



MULTI-AGENTNÍ SYSTÉM V DOPRAVĚ

Řešitelé: Jan Jiránek, Jan Harvalík
Vedoucí projektu: Ing. Jiří Vokřínek, Ing. David Šišlák, FEL ČVUT

Již od devadesátých let minulého století se stala orientace na výzkum v oblasti automatizovaného provozu více či méně autonomních dopravních prostředků významným trendem. Cílem je nalézt vhodné metody

pro zvýšení bezpečnosti, komfortu řízení a efektivity využití silnic. Záměrem studentského projektu je vybudovat otevřenou a flexibilní multi-agentní simulační platformu k implementaci a otestování jak plně automatických systémů, tak i hybridních systémů, kde je inteligentní podpůrný systém instalován jen v některých vozidlech.

V simulaci je vozidlo s řidičem představováno autonomním agentem.

Agent je samostatná výpočetní jednotka, která má vlastní paměť a výpočetní prostředky. Jeho další výraznou schopností je schopnost komunikovat se svým okolím a okolními agenty na základě standardizovaných protokolů. Tato schopnost je základním pilířem simulace. Multi-agentní systém se vzájemnou komunikací a kooperací vozidel zvyšuje propustnost dálnice a je schopen predikovat kolize, a tím zabránit vzniku řetězových nehod.



FUNKČNÍ MODEL ČÁSTEČNÉ NÁHRADY KOLENNÍHO KLOUBU

Řešitel: Michal Ackermann
Vedoucí projektu: Ing. Lukáš Čapek, Ph.D., FS TU Liberec

Cílem projektu je provést komplexní analýzu vybraných konstrukčních návrhů funkčního modelu částečné náhrady kolenního kloubu, a tím objektivně vyvrátit či potvrdit

vliv konstrukčních variant na funkčnost náhrady. Kromě vývoje celkové náhrady kolenního kloubu se upnulo velké úsilí biomechaniků k vývoji tzv. miniinvasivních, jinak řečeno částečných náhrad. Náhrady jsou většinou ve dvou variantách s možností různé konstrukční realizace. Je stále otevřenou otázkou, který z uvedených konstrukčních návrhů je pro tento typ náhrady žádoucí. V současné době je

navrženo zařízení, na němž se bude testovat kontaktní tlak ve zkoumané kloubní náhradě. Experimentálně získané hodnoty budou použity pro porovnání s provedenou MKP analýzou a následnou tvorbu funkčního modelu částečné náhrady kolenního kloubu. Potvrzením výsledků MKP analýz bude možno dále přikročit k tvarovým úpravám a optimalizaci náhrad.



ROBUSTNÍ ŘÍZENÍ SYNCHRONNÍHO MOTORU S PERMANENTNÍMI MAGNETY

Řešitel: Bc. Roman Koňarik
Vedoucí projektu: Doc. Ing. Pavel Václavěk, Ph.D., FEKT VUT Brno

Pohony založené na synchronních motorech s permanentními magnety nacházejí stále větší uplatnění v průmyslových aplikacích. Vyznačují

se spolehlivostí, kompaktností a malou hmotností. Díky svým vlastnostem jsou nejpoužívanějšími motory u servopohonů a moderních aplikací pro řízení rychlosti. Cílem projektu je navrhnout nové robustní algoritmy pro synchronní motory s permanentními magnety, a to algoritmy v tzv. klouzavém režimu. Tyto algo-

ritmy nevyžadují identifikaci systému a jsou schopny reagovat i v případě zásadnějších změn ve struktuře a parametrech řízené soustavy.

Připravila Vladimíra Kučerová a Jan Krasňan

2008 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference

Na 4,5 tisíce specialistů se zúčastnilo Mezinárodní konference 2008 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference v Drážďanech, jejímž spoluorganizátorem bylo spolu s předními institucemi – např. DESY, CERN, IAEA a Brookhaven National Laboratory v USA – také ČVUT v Praze.

Na organizaci 2008 IEEE NSS/MIC, jedné z nejvýznamnějších celosvětových akcí věnovaných aplikacím jaderných metod, se podílel i Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT.

Ředitel ÚTEF Stanislav Pospíšil byl členem vědeckého výboru, zástupcem pro střední a východní Evropu a předsedou jedné ze sekcí. Na konferenci v Drážďanech (19.–25. října 2008) zaznělo či bylo prezentováno formou posteru přes 2 100 příspěvků. Z ČR přijelo celkem 19 účast-

níků, z toho 13 bylo z ÚTEF (přes polovinu z nich tvořili studenti).

Součástí konference byly intenzivní kurzy v deseti vybraných tématech, jako jsou například instrumentace pro detekci záření nebo sběr a rekonstrukci obrazu. Tyto kurzy byly přednášeny předními uznávanými odborníky a probíhaly jako přidružená akce, a to na samém začátku, ještě před konferencí. Uvedené kurzy byly cíleny zejména na studenty a mladé badatele.

Příští konference této série se uskuteční v říjnu 2009 v USA (www.nss-mic.org/2009). Členové sdružení IEEE, včetně jeho československé sekce (www.ieee.cz), mají slevu, rovněž tak i studenti, kteří se mohou navíc přihlásit o finanční podporu pro svoji účast.

Doc. Ing. Carlos Granja, ÚTEF

Cena pro doktoranda Michala Platkeviče

Významného ocenění se na 2008 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference dostalo doktorandovi a zaměstnanci ÚTEF Michalu Platkevičovi, jenž získal cenu za druhé místo v soutěži o nejlepší poster za svůj příspěvek Rapid Universal Interface for Medipix Detectors (se spoluautory Zdeňkem Vykydalem, rovněž Ph.D. studentem a zaměstnancem ČVUT, a Janem Jakůbkem, školitelem a vedoucím oddělení fyzikálních aplikací a technologií ÚTEF).



Digitální detekční systémy rodiny Medipix, vyvíjené v rámci mezinárodní kolaborace univerzit a vědeckých ústavů, umožňují zobrazování ionizujícího záření (např. rentgenové záření) v reálném čase s vysokou citlivostí a širokým dynamickým rozsahem. „K vyčtení jednoho snímku z detektoru je třeba přenést přibližně jeden megabit. Nově vyvíjené rozhraní RUIN – Rapid Universal INterface-, na kterém jsem začal pracovat v ÚTEF již v rámci své diplomové práce, bude na rozdíl od stávajících rozhraní jednak rychlé, aby nijak neomezovalo možnosti detektorů Medipix, tak také flexibilní,“ vysvětluje princip své práce oceněný doktorand Ing. Michal Platkevič. „Za tímto účelem je vybaveno standartními rozhraními USB 2.0 a ethernet. Rozhraní je řízeno velmi rychlým – až 8 000 milionů instrukcí za sekundu – digitálním signálovým

procesorem umožňujícím sofistikované zpracování dat a je osazeno DDR2 pamětí pro uložení až 1 000 snímků. Navíc veškerá komunikace mezi procesorem a detektorem probíhá přes programovatelné hradlové pole a vyměnitelnou redukcí konektoru. Díky tomu je možné použít rozhraní pro jakýkoliv typ detektoru z rodiny Medipix – Medipix2, MXR, Timepix, Quad – a bude sloužit i pro, v CERNu právě vyvíjený, nový Medipix3 chip,“ dodává Ing. Platkevič.

(vk)

Foto: archiv ÚTEF

Na snímku oceněný Michal Platkevič spolu s Rolf-Dieter Heuerem (současným ředitelem CERNu), který mu cenu předával.

PERSPEKTIVNÍ BIOMEDICÍNSKÉ TECHNOLOGIE A ZAŘÍZENÍ

PŘEDSTAVUJEME KATEDRU PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ FBMI

Patří mezi největší katedry Fakulty biomedicínského inženýrství a je umístěna na Kladně. V bakalářském studijním programu Biomedicínská a klinická technika zajišťuje výuku základních a specializovaných předmětů: fyziky, biologie, matematiky, biofotoniky, biomechaniky, biomateriálů a biokompatibility. V magisterském programu garantuje studijní obor Přístroje a metody pro biomedicínu a podílí se i na výuce doktorského studijního programu fakulty.

Výuka magisterského oboru je projektově orientována. Je zaměřena na podporu samostatné kreativní práce studentů. Každý student má zadán vlastní výzkumný projekt, ke kterému si vybírá povinně volitelné předměty z celoškolské nabídky. Povinné předměty představují jen asi jednu třetinu výuky. Celkový počet kontaktních hodin je menší než u ostatních oborů.

Pro potřeby výuky a vědeckého bádání katedra vybudovala během tří let sedm moderně vybavených specializovaných laboratoří.

Laboratoř biofyziky

Laboratoř biofyziky poskytuje studentům možnost prakticky ověřit zákonitosti fyziky ve vazbě na biomedicínu. Je koncipována tak, aby poskytla hlubší poznatky z hlavních oborů fyziky, tj. z mechaniky, termomechaniky, elektřiny, magnetismu, jaderné fyziky a optiky.

Centrum pro biologii a genové inženýrství a Laboratoř biologie

Základ přístrojového vybavení Centra pro biologii a genové inženýrství tvoří laminární box pro sterilní práci, autokláv, inkubátor, centrifuga, transiluminátor a elektroforéza. Centrum a laboratoř slouží studentům k praktickému seznámení se s teoreticky probíranou látkou a k demonstraci obecných zákonitostí z oblasti molekulární biologie, mikrobiologie a genového inženýrství, obecné a buněčné biologie a genetiky. V laboratoři se studenti seznámí se základy optické mikroskopie, cytogenetiky člověka, s karyotypem člověka, s určováním početních chromozomálních abnormalit a s klinickou genetikou.

Laboratoř biofotoniky

Laboratoř je vybavena nejmodernější přístrojovou technikou: např. mikroskopickým systémem BX 51 firmy

Olympus s digitálním mikrografickým systémem, spektrometrem MC 2003 firmy Ocean Optics, Nd:YAG a He-Ne lasery a různými technikami pro měření optických vlastností materiálů a tkání. Laboratoř má celouniverzitní dosah. Je určena nejen pro studenty FBMI, ale i pro práci studentů z ostatních fakult ČVUT.

Laboratoř excimerového laseru

Je špičkovým technologickým pracovištěm ČVUT a je umístěna v Praze na Albertově na Společném pracovišti FBMI ČVUT a 1. lékařské fakulty UK. Je koncipována nejen jako vědecko-výzkumné pracoviště, ale slouží i pro potřeby výuky a pro výchovu studentů. Mezi řešené problematiky patří studium interakce UV záření s měkkou a s tvrdou tkání – jsou studovány optické a tepelné parametry. Teplo generované laserem je snímáno super rychlou termokamerou, termočlánky a termistory. Další řešenou problematikou je modifikace povrchů materiálů s cílem zlepšení jejich biokompatibilních vlastností. Pro natavení, rekrystalizaci a dopaci povrchů materiálů jsou používány UV lasery. Třetí oblastí je syntéza a studium biokompatibilních tenkých vrstev pro implantáty a tenkých vrstev pro biosenzory. Vrstvy jsou připravovány metodou pulzní laserové depozice (PLD), metodou hybridní PLD (kombinace PLD s magnetronovým naprašováním) a metodou kryogenní laserové depozice MAPLE (pro přípravu tenkých vrstev organických materiálů). Jsou studovány zejména nanokrystalické, nanokompozitní, gradientní a dopované vrstvy biokompatibilních materiálů jako hydroxyapatit, diamantu podobný uhlík a biosklo s cílem pokrytí implantátů. Pracoviště je vybaveno vysocevýkonovými excimerovými lasery ArF a KrF (generují na vlnové délce 193 nm a 248 nm), řadou interakčních komor, mikroskopem atomárních sil, měřičem kontaktního úhlu, speciálním mechanickým profilometrem a bude dovybaveno Fourierovským infračerveným spektrometrem.

Laboratoř oční optiky a optometrie

Katedra je garantem nového bakalářského oboru Optika a optometrie. Výuka v tomto oboru začne v zimním semestru 2009/2010. Obor si klade za hlavní cíl přípravu kvalifikovaných odborníků v oblasti optiky a optometrie v souladu s požadavky Evropské rady optiky a optometrie (ECO). Laboratoř je vybavena nejmodernějším očním aberometrem od firmy Zeiss, jenž umožňuje provádět detailní analýzu vlastností vyšetřovaného oka a stanovení parametrů korekčních pomůcek. V laboratoři mohou studenti provádět většinu základních i specializovaných vyšetření lidského zraku.



Interakce UV záření s tkání – měření optických a tepelných parametrů

Laboratoř XUV

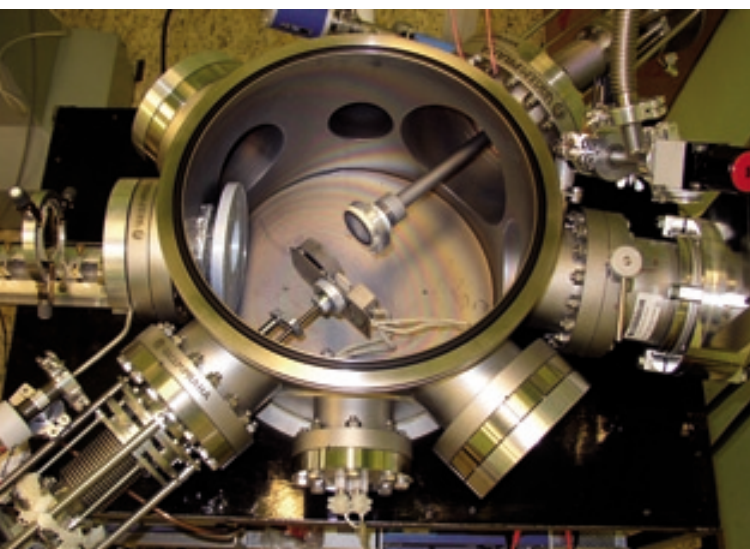
V rámci rekonstrukce budovy fakulty vznikla v roce 2008 nová laboratoř, zaměřená na studium interakce ultrafialového záření s biologickými vzorky. Laboratoř je postupně vybavována zdroji ultrafialového záření, zejména s vlnovými délkami 2 až 50 nm, diagnostickými zařízeními a interakční komorou. Je připravována především pro experimentální výzkum studentů magisterského oboru PMB a doktorandů i pod vedením několika členů katedry, kteří se podílejí na výzkumu v této oblasti v českém i mezinárodním kontextu.

Katedra má bohaté mezinárodní kontakty. V rámci projektové výuky mohou studenti řešit projekty zadané špičkovými zahraničními pracovišti, a to zejména v oblastech, které nejsou na ČVUT zastoupeny. Jako příklad lze jmenovat Brown University a Argonne National Laboratory v USA, Strathclyde University v Glasgow nebo Hasselt University v Belgii.

Prof. Ing. Miroslava Vrbová
Katedra přírodovědných oborů FBMI
Foto a ilustrace: archiv katedry

Depoziční komora pro laserovou syntézu tenkých vrstev biokompatibilních materiálů

Laboratoř oční optiky – přístroj na snímku kombinuje funkce autorefraktometru, rohovkového topografu a aberometru



JAK MŮŽE ZÁŘENÍ POMÁHAT LIDEM

LASERY NA KATEDŘE FYZIKÁLNÍ ELEKTRONIKY FJFI

První laser na světě, který reálně generoval stimulované záření byl rubínový laser. Červené záření z tohoto laseru o vlnové délce 694,3 nm se podařilo zrealizovat Teodoru Maimanovi v roce 1960. První rubínový laser na FJFI byl uveden do provozu týmem prof. K. Hamala už v roce 1965. Od té doby se vývoj laserů na FJFI nezastavil.

Laserový program představuje na Katedře fyzikální elektroniky FJFI jeden z hlavních směrů základního i aplikačního výzkumu.

Srovnáme-li laserové záření s ostatními druhy elektromagnetických vln zjistíme, že vzhledem ke svému vzniku spojenému se stimulovanou emisí, má laserové záření unikátní vlastnosti – je to záření monochromatické a směřované (s malou rozbíhavostí). Tyto dvě charakteristiky znamenají, že laserové světlo je vysoce uspořádané v prostoru a korelované v čase – je to světlo tzv. koherentní. Takové záření může být fokusováno na mnohem menší stopu, než světlo nekoherentní, což vede k možnosti dosáhnout extrémně velké hustoty energie nebo výkonu. Pokud ovšem začneme zkoumat laserové záření z pohledu „jeho samého“, zjistíme, že můžeme

jeho vlastnosti „vylepšit“. Pomocí zásahu do dějů probíhajících během jeho vzniku, můžeme ovlivnit jeho charakteristické parametry jako délku impulsu (od jednotek sekund až do atosekund (10^{-18} s) a tím také výkon od mikrowatů a kilowatů v kontinuálním režimu až po petawaty (10^{15} W) v pulsu. Výběrem aktivního prostředí (tedy látky, kde je emise záření realizovaná) může být generováno záření různých vlnových délek (od RTG spektra až do daleké infračervené oblasti).

Výzkum na katedře

Na Katedře fyzikální elektroniky je laserový výzkum rozdělen na lasery pevnolátkové a lasery plynové a rentgenové.

Skupina pevnolátkových laserů na katedře se soustřeďuje ve výzkumné

části své činnosti na výzkum nových aktivních prostředí, na generaci nových vlnových délek, kratších impulsů a dosažení větší účinnosti. Nové frekvence lze získat výběrem dalších aktivních materiálů nebo pomocí nelineárních dějů – generací součtových nebo rozdílových frekvencí, rozptylem záření v nelineárních materiálech. Souhrn laserů a generovaných vlnových délek, které jsou dosažitelné v současné době v našich laboratořích je zobrazen na níže uvedeném schématu. Větší účinnosti je dosažováno změnou čerpání – energii do aktivního prostředí dodává místo výbojky další pomocný laser.

Oblast aplikační

Z hlediska aplikací se pevnolátkové lasery dnes využívají v mnoha odvětvích. Jednou z nich je přesné mě-

ření vzdálenosti. Laboratoř pevnolátkových laserů byla zapojena v letech 1970–1990 do celosvětové sítě laserových radarů pro měření vzdálenosti umělých družic Země. Světelný impuls generovaný laserem je nasměrován na družici s laserovými odražeči, která obíhá kolem Země. Přesný čítač měří čas, který potřebuje laserové záření na cestu k družici a zpět. V laboratořích byly vytvořeny laserové systémy 1.–4. generace a byly

dodány na měřicí stanice v mnoha zemích (Polsko, Bulharsko, Rusko, Egypt, Indie, Bolívie, Kuba, Ecuador, Vietnam). V současné době je na katedře ve skupině kosmických technologií zkoumán a aplikačně používán detekční systém pro tato měření.

Laserové záření našlo od počátku své existence velké uplatnění také v medicíně. Od roku 1980 se touto aplikací zabývá také skupina pevnolátkových laserů KFE. Byly zkonstruovány a uvedeny do provozu a nasazeny v praxi laserové systémy pro odstranění sekundární katarakty v oftalmologii, v dermatologii pro eliminaci tmavých skvrn (něvů nebo tetováže – jak umělé, tak i traumatické) a do průmyslové výroby byla předána zubní vrtačka (viz obr. vlevo), která může vrtat zuby bezbolestně. Dále probíhá výzkum v kardiochirurgii a urologii. Všechny laserové medikální systémy byly postaveny na základě experimentálního zkoumání interakce laserového záření s tkání, která určuje základní požadavky na laserové záření pro danou aplikaci. Jako příklad je uveden výsledek interakce záření různých vlnových délek s tvrdou zubní tkání – zatímco laserové záření s vlnovou délkou 1,06 μ m (Nd:YAG laser) nezpůsobí téměř žádný efekt na sklovině, záření s vlnovou délkou 2,9 μ m (Er:YAG laser) vytvoří kavitu (viz obr. vlevo dole). Je zřejmé, že tedy laser s touto vlnovou délkou má předpoklady pro danou aplikaci – odstranění kazivé léze zubní tkáně. Rozdíly v působení záření jsou dány nejenom vlnovou délkou, ale i dobou působení (délkou laserového impulsu) a intenzitou.

Další aplikací (dnes rychle se rozvíjející) je využití krátkých světelných impulsů v oblasti ps (10^{-12} s) pro senzory rotace (optické gyroskopy) a dalších fyzikálních veličin.

Další aplikací (dnes rychle se rozvíjející) je využití krátkých světelných impulsů v oblasti ps (10^{-12} s) pro senzory rotace (optické gyroskopy) a dalších fyzikálních veličin.

Výuka: teorie i praxe

Výuka v oblasti laserů probíhá na naší katedře již od 1. ročníku bakalář-

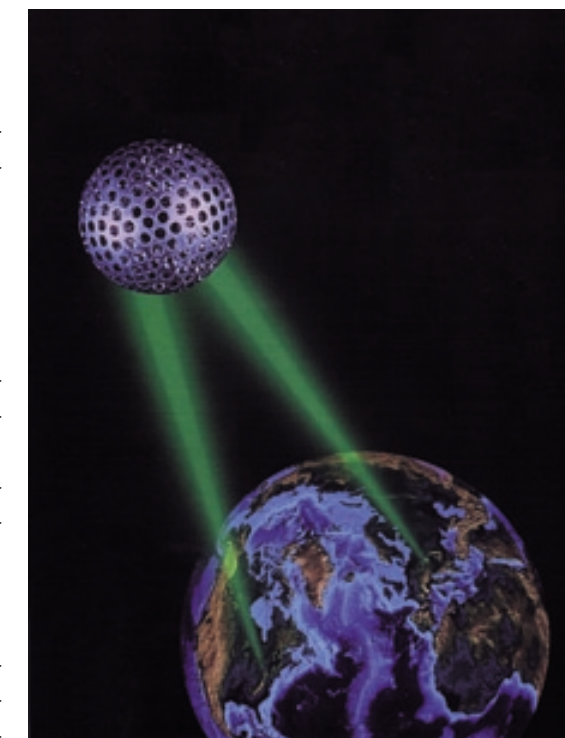
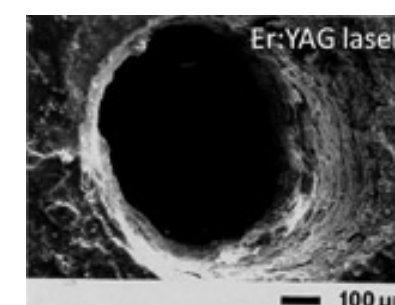
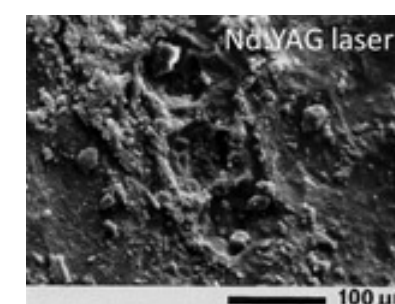


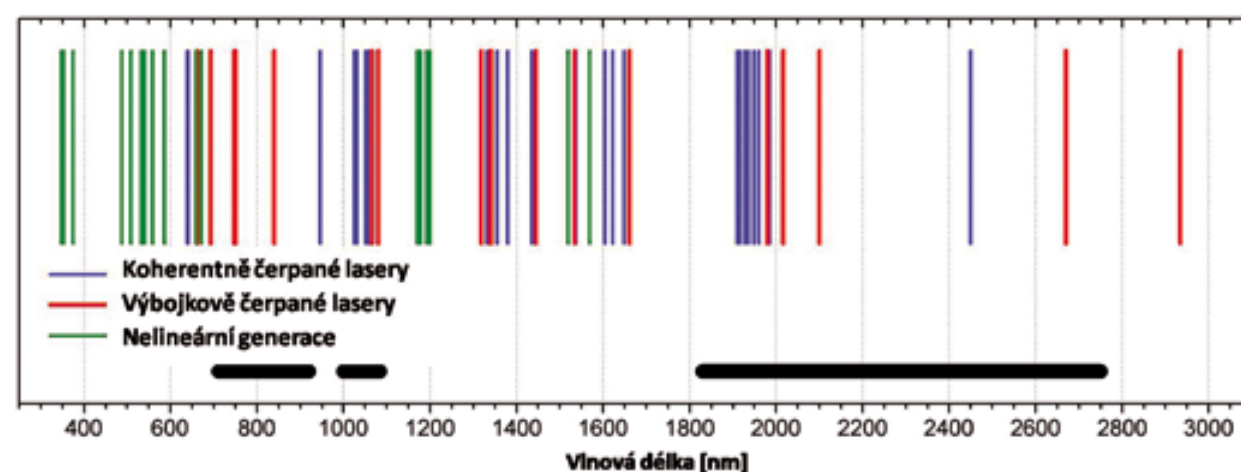
Schéma měření vzdálenosti umělých družic Země pomocí laserového záření

ského studia. Na základy laserových technologií navazují specializované přednášky kvantové elektroniky a optiky a dále přednášky z fyzikální a nelineární optiky, elektroniky a optoelektroniky. Praktické zkušenosti získávají studenti v praxi laserové techniky, medikálních laserů a optoelektroniky. Kromě tohoto základního studia probíhá tzv. výuka při vědě – studenti od 2. ročníku bakalářského studia a 1. ročníku MD studia jsou zapojováni do prací na konkrétních projektech, které řeší jednotlivé výzkumné týmy na katedře. Studenti tak získávají širokou základnu pro své budoucí uplatnění jak v praxi, tak i výzkumu.

Prof. Ing. Helena Jelínková, DrSc.
KFE FJFI,
Laboratoře pevnolátkových laserů
Foto a graf: archiv katedry



Schematický přehled generovaných vlnových délek v laboratořích pevnolátkových laserů KFE



LETECKÉ MATERIÁLY ZESILUJÍ BETONOVÉ MOSTY

Centrum kompozitů na Kloknerově ústavu ČVUT, které bylo založeno 1. ledna 1992, se v letech 2001–2007 zabývalo problematikou zesilování mostních konstrukcí moderními materiály – kompozity. Dosud se tyto materiály, jež skýtají ohromný potenciál zejména variabilitou svých vlastností a možností modelovat vlastnosti materiálu podle požadavků konstruktéra, používají zejména v leteckém průmyslu a též v automobilovém průmyslu.

Tyto materiály jsou používány nejnověji pro zesilování železobetonových konstrukcí. Důvody jsou následující: odolnost proti korozi, nízká hmotnost a snížení pracnosti. V nynější době se používají pro zesilování stavebních konstrukcí zejména uhlíkové kompozity, které se vyznačují vynikajícími mechanickými vlastnostmi, které mohou několikrát převýšit vlastnosti klasických materiálů, např. železa.

Předpínané lamely

Zesilování železobetonových konstrukcí se dosud provádí většinou přilepením kompozitních lamel (pásků) na betonový povrch. V poslední době se též začínají používat úzké kompozitní lamely umístěné do vyfrézovaných drážek. Nejnověji se též kompozitní lamely předpínají. Výhodou před-

pjatých lamel je optimální využití vysoké pevnosti v tahu kompozitní lamely, menší plocha lamel 30 % až 50 % při stejném účinku zesílení, příznivější poměr cena/zesílení pro betonovou konstrukci, redukce šířky trhlin a protažení ocelové výztuže, snížení postupu koroze ocelové výztuže, redukce namáhání existující ocelové výztuže, zkrácení oblasti kotvení lamel, snižuje se nebezpečí odtržení (selhání) lamely, zvyšuje se bezpečnost systému.

Již v roce 1993 byly provedeny na ústavu EMPA v Zurichu pokusy s předpínáním uhlíkových lamel. S využitím těchto poznatků prováděla další vývoj systémů schopných aplikace in situ firma Leonhardt, Andrä & Partners (Německo) a StressHead AG z Lucernu (Švýcarsko). První aplikací předpjatých lamel byla mostní kon-

strukce Lauterbridge u Gomadingenu v Německu. Realizace proběhla v říjnu 1998 a šlo o lokální stažení rozvírající se trhliny v mostní konstrukci. Některé zdroje tuto aplikaci uvádí jako první použití předpínaných uhlíkových lamel in situ na světě. Další vývoj předpínacích systémů vedl ke zvýšení předpínacích sil a byl ověřen v září 2001 na mostu Körschtalbrücke u Stuttgartu.

V ČR byly vývojové práce na předpínacím zařízení provedeny v SSŽ a. s., oddělení technického vývoje. Vývoj byl zakončen v dubnu roku 2004 certifikací systému kotvení a napínání uhlíkových lamel.

Unikátní výzkum

V Kloknerově ústavu probíhá výzkum zesilování mostů kompozity od roku 2001, v letech 2005–2007 výzkum

zesilování předpjatými kompozity. Tento výzkum je unikátní v ČR i v mezinárodním měřítku. Výsledkem výzkumu jsou „Technické podmínky pro zesilování betonových mostů pozemních komunikací kompozity“, připravené k vydání ministerstvem dopravy. TP obsahují kromě požadavků na zesilující materiály a adhesiva, provádění, předpínací systémy a kotvení též doporučení pro výpočet, navazující na Eurokódy.

Zkoušky nosníků v laboratořích Kloknerova ústavu

V rámci řešení projektu v roce 2007 byly provedeny nejprve statické zkoušky železobetonových nosníků zesílených předpjatými uhlíkovými lamelami osamělým břemenem uprostřed rozpětí. Nosníky byly vyrobeny ve výrobně prefabrikátů SSŽ Praha, Řeporyje, forma a výztuž byla připravena v KÚ ČVUT.

Byly zkoušeny celkem dva typy nosníků, zesílených C-lamelami Sika 512 (50 × 1,2 mm), předpjatých lamelami s různou úrovní předpětí (síla v lamele 30 kN a 50 kN).

Výsledky experimentálního ověření ukazují, že pro daný nosník se zavedením předpětí zvýší únosnost o 120 % proti nosníku nez zesílenému a o 50 % proti nosníku zesílenému lepenou lamelou. Dále byly provedeny dynamické zkoušky stejných železobetonových nosníků. Byla zjištěna závislost střední hodnoty průhybů a poměrných deformací v lamele i na povrchu betonu na počtu zatěžovacích cyklů.

Zesílení mostní konstrukce předpětím v Kralupech nad Vltavou

Projekt zesílení se týkal mostu v Kralupech nad Vltavou. Podle našich znalostí je to první projekt zesílení mostu předpjatými kompozitními lamelami v ČR. Most má rozpětí 8,50 m v šikmém směru, je tvořen železobetonovou deskou o tl. 15 cm vyztuženou pěti železobetonovými



trámy o rozměrech 30 × 40 cm, rozmístěnými symetricky vzhledem k ose mostu. Deska mostu je uložena na podporách tvořených bočními betonovými bloky.

Na základě zjištěných údajů byl proveden pracovníky KÚ statický přepočít betonového mostu pro zatížení kolovými tlaky vozidla o celkové hmotnosti 22 t a byl vypracován projekt zesílení železobetonových mostních trámů předpjatými uhlíkovými lamelami Sika S512 o šířce 50 mm a tloušťce 1,2 mm.

Zesílení uhlíkovými lamelami bylo navrženo u všech pěti trámů na jejich spodním povrchu s uchycením v kotvách od firmy SSŽ, s předepnutím a současným přilepením na povrch betonového trámu.

Zatěžovací zkouška mostu, měření pracovníky KÚ ČVUT

Byla provedena zatěžovací zkouška mostu před zesílením a po zesílení vozidlem o hmotnosti 22 t. Během předpínání pracovníky SSŽ a. s. byly měřeny poměrné deformace v lamelách a z nich vypočteny síly v předpětí. Měření provedli pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT. Bylo provedeno měření průhybů mostní konstrukce na betonových trámech uprostřed rozpětí induktivními snímači posunutí a měření poměrných deformací na

výztuži a na uhlíkových lamelách tenzometry. Průhyby na krajním trámu mostní konstrukce uprostřed rozpětí se snížily o 25 %, průhyby na středním trámu a krajním na opačné straně se prakticky nezměnily.

Poměrné deformace v ocelové výztuži se po zesílení zmenšily. Rozdíly na předpjaté a nepředpjaté konstrukci sil ve výztuži se pohybují v rozsahu do 5kN. Výpočtem bylo prokázáno, že zatížitelnost mostu se zvýšila z 18 t na 24 t.

Kloknerův ústav ČVUT mezi osmi univerzitními pracovišti na světě

V současné době probíhá testování materiálů, kompozitních výztuží a adhesiv pro zesilování na renomovaných pracovištích v Evropě a USA. Kloknerův ústav byl vyzván k účasti na těchto zkouškách koordinacním pracovištěm na Univerzitě v Gentu (Univerzita v Gentu, Univerzita Bologna, Univerzita Minho, Univerzita Napoli, EMPA, Lulea Universitet, North Carolina State University, USA).

Práce byla podporována granty ministerstva dopravy 1F55B/120/120 a výzkumným záměrem MSM6840770015.

Ing. Miroslav Černý, CSc.
Kloknerův ústav
Foto: archiv autora

