeční a dechové aktivity. Již v rámci předzpracování měřených dat jsou využity metody umělé inteligence, které urychlují zpracování biomedicínských dat. Ve spolupráci s fyzioterapeuty je připravena sada cvičení pro udržování kondice pohybového aparátu. Členové týmů provádí během dne vybraná pravidelná kondiční cvičení, zaznamenané hodnoty parametrů jsou vyhodnocovány metodami umělé inteligence. Informace o fyzické kondici je předávána cvičící osobě, trenérovi, lékaři a dle potřeby dalším osobám, které mají možnost reagovat na informaci a zlepšit u cvičících způsob provádění cviků, intenzitu cvičení atd. Taková platforma umožňuje udržet či dosáhnout dostatečné fyzické zdatnosti týmů, a tím zvýšit bezpečnost a efektivitu jejich působení. Záměrem konsorcia je platformu dále rozvíjet a využít ji pro preselekcii a screening posádek vesmírných lodí a jejich trénink.

doc. Ing. Patrik Kutílek, MSc., Ph.D., FBMI [Foto: archiv autora]



➤ **Zaznamenané údaje jsou vyhodnocovány metodami umělé inteligence, informace o fyzické kondici je předávána cvičící osobě, trenérovi, lékaři a dle potřeby dalším osobám.**



Biomedicínské nanotechnologie

Moderní lékařské přístupy se stále častěji zaměřují na lokalizovanou a přesně cílenou léčbu a diagnostiku různých onemocnění. Využíváme k tomu poznatků z výzkumů v oblasti biomedicínských nanotechnologií. Jedním ze základních problémů je zobrazování velice malých biologických struktur. Cílem skupiny doc. Ing. Vladimíry Petrákové Ph.D., FBMI, je zdokonalit zobrazování biomolekul a jejich dynamiky, vyvinout citlivější a přesnější senzory. Využívá k tomu plasmonické nanočástice a nově pozorovaný fenomén, kdy je možné manipulovat pozicí zobrazení biomolekuly. Používají k tomu metody superrozlišovací mikroskopie, DNA origami a umělé inteligence. Jednou z oblastí výzkumu je interakce buněk s nanočásticemi a studium změn v buňce během některých onemocnění. Z pohledu nanobiomechaniky lze pozorovat změny v mechanických vlastnostech buněčné membrány i vlivem léčiv, která ovlivňují transmembránové procesy. Tyto poznatky mohou vést k vývoji nových „smart“ anestetik cílených na jednotlivé buňky. Právě těmito problematikami se zabývají v rámci mezifakultní spolupráce vědecké týmy FBMI a FS ČVUT pod vedením Ing. Martina Otáhal, Ph.D., a prof. RNDr. Matěje Daniela, Ph.D. Dalším aktuálním tématem jsou tenké vrstvy, jímž se dlouhodobě věnuje vědecká skupina pod vedením doc. Ing. Petra Písaříka, Ph.D. Jejich využití v lékařství je stále aktuálnější. Depoziční systémy umožňují s vysokou přesností nanášet tenké vrstvy biokompatibilních materiálů na implantáty, čímž zlepšují jejich biokompatibilitu, prodlužují životnost a minimalizují riziko odmítnutí. Tenké vrstvy lze použít i jako senzory pro detekci biomarkerů a léčiv. Tento vývoj se odráží v nových inovativních přístupech v lékařství. Specifickým je využití biomedicínských nanotechnologií pro výrobu zdravotnických prostředků. Vývojem personalizovaných nanovláknenných krytů ran (PNKR) s doplňkovým účinkem se fakulta zabývá ve spolupráci s několika partnery, např. českou společností ING MEDICAL s.r.o. Nanovláknenné membrány jsou vhodné pro výrobu sofistikovaných krytů ran. Řada polymerů byla již úspěšně ověřena na biokompatibilitu. Výstupem výzkumu jsou jednak formulace pro doplňkový účinek krytů (antibakteriální, antioxidační, enzymatický debridement aj.), ale zejména unikátní zařízení pro přípravu PNKR v ambulantních podmínkách. V souvislosti s rozvojem a zvyšujícím se potenciálem nanotechnologií připravuje fakulta nový bakalářský studijní program Biomedicínské nanotechnologie.

Ing. Martin Otáhal, Ph.D., a kol., FBMI [Foto: archiv autora]

Role biomedicínských inženýrů ve zdravotnickém systému bude neustále vzrůstat

Biomedicínské inženýrství je oborem budoucnosti. Jak nové technologie a postupy pomáhají při léčbě pacientů? Nejen o vlastním výzkumu na fakultě, ale i o spolupráci v rámci specialistů tohoto oboru napříč ČVUT hovoříme s prof. Dr.-Ing. Janem Vrbou, M.Sc., proděkanem FBMI pro vědu, výzkum a doktorské studium.

Jako laikovi mi připadá jako sci-fi film, když vidím záběry operujícího robota nebo čtu o využití umělé inteligence a nejmodernějších technologií i materiálů v medicíně, a to i v té české. Jen na vaší fakultě se vědci zaměřují na spoustu vylepšení, která pomáhají lékařům i pacientům, a to jak při léčbě samotné, tak diagnostice pacientova stavu. Mnohé z nich ostatně prezentujeme v tématu tohoto čísla Pražské techniky. Přijde vám též, že se léčebné postupy a možnosti posunují rychle vpřed – a to i s pomocí biomedicínských inženýrů, nebo máte spíše výhrady, že to jde dopředu pomalu?

To je velmi dobrá otázka. V posledních dekádách se opravdu podařilo vymyslet a do klinické praxe zavést řadu přelomových technologií. Ale kde jinde než právě v medicíně bychom měli při vývoji nových metod a přístrojů postupovat systematicky a obezřetně. Na druhou stranu existuje řada onemocnění, pro které aktuálně žádná léčba neexistuje, nebo není dostatečně efektivní. A tak pacienti doufají, že se brzy podaří nějakou vhodnou léčbu nalézt. Biomedicínské inženýry hrají již dnes důležitou roli nejen při ovládání složitých moderních přístrojů v nemocnicích, ale i při jejich vývoji. Jsem přesvědčen, že jejich role ve zdravotnickém systému bude neustále vzrůstat. Je skvělé být součástí tohoto procesu.

Přispíváte i k léčbě onkologických pacientů prostřednictvím radiofre-

kvenční a mikrovlnné hypertermie. Pro mnohé lidi je jen vyslovení slova rakovina velkým strašákem, zatímco vy se ve své každodenní práci myslenkám na tuto nemoc asi nevyhnete... Proč jste si pro svůj výzkum zvolil právě tuto oblast? Jiné oblasti využívání mikrovlnné techniky v medicíně vás nelákaly?

Náš tým Bio-elektromagnetismu, který jsme s bratrem Davidem na přelomu let 2011 a 2012 na FBMI zakládali, je schopen a i ochoten lékaře při léčbě jejich onkologických pacientů mikrovlnnou hypertermií podpořit přesným plánováním léčby. Takové plánování zahrnuje kroky, jako je vytvoření počítačového modelu léčené oblasti z anatomických snímků pacienta, pořízených například s pomocí CT nebo magnetické rezonance, výpočet rozložení absorbovaného výkonu elektromagnetického pole v léčené oblasti a k tomu příslušného teplotního profilu. Tento postup pak lze iterativně využít pro nalezení optimální polohy aplikátoru vůči léčené oblasti anebo k nalezení optimálního nastavení hypertermického systému. V současné době se v České republice aplikuje pouze tzv. povrchová hypertermie, která je technicky relativně jednoduchá, a takové plánování u ní není ve většině případů kritické. V poslední době ale registrujeme zájem hned dvou klinických pracovišť o tzv. regionální hypertermii, která je technicky složitější a kde už by přesné plánování léčby konkrétního pacienta bylo velmi důležité.

Nyní se tak podílíme na výzkumu, který může onkologickým pacientům pomoci v blízké budoucnosti. V našem odborném zájmu je vývoj nových aplikátorů, tj. antén, které efektivně exponují léčenou oblast elektromagnetickým polem. A to jak pro hypertermii, tak zároveň i pro mikrovlnné zobrazování, které by do budoucna mohlo pomoci teplotu v léčené oblasti během hypertermie monitorovat neinvazivně a dále tak zvýšit jak účinnost, tak i bezpečnost této terapie. Samotné neinvazivní monitorování teploty je technicky velmi

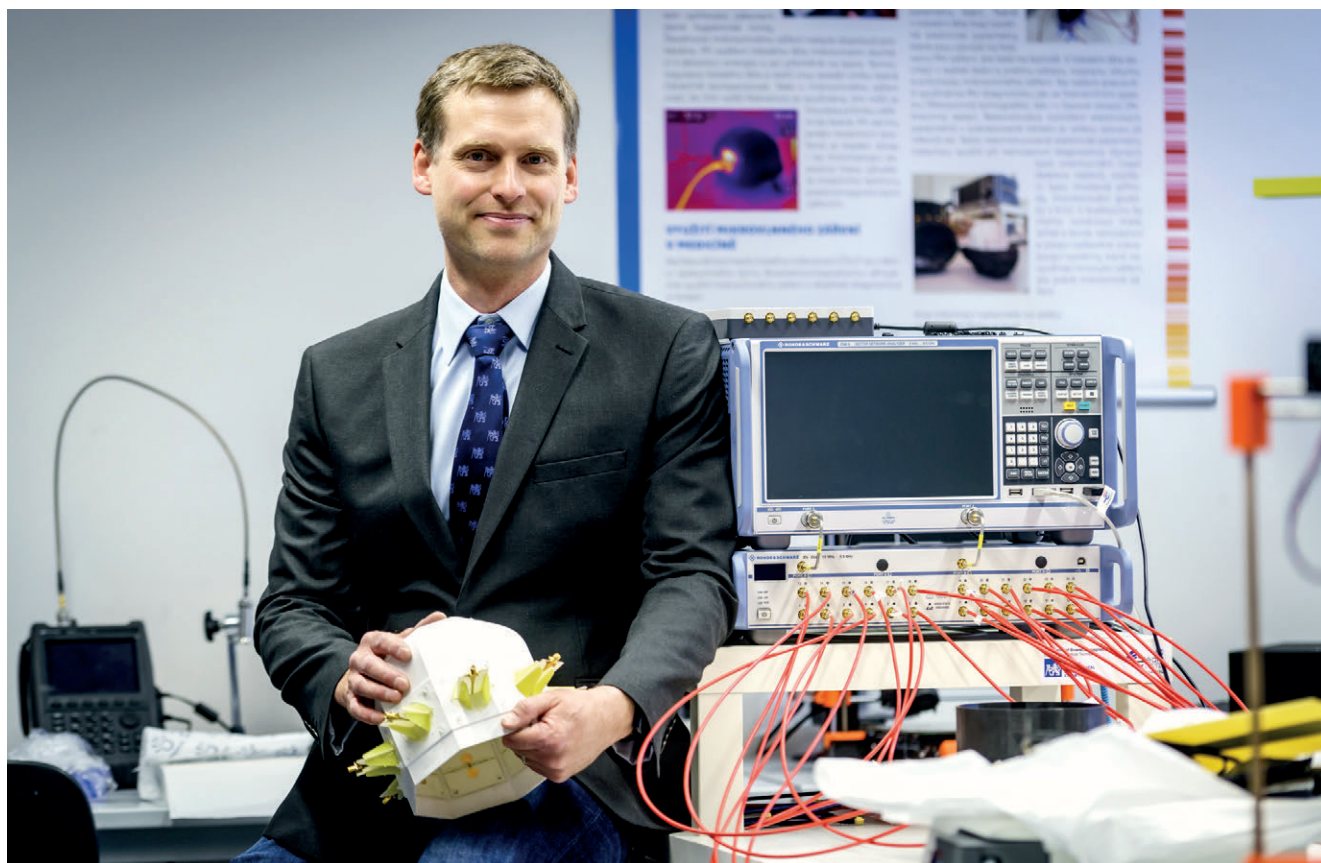
zajímavé, integrace terapeutického systému s monitorovacím, které nás čeká, bude výzvou.

Kromě hypertermie se na FBMI zabýváme výzkumem v celé řadě dalších perspektivních aplikací elektromagnetického pole v medicíně. Jde zejména o mikrovlnné metody pro lékařskou diagnostiku, například v oblasti mikrovlnné klasifikace cévních mozkových příhod, neinvazivního monitorování glukózy v krvi, využití UWB radarů, návrhu antén pro zobrazovací systémy a další.

Jak jste se vlastně dostal k tomuto oboru? Získalo si vás biomedicínské inženýrství už při studiu na Fakultě elektrotechnické, takže působení na nové fakultě bylo logickým pokračováním v oboru, nebo jste k vývoji zařízení pro lékařství našel vztah až při pětiletém působení na prestižní univerzitě RWTH v Cáchách? Nebo byl hlavní motivací především váš táta, jenž je předním českým specialistou na elektromagnetická pole, takže jste věděl, do čeho jdete?

Můj zájem o hypertermickou léčbu nádorových onemocnění vzbudil můj táta a jeho výzkum na Katedře elektromagnetického pole Fakulty elektrotechnické ČVUT. Zejména pak jeho dlouholetá spolupráce s lékaři z Radioterapeutického ústavu v Praze, dnešního Ústavu radiační onkologie FNB, která začala již v roce 1981. Jejím výsledkem byly klinické aplikace lokální hypertermie pro léčbu onkologických pacientů od roku 1982 dodnes. Náš tým na FBMI na jeho práci navazuje a s tátou i jeho kolegy a studenty spolupracuje.

Mojí velkou výhodou samozřejmě bylo, že jsem již během vysokoškolského studia na FEL ČVUT a pak i na RWTH Aachen přemýšlel o probírané látce v souvislostech s aplikacemi elektromagnetického pole v medicíně. Přesto moje cesta k tomuto oboru nebyla zrovna přímočará. Moje magisterské studium bylo zaměřené



prof. Dr.-Ing. Jan Vrba, M.Sc.

profesor v oboru biomedicínského inženýrství / proděkan FBMI pro vědu, výzkum a doktorské studium

Absolvoval magisterské studium na FEL ČVUT a magisterské a doktorské studium na FEL RWTH Aachen. Od roku 2011 působí na FBMI ČVUT, kde spoluzaložil tým Bio-elektromagnetismus.

Hlavním odborným zájmem je využití interakce elektromagnetického pole v lékařské diagnostice a terapii.

Více na <https://www.researchgate.net/profile/Jan-Vrba-2>

na mikrovlnnou a anténní techniku a telekomunikace a moje doktorské studium na RWTH pak na interakci elektromagnetického pole s hmotou, konkrétně jeho využití pro ekologické štěpení rezných emulzí, které se využívají v kovoobráběcím průmyslu. Během doktorského studia jsem se věnoval měření a počítačovému modelování elektrických vlastností nehomogenního prostředí emulzí, návrhu expozičních komor a počítačovému modelování multifyzikálních problémů, tj. současnému působení elektromagnetického pole, ohřevu a šíření tepla a pohybu kapiček emulze v důsledku elektrických sil. Po návratu z Cách jsem využil nabídky nastoupit na FBMI, která se tehdy potýkala s rychlým nárůstem studentů

a potřebovala řešit personální zabezpečení výuky. Kromě vývoje nových aplikátorů pro hypertermii, které mají konstrukčně blízko k průmyslovým expozičním komorám, jsem se mohl také nově zaměřit na mikrovlnnou lékařskou diagnostiku. Ta je založena zejména na neinvazivním měření dielektrických parametrů biologických tkání, přesněji řečeno na měření jejich změny způsobené například cévní mozkovou příhodou nebo navýšením teploty. Numerické simulace jsme zaváděli do studia v různých předmětech a můj bratr David, který je také profesorem v oboru biomedicínského inženýrství, pak společně s kolegy zavedl na FBMI předmět zaměřený na numerické simulování v prostředí COMSOL Multiphysics.

S odstupem času vidím, jak přínosné bylo, že jsem se ve svém magisterském a doktorském studiu nevěnoval jen hypertermii. Na druhou stranu hypertermickou problematiku diskutuji nejen s tátou, ale nyní i s kolegou dr. Tomášem Dříždalem, který před tím, než se přidal k našemu týmu, působil deset let v Erasmus Medical Centru v Rotterdamu v prestižní hypertermické skupině.

Zmínil jste bratra Davida, s nímž společně působíte na Katedře biomedicínské techniky, pracujete na projektech a píšete články. Takových bratrských dvojic moc na akademické půdě není, natož v tak náročném oboru. Předpokládám, že biomedicína je u vás v rodině téma číslo jedna...

Ano, obecně biomedicínské aplikace elektromagnetického pole s tátou a bratrem řešíme i mimo pracovní dobu, protože nás to téma baví a zajímá. Pro ostatní členy rodiny, ale popularita tohoto tématu už tak velká není ☺. Každopádně za sebe mohu říct, že to, že spolupracuji s bratrem, beru jako velkou výhodu. Přeci jen si asi jako bráchové navzájem rozumíme lépe a odpustíme více, než je mezi kolegy běžné. Jinak jsme si po našem nástupu na FBMI

rozdělili oblasti, kterými se bude každý zvlášť zabývat. David řešil mikrovlnnou terapii a já diagnostiku. S tím, jak se postupně počet oblastí rozšiřoval a současně nám přibýli mladší kolegové, je to spíš dělení na konkrétní oblasti. Významným příspěvkem k našim aktivitám je např. i problematika tzv. UWB radarů, jejichž využitím v medicíně se věnuje se svými studenty zejména náš mladší kolega, doc. Ing. Ondřej Fišer, Ph.D.

Na YouTube jsem narazila na video, kde říkáte, že váš tým Bio-elektromagnetismu jako první na světě navrhl inovativní aplikátory na bázi takzvaných metamateriálů. Můžete přiblížit, o co se jedná a jak jste dosáhli tohoto světového unikátu?

To je zejména úspěch bratra Davida, který na FEL ČVUT pod vedením docenta Milana Polívky, proděkana pro vědu, výzkum a doktorské studium, vypracoval disertační práci zabývající se metamateriálovými anténami pro telekomunikační účely. Tuto technologii pak David aplikoval pro návrh unikátních aplikátorů pro hypertermii, které vynikají vysokou homogenitou ohřevu léčené oblasti, ale i značnou nezávislostí svých rozměrů na pracovní frekvenci. Na jejich bázi tak lze pro takřka libovolné rozměry léčené oblasti a libovolnou pracovní frekvenci navrhnout vhodný aplikátor. To je vlastnost, která významně otevírá možnosti k vylepšení parametrů současných hypertermických systémů.

Zaujal mne i vývoj malé a přenosné mikrovlnné helmy pro klasifikaci typu cévní mozkové příhody ve vozech zdravotnické záchranné služby. I tady jde, jako u onkologických pacientů, bezprostředně o život a vaše diagnostické aplikace mají potenciál mít v kritických situacích cenu zlata. Jak jste v tomto výzkumu daleko?

Aktuálně jsme ve stádiu měření na fantomech lidské hlavy a hledání vhodného nastavení klasifikačních algoritmů. Již ale připravujeme přílbu, která bude plně adaptovatelná dle tvaru a velikosti hlavy konkrétních pacientů. V našem týmu máme především odborníky se znalostmi z oblastí elektromagnetického pole, elektrických obvodů, numerického modelování a zobrazovacích algoritmů. Je to ale již

téměř rok, co jsme díky kolegovi z našeho týmu, doktoru Marku Novákovi, úspěšně navázali spolupráci s kolegy z Fakulty architektury ČVUT. A již na konci tohoto semestru budou na této fakultě obhajoby prvních prací, které řeší průmyslový design nové mikrovlnné přílby a dalších námi vyvíjených přístrojů.

Dalším unikátem vašeho výzkumu je srdeční implantát, který jste vyvíjeli v rámci mezinárodního konsorcia a jehož úkolem je snížit riziko vzniku cévních trombů, a tím i snížení výskytu cévních mozkových příhod. Jak takový výzkum vypadá?

V rámci zmíněného evropského projektu H2020 jsme pro irský startup AuriGen Medical, který figuroval jako hlavní řešitel a koordinátor projektu, pomáhali vyvinout elektroporační část implantátu. Ten má za úkol mechanicky uzavřít a elektroporaci elektricky izolovat tzv. ouško levé síně. V této části srdce často dochází ke vzniku krevních trombů u pacientů s fibrilacími a následně pak k cévní mozkové příhodě nebo srdečnímu selhání. Konkrétně jsme pomocí výpočtů optimalizovali tvar, velikost, počet a uspořádání elektrod na zmíněném implantátu. Vývoj tohoto implantátu dále pokračoval pod vedením koordinátora projektu, který od začátku vše řešil tak, aby se výsledky od jednotlivých partnerů scházely u něj, což je pro startup pochopitelné.

Stačí vám pro váš výzkum jen dobře vybavená laboratoř na fakultě, nebo spolupracujete s lékaři přímo v nemocnicích?

Bez dobře vybavené laboratoře by výzkum v naší oblasti nebyl možný. Odborné časopisy stále více vyžadují experimentální ověření nových teoretických poznatků. A i když je to správný trend, zvyšují se nároky na výzkumnou infrastrukturu, která bývá velmi drahá. Osobně ale za ještě důležitější, než je dobře vybavená laboratoř, považuji dobrý tým. S lékaři jsme spolupracovali v několika projektech a vždy pro nás, a jistě i pro ně, byla vzájemná spolupráce velmi prospěšná. V současné době náš tým spolu s biologem a lékaři z 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy zkoumá vliv parametrů elektroporačních pulzů na in-vitro buněčné kultury, tzv. kardiomyocitů. Dále se těším na blížící se zahájení našeho nového projektu v rámci

programu Interreg Central Europe, kde bude spolupráce s lékaři z FN Motol, FN Bulovka a z nemocnice v německé Jeně. A také s technickými univerzitami v Německu a Itálii. Dále pak doufáme, že se nám podaří realizovat nový projekt s lékaři z AČR v rámci aktuálně probíhajícího dialogu mezi ČVUT a Generálním štábem Armády ČR.

Cítíte zvyšující se zájem o spolupráci ze strany širší mezinárodní komunity?

Ano, evidujeme zvyšující se zájem. Například v minulém roce byla v Praze pořádána odborná konference PIERS - Progress in EM Research s více než 1200 účastníky. Přijeli i špičkoví odborníci diskutované výzkumné oblasti. Tyto kolegy jsem oslovil s nabídkou prohlídky naší laboratoře na FBMI. A byl jsem příjemně překvapen, že přijali, a vyměnili tak letní večer v centru Prahy za večer v Kladně.

Tvoříte společné týmy i v rámci ČVUT?

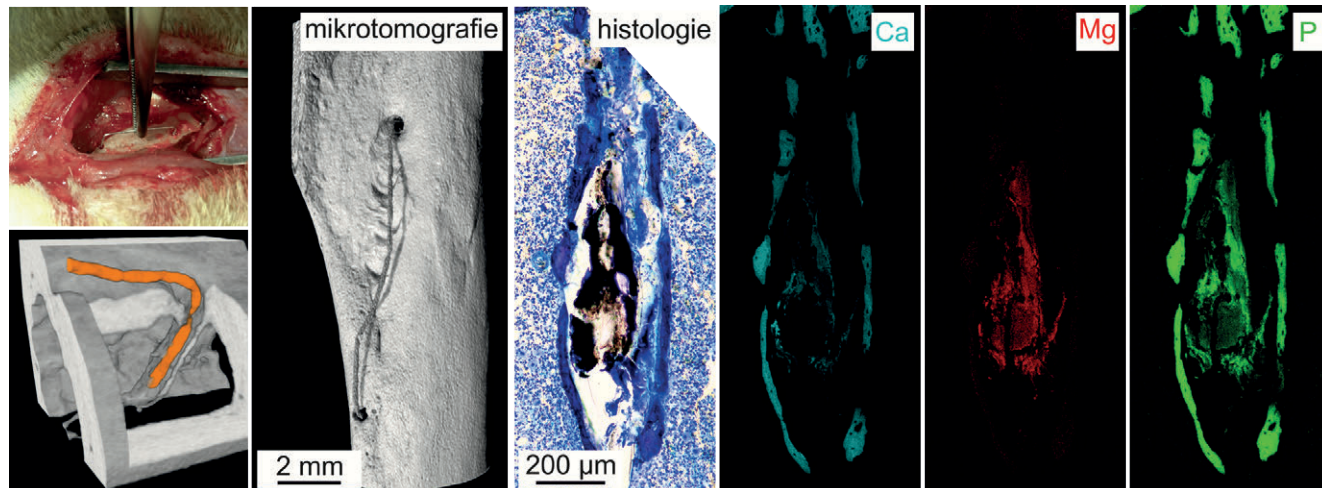
Ano, takové spolupráce probíhají. My například spolu s experty z Fakulty strojní řešíme proudění krve v lidském srdci. S kolegy z Katedry elektromagnetického pole Fakulty elektrotechnické připravujeme návrh nových anténních elementů pro mikrovlnné zobrazování. Na jednom z předchozích projektů jsme pro kolegy z Katedry teorie obvodů FEL a pro lékaře z Neurologické kliniky FN Motol prováděli výpočetní ohodnocení rizika tepelného poškození tkání při přímé elektrické stimulaci kortexu.

Pro náš tým je aktuálně zcela zásadní vyřešit řadu problémů i z oblasti mechanické konstrukce a designu u zařízení, kterým se odborně věnujeme po elektrotechnické a lékařské stránce. Členy týmu jsou především biomedicíni a elektrotechničtí inženýři, na fakultě pak mezi kolegy máme také informatiky, se kterými začínáme řešit nový projekt zaměřený na problematiku low-field MRI. Ale například strojařů máme na FBMI jen velmi málo. A také mě velmi těší zmíněná aktuální spolupráce s kolegy z Fakulty architektury, kde již první výsledky vypadají velmi slibně. Potenciál postavit v rámci ČVUT výzkumný tým, který bude schopen vyřešit obdobné interdisciplinární problémy, je naštěstí takřka neomezený.

Vladimíra Kučerová

[Foto: Jiří Ryszawy]

➤ Díky tomu, že na FJFI máme zastoupeny významné mezioborové kompetence, doufáme, že se nám na ČVUT podaří přispět ke zlepšení kvality života pacientů, u nichž by vstřebatelná fixace kostí mohla předejít náročným sekundárním operačním zákrokům. To by mělo největší přínos pro dětské pacienty, což je naší velkou motivací.



⚡ Implantace drátu z Mg-0.4Zn slitiny ve tvaru spony do sešíváčky do stehenní kosti potkana. Tato implantační procedura je pro zvíře bez zbytečné zátěže (implantoval Ing. Pavel Klein, Ph.D., LFP UK) a nám poskytuje modelové prostředí pro různé klinické situace – vnější oblast kompaktní kosti (např. pro svazování kostí drátem) a oblast průchodu drátu kompaktní do dřevnaté dutiny (např. pro prošívací malých kostí při chirurgii ruky). Využitím moderních metod charakterizace materiálů jsme nejen schopni zobrazit zbývající drát pomocí rentgenové mikrotomografie ve 3D, ale na histologických řezech následně také znázornit rozložení chemických prvků pomocí metody SEM-EDS. To nám pomáhá rozlišit korozní produkty Mg od kostní novotvorby a popsat procesy, které probíhají při vstřebávání drátu tělem.

Vývoj hořčíkových vstřebatelných implantátů

Hořčík je prvek, který tělo zná a umí s ním pracovat. Je využíván pro výrobu kovových vstřebatelných implantátů, které se po splnění své funkce v těle rozpustí. Oproti běžněji využívaným polymerním materiálům (např. známým vstřebatelným stehům), hořčík umožňuje přenášet vyšší síly, a tedy se využívá především v traumatologii a ortopedii pro fixaci kostí.

Vývoj nových implantátů na bázi hořčíku (Mg) je výzvou. Pro zlepšení jeho vlastností (pevnost, tažnost, korozní odolnost) se využívá různých legujících prvků, tak jako pro jiné slitiny, např. oceli. Téměř všechny komerčně využívané Mg slitiny obsahují hliník, který je z hlediska zlepšení výsledných vlastností velmi efektivní. Ten je ovšem pro vstřebatelné implantáty vzhledem ke své neurotoxické nevhodný. Abychom se vyhnuli tomuto negativnímu efektu na člověka, je nutné využívat pouze takové prvky, které se v těle přirozeně vysky-

tuji a u kterých existují přirozené procesy jejich vyloučení z organismu. Z hlediska Mg slitin se jedná především o zinek a vápník. Jejich použití ovšem klade vysoké nároky na porozumění aspektům ovlivňujícím mechanické a korozní vlastnosti výsledných slitin. Úspěšný přenos poznatků základního výzkumu do vývoje je tak nutnou podmínkou pro efektivní přístup k problematice kovových vstřebatelných implantátů.

Na Katedře materiálů FJFI koordinujeme v tomto oboru spolupráci mezi mnoha českými institucemi (např. Fyzikální ústav AV ČR, Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, 1. lékařská fakulta UK) a japonským National Institute for Materials Science (NIMS). V současnosti spolupráci rozšiřujeme tak, abychom efektivně využívali znalosti matematiků (matematické modelování, dislokační dynamika), informatiků (využití umělé inteligence pro predikci vlastností slitin), fyziků (termodynamika a fázové přeměny), materiálových vědců (inženýrství hranic zrn, charakterizace materiálů), chemiků (korozní chování implantátů v simulovaných tělních roztocích), biologů

(testy na buněčných kulturách) a lékařů (testy na živých zvířecích modelech a jejich vyhodnocení, formulace požadavků klinické praxe).

Od úplného pochopení a popisu procesu vývoje, výroby a využití Mg implantátů si slibujeme nejen nové výsledky základního výzkumu ve formě vědeckých publikací, ale především ověření konceptů různých typů vstřebatelných implantátů na bázi hořčíku, které vyvíjíme. Jsou to například dráty pro plastickou chirurgii ruky, polymerem potažená lanka pro fixaci hrudní kosti po operacích srdce a minidlahy pro fixaci fraktur v oblasti čelistí a obličeje. Díky tomu, že na FJFI máme zastoupeny významné mezioborové kompetence, doufáme, že se nám na ČVUT podaří přispět ke zlepšení kvality života pacientů, u nichž by vstřebatelná fixace kostí mohla předejít náročným sekundárním operačním zákrokům. To by mělo největší přínos pro dětské pacienty, což je naší velkou motivací.

Ing. Karel Tesař, Ph.D., FJFI,
MDDr. Jitka Luňáčková, 1. LF UK
[Ilustrace: archiv autorů]



➤ Význam výzkumných pokroků v rámci projektu EpiRec se odráží nejen na pacientech, ale i v řadě udělených ocenění. Dr. Janča získal jako člen týmu vedeného prof. Pavlem Krškem z 2. lékařské fakulty UK v roce 2023 cenu ministra zdravotnictví.

Algoritmy pomáhají při léčbě pacientů s epilepsií

Různými formami epilepsie trpí v Česku zhruba 100 tisíc lidí. Díky přesnější diagnostice je léčba možná i u nejzávažnějších forem. Pokud nezabírají protizáchvatové léky, může být v závažných případech ložiskové epilepsie pacientovi nabídnuto operativní odstranění části mozku, která záchvaty vyvolává. Určit, pro kterého pacienta operace představuje nejefektivnější léčbu a kde záchvaty vznikají, pomáhají lékařskému týmu z FN Motol mj. algoritmy strojového učení vyvíjené vědci z Fakulty elektrotechnické ČVUT.

Projekt EpiRec už pět let zastřešuje mezioborovou spolupráci lékařů s biologi, matematiky a techniky, kteří se ve své oblasti zabývají diagnostikou, léčbou a výzkumem na poli epilepsie. Konkrétně jde o odborníky z celkem čtyř institucí: 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Fyziologického ústavu Akademie věd ČR, Fakulty elektrotechnické ČVUT (FEL) a FN Motol.

Cílem spolupráce je poskytnout pacientům individualizovanou péči. „Fungování odborného konsorcia pomáhá ve sdílení znalostí, což urychluje přenos objevů ze základního a aplikovaného výzkumu do praktické či experimentální medicíny,“ přiblížil projekt dr. Radek Janča (FEL). Kromě něho jsou do projektu za tuto fakultu zapojeni prof. Roman Čmejla, dr. Petr Ježdík, Ing. Kateřina Macková a Ing. Jakub Vybulka. Všichni působí na Katedře teorie obvodů. Jedním z úkolů tohoto týmu je navrho-

vat, zdokonalovat a vhodně kombinovat algoritmy, které dokáží zpracovat signály a z velkého množství dat poté pomocí strojového učení získat biomarkery, díky nimž je pak možné zvolit nejefektivnější léčbu pro daného pacienta.

Z dříve komplikovaných pacientů jsou teď „rutinní“ případy

Úspěšnost chirurgické léčby nejzávažnějších forem epilepsie se pohybuje zhruba kolem 70 procent. „Pokud se ale podíváme na to, jak obtížné případy přicházejí do ambulance, léčba se za léta posunula na zcela jinou úroveň. Pacientům, kteří byli před deseti lety ti nejobtížnější a dříve vůbec neměli šanci se k léčbě dostat, jsme dnes schopni kombinací nových metod diagnostikovat typ epilepsie a navrhnout vhodnou léčbu,“ uvedl dr. Janča.

Vědci z FEL vyvinuli například nové metody zobrazení mozku nebo pomohli

validovat postupy, na které dřív zdravotnická zařízení vůbec neměla techniku.

V diagnostice také pomáhají nově vyvinuté expertní systémy využívající strojové učení a zpracování signálů. Díky nim je nyní možné např. na snímcích z magnetické rezonance odhalit podezřelá místa, které se radiologovi rozsvítí na obrazovce. Pak může lékaře upozornit na podezřelá místa, která je třeba detailněji zkontrolovat.

„Lékaři jsou zahlceni spoustou informací od genetiky po snímky z magnetické rezonance. U složitých případů nemoci je proto obtížné v těchto informacích najít strukturu. Právě k tomu lékařským týmům pomáhá strojové učení a analýza dat, na základě kterých pak lékaři snadněji nacházejí spojitosti s diagnózou,“ vysvětlil Janča.

Větší jistota pro chirurgy

Týmu vědců se například povedlo zlepšit postup zavádění nitrolebních elektrod přímo do mozku. Zde je klíčová přesnost – neurochirurg musí zavést elektrodu na předem určené místo tak, aby během toho „nepropíchl“ cévu či žílu, a nedošlo tak k nitrolebnímu krvácení. Celá trajektorie se plánuje na milimetr přesně. Odchyly však mohou vznikat mechanicky během toho, co neurochirurg vrtačkou navrtává lebeční kost. Vliv ovšem má například i to, jak je pacient na sále polohovaný.

Před plánováním této trajektorie musí lékaři nejprve zjistit, jak má konkrétní pacient rozložené cévy v mozku. K tomu pomáhají vizualizace, které umí vytvořit nástroje vyvíjené vědci z FEL. „Neurochirurg se díky tomu na sále lépe zorientuje. Do procesu léčby to zároveň přináší větší jistotu a pohodu, pro neurochirurgy se tím snižuje stres. I tato zdánlivá maličkost může pomoci,“ vysvětluje dr. Janča.

U diagnostiky fokálních epilepsií (typ epilepsie, která lze léčit zpravidla pouze operativním odstraněním ložiska v mozku, které způsobuje záchvaty) se vědcům podařilo vyvinout metody, které analýzou záznamu mozkové aktivity z nitrolebních elektrod (iEEG) umí identifikovat epileptogenní ložisko i v případech, kdy na magnetické rezonanci nic vidět nejde. To je naprosto klíčová informace pro plánování neurochirurgického zákroku, tj. umístění ložiska a rozsahu operace.

Bezpečnější operace

Pokrok učinili vědci také u postupů, které lékaři používají během samotné operace.

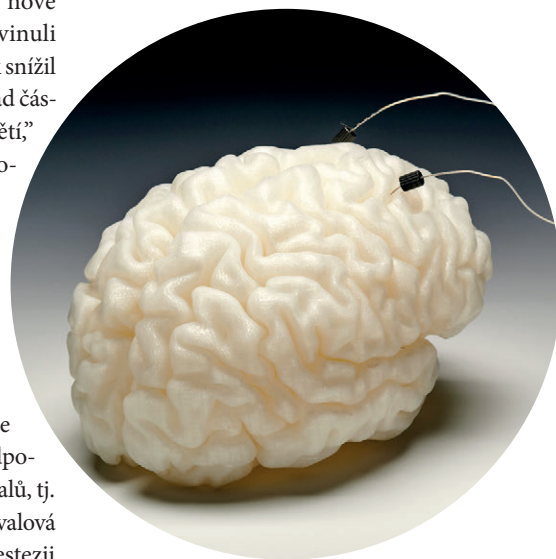
„Podařilo se nám ověřit bezpečnost nové elektrostimulační metody, které vyvinuli lékaři a fyziologové. Dramaticky se tak snížil výskyt pooperačních deficitů, například částečných ochrnutí a paréz u malých dětí,“ shrnul dr. Janča přínos jednoho z projektů zaměřeného na léčbu epilepsie u malých dětí.

V něm společně s dr. Petrem Ježdíkem, kolegou z katedry, zkoumali bezpečnost metody zvané mapování elektrickou stimulací. Malými elektrodami se na povrchu mozku během operace elektrickými impulsy stimuluje mozková motorická kůra, která je zodpovědná za ovládání všech kosterních svalů, tj. i končetin a mimických svalů. Měří se svalová odezva po dobu, kdy je pacient v anestezii. Elektrofyziolog může díky tomu kontrolovat, jestli jsou dráhy, kterými vedou vzruchy, v pořádku, zatímco neurochirurg operuje v jejich těsné blízkosti. Když se neurochirurg přiblíží ke kritickému místu, elektrofyziolog ho upozorní a včas zastaví operaci, čímž se zabrání částečnému ochrnutí.

Malí dětské pacienti ale na standardní stimulační protokoly nereagují, protože ještě nemají plně vyvinutý mozek a jeho nervová vlákna nejsou schopna tak rychle a efektivně přenášet nervové signály jako mozek dospělého. „Standardně se u dospělých stimuluje elektrickými impulsy, které trvají několik sekund a mají malou amplitudu. Tohle u dětských pacientů nefunguje. Impulsy jsme proto nahustili do velmi krátké, asi 30milisekundové sekvence. Byla ale obava, že díky velké intenzitě a velké amplitudě během krátkého času může docházet k ohřevu tkáně kolem elektrod.“

Tým dr. Janči nejdříve termografickou kamerou zkoumal oteplení mozku během krátké, ale proudově intenzivní elektrické stimulace, přímo na operačním sále. Konkrétně měřili tepelné účinky stimulačních proudů, jejich průběh a ověřovali, zda nedochází k přehřívání stimulované oblasti mozku. Poté se obrátili na bratrskou dvojici prof. Davida Vrby a prof. Jana Vrby (oba z Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT), kteří pomohli na základě měření na operačním sále s numerickými simulacemi, které ukázaly ohřev i v místech, kam termokamera neviděla. Díky této multidisciplinární spolupráci se vědcům podařilo prokázat, že tato metoda elektrické stimulace je pro malé pacienty bezpečná.

Mgr. Markéta Rizikyová, FEL
[Foto: Petr Neugebauer, FEL]



➤ **Úspěšnost chirurgické léčby nejzávažnějších forem epilepsie se pohybuje zhruba kolem 70 procent. „Pokud se ale podíváme na to, jak obtížné případy přicházejí do ambulance, léčba se za léta posunula na zcela jinou úroveň. Pacientům, kteří byli před deseti lety ti nejobtížnější a dříve vůbec neměli šanci se k léčbě dostat, jsme dnes schopni kombinací nových metod diagnostikovat typ epilepsie a navrhnout vhodnou léčbu,“ uvedl dr. Janča.**

Porucha chování v REM spánku

Spánek je pro lidské tělo nesmírně důležitý. Většina lidí si uvědomuje, že potřebují spát přiměřeně dlouho a ve vhodnou dobu, přesto se podle toho velká část populace neřídí. Spánek se zkracuje a jeho kvalita klesá i v důsledku alkoholu či jiných návykových látek. Stížnosti na spánek jsou jedněmi z nejčastějších, které lékaři slychají ve svých ordinacích.

Jednou ze spánkových nemocí je porucha chování v REM spánku, kterou se zabývají vědci z Neurologické kliniky 1. LF UK a VFN a výzkumná skupina doc. Jana Rusze z Fakulty elektrotechnické ČVUT. Zkoumají, jak lze v případě této nemoci nahradit nákladnou a kapacitně omezenou diagnostiku ve spánkové laboratoři a jak tuto nemoc efektivně vyhledávat. Porucha chování v REM spánku u lidí nad padesát let totiž představuje vysoké riziko onemocnění Parkinsonovou chorobou a jinými typy parkinsonismu, jako je například demence s Lewyho tělísky.

„Již v loňském roce jsme představili metodu zjištění detekce brzké Parkinsonovy nemoci z analýzy hlasu při řeči a následně z mimiky,“ připomíná doc. Rusz. „Letos se nám povedlo metodu rozšířit a obohatit ji o automatizovanou lingvistickou analýzu krátké spontánní řeči. Ta funguje na principu přepisu zvukových nahrávek do psaného textu a následně pomocí moderních metod umělé inteligence analyzuje struktury vět, slov a frází tak, aby bylo možné porozu-

mět kontextu a významu. V budoucnu by se pak mohla spontánní řeč analyzovat přímo během hovorů v chytrých telefonech, což by ještě zlepšilo přesnost,“ vysvětluje doc. Rusz.

Díky projektu, na kterém tým doc. Rusze, v němž dále působí dr. Tereza Tykalová a dr. Michal Novotný, pracuje již sedm let spolu s italskými, francouzskými, rakouskými, německými, americkými a kanadskými kolegy, vědci zjistili, že pomocí analýzy jazyka a řeči jsou schopni predikovat rozvoj Parkinsonovy nemoci již tři roky před klinickou diagnózou. Porucha jazykové struktury řeči úzce souvisí s kognicí, zásadním nálezem tak bylo, že jazyková analýza je schopna predikovat, zda se u pacientů rozvine Parkinsonova nemoc s demencí či bez ní. To hraje důležitou roli při prognóze onemocnění, ale také při správném výběru pacientů do klinických studií zaměřených na vývoj neuroprotektivní léčby. Metoda byla takto přesná už na bázi krátkého monologu, který netrval ani dvě minuty. Článek, který ze spolupráce vznikl, byl přijat k publikaci v jednom z nejprestižnějších neurologických časopisů *Annals of Neurology*.

Dalším faktorem, který může mít souvislost s některými poruchami spánku, je složení střevní mikrobiální flóry, tzv. mikrobiomu. Střevní mikrobiom má totiž vliv na mozkové funkce, a tedy i na regulaci spánku a bdění. Zároveň existuje regulace opačná, kdy dochází ke změnám jeho mikrobiálního složení v závislosti na cirkadiálních rytmech. Střevní mikrobiom tedy spánek reguluje a zároveň je spánkem ovlivňován. Pro regulaci spánku a bdění střev-

ními mikroby je velmi důležitá produkce různých mikrobiálních metabolitů, a to zejména střevních neurotransmiterů a mastných kyselin s krátkým řetězcem. Odhalení efektu konkrétních mikrobiálních metabolitů na regulaci spánku by mohlo pomoci v léčbě spánkových poruch.

Vztahem mezi změnami mikrobiomu a nemocemi s nadměrnou denní spavostí tzv. centrálními hypersomniemi se v rámci spolupráce Mikrobiologického ústavu AV ČR s Neurologickou klinikou 1. LF UK a VFN zabývá Mgr. Janet Ježková. „Podařilo se nám zjistit, že pacienti trpící centrální hypersomnií mají odlišné zastoupení střevních bakterií oproti zdravým kontrolám,“ říká Mgr. Ježková z MBÚ AV ČR, která je zároveň postgraduální studentkou 1. LF UK. „Tento rozdíl je způsobený odlišnými hodnotami BMI, věkem, pohlavím a jídelníčkem studovaných skupin,“ doplňuje Mgr. Ježková. Studie byla nedávno publikována v prestižním mezinárodním mezioborovém spánkovém časopise *Sleep Medicine*.

Spolupráce vědců z různých pracovišť a odvětví spolu s využitím moderních technologií pacienty přibližuje rychlejší diagnostice a kvalitnější léčbě. V budoucnu budou nepochybně s vyhledáváním mnoha nemocí pomáhat i další záznamová a analyzační zařízení cílená na biologické funkce. Umělá inteligence některé postupy zjednoduší alepší dostupnost diagnózy určitých chorob. Prozatím se ale diagnostika poruch spánku zcela jistě neobejde bez informací od pacientů a práce zkušených lékařů.

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



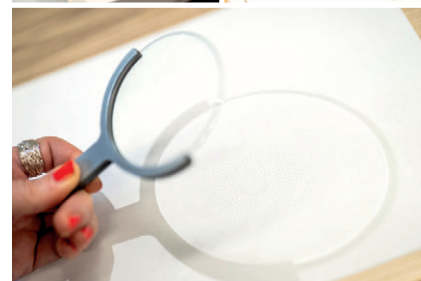
➤ **Díky projektu, na kterém tým doc. Rusze pracuje již sedm let spolu s italskými, francouzskými, rakouskými, německými, americkými a kanadskými kolegy, vědci zjistili, že pomocí analýzy jazyka a řeči jsou schopni predikovat rozvoj Parkinsonovy nemoci již tři roky před klinickou diagnózou.**

Jak zpomalit krátkozrakost?

Krátkozrakost (myopie) je refrakční vadou, kterou trpí v České republice až 30 procent populace, předpokládá se, že do roku 2050 jí bude trpět polovina světové populace. Není pochyb o tom, že epidemie krátkozrakosti je problémem nejen jedince, ale má i ekonomický dopad na úrovni výdajů z veřejného zdravotnictví. Krátkozrakost je dnes identifikována jako jedna z bezprostředních obav globální iniciativy WHO pro odstraňování zbytečné slepoty. Její závažnost přitom nespočívá pouze ve zhoršené zrakové ostrosti, ale zejména v přidružených komplikacích, které doprovázejí vysoký stupeň vady a jež mohou mít fatální dopad na vidění. Nejčastější příčinou vzniku myopie je prodloužení předozadní osy oka. Obvyklý scénář jejího vývoje je takový, že se růst oka nezastaví na optimální úrovni, ale pokračuje v prodlužování. Výsledkem je relativně dlouhé oko a vznik ohniska před sítnicí. Dva hlavní faktory, které zvyšují riziko této vady, jsou genetika a environmentální faktory. Děti, jejichž oba rodiče jsou krátkozrací, mají padesátiprocentní pravděpodobnost, že se u nich tato oční vada také objeví. Riziko také zvyšuje moderní životní styl, zahrnující činnosti prováděné na blízko, jako je dlouhé čtení nebo používání digitálních zařízení, málo venkovních aktivit a nevhodné osvětlení. Největší progresi krátkozrakosti zaznamenáváme u dětí od 6 do 14 let, ale vlivem zrakové zátěže do blízka též progresi ve věku starším (období středoškolského a vysokoškolského studia). Náš tříletý projekt biomedicínského programu Optika a optometrie se zaměřuje na zpomalení progresu myopie u dětí od šesti let po kategorii VŠ studentů, a to díky brýlovým čočkám se speciální technologií výroby (Defocus Incorporated Multiple Segments) v porovnání s účinky běžných brýlových čoček na rozvoj této vady zraku. Je podpořen grantem SGS ČVUT a ve věkové kategorii 18 let a výše je i první studií na světě, která ověřuje vliv tohoto technického řešení na zpomalení krátkozrakosti, a první českou studií tohoto formátu. V principu tyto brýlové čočky zpomalující krátkozrakost mají nezkruslenou centrální zónu o velikosti 9 mm a směrem do periferie se nachází funkční zóna s ostrůvky rozostření o hodnotě +3,5D způsobující zpomalení růstu oka. Účinnost je 60 procent, a tím se otevírá nová možnost ovlivnění počtu dioptrií nošením této speciální korekce a dosažení dospělosti našich dětí bez omezení kvality života a nutnosti chirurgického refrakčního řešení.

Mgr. Markéta Žáková, Ph.D., FBMI

[Foto: Jiří Ryszawy]



Pro zrakově postižené

Prvním patentově chráněným řešením, které vzniklo na FBMI, je zraková neuroprotéza, založená na stimulaci zrakových korových center v mozku. Patologie sítnice (poruchy výživy, degenerace sítnice, zelený zákal a jiné) vedou k těžké poruše zrakových funkcí a poškozuji všechny vrstvy sítnice včetně struktur zrakové dráhy a zrakového korového ústředí v mozku. Proto snahy o obnovu zrakových funkcí neuroprotézou na úrovni oka nemohou mít dosažitelný efekt. Stávající elektronické systémy, snažící se nahradit ztracený zrak, jsou implementovány do mozkových zrakových center pomocí elektrod a stimulovány elektrickým proudem. Existuje i další možnost, kterou je aplikace elektromagnetického pole bez chirurgického zásahu. Lze předpokládat, že tato stimulace povede k neuroplasticitě zrakových center a otevře novou kapitolu přístupu možností stimulace mozku. Proto jsme navrhli a vyvinuli zcela nový typ stimulace, v současné chvíli chráněný patentem č. 309083 pod názvem „Jednotka pro neinvazivní stimulaci buněk mozkové kůry při těžkých poruchách zraku“. V zásadě se jedná o kameru, jejíž signál je zpracováván a ve formě rádiové frekvence odeslán do mozku. Sestava je umístěna ve stabilizované poloze vůči mozku. Tato poloha je definována a kalibrována pomocí magnetické rezonance a lebečních markerů k určení polohy, kde bude probíhat stimulace. U každého potenciálního pacienta je nutné nejprve identifikovat nepoškozené oblasti zrakové kůry, a to použitím fMRI na zrakové paradigma nebo pozitronové emisní tomografie. Nový způsob stimulace je chráněn nejen platným národním patentem, ale i patentem evropským. Druhým patentově chráněným řešením FBMI pro zrakově postižené je detektor překážek pro nevidomé. Ten byl od samotného začátku vyvíjen v přímé spolupráci s takto hendikepovanými lidmi. Jedná se o pomůcku doplňující klasickou bílou hůl, chránící oblast hlavy před nárazy do náhodně se vyskytujících předmětů, jako jsou lešenářské trubky, otevřená okna atd. Díky podpoře Středočeského inovačního centra mohlo být řešení realizováno z původně funkčního testovaného vzorku na úroveň prototypu a vyrobena první série 25 kusů, které jsou nyní na finálních střednědobých testech u větší skupiny nevidomých. Po vyhodnocení testů bude rozhodnuto o konečném způsobu komercializace.

doc. MUDr. Ján Lešták, CSC., MBA, FBMI

[Foto: Jiří Ryszawy]

➤ **Detektor překážek pro nevidomé byl na FBMI od samotného začátku vyvíjen v přímé spolupráci s takto hendikepovanými lidmi.**



Komerční elektronika a umělá inteligence mění diagnostiku i léčbu

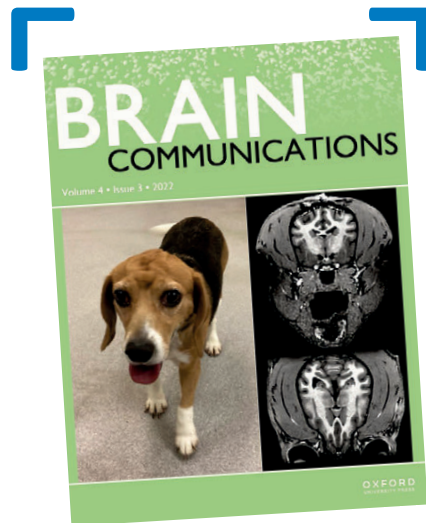
Současná éra cenově dostupných vysoce výkonných HW a SW technologií a komerční elektroniky (chytré telefony a hodinky) je velmi přívětivá pro zavádění řady dříve nedostupných technik a analytických metod pro zpracování velkého množství dat ve zdravotnictví, medicíně a lékařských vědách.

Tým CIIRC spolupracuje s významnými světovými výzkumnými laboratorii renomovaných osobností: prof. Worrella na Mayo Clinic, prof. Blumenfelda na Yale University, prof. Denisona z University of Oxford a prof. Cooka z University of Melbourne. Zaměřuje se na translační výzkum metod zpracování signálů a strojového učení s cílem vyvinout přístupy, které umožní zapojení nových technologií pro diagnostiku a léčbu závažných neurologických onemocnění do praxe.

Stali jsme se průkopníky ve výzkumu metod v oblasti zpracování signálů a strojového učení pro analýzy a interpretace dat intrakraniální elektrofyziologie lidského mozku u pacientů s lékově rezistentní epilepsií. Tito pacienti podstupují monitorování mozku na jednotce intenzivní péče a někteří z nich pak následně implantaci zařízení pro dlouhodobou stimulaci mozku. Jako jedni z prvních používáme plně automatizované algoritmy pro klasifikaci základních „behaviorálních“ stavů lidského mozku, kterými jsou například spánek nebo bdění či předzáchvatové a záchvatové stavy u epi-

lepsie s hlavním cílem včasné predikovat vznik záchvatů.

V nejnovějších pracích jsme představili bezprecedentní použití dlouhodobých implantabilních stimulatorů mozku, které zároveň umožňují snímání elektrofyziologických signálů a detekci událostí (např. epileptických záchvatů). Vytvořili jsme systém mozkového koprocessoru, který umožňuje lékařům včasnou a přesnou analýzu epileptických záchvatů a biomarkerů epilepsie. Nachází se v blízkosti pacienta (v chytrém telefonu nebo hodinkách), ale je také v cloudovém prostředí, které umožní nasazení účinnějších a na výpočetní výkon náročnějších algoritmů. Pomáhá s vizualizací a interpretací dat lékařů, který se může nacházet v podstatě kdekoli na světě v dosahu internetu. Výhodou použití komerční elektroniky je také snímání a analýza dat, která jsou v dnešní době standardně dostupná a měřena telefonem nebo hodinkami. Jedná se například o dlouhodobé sledování fyzické aktivity, spánku, srdeční frekvence a podobně. To vše synchronizo-

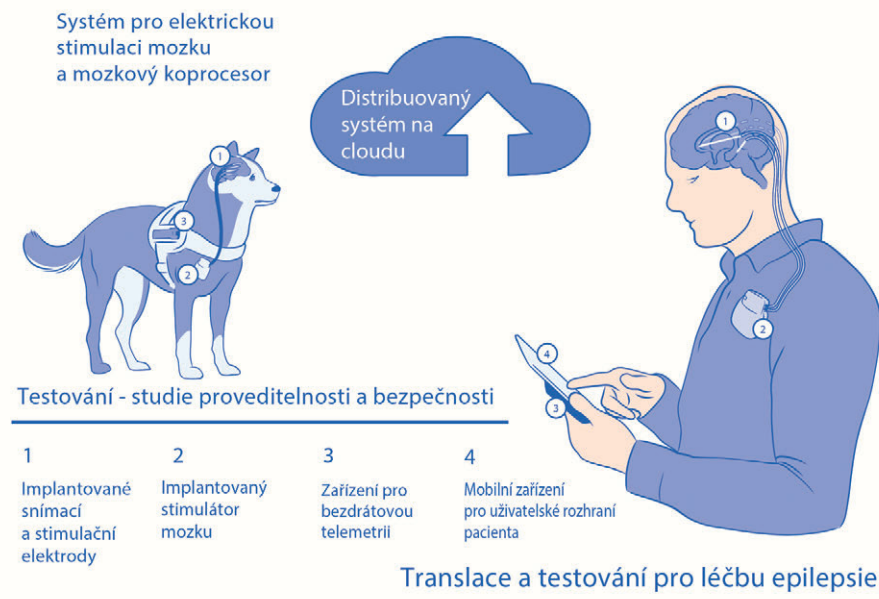


➤ Výzkum doc. Křemena zaměřený na diagnostiku a léčbu epilepsie s využitím strojového učení, kde prvním autorem je doktorand Ing. Vladimír Sladký, se objevil na titulní stránce Brain Communications.

vané se signály snímány z implantovaného stimulatoru mozku. V neposlední řadě je výhodou použití komerční elektroniky a propojení se stimulatory také možnost dlouhodobého sledování subjektivních stavů pacienta (nálada, spánek apod.) nebo objektivní testování kognitivních funkcí a stavů vědomí pacienta v průběhu epileptických záchvatů s využitím dotazníků spouštěných na chytrých hodinkách.

Tato éra otevírá nové možnosti pro neurologický výzkum a klinickou praxi. Naše poslední výzkumy ukazují, jak takovéto nové technologie mohou revolučně změnit diagnostiku a léčbu neurologických onemocnění, jako je epilepsie. Tento přístup nejenže zvyšuje přesnost diagnostiky a účinnost terapeutických intervencí, ale také významně zlepšuje kvalitu života pacientů tím, že umožňuje cílenou a efektivnější léčbu onemocnění. V následujících letech jistě můžeme očekávat další pokroky v personalizované medicíně a rozšíření možností pro dálkovou diagnostiku a terapii. To přináší velkou naději pro miliony pacientů po celém světě.

doc. Ing. Václav Křemen, Ph.D., MBA,
CIIRC



Aditivní technologie: přesné modely i individuální náhrady

V současné době probíhá boom aditivních technologií neboli 3D tisku v různých oborech lidské činnosti, od strojírenství přes stavebnictví až po módní návrhářství nebo umění. Pozadu nezůstává ani medicína a medicínské inženýrství, pro které jsou aditivní technologie užitečným pomocníkem a výrobním nástrojem vzhledem ke schopnosti zhotovit téměř libovolný geometrický tvar. Začleňují se do procesu vývoje implantátů, protetických pomůcek, dlah i technického vybavení lékařů. Společně s rozvojem medicínských zobrazovacích metod, jako je počítačová tomografie nebo magnetická rezonance, a počítačového modelování umožňují zhotovovat přesné anatomické modely pro účely výuky a tréninku lékařů, přípravy operací nebo konstrukce individuálních náhrad. Při vhodné volbě technologie a materiálu je lze použít i pro finální výrobu. K pacientům se tak individuální zdravotnické prostředky vyrobené aditivními technologiemi dostávají jako první 3D tištěné výrobky určené pro konečného spotřebitele.

Využitím aditivních technologií v medicíně se na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky zabýváme již od roku 1997. Jako poslední výsledky můžeme uvést přesné anatomické modely vzniklé ve spolupráci s Lékařskou fakultou v Hradci Králové Univerzity Karlovy, anatomický model dýchacích cest pro nácvik bronchoskopie ve spolupráci s ÚVN v Praze nebo individuální 3D tištěnou ortézu vyvíjenou ve spolupráci s firmami Protetika Plzeň a COMTES FHT.

prof. RNDr. Matej Daniel, Ph.D.,

Ing. Pavel Růžička, Ph.D., FS

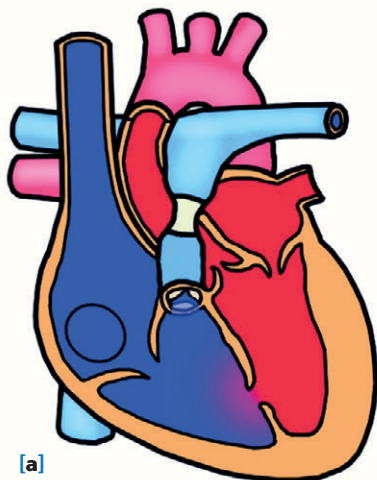
[Foto: archiv autorů]

[a] Anatomický model ruky zhotovený barevným 3D tiskem technologií PolyJet podle dat z počítačové tomografie.

[b] Anatomický model dýchacích cest určený pro nácvik bronchoskopie – technologie PolyJet.

[c] Individuální ortéza – aditivní výroba technologií FDM z materiálu Nylon 12 a kompozitního materiálu Nylon 12 CF s uhlíkovými vlákny.

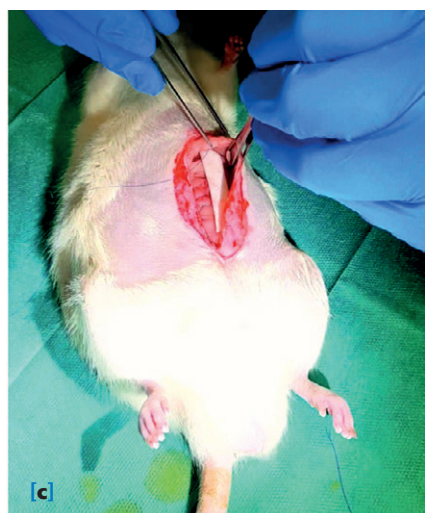




[a]



[b]



[c]

↩ Bandážování plicnice [a], bandáže [b] a experimentální implantace do peritonea potkana [c].

➤ I když by se mohlo zdát, že nelineárně zpevňující materiál, jakým je tepenná stěna, musí při natažení ztuhnout, za podmínek víceosé napjatosti předpětí paradoxně usnadní rozvod krve do oběhu.

Biomechanika krevního oběhu

Výzkum v oblasti biomechaniky krevního oběhu započal na Fakultě strojní v 90. letech, kdy se prof. Ing. Jaroslav Valenta, DrSc., soustředil na otázky popisu stárnutí věnčitých tepen. Současnost patří cévním náhradám, vstřebatelným materiálům a otázkám, na které se ptá biomechanika, ale odpovídá mechanobiologie.

Na cestě k cévním náhradám

Je-li třeba provést jakékoli cévní přemostění, tj. bypass, z důvodů blokáce průtoku krve, je vždy nejlepší využít autograft – štěp odebraný od samotného příjemce. Autograft ovšem v mnoha případech není k dispozici, neboť vhodná tkáň (např. žíly dolní končetiny) je sama patologicky postižená nebo už byla vyčerpána při předchozích výkonech. V takovém případě přichází na řadu umělá cévní náhrada.

Náhrady, které se používají pro rekonstrukce velkých tepen (aorta s průměrem až 3 cm), a stent-grafty, které slouží jako endovaskulární výztuhy předcházející např. ruptuře aneuryzmatu (výduť) břišní aorty, jsou dnes dobře etablovány a představují základní volbu v cévní chirurgii. Jiná je situace u náhrad pro malé průměry (pod 6 mm) a nízké průtoky (pod 200 ml/min.). Vývoj těchto náhrad sice započal již v polovině minulého století, ale stále v některých aspektech nejsou považovány za optimální.

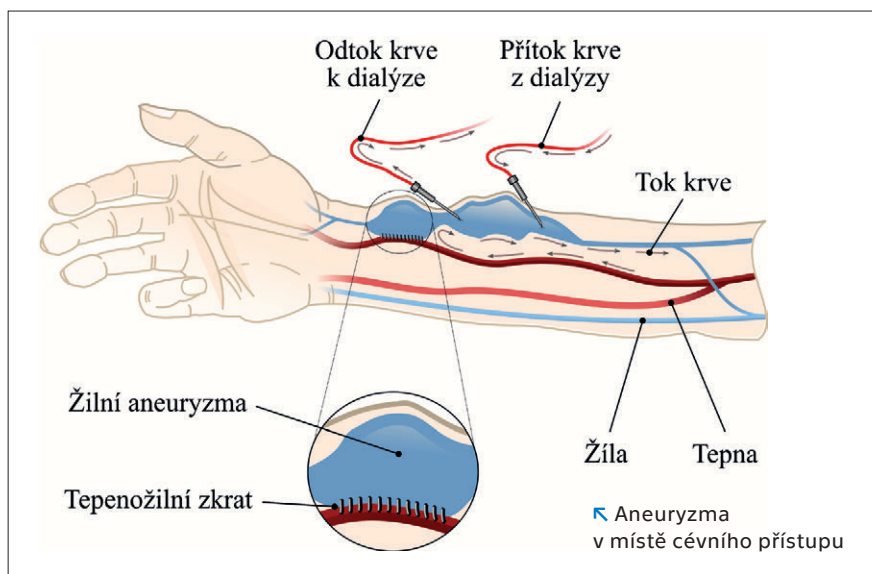
Tým vedený Ing. Hynkem Chlupem, Ph.D., se na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatiky Fakulty strojní více než deset let věnuje tomuto úkolu. Jde o spolupráci mezi Všeobecnou fakultní nemocnicí, Univerzitou Karlovou a ČVUT podpořenou v minulosti dvěma národními granty.

Vyvíjená cévní náhrada má charakter sendvičového kompozitu kombinujícího polyesterovou výztuhu a kolagenní mat-

rici, čímž je zajištěna blízkost mechanických vlastností náhrady a nativních tepen. Náhrada je odolná vůči dlouhodobému zatížení pulzujícím krevním tokem. Biologická kolagenní složka náhrady je z části postupně tělem nahrazena nově tvořenou tkání. Na tento koncept získal vědecký tým právní ochranu v podobě uděleného českého a evropského patentu. Projektové konsorcium bylo v nedávné době rozšířeno o Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR (ÚSMH), se kterým se bude podílet na nově uděleném grantu Ministerstva zdravotnictví: Biomimetická cévní náhrada pro nízké průtoky umožňující fyziologický přenos pulzní vlny (2024–2027).

Vstřebatelné bandáže pro léčbu vrozených srdečních vad

Aplikovaný výzkum v oblasti medicíny, který probíhá na Fakultě strojní, zahrnuje například vývoj vstřebatelné bandáže pro léčbu vrozených srdečních vad. V okamžiku narození může být otvor v přepážce mezi srdečními komorami tak velký, že ho přirozené remodelační mechanismy nedokáží uzavřít. V důsledku je pak přetížen plicní oběh a bez zásahu dojde k rozvoji plicní hypertenze. Situace musí být řešena chirurgicky a prvním krokem je bandážování plicnice. Na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky je za podpory Ministerstva zdravotnictví vyvíjena nová bioresorbo-

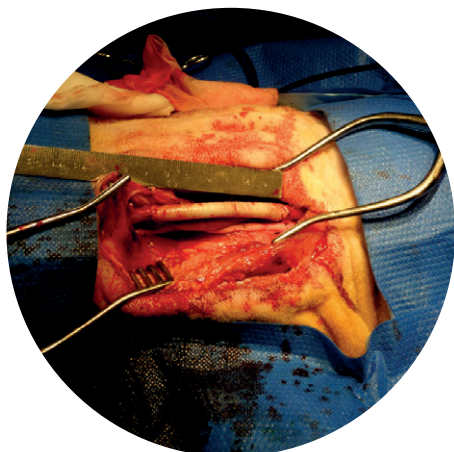


vatelná bandáž určená právě pro zákroky na plicnici novorozenců. Jde o další příklad úspěšné mezioborové spolupráce mezi ČVUT, UK, ÚSMH a Technickou univerzitou v Liberci.

Cévní přístup pro dialýzu: budeme umět předejít jeho aneurysmatu?

Biomechanika, která je vědním i studijním oborem na Fakultě strojní, nepřináší jen zmíněné typicky inženýrské výsledky. Je to obor s významným badatelským záběrem, o čemž svědčí výzkumné projekty podpořené Grantovou agenturou ČR. V minulosti šlo například o výzkum vlivu podélného předepnutí trubic na jejich mechanickou odezvu, který se inspiroval lidskými tepnami, jež jsou v těle do délky předepjaté někdy až o padesát procent. Biomechanická analýza založená na rovnicích nelineární pružnosti ukázala, že tento fenomén má svou fyziologickou výhodu spočívající ve snížení obvodové tuhosti. A tak, i když by se mohlo zdát, že nelineárně zpevňující materiál, jakým je tepenná stěna, musí při natažení ztuhnout, za podmínek víceosé napjatosti předpětí paradoxně usnadní rozvod krve do oběhu. V současnosti je základní výzkum, probíhající v Laboratorii kardiiovaskulární mechaniky, zaměřen na studium mechano-biologických procesů doprovázejících vznik aneurysmatu v místě tzv. cévního přístupu pro dialýzu. Jde o projekt, který bude tým vedený doc. Ing. Lukášem Horným, Ph.D., řešit jako grantový úkol podpořený Grantovou agenturou ČR (Biomechanika aneurysmat tepenožilního zkratu, 2024–2026).

**doc. Ing. Lukáš Horný, Ph.D.,
Ing. Hynek Chlup, Ph.D., FS**
[Ilustrace: archiv autorů]



↖ Cévní náhrada během experimentu



Bioinformatik je schopen rozumět zpracovávaným biologickým datům

Když jsem v roce 2014 ukazoval biologům algoritmy na rychlé vyhledávání v kolekci genomů, říkali mi, že na rychlosti jim nezáleží. Zajímaly je jen výsledky. Jejich úlohy jim mohou běžet i několik dní. Ta doba už je ale pryč a množství dat i časové nároky na jejich zpracování enormně vzrostly. Vždyť některé nemoci zabíjí do několika hodin (např. sepsa do 12 hodin) a je třeba včas zjistit zdroj takového bakteriálního onemocnění a zahájit léčbu podáním vhodného antibiotika.

Klasické algoritmy a datové struktury pro vyhledávání v řetězcích selhávají nad objemy dat produkovaných moderními sekvenačními stroji. Je to výzva, která svedla dohromady obory jako komprese dat, stringologie a biologie. Vznikají tak komprimované indexační struktury, které umožňují rychlé vyhledávání v rozsáhlých objemech sekvenačních dat. Jejich prostorová úspora je založena především na vysoké podobnosti a repetitivnosti dat, které plynou z charakteristických biologických rysů organismů. Právě takovými strukturami se zabývá výzkumný tým Prague Stringology Club na Fakultě informačních technologií ČVUT.

Dnes není problém cokoli najít v genomu jednoho organismu. Mnohem náročnější je práce s celou populací, kolekcí genomů. V závislosti na typu kolekce je pak zkoumána variabilita genu u organismu stejného druhu či evoluční závislosti mezi různými druhy. Uplatnění tak najdeme téměř ve všech omics vědách (genomika, proteomika, metabolomika, metagenomika, fenomika a transkriptomika). V současné době pracujeme na problému taxonomické klasifikace, kdy je třeba zaindexovat genomy ve fylogenetickém stromu tak, abychom posléze mohli pro krátký vzorek DNA rychle identifikovat genomy, ve kterých se nachází.

Ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou (VŠCHT) a se dvěma ústavy Akademie věd, Ústavem molekulární genetiky (ÚMG) a Ústavem organické chemie a biochemie (ÚOCHB), jsme vytvořili mezi lety 2014 až 2019 bakalářský, magisterský a doktorský studijní program Bioinformatika. Tyto programy obsahují vyvážené množství znalostí z biologie, chemie a informatiky. Absolvent takového multioborového programu – bioinformatik – je pak schopen rozumět zpracovávaným biologickým datům a tím je může efektivně ukládat, analyzovat a výsledky správně interpretovat. Díky spolupráci výše uvedených ústavů se mohou studenti těchto programů účastnit zajímavých biomedicínských projektů a vidí přímou aplikaci získaných znalostí v praxi.

prof. Ing. Jan Holub, Ph.D., FIT
[Ilustrace: archiv FIT]

➤ Více na <http://studuj.bioinformatiku.cz/>



◀ Vizualizace Samorostu, experimentální útulny z mycelia pro dva cestovatele

Útulna z mycelia

Architekti z Ústavu modelového projektování Fakulty architektury ČVUT (MOLAB) se spojili s odborníky z firmy Mykilio Matějem Róthem a Jakubem Seifertem, aby za podpory Stavební spořitelny České spořitelny (Buřinky) vytvořili výzkumný tým zabývající se využitím mycelia ve stavebnictví, architektuře a designu.

K sobě přibrali i skupinu nadaných studentů: Tomasze Klozu, Karolínu Petřekovou a Petru Jašicovou, aby se pustili do navrhování prvního domu v Česku vytvořeného s využitím mycelia. Již po prvních mechanických testech bylo zřejmé, že nosnou konstrukci stavby bude zajišťovat dřevo, neboť mycelium se svým složením a charakteristikou jeví spíše jako izolační materiál, kde dosahuje podobných hodnot tepelné propustnosti jako polystyren. Po úspěšné prezentaci na Designbloku v roce 2023 se s podporou stavební spořitelny projektový tým pustil do realizace prvního prototypu zvaného Samorost. Současné chtějí studenti i peda-

gogové společně se spořitelnou zvyšovat povědomí o potenciálu využití mycelia v architektuře mezi odbornou i laickou veřejností. Fakulta architektury nabízí toto téma v rámci doktorského studia, neboť se jedná o nově objevený materiál, jenž je cirkulární a udržitelný.

Co je mycelium

Mycelium je vlastně podhoubí všech hub, to znamená ta část houby, která roste pod zemí a zásobuje houbu živinami. Jde o shluk vzájemně propojených vláken, tzv. hifů. Když podhoubí vložíme do organického substrátu, např. do pilin, začne fungovat jako přírodní lepidlo a substrát spojí a zacílí, čímž vznikne tzv. Mycokompozit, jenž má výborné vlastnosti, díky kterým může představovat ekologickou alternativou materiálů, jako jsou izolační hmoty, dřevotřískové desky aj. „Jde především o termoizolační, akustické a ohnivzdorné vlastnosti, které dávají této hmotě unikátní šanci proniknout do stavebnictví. Současně je objekt vyrobený z mycokompozitu samonosný a povrchově hydrofobní,” vysvětluje Matěj Róth.

Fakulta architektury se v MOLABu tímto materiálem zabývá již téměř tři roky.

Jeho využití bylo zadáním ve dvou ateliérech, kde studenti z mycelia navrhovali útulny a malé domky a zkoušeli vyrobit i část interiéru.

Práce s mycokompozitem je však specifická: je náročná na čistotu prostředí, ve kterém výrobky vznikají. Organický materiál naočkovaný spóry houby, jako je například dřevěná hmota nebo papír, je nejdříve namlet s přídavkem vody a mouky. Několik dnů až týdnů v něm houba prorůstá a poté je znovu nadrcen. Vznikne sypká hmota, kterou je již možné formovat v připravených formách. Při práci je nutné ruce i nástroje dezinfikovat, zabránit nechtěným organismům usadit se v čerstvé a dosud vlhké hmotě.

Experimentální Samorost

Jako kdyby dům sám vyrostl ze země! Toto asi běželo hlavou diplomantovi Tomaszowi Kłozovi, který určil podobu experimentálního domu. Jeho malá rozloha je daná několika faktory: transportovatelností na podvozku v jednom kuse, tvarem připomínajícím vyrůstající houbu a účelem využití coby malé útulny pro dva cestovatele. Dvě kulové hlavy malé bedly s jedním oknem spojuje zelený střed se vstupem, připomínající mech v lese. Uvnitř jedné



Uvnitř jedné „kulové hlavy“ je kuchyňské zázemí (ve druhé pak dvojlůžko a úložné prostory).



Z mycelia lze vyrobit i nábytek a další interiérové prvky

ze dvou kulatých částí útulny, která se chová jako ostrovní příbytek, neboť jediným zdrojem energie jsou solární panely, je kuchyňské zázemí s pitnou vodou z nádrže, s plynovým vařičem a stůl se dvěma sedátký. Ve druhé bedle se nachází dvojlůžko a ukládací nábytek na osobní věci. Střed potom slouží jako předsiňový a technický prostor s bateriemi, věšáky, botníkem aj. Celý design působí až pohádkově a předurčuje své umístění na lesní mýtině, do zarostlých zahrad a přírodních glampingových areálů nabízejících přespání.

Je mycelium zdravotně nezávadné?

Pro vznik mycokompozitu se používá houba Reishi neboli lesklokorka lesklá či hlíva ústříčná. Vhodným substrátem je odpad z dřevozpracujícího průmyslu, např. piliny či pelety. Mycelium roste ale i na papíru nebo kartonu, v seně a slámě, nebo třeba i v kávové sedlině, a dokonce i na papírovém odpadu ze sádkokartonu.

Mycokompozity jsou pro člověka zcela zdravotně nezávadné, což dokládá odborný posudek předního českého mykologa: „Předložený materiál, myceliové desky získané pěstováním dřevokazné houby lesklokorky lesklé na smrkových pilinách, není toxický pro člověka ani pro zvířata. Z materiálu se nemohou uvolňovat diaspory způsobující při vdechování alergie. Volatilní látky působící dráždivě nejsou rovněž přítomny. Desky vyrobené technologií za pomoci mycelia dřevokazné houby lesklokorky lesklé nemohou poškodit lidské zdraví během výrobního postupu ani jako finální produkt,“ deklaruje RNDr. Mgr. Jaroslav Klán, CSc., znalec z oboru stavebnictví (dřevokazné houby v budovách), zdravotnictví a toxikologie (jedovaté houby a rostliny).

bující při vdechování alergie. Volatilní látky působící dráždivě nejsou rovněž přítomny. Desky vyrobené technologií za pomoci mycelia dřevokazné houby lesklokorky lesklé nemohou poškodit lidské zdraví během výrobního postupu ani jako finální produkt,“ deklaruje RNDr. Mgr. Jaroslav Klán, CSc., znalec z oboru stavebnictví (dřevokazné houby v budovách), zdravotnictví a toxikologie (jedovaté houby a rostliny).

Mycokompozit ve stavebnictví a architektuře

Mycokompozit vzniká od dnů až po měsíce. Houba v laboratorním prostředí roste zhruba měsíc, a následně tři dny až týden v tvarovací formě. Poté je potřeba výrobek vysušit, aby se zastavil jeho růst. V této fázi je mycokompozit připraven na další opracování, např. impregnaci, barvení atp. „Celý postup je naprosto přírodní a ekologický. Neprobíhají zde žádné syntetické procesy, jako je tomu u polystyrenu, nepoužívají se toxická lepidla, jako tomu je u překližky, ani se při výrobě nevyužívá ropa,“ doplňuje Jakub Seifert, předseda Spolku MYMO (Mykilio + MOLAB), který se společně s Buřinkou na projektu podílí.

Myceliové kompozity vykazují různé charakteristiky, včetně elasticity, nasávání vody a pevnosti. Například *Trametes hirsuta* vytváří tlustší vnější vrstvu mycelia než *Pleurotus ostreatus*, což mu umožňuje zachovat pružnost a stabilitu v prostředí s vysokou vlhkostí. Mycelium slouží jako biologicky odbouratelná alternativa, často nazývaná „živý stavební materiál“, nabízející udržitelné možnosti ve srovnání s konvenčními materiály. Laboratorní testy prováděné v rámci projektu Samorost během roku 2023 a počátkem roku 2024 potvrdily, že mycokompozit vykazuje vlastnosti vhodné pro použití ve stavebnictví. Má velký potenciál nahradit v této oblasti běžně používané neekologické izolace, a i v oblastech designu je v kombinaci se dřevem dobře využitelný, neboť jeho estetika je velmi svérázná.

„Na stavbě, jejímž základem se stalo podhoubí lesklokorky lesklé neboli reishi, už se začalo pracovat. Experiment Samorost chce tímto způsobem demonstrovat veškeré možné využití mycokompozitu v udržitelném stavitelství. Tento inovativní materiál může být využit pro zateplení obvodových zdí, střeš i podlah, jako nenosná konstrukce domu, hodí se k eliminaci tepelných mostů a je i výborným zvukovým izolačním. Mimo konstrukční esenciální prvky stavby z něj může být vyroben i moderní nábytek či dekorace,“ shrnuje Jakub Seifert.

„Na stavbě, jejímž základem se stalo podhoubí lesklokorky lesklé neboli reishi, už se začalo pracovat. Experiment Samorost chce tímto způsobem demonstrovat veškeré možné využití mycokompozitu v udržitelném stavitelství. Tento inovativní materiál může být využit pro zateplení obvodových zdí, střeš i podlah, jako nenosná konstrukce domu, hodí se k eliminaci tepelných mostů a je i výborným zvukovým izolačním. Mimo konstrukční esenciální prvky stavby z něj může být vyroben i moderní nábytek či dekorace,“ shrnuje Jakub Seifert.

doc. Ing. arch. Kateřina Sýsová, Ph.D.,
Ing. arch. Jiří Vele, FA

Kvantové technologie

Termín „kvantové technologie“ dnes představuje již velmi rozvinutou skupinu teoretických a technologických postupů a řešení, založených na využití kvantových jevů. Na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT má výzkum v oblasti kvantových technologií dlouholetou tradici, zejména v oblasti teorie kvantového počítání a kvantové informace. Významným krokem bylo získání jedinečné akreditace programů soustředěných na kvantové technologie ve všech třech navazujících stupních vzdělání, tedy v bakalářském, magisterském a doktorském stupni, jenž na fakultě realizujeme už pátým rokem.

Výzkumu v jednotlivých oblastech kvantových technologií je v současné době celosvětově věnována velká pozornost, zejména díky jejich potenciálu poskytnout nástroje s funkčními vlastnostmi výrazně převyšujícími řešení klasická, tedy založená na klasické fyzice, případně vytvořit funkcionality zcela nové, v klasickém pojetí neexistující.

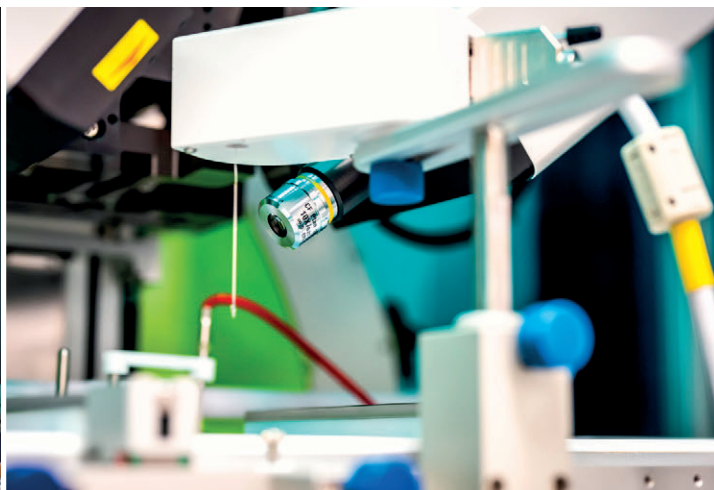
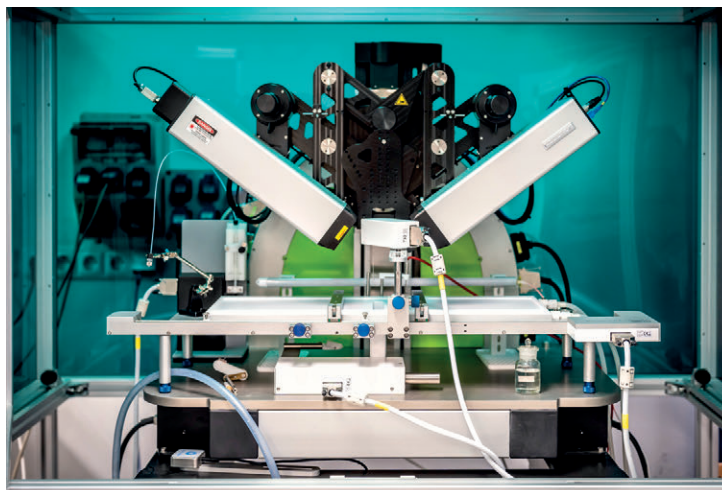
Orientace na výzkum a vzdělávání v oblasti kvantových technologií je prozíravou volbou zachycující významný světový trend. Řada předních světových univerzit již implementovala či v současnosti vytváří obdobně široce orientované programy či

celé školy zaměřené na oblast kvantových technologií. Vlastní název a záběr se přitom může lišit, a to od široce rozkročených programů, jako jsou např. Kvantová věda a inženýrství (Quantum Science and Engineering) nebo Kvantová věda a technologie (Quantum Science and Technologies), až po tematicky užěji zaměřené programy zahrnující např. Kvantové zpracování informace (Quantum Information Processing) či Kvantové počítání (Quantum Computing).

Doktorský studijní program Kvantové technologie, jehož příprava a realizace byla umožněna díky podpoře fakulty a Operačního programu věda a výzkum pro vzdělávání, získal akreditaci Národního akreditačního úřadu ČR v závěru roku 2019. První doktorandi byli do programu přijati na podzim roku 2020. Počáteční roky byly negativně poznamenány restrikcemi souvisejícími s pandemickou situací covid-19, které blokovaly zejména zájem zahraničních uchazečů. Po rozvolnění opatření se jejich příliv znásobil. V současné době v tomto programu studuje 25 doktorandů na čtyřech katedrách FJFI: Katedře laserové fyziky a fotoniky (dříve Katedra fyzikální elektroniky), Katedře inženýrství pevných látek, Katedře fyziky a Katedře matematiky. Do výuky je zapojena též Katedra materiálů.

V rámci jednotlivých kateder a externích spolupracujících pracovišť (zejména ústavů AV ČR) doktorandi pracují na zajímavých výzkumných tématech provázaných s kvantovými technologiemi. Zkoumají například matematické kvantové modely hybridních

materiálů či optimální tvary kvantových fyzikálních objektů. V rámci disertačních témat je například studována problematika kvantových sítí s markovovskou evolucí, kvantová dynamika pro algoritmické aplikace, aplikace kvantového počítání v kvantové chemii, kvantové variační algoritmy či relace neurčitosti v kvantové teorii a termodynamice. Doktorandi se věnují zkoumání molekulárních systémů na površích pomocí mikroskopie skenovací sondou, studiu elektronové struktury nízkodimenzionálních soustav či teorie plazmonických nanostruktur, výzkumu laserem řízeného urychlování iontů a urychlování elektronů pomocí laserů s vysokými opakovacími frekvencemi, kvantovým procesům v realistických optických sítích, prostorové modulaci světla založené na termooptickém efektu nebo nelineární optice v XUV oblasti. Výzkumná práce doktorandů je zaměřena i na experimentální studium povrchových vlastností molekulárních nanostruktur, přípravu a charakterizaci kvantových heterostruktur založených především na nitridových polovodičích a nanodiamantové matici, in-silico modelování funkčních molekulárních systémů na površích krystalů, studium mechanismů fázových přechodů v antiferroelektrických krystalech s uplatněním v oblastech optické a dielektrické spektroskopie, atomistické simulace procesu iontové implantace, vývoj funkčních materiálů založených na pokročilých kapalných krystalech či na kvantové teorii elektronových stavů v kovových nanočásticích.



➤ Příprava tenkých funkčních monovrstev a multivrstevných struktur metodou Langmuira a Blodgettové

V rámci implementace programu byly vybudovány tři základní laboratoře pokrývající spolu s dalšími tři vzájemně provázané pracovní oblasti: numerické simulace struktur a procesů, reálnou přípravu a charakterizaci struktur a fotonické testování kvantových struktur.

Laboratoř Quantum Hyperion představuje unikátní výpočetní klastr, kombinující několik CPU jednotek (Quantum 1 jednotku s 6 TB RAM a 448 logických CPU, tři Quantum 2 jednotky s 1,5 TB RAM a 96 logických CPU, sedm Quantum 3 jednotek s 192 GB RAM a 64 logických CPU), spolu s GPU platformou (s 384 GB RAM a 16 logických CPU) pro využití v rámci extenzivního modelování a numerických simulací. Klastr je intenzivně využíván nejen v rámci výzkumných aktivit programu Kvantové technologie, ale slouží i k realizaci dalších úloh z oblasti modelování a simulací struktur řešených na FJFI ČVUT.

Aktuální aktivity Laboratoře přípravy a charakterizace kvantových struktur se zaměřují na využití metody IJD (z anglického Ionized Jet Deposition) k přípravě tenkých funkčních vrstev zahrnující především tenké vrstvy vysokoteplotních supravodičů, vrstvy plazmonických kovů a tenké filmy slitin s vysokou entropií (HEA; z anglického High Entropy Alloys). Dále na přípravu ultratenkých filmů připravených s atomární přesností metodou PEALD (z anglického Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition), využívající tzv. „binární reakční schéma“, opakovaně kombinující krátké izolované expozice substrátu zvolenými prekurzory, jejichž vzájemnou reakcí roste v módu „vrstva po vrstvě“ hmota výsledného filmu, s možností podpořit reakční kinetiku expozicí induktivně genero-

vanou plasmou. Připravované struktury zahrnují především oxidy a nitridy kovů (Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , TiN). Dalším zaměřením laboratoře je příprava tenkých funkčních monovrstev a multivrstevných struktur molekulárních materiálů a nanočástic metodou Langmuira a Blodgettové, zahrnující především deriváty chinolinu a jeho metalických komplexů, a dále křemenné a polystyrenové nanočástice různých rozměrů. Výzkum je dále zaměřen na vývoj postupů laterálního strukturování připravovaných vrstev s využitím postupů tzv. koloidní litografie, včetně metod zahrnujících „obětovanou“ polymerní mezivrstvu. Další oblastí je rychlá základní charakterizace chemického a fázového složení a povrchové topologie připravených filmů, která je umožněna metodami Ramanovy mikrospektroskopie, mikroskopie atomárních sil, optické elipsometrie a optické polarizační a Brewstеровy mikroskopie.

Výzkum výrazně pokročil i v rámci Laboratoře kvantové fotoniky, tedy v oblasti kvantové optiky, plazmoniky a souvisejících technologií. Po úvodní práci z oblasti generace kvantově provázaných stavů světla pomocí spontánní sestupné parametrické konverze byl úspěšně rozvinut výzkum kvantové kryptografie s využitím časového a fázového kódování (ve spolupráci s pracovištěm SLO PřF Univerzity Palackého v Olomouci). V jejím rámci byl teoreticky i experimentálně studován a testován proces kvantové distribuce klíče (QKD), založený na protokolu BB84, pomocí časového a fázového kódování. Kvantově provázaný stav se nyní podařilo vygenerovat a charakterizovat též pomocí Sagnacova interferometru, další výzkumné aktivity aktuálně probíhají. Jedním z dlouhodobějších cílů tak může být

posun směrem k tzv. kvantové plazmonice s využitím např. OPO laserového systému.

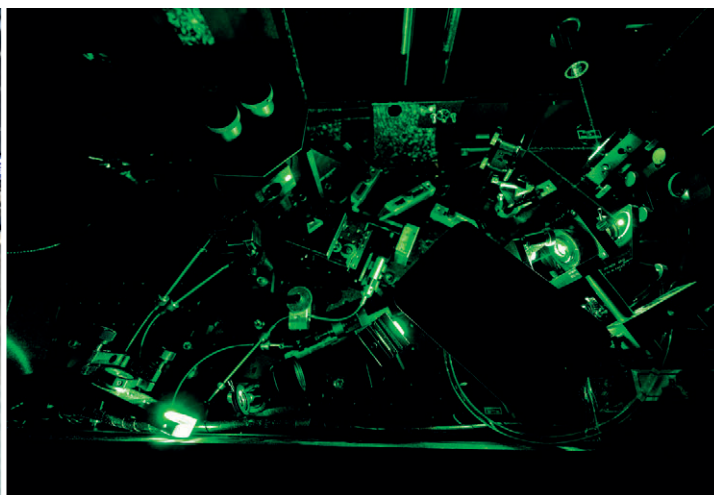
Jako příklad efektivního propojení výzkumných aktivit souvisejících s doktorským studijním programem Kvantové technologie může posloužit v současnosti dokončovaný vědecký projekt GA ČR „Nanostrukturované multivrstvy s řízenou plazmonickou odezvou pro senzorické aplikace a kvantové technologie“ řešený v úzké spolupráci Katedry laserové fyziky a fotoniky a Katedry inženýrství pevných látek, zaměřený na problematiku nanoplazmoniky, speciálně pak na teoretickou analýzu, návrh a praktické přípravu nových nanoplazmonických optických struktur.

Výzkumně orientovaný multidisciplinární doktorský studijní program Kvantové technologie intenzivně rozvíjí jednotlivé dílčí směry kvantových technologií ve spolupráci pěti zúčastněných kateder FJFI a externích školících pracovišť. Program letos vstupuje do své druhé pětiletky jako dobře rozvinutá mezioborová platforma umožňující na FJFI ČVUT realizovat, v souladu s aktuálními potřebami a výzvami, široký výzkum rozmanitých kvantových jevů, systémů a technologií zahrnující matematickou fyziku kvantových systémů, kvantovou teorii informace, numerické modelování a simulace kvantových struktur i přípravu a charakterizaci kvantových (nano)struktur pomocí pokročilých technologií a jejich následné testování s ohledem na požadovanou funkčnost či možné aplikace. To potvrzují nově otevíraná témata a zájem o ně ze strany nových doktorandů.

prof. Dr. Ing. Ivan Richter,

doc. Ing. Ladislav Kalvoda, CSc., FJFI

[Foto: Jiří Ryszawy]



Ukázky experimentálních sestav pro generaci kvantově provázaných stavů na bázi spontánní sestupné parametrické konverze.



Kopeček na radničním dvoře

[Studující FA navrhli a postavili výstavní pavilon ve Vimperku]

Studentky a studenti prvního ročníku z ateliéru ZAN Čančík–Sticzay se podíleli na dočasné architektonické intervenci v prostoru radničního dvora ve Vimperku. Slouží jako výstavní prostor a zároveň připomenutí odkazu vimperského průmyslníka Johanna Steinbrenera.

Tiskařské impérium, které Johannes Steinbrener postupně vybudoval, svou knižní produkci distribuoval prakticky do celého světa. Kromě samotného knihtisku provozoval veškerou potřebnou příslušenou výrobu a svou budovatelskou aktivitou se významně podepsal na fyzické podobě města. Jako sociálně smýšlející průmyslník se staral nejen o své zaměstnance, ale syste-

matickou charitativní činností také o chudé, kterým poskytoval stravu či zdravotní péči. V roce 1945 byla rodina vyhnána a podnik znárodněn.

Dnes chce město Vimperk začít splácet společenský morální dluh. Areálu se rozhodlo vdechnout nový život v podobě regionálního společenského a kulturního centra. Podoba území v samotném historickém centru vzejde z architektonické soutěže. Intervence v podobě dočasného pavilonu má funkci výstavního prostoru pro soutěžní návrhy, zároveň ale připomíná průmyslníkův odkaz.

Ústřední myšlenkou projektu studujících ateliéru ZAN Čančík–Sticzay byla práce s prostorem. Vzniklo komplexní zadání, které se potýkalo s konkrétním funkčním programem, konceptuálním a výtvarným obsahem, prostorem i konstrukcí. Návrh,

který během práce získal přezdívku „kopeček“ zrealizovali společně během květnového workshopu. Vznikla 10,5 m dlouhá, 3 m široká a 4 m vysoká dřevostavba. Před návštěvníkem vstupujícím průchodem radnice do dvora se otevírá průhled galerijní chodbou, v níž budou instalovány soutěžní návrhy. Na jejím konci lze vyjít těsně před hradební hranou, obejít objekt a vystoupat rampou na vyhlídku, která umožňuje jednak symbolické ohlédnutí do okna minulosti (dobová vyobrazení práce v oficíně Steinbrenerovy tiskárny nainstalovaná přímo do jejího zabetonovaného okna), jednak novou perspektivu vyhlídky do okolí. Po celé délce objektu je lavice, která poskytuje místo pro odpočinek a rozjímání.

MgA. Josef Čančík, FA

[Foto: autor]



Dočasný výstavní pavilon a memoriál Johanna Steinbrenera ve Vimperku

Autoři a autorky

vedení / Josef Čančík, Sebastian Sticzay
studující / Danil Bagrov, Dominika Dardová,
Veronika Syslová

Realizační tým

mistři stavby / Josef Čančík, Sebastian Sticzay
stavební četa / Danil Bagrov, Dominika Dardová,
Adam Doksanský, Jindřich Osolobě, Vojtěch
Prockert, Kamil Renčo, Veronika Syslová,
Anežka Tvrzová, Eliška Vrbová



Kulturní dědictví ve veřejném prostoru

[Fakulta stavební: publikace nastolují interdisciplinární přístupy]

Katedra společenských věd Fakulty stavební se ujala role editorů 29. čísla žurnálu Architecture-Media-Politics and Society, které vychází letos v červnu v návaznosti na mezinárodní konferenci s názvem „Heritages Past and Present – Built and Social“, na jejíž organizaci se katedra spolupodílela. Speciální číslo časopisu je nazváno War Conflict Memorials a texty v něm jsou věnované mnohostranným způsobům, jak lze, a je nutné, přistupovat k tvorbě a proměně pomníků a památníků válek a válečných konfliktů.

Architecture-Media-Politics and Society (AMPS) je celosvětově uznávaná interdisciplinární organizace která propojuje odborníky z více než 40 zemí a různých oblastí, zaměřených na veřejný prostor, jeho tvorbu, vzdělávání v oblasti architektury, urbanistiky, spojující technické a humanitní obory <https://amps-research.com>. Vydala více než dvacet knih a svůj dosah, zejména mezi studenty, rozšířila vedle akademického časopisu také o YouTube kanál.

Speciální vydání: War Conflict Memorials

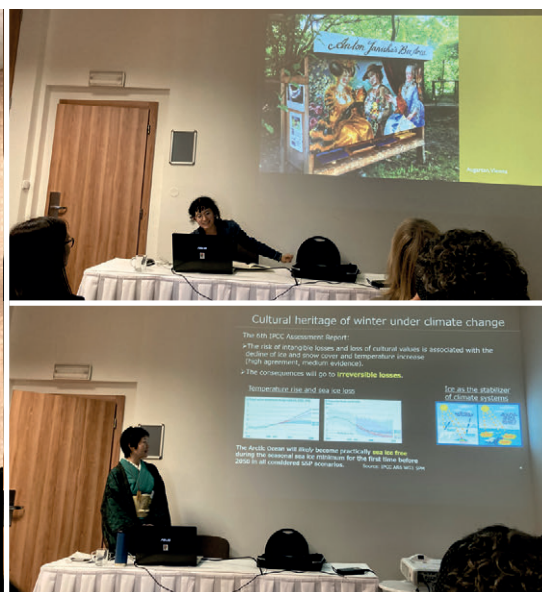
Loňská konference (<https://amps-research.com/conference/heritages-prague/>) se konala ke příležitosti 20. výročí Úmluvy UNESCO o kulturním dědictví. Mezinárodní setkání odborníků z oblasti stavitelství, architektury a společenských věd bylo rámováno tématem „Heritages Past and Present – Built and Social“. Tato konference se zaměřila na dialog o kulturním dědictví, urbanismu a interakci minulosti s přítomností, na současné pojetí a interpretaci kulturního dědictví, které zahrnuje jak hmotné, tak nehmotné kategorie. Diskuse se týkaly prolínání tradic a příběhů s moderními technologiemi v rámci urbánních prostorů, industriálních zón a místních kulturních tradic.

Vybrané články letošního speciálního vydání časopisu (<https://amps-research.com/journal>) nazvaného War Conflict Memorials sledují vliv pomníků a památníků válek a konfliktů nejen na sociální paměť, ale také na individuální i kolektivní identitu, všímají si důvodů vzniku nových konfliktů v přímém vztahu k těmto citlivým místům ve veřejném prostoru. Celé číslo se zabývá aktuálními diskusemi a spory o paměť a zapominání, o jejich transformaci v historických a kulturních kon-

textech. Časopis poskytuje interdisciplinární pohled na památníky a pomníky a způsoby, jakými různé evropské kultury a společnosti přistupují k vyrovnání se s minulostí, a to v architektonickém, kulturním a sociálním kontextu. Časopis, publikovaný UCL Press na platformě Science Open, je plně přístupný a široce indexovaný, zařazen mezi dalšími v databázi WoS.

Kniha přibliží dvanáct institucionálních transformací

Druhým počinem Katedry společenských věd je ediční práce na odborné knize Museums – Places of People, Time, and Memory: An Exploration of the Intersection of Place and History, která vyjde v závěru roku (editory publikace jsou Jitka Cirklová a Václav Liška). Pojednává o muzeích jako o místech, kde se protíná čas, paměť a prostor. Muzea nejsou vnímána pouze jako statická úložiště, ale jako dynamické prostory, kde se formují a sdílí místní identity a tradice. Konkrétní místa a skupiny, často marginalizované, získávají historický význam, jsou inspirací pro současný život. Na muzea nahlížíme jako na katalyzátory kulturní continuity a nekončícího příběhu. Výběr kapitol byl koncipován tak, aby se opíraly o teorie,



➤ **Kniha, která bude vydána ve spolupráci Katedry společenských věd Fakulty stavební, AMPS a Cambridge Scholars Publishing, přiblíží dvanáct institucionálních transformací, kterými konkrétní muzea prošla – ze statických depozitářů k dynamickému prostoru, kde se formují sdílené identity a tradice.**

jako jsou Place-Based Museology, Critical Museology a Community-Based Museum Approach, které zdůrazňují lokální kontexty, vyzývají k otázce kritického přehodnocení konfliktních dynamik a podporují spolupráci s komunitami.

Publikace se snaží o inovativní pohled založený na výzkumných projektech, které explicitně analyzují různé aspekty místa multidisciplinárním přístupem, který je vlastní společenským vědám. Jednotlivé kapitoly syntetizují sociologii, historickou etnografii, architekturu, urbanistiku a krajinotvorbu. Vedle toho také příspěvky vybraných autorů představují vlastní, původní výzkum v oblasti veřejného prostoru v technologicky se vyvíjejícím světě. Zahrnují integraci historické etnografie, která je základem pro příběhy vyprávěné v muzejních prostorech, využívají sociologické konceptuální rámce k analýze vyvíjející se role muzeí, například jako inkluzivních krajin, míst, kde dochází k přiznání historických pochybení i oslavám významných počinů. Takto nastavený publikační záměr vyplňuje mezeru v literatuře současné muzeologie a nabízí nový pohled na vyvíjející se vztah mezi muzejními institucemi, návštěvníky a současným pojetím veřejného prostoru.

Kniha bude vydána ve spolupráci s AMPS a Cambridge Scholars Publishing a bude přibližovat dvanáct institucionálních transformací, kterými konkrétní muzea prošla – ze statických depozitářů k dynamickému prostoru, kde se formují sdílené identity a tradice. Konkrétní místa získávají sociální význam, účel, inspiraci a historické rozměry. Autoři z různých oborů přinášejí nový pohled na význam muzeí v kontextu měst a komunit, reflektující změny v zachování dědictví a interakce s moderními technologiemi. Kniha podporuje hlubší pochopení muzeí jako míst, kde se propojují minulost, současnost a budoucnost, a zdůrazňuje jejich roli v utváření kolektivní paměti a identity.

Spolupřátelatelé konference Routledge Focus on Pedagogy

Vzhledem k výbornému ohlasu loňské konference byla Katedra společenských věd Fakulty stavební ČVUT pozvána opětovně ke spolupráci s nakladatelstvím Routledge a organizací AMPS ke spolupřátelování mezinárodní konference zaměřené speciálně na propojování výzkumu a výuky. Tato akce je součástí série Routledge Focus on Pedagogy a uskuteční se v Praze 10.–12. června

2025 v hotelu Olšanka <https://amps-research.com/conference/prague-research-teaching/>.

Toto setkání se zaměří na prozkoumání současných trendů výzkumu a výuky v oblasti architektury, památkové péče, krajinotvorby a dalších oborů. Hlavní témata zahrnují digitální změny a umělou inteligenci, udržitelnou praxi ve výzkumu a výuce, etiku, well-being ve vzdělávání či art-based research metody ve výzkumu. Představí projekty na lokální i globální úrovni, historii a budoucnost ve výzkumu, výuce a publikování, modely, metody a způsoby doručení a mnoho dalších. Disciplinárními oblastmi bude vzdělávání, umění a design, humanitní a sociální vědy a build-environment.

Cílem konference je lépe porozumět aktuálním výzvám ve výzkumu a výuce, zkoumat otázky etiky, rovnosti a inkluze, stejně jako dopad technologií, zejména AI, v akademické i profesní sféře. Představuje jedinečnou příležitost pro další akademiky ČVUT, aby se prezentacemi konkrétních výzkumných projektů a inovativních výukových metod zapojili do širšího mezinárodního dialogu.

**Mgr. Jitka Cirklová, M.A., Ph.D.,
doc. Dr. Ing. Václav Liška, FSv**
[Foto: archiv autorů]



➤ **Téma konference se těšilo širokému mezinárodnímu zájmu**



Co jsme všechno zažili na...

...Festivalu SHOW Strahov 2024? No přece hudbu, něco dobrého k jídlu a pití, zábavu a k tomu navíc kapelu Totální nasazení na hlavním pódiu. Další hudební zážitky jako třeba skupiny Přísun povolen nebo Disonant byly k poslechu na malém pódiu a v legendárním Klubu 007. Po spoustě let jsme na strahovské SHOW nezmokli, a tak nám nic nečeří vzpomínky na další super událost klubu Silicon Hill.

...Kladenském majálesu 2024? Spousty skvělých kapel, doprovodného programu, majálesových svateb a dobrého občerstvení o tom přesně byl Kladenský majáles 2024 pořádaný Fakultním klubem BION za podpory Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Velký dík, stejně jako u všech ostatních festivalů, patří dobrovolníkům, bez kterých by tyto akce nemohly proběhnout v takové kvalitě a zdarma přístupné pro všechny návštěvníky.

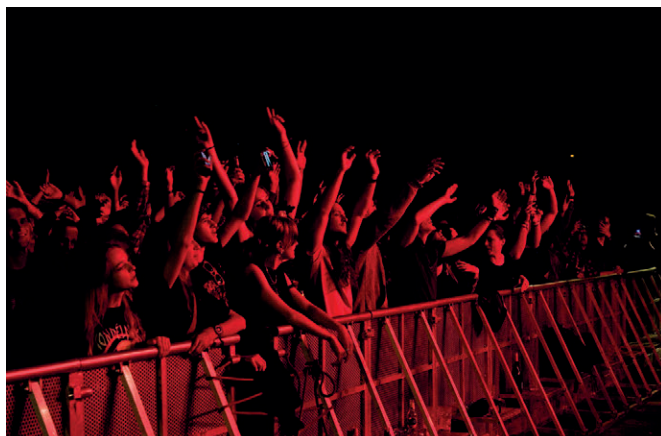
...Lesamáji 2024? Velký průvod na úvod, plná šapitó poutavého vzdělávacího programu, Slam Poetry a další nejen studentská vystoupení. Všechno to se událo v dejvickém kampusu za přispění všech vzdělávacích institucí v něm sídlících. Odraagování od každodenního shonu dále nabídla chill-out zóna a zajištěn byl i prostor pro prezentaci studentských projektů ve spolkové vesničce.

...Festivalu Strojárna žije! Představení studentských týmů působících nejen na Fakultě strojní, simulátory špičkových technologií a samozřejmě kvalitní kapely jako třeba Foggy dude a DJ. Přesně to si pro návštěvníky festivalu připravil Engineering Student Club, který tak obohatil oslavy 160 let od založení Fakulty strojní ČVUT.

Michal Verbovský, Studentská unie ČVUT

[Foto: Vítek Zapletal, Anička Jeřábková, Kryštof Waněk]





Mezi Bloky 2024

V areálu kolejí Podolí proběhl v úterý 14. května již 17. ročník hudebního festivalu Mezi Bloky, který pořádá studentský klub Pod-O-Lee. O zahájení se postarala kapela 1VISH. Po ní se na pódiu vystřídal Jiří Drtil, kapela D.E.R., ve které vystoupil děkan Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské Václav Čuba, a kapela Youlie. V osm pak na stage dorazil nejvíce očekávaný interpret – Vojtaano. O rozloučení s letošním ročníkem se postarala skupina Pondělníci.



Již tradičně bylo možné využít chill zóny, vytvořit si květinový věneček nebo si vyzkoušet závodní simulátor. Pomocí virtuální reality se mohli návštěvníci u stánku skupiny ČEZ přenést do Temelína nebo Dukovan. S doprovodným programem nám pak stejně jako posledně pomohli i hokejisté z týmu ČVUT Engineers Prague, a nově se k nim připojily i další kluby Studentské unie ČVUT s připraveným kvízem a malováním na obličeji.

V rámci občerstvení si k hudbě bylo možné vychutnat burgery od street food Kaiser Franz nebo pивní speciály pivovaru Ossegg. Tradičně tuto nabídku doplňovalo občerstvení od pivovaru Lobkowicz.

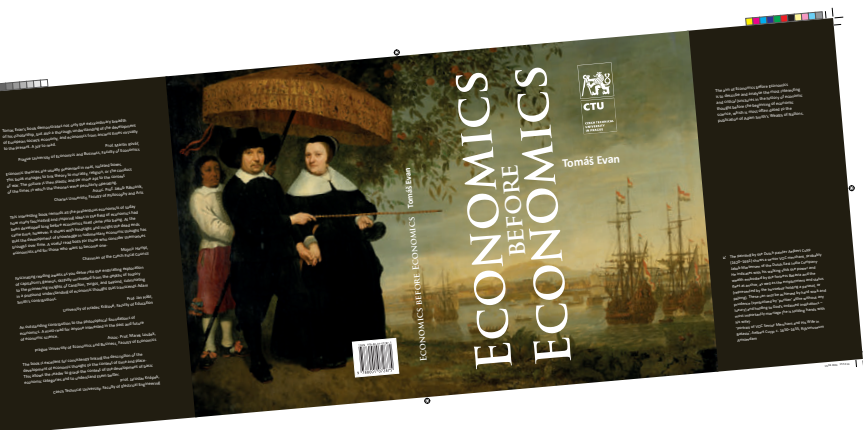
Za podporu tento rok děkujeme generálnímu partnerovi skupině ČEZ, ČVUT a Studentské unii ČVUT.

Těšíme se na Vás zase za rok!

Organizátoři festivalu Mezi Bloky 2024

[Foto: Marek Rušin a Vítek Zapletal]

Knižní novinky



PhDr. Ing. Tomáš Evan, Ph.D.
**Economics before Economics /
 Chapter of the History
 of Economic Thought before Adam Smith**
 1. vydání, 244 stran, formát 156 x 232 mm,
 ISBN 978-80-01-07287-5

Autor anglické monografie si klade za cíl popsat a analyzovat nejzajímavější a nejkritičtější křižovatky v dějinách ekonomického myšlení před počátkem ekonomické vědy, který je nejčastěji datován vydáním Bohatství národů Adama Smithe.

➤ Na vše podstatné v ekonomické vědě lidé přišli ještě předtím, než sama věda vznikla. Co to bylo, jak a proč na to přišli? O tom je kniha Dr. Tomáše Evana z Katedry softwarového inženýrství FIT, garanta několika ekonomických předmětů (některé vyučuje i v anglickém jazyce), kterou pokřtil 16. května.

[Foto: Veronika Dvořáková, FIT]



doc. Ing. František Podzimek, CSc.
Radioaktivita a ionizující záření kolem nás
 1. vydání, 824 stran, formát 156 x 232 mm, ISBN 978-80-01-07284-4

Monografie zahrnuje všechny důležité oblasti radiologické fyziky, včetně jejího vývoje v historickém kontextu. Postupně probírá jednotlivé typy radioaktivní přeměny, jejich vlastnosti a základy interakcí ionizujícího záření s hmotou. Popisuje základy fyzikálních, chemických a biologických účinků. Charakterizuje jak přírodní, tak umělé zdroje ionizujícího záření. Zabývá se využitím ionizujícího záření ve zdravotnictví, průmyslu i zemědělství. Dále popisuje problematiku ochrany před účinky ionizujícího záření a radioaktivity kolem nás. Využití radioaktivních materiálů a jaderných technologií s sebou přináší i vznik radioaktivního odpadu. I tímto tématem se monografie zabývá.

V publikaci jsou popsány i nejdůležitější radiační a jaderné mimořádné události z minulosti a jejich dopady na okolí, způsoby monitorování radiační situace i základy radiační ochrany. Znalost účinků jaderných zbraní nabývá na důležitosti, a proto se monografie zabývá i touto problematikou. V posledních kapitolách je vyhodnocena radiační zátěž obyvatelstva České republiky z přírodních a umělých zdrojů. V závěru jsou stručně popsány mezinárodní a národní instituce zabývající se radiační ochranou.



➤ Unikátní rozsáhlou monografií **Radioaktivita a ionizující záření kolem nás** pokřtil doc. Ing. František Podzimek, CSc., spolu s děkanem FBMI prof. MUDr. Jozefem Rosinou, Ph.D., MBA, v pátek 5. dubna v Betlémské kapli. Prof. Rosina při této příležitosti předal doc. Podzimkovi Medaili Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT za jeho osobní přínos k jejímu rozvoji.

[Foto: Pavel Podobský]

Skripta, vysokoškolské učebnice a odborné knihy z produkce Nakladatelství ČVUT a spoustu dalších publikací lze zakoupit nejen v Univerzitním knihkupectví odborné literatury v přízemí NTK, ale též na

<https://eobchod.cvut.cz/>



Skripta

Fakulta stavební

Kočandrová, Milada; Černý, Jaroslav / Geo-Matematika I
dotisk 2. vydání, 250 stran, ISBN 978-80-01-06671-3

Fakulta strojní

Drkal, František; Lain, Miloš; Zmrhal, Vladimír / Klimatizace
dotisk 2. přepracovaného vydání, 136 stran,
ISBN 978-80-01-06736-9

Krebs, Stefan, Kolařík, Ladislav, Bryksí Stunová, Barbora /
Technologie zpracování plastů a kompozitů
dotisk 1. vydání, 162 stran, ISBN 978-80-01-06722-2

Masarykův ústav vyšších studií

Makovský, Petr; Širůček, Pavel; Hřebík, František /
Mikroekonomie pro magisterské studium / Repetitorium
1. vydání, 210 stran, ISBN 978-80-01-07280-6



prof. Ing. Jan Holub, Ph.D.

doc. Ing. Josef Vedral, CSc.

Měřicí systémy / Snímače, distribuované, modulární a bezdrátové systémy

1. vydání, 344 stran,
formát 176 x 250 mm,
ISBN 978-80-01-07270-7

Odborná kniha popisuje typy a vlastnosti laboratorních a průmyslových měřicích systémů pro sběr a zpracování signálů typických snímačů fyzikálních veličin. Uvádí typy a vlastnosti nejpoužívanějších snímačů i způsoby jejich užití.

Autoři se dále zabývají vlastnostmi počítačů užívaných v měřicích systémech, a to včetně zásuvných karet a protokolu IEEE-488. Jsou uvedeny typy distribuovaných a modulárních měřicích systémů a systémů využívajících datové sítě včetně bezdrátových. Závěr publikace je věnován metodám digitalizace, rekonstrukce a zpracování signálů v měřicích systémech v časové a frekvenční oblasti.

Monografie je určena uživatelům a konstruktérům číslicových měřicích systémů pracujících v průmyslu, vědecko-výzkumném pracovištích a studentům středních a vysokých škol příslušného technického zaměření.



Participativní bydlení

Metodická příručka a Manuál participativního bydlení shrnují poznatky z tříletého výzkumného projektu Možnosti a limity sociálně a environmentálně udržitelného participativního bydlení v ČR (v letech 2021–2023 byl realizován s podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci programu Prostředí pro život), jehož se účastnili Michal Kohout, David Tichý, Jana Kubcová a Markéta Káňová z Ústavu nauky o budovách FA ČVUT. Obě publikace jsou zdarma dostupné elektronicky nebo v tištěné podobě. (red)

➤ Více na:

<https://participativnibydeni.cz/>

Počátky multimédií

[70 let od založení oboru Rozhlas – film – televise v Československu]

Institucionalizace fotografie na Českém vysokém učení technickém sahá již do konce 19. století, kdy tu roku 1899 vznikl Ústav praktické fotografie pod vedením profesora kvasné chemie a fotografie Karla Kruiše. Prvenství si pražská polytechnika uchovává i ve vysokoškolském vzdělávání budoucích technických expertů pro pohyblivé filmové a televizní obrázky i rozhlas.

Právě letos si totiž připomínáme kulaté, ale bohužel poněkud pozapomenuté výročí 70 let od založení nejstaršího technicky orientovaného audiovizuálního oboru v Československu pod názvem Rozhlasová, filmová a televizní technika (RFT) spolu se založením Katedry zvukové a filmové techniky na Fakultě elektrotechnické, čímž naše alma mater o dva roky předstihla i slavnou pražskou FAMU. Tam Katedru filmové a televizní techniky založil prof. Jaroslav Bouček až v roce 1956.

Založení oboru na Fakultě elektrotechnického inženýrství umožnila v přelomovém roce 1954 celá řada šťastných okolností i silných osobností, mezi něž patří nesporně tehdejší děkan fakulty a náš přední akustik prof. Ing. RNDr. Josef Bartoloměj Slavík, zakladatel prvorepublikového Ústavu vysokofrekvenční elektrotechniky (pozdějšího Ústavu radiotechniky) a bývalý děkan prof. Ing. Josef Stránský; v neposlední řadě také hlavní iniciátor oboru, tehdy ještě docent, Ing. Zdeněk Holub. Ten byl již o tři roky dříve pověřen na základě požadavků Československého státního filmu a dalších odvětví průmyslu vedením postgraduálního dvousemestrálního studia Učební běh filmové techniky pro absolventy vysokých škol ve dvou zaměřeních: na snímání filmovou a zvukovou techniku, nebo na výrobu a zpracování kinematografické suroviny.

Historie praktické výroby filmů je na ČVUT však daleko starší a opět u jejich počátku stojí Zdeněk Holub, který v roce 1940 prosadil založení Zkušební elekt-

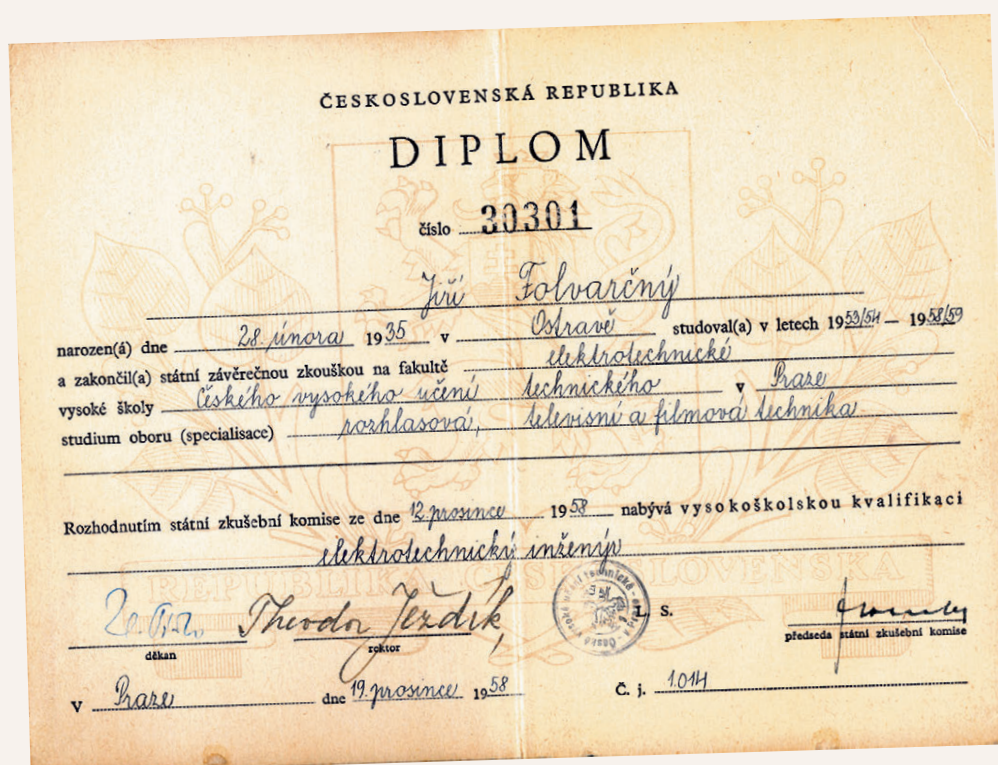
rotechnického ústavu u protektorátního Ministerstva školství a národní osvěty s podporou svého mentora a ředitele Ústavu teoretické a experimentální elektrotechniky prof. Ing. Ludvíka Šimka, průkopníka bezdrátové telegrafie a prvních radiofonických experimentů z Petřínské rozhledny v roce 1918, jež zajišťovaly důležité politické a vojenské spojení s Paříží.

Zájem posluchačů o nové komunikační médium byl zřejmý, jak vysvětluje ve svém referátu Ing. František Kec ve Věstníku Masarykovy akademie práce v roce 1930: „*Oni totiž mnozí posluchači mají zájem o mašinky a radio, ale nemají zájmu o deskriptivní geometrii, matematiku a mechaniku.*“

V nově zřízeném ústavu Holub soustředil po dobu okupace značné množství filmové a zvukové techniky z majetku českých vysokých škol spolu s šestadvaceti zaměstnanci uzavřeného ČVUT, což mu umožnilo bezprostředně po osvobození rozhodnutím resortního ministerstva č.j. A-259241/46-V/2 ze dne 31. 12. 1946 zřídit při Vysoké škole strojíňní a elektrotechnického inženýrství Výzkumný ústav zvukové techniky a filmů (VÚZTF) se sídlem v Husově 5 na pražském Starém Městě (pražská FAMU byla založena jen o měsíc dříve, 28. 11. 1946).

Založení nového ústavu nicméně předcházel kompetenční spor mezi Ministerstvem školství a Ministerstvem informací. Přijetím znárodnovacího Dekretu presidenta republiky o opatřeních v oblasti filmu z 28. 8. 1945 bylo vyhrazeno právo natáčet a dále hospodářsky využívat „osvětlované“ filmy výlučně Československému státnímu filmu, ale nevztahovalo se na snímky vytvořené „v rámci Ministerstva národní obrany a na film amatérský“. Jelikož pátý paragraf Dekretu, který měl působnost jednotlivých ministerstev vyjasnit, nebyl nikdy přijat, měl VÚZTF sloužit také všem ostatním vysokým školám jako gesční orgán pro natáčení, distribuci a archivaci vědecko-výzkumných, dokumentárních, školních a výukových filmů. Díky koncentraci techniky a politické obratnosti docenta Holuba tak došlo k paradoxní situaci, že první filmy byly na ČVUT natočeny, a dokonce na mezinárodním festivalu v Paříži v roce 1947 oceněny, o několik měsíců dříve, než na Filmové fakultě Akademie múzických umění v Praze vůbec vznikl první školní film Hledání jara posluchačů Evžena Drmoly a Jiřího Plohyara.

VÚZTF disponoval širokou technickou základnou, zatímco na FAMU podle vzpomínek jednoho z jejích třech zakladatelů Karola Plicky měli k dispozici jen jednu kameru a tehdejší ministr Jaroslav Stránský



➤ **První filmy byly na ČVUT natočeny a mezinárodně oceněny už v roce 1947, tedy o téměř rok dříve, než na FAMU vznikl první školní film Hledání jara (1948).**

navíc v roce 1947 zastavil jejím pedagogům platy, a tak museli učit zadarmo. V okamžiku právního osamostatnění Fakulty elektrotechnické v rámci svazku ČVUT k 1. lednu 1951 tak šlo o jediný ústav vedle dalších osmi kateder.

Neměli bychom ale zapomenout na vynikajícího technika fotografického obrazu prof. Dr. Ing. Jaroslava Boučka, dalšího z trojice zakladatelů pražské Filmové fakulty vedle tehdejšího rektora AMU Antónína Martina Brousila. Bouček se přestěhoval i s rodinou právě v této době z rodného Brna do Prahy a v okamžiku zahájení výuky oboru Rozhlas, film a televize ve školním roce 1954/1955 na ČVUT, kde od počátku přednášel fotografii, byl již děkanem FAMU. Byl také neobyčejně talentovaným pedagogem a podle vzpomínek pozdějšího vedoucího Katedry kamery Jána Kališe „*při výuce pracoval metodou znázornění, to byly diapositivy, nákresy, praktické předvedení přístrojů a kamer.*“ Mezi další významné pedagogy patřily takové osobnosti jako Dr. Jaroslav Pechar (optika a fotometrie), dr. Jan Šlemr (fotochemie a laboratorní technika) nebo emeritní technický rada Ing. Alois Singer (televize a rozhlas), jenž se už v 30. letech minulého století pokoušel na Ministerstvu pošt a telegrafů o zřízení elektronické televize spolu s technickým ředitelem a spoluzakladatelem rozhlasové společnosti Radiojournal Ing. Eduardem Svobodou, ale jejich snahy tehdy přerušila válka.

Byla to právě Československá televize, o jejímž vzniku rozhodla vláda 8. dubna 1952, společně s tehdy svou ještě organizačně nadřazenou složkou Československý rozhlas, které se společně s Československým státním filmem a Gramofonovými závody v Loděnici velmi zasazovaly o vznik pravidelného vysokoškolského studia v oboru audiovizuální inženýr. První absolventi složili státní zkoušky již 26. června 1957. Patřil k nim například porevoluční ředitel Krátkého filmu Ing. Jaroslav Karlíček.

MgA. Miloslav Novák, DiS. et Ph.D., Metodické centrum pro digitalizaci, restaurování, archivaci a prezentaci obrazových a zvukových záznamů; FEL



zdroj: rozhlas/foto100let



➤ Na Mediátéce ČVUT si můžete poslechnout sestřih unikátního záznamu z přednášky rozhlasového technika a posluchače na Ústavu fyziky prof. J. B. Slavíka Vysoké školy strojního a elektrotechnického inženýrství, kde prof. Holub (na snímku vlevo) právě zakládal VÚZTF. Záznam z roku 1946 zazněl na workshopu na SPŠST v Panské dne 26. března 2024. Podle rozhlasového reportéra to bylo vůbec poprvé, kdy se magnetofon dostal na ČVUT. Zřejmě na týž německý magnetofon AEG Dora s vysokofrekvenční předmagnetizací a rychlostí až 76 cm/s na snímku z dubna 1949 nahrává technik-operátor reportáž Bohuše Ujčeka pro Rozhlasové noviny v ČKD Komořany, „*kde zvláště ženy-komunistky vyvolaly veliké a živé lidové hnutí k manifestaci vůle pracujících po míru.*“

➤ K významnému jubileu pořádá Katedra radioelektroniky FEL ve spolupráci s Metodickým centrem pro digitalizaci, restaurování, archivaci a prezentaci obrazových a zvukových záznamů sérii workshopů s absolventy, současnými posluchači a středoškoláky i navazující komentované exkurze k jejich budoucím zaměstnavatelům. Projekt propojuje teorii s praxí, technologii s tvorbou a mladou generaci se zasloužilými experty z oboru. <https://mmtg.fel.cvut.cz/avt/>

Pozn. red.: Vývoji oboru Rozhlas – film – televize na ČVUT od padesátých let 20. století do současnosti se budeme věnovat v rubrice Z archivu v PT 4/2024

Rektorský den

Přes 800 studentů a zaměstnanců se 14. května zapojilo do tradičního Rektorského dne, jehož organizaci zaštil Ústav tělesné výchovy a sportu ČVUT. Díky novince – webové stránce <https://sportovnidencvut.cz/>, si účastníci mohli přehledně vybrat z pestré nabídky. Akademické sportování představujeme prostřednictvím objektivu fotoreportéra Jiřího Ryszaweho.



Souboje fakult

V úterý 14. května proběhlo v rámci Rektorského sportovního dne finále letošního ročníku Soubojů fakult. Soutěžící se v závěrečné disciplíně utkali v závodech dračích lodí. V krásném letním počasí u vody v Malé Chuchli se jako nejsilnější a nekoordinovanější ukázala posádka Fakulty strojní. Bodový zisk za vítězství jí ale nestačil a v celkovém pořadí se jako nejlepší z nejlepších ukázala Fakulta elektrotechnická, která si za své výkony v průběhu celého akademického roku odnesla putovní pohár Rektora ČVUT. Na druhém místě se umístila Fakulta informačních technologií následovaná Fakultou stavební na místě třetím.

Michal Verbovský, Studentská unie ČVUT

[Foto: Jiří Ryszawy]



BOSCH POWERTRAIN JIHLAVA

BYDLÍŠ DÁLE NEŽ 50 KM OD JIHLAVY? PODPOŘÍME TĚ 225.000 KČ!

Získej příspěvek na relokaci ve výši 225.000 Kč v průběhu 3 let, pokud máš trvalé bydliště dále než 50 km od Jihlavy.

V současné době nabízíme příspěvek pro tyto pozice:

- » Technolog/-žka
- » Procesní technolog/-žka
- » Programátor/-ka
- » Referent/-ka zákaznické kvality
- » Vedoucí projektů nákupu
- » Trainee pro techniky/-čky

=Graduate specialist program

(určený pro kandidáty do 2 let po ukončení studia)

**VÍCE INFORMACÍ O POZICÍCH
A DALŠÍ VOLNÉ POZICE
NALEZNETE PO NASKENOVÁNÍ QR KÓDU**



BOSCH

Stvořeno pro život



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ

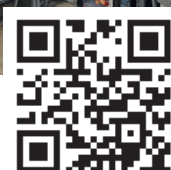
SPŠS, Betlémská 287/4, Praha 1 – Staré Město



OD NOVÉHO ŠKOLNÍHO ROKU 2024/2025 HLEDÁME UČITELE/KY

na částečné (vhodné pro studenty vyšších ročníků)
i plné úvazky:

- **Učitele/ku programování**
- **Učitele/ky odborných předmětů**
 - technické vybavení budov (TVB)
 - stavba a provoz strojů (SPS)
 - technické kreslení (TK)
 - mechatronika (MEC)
 - automatizace (AUT)
 - základy techniky (ZKT)
 - strojírenská technologie (STT)
 - grafické systémy (CAD)



Nabídky posílejte na: reditel@betlemska.cz

www.betlemska.cz