



MINISTERSTVO ŠKOLSTVA,
VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Medzinárodné laserové centrum

Stratégia rozvoja v období 2018-2023



OBSAH

1. Identifikácia organizácie	3
2. Základná informácia	3
3. Poslanie a hlavné činnosti	4
4. Výskum a inovácie MLC za posledných 10 rokov	5
5. Rozvojová stratégia výskumu v MLC	8
6. Priority rozvoja výskumných aktivít a rozvoja infraštruktúry na obdobie 2018-2023	10
 Príloha 1. SWOT analýza výskumného a inovačného potenciálu MLC	 13

1. Identifikácia organizácie

Názov: Medzinárodné laserové centrum (MLC)

Sídlo: Ilkovičova 3, 841 04 Bratislava

Rezort: Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky

Forma hospodárenia: rozpočtová organizácia

Riaditeľ: prof. Ing. František Uherek, PhD.

Kontakt: tel.: +4212/65421575, fax: +4212/65423244

e-mail: ilc@ilc.sk, web: www.ilc.sk

2. Základná informácia

Medzinárodné laserové centrum (ďalej "MLC") je priamo riadená organizácia Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky (ďalej „MŠVVaŠ SR“), ktorá je базovým vedeckovýskumným a vzdelávacím pracoviskom rezortu školstva v oblasti laserov a fotoniky. MLC bolo zriadené ako samostatná rozpočtová organizácia s právnou subjektivitou v zriaďovateľskej pôsobnosti Ministerstva školstva SR ku dňu 1.1.1997, na základe uznesenia Vlády SR č. 652/96. Budovanie MLC sa uskutočňovalo od r. 1997 do r. 2007 v súlade s medzivládny projektom, obsahom ktorého bolo vybavenie MLC laserovými a optickými technológiami z prostriedkov zadĺženosti Ruskej Federácie voči Slovenskej Republike. Prvá etapa projektu sa zrealizovala formou kontraktu 7/97-B medzi Ministerstvom Školstva a Moskovskou Štátnou Univerzitou v súlade s uznesením Vlády SR č. 652/96, po jeho skončení bol v roku 2000 na základe uznesenia Vlády SR č. 380/99 schválený nadväzujúci kontrakt 1/99-B. Projekt budovania MLC bol ukončený v decembri roku 2007 a umožnil vybaviť MLC v Bratislave unikátnym prístrojovým vybavením v cene ekvivalentnej 18 mil. USD z prostriedkov zadĺženosti RF voči SR.

Od roku 2008 prebieha rozvojová fáza, ktorú charakterizuje snaha začleniť MLC do existujúcich excelentných výskumných európskych štruktúr, a zároveň sprístupniť možnosti a výhody jeho unikátnej prístrojovej bázy pre vedecký výskum a výchovu odborníkov v rámci SR. V súčasnosti MLC vykonáva svoju činnosť na základe ročného kontraktu s MŠVVaŠ SR, na základe ktorého sa definuje plán hlavných úloh, a riešenej problematiky v rámci domácich a medzinárodných projektov. Na základe výsledkov hodnotenia "Komisie na periodické hodnotenie výskumu a vývoja" bolo MLC Bratislava vydané ministrom školstva Slovenskej republiky dňa 7. 2. 2005 "Osvedčenie o vykonaní periodického hodnotenia výskumu, vývoja a o spôsobilosti vykonávať činnosti v oblasti výskumu a vývoja" v zmysle § 18 ods.7 zákona č.132/2002 Z.z. o vede a technike v znení neskorších predpisov. Dňa 20.6.2016 bolo Ministerstvom školstva SR pre MLC vydané "Osvedčenie o spôsobilosti vykonávať výskum a vývoj" číslo 2016-10226/14415:2-26 C0 platné od r.2016 na šesť rokov.

3. Poslanie a hlavné činnosti

Medzinárodné laserové centrum je špičkové vedecko-výskumné a vzdelávacie centrum s celoštátnou pôsobnosťou, zamerané na moderné fotonické technológie. Jeho poslaním je rozvoj a aplikácia moderných laserových technológií a optickej laserovej diagnostiky v oblasti prírodných, technických, lekárskech, spoločenských a humanitných vied. Činnosť MLC sa uskutočňuje predovšetkým realizáciou vedeckých a technických projektov riešenými samostatne ako aj v spolupráci so zmluvnými partnermi. Integrálnou súčasťou jeho aktivít je špecializovaná výchova v oblasti graduálneho a najmä postgraduálneho štúdia a poskytovanie služieb v oblasti výskumu a vývoja. V týchto oblastiach má MLC úzku spoluprácu najmä so Slovenskou technickou univerzitou v Bratislave, Univerzitou Komenského v Bratislave, Univerzitou Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Univerzitou Cyrila a Metoda v Trnave, Žilinskou Univerzitou, ako aj s viacerými ústavmi Slovenskej akadémie vied (Fyzikálny ústav, Ústav polymérov, Chemický ústav, Elektrotechnický ústav a i.).

V rámci svojho poslania MLC zabezpečuje najmä:

- a) riešenie úloh rozvoja vedy a techniky a rozvoj infraštruktúry v podskupinách odborov vedy a techniky:
 - 010300 fyzikálne vedy,
 - 010400 chemické vedy,
 - 010600 biologické vedy,
 - 020200 elektrotechnika, automatizácia a riadiace systémy,
 - 020300 informačné a komunikačné technológie,
 - 021100 nanotechnológie,
 - 030100 základné lekárske vedy a farmaceutické vedy,
- b) rekvalifikáciu odborníkov v oblastiach pôsobnosti centra,
- c) v spolupráci s univerzitami špecializovanú výchovu študentov v bakalárskom, inžinierskom/magisterskom a doktorandskom štúdiu v oblasti pôsobnosti centra,
- d) konzultačnú a poradenskú činnosť, prieskum trhu a vývoja nových technológií v oblasti laserov a optoelektroniky,
- e) tvorbu databáz a programového vybavenia pre oblasť využitia laserov, laserových zariadení a technológií, optoelektroniky a optickej diagnostiky,
- f) spoluprácu s univerzitami, vysokými školami, rezortnými a mimorezortnými pracoviskami a inštitúciami v oblasti pôsobnosti centra,
- g) rozvoj medzinárodnej spolupráce v oblastiach pôsobnosti centra a manažment projektov riešených v spolupráci so zahraničím.

4. Výskum a inovácie MLC za posledných 10 rokov

Fotonika je širokou oblasťou vedy a techniky, ktorá zahŕňa mnoho smerov od optoelektroniky a jej využitia v telekomunikáciách a informačných systémoch, cez inteligentné výrobné technológie (laserové opracovanie a spájanie materiálov), nanotechnológie, moderné osvetľovacie prvky (LED, žiarivky), unikátne zobrazovacie technológie (displeje, tomografia, mikroskopia, satelitné snímkovanie) až po biofotonické a biomedicínske aplikácie (diagnostika a terapia pomocou svetla). V zahraničí je fotonika významným priemyselným odvetvím, do ktorého sú vkladané veľké finančné prostriedky. Z tohto dôvodu bola fotonika samostatne zaradená ako jedna z **klúčových priorít výskumu a vývoja Európskej únie** (tzv. "key enabling technology" - KET).

Odborné zameranie MLC úzko nadväzuje na tieto priority v súlade so **Stratégiou výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky – RIS3**. V oblasti vecných priorít výskumu, vývoja a inovácií sa MLC zameriava najmä na tieto smery:

1. materiálový výskum a nanotechnológie,
2. biomedicína a biotechnológie,
3. informačné a komunikačné technológie.

V oblasti rozvoja **medzinárodných vzťahov** sa MLC dlhodobo intenzívne zapája do mnohostrannej medzinárodnej a bilaterálnej vedeckej spolupráce, najmä v rámci európskeho výskumného priestoru. MLC sa aktívne podieľa na príprave a riešení viacerých významných projektov v rámci výziev Európskej únie a aktívne sa zapája aj do spoločných technologických iniciatív Európskej únie Photonics 21, NanoFuture a European Photonics Industry Consortium (EPIC).

Od r. 2009 je MLC zapojené do siete excelentných laserových pracovísk Laserlab Europe. Projekt Integrated Initiative of European Laser Infrastructures LASERLAB-EUROPE prebieha v súčasnej dobe už vo 4. fáze, hlavnou oblasťou spolupráce s MLC je koordinácia pedagogických aktivít a rozvoj ľudských zdrojov (menovite koordinácia tréningového programu pre nových používateľov v rámci EU); vo vedeckej oblasti je to rozvoj techník pre spektrálne a časovo rozlíšenú mikroskopiю s nelineárnym budením a fotonické nanotechnológie v rámci spojených výskumných aktivít (JRA) BIOAPP. Intenzívna spolupráca na medzinárodnej úrovni sa rozvinula v rámci medzinárodného ESFRI projektu EuroBioimaging. Od r. 2015 MLC zorganizovalo viacero podujatí venovaných popularizácii Fotoniky s podporou projektou GoPhoton! (RP7) a Photonics4all (H2020) a zapojilo sa do platformy European Centres for Outreach in Photonics (ECOP).

Významným bolo zapojenie sa MLC do 7RP veľkého integrovaného vedeckého projektu NMP3-LA-2009-228999 Smart Nanostructured Semiconductors for Energy-Saving Light Solutions - SMASH (2009 - 2012) v rámci ktorého sme riešili problematiku vysoko účinných LED s významnými partnermi z EÚ, projekt bol vedený firmou Osram.

Veľmi úspešne sa MLC ako partner zapojilo do MSC projektu No.: 290022 Ensuring STABiLity in organic Solar cells - ESTABLISH (2012 - 2015), v rámci ktorého boli v MLC vychvaní dvaja medzinárodní doktorandi.

MLC bolo tiež partnerom projektu NATO SfP 984698 Novel Terahertz Sources (2014 - 2017).

Na domácom vedeckom poli sa uplynulej dobe sa MLC orientovalo predovšetkým na riešenie projektov výskumu a vývoja, pričom **vedecká produktivita** zamestnancov každoročne dosahuje priemer min. 1 karentovanej publikácie na zamestnanca (obr.1) s celkovým počtom CC článkov 310 a dlhodobou citovanosťou 5.93 citácií na publikáciu. Z hľadiska rozvoja vybudovanej infraštruktúry je od r. 2009 dôležitá realizácia projektov s podporou **Štrukturálnych fondov**; do r. 2018 sa v rámci Operačného programu Výskum a vývoj MLC podieľalo na realizácii šiestich projektov Centier excelentnosti (v dvoch prípadoch ako koordinátor) a jedného projektu Kompetenčného centra.

Vybrané významné domáce projekty

APVV

APVV-0716-14

Návrh, príprava a charakterizácia materiálov a štruktúr anorganicko organickej hybridnej integrovanej fotoniky - HYFO, koordinátor prof. František Uherek

APVV-0201-15

Lignín ako kompozitný komponent do fenolformaldehydových živíc a drevoplastu, koordinátor doc. Dušan Velič

APVV-0424-10

Nanoštruktúry a prvky pre integrovanú fotoniku, koordinátor prof. František Uherek

APVV-0506-10

Výskum hybridných procesov zvarovania s výkonovým pevnolátkovým laserom, koordinátor Dr. Jaroslav Bruncko

APVV-0491-07

Príprava chemického povlaku na povrchu sklenených vlákien, koordinátor doc. Dušan Velič

VEGA

VEGA 1/0070/16

Klinicky relevantné experimentálne modely nádorov, koordinátor Dr. Beata Čunderlíková

1/0907/13

Návrh, príprava a charakterizácia pokročilých štruktúr pre fotonické senzory, koordinátor prof. František Uherek

2/0131/13

Metódy a systémy na meranie, zobrazovanie a hodnotenie elektrického poľa srdca, koordinátor Dr. Ljuba Bachárová

1/1187/12

Štúdium nelineárneho šírenia svetla v dvojjadrových mikroštruktúrnych optických vláknach, koordinátor Dr. Ignác Bugár

1/0296/11

Neinvazívna detekcia patofyziologických zmien oxidatívneho metabolického stavu živých buniek pomocou multimodálnej optickej diagnostiky, koordinátor doc. Alžbeta Marček Chorvátová

1/0522/10

Proces postionizácie v režime silného poľa a aplikácia v hmotnostnej spektrometrii, koordinátor Dr. Monika Jerigová

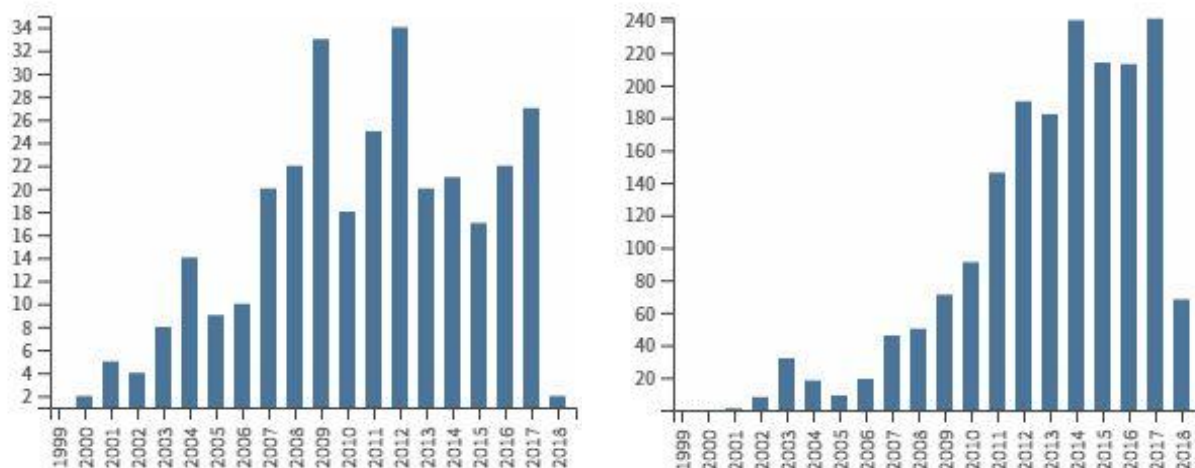
AŠF EU

ITMS: 26240120018

Centrum excelentnosti pre návrh, prípravu a diagnostiku nanoštruktúr pre elektroniku a fotoniku 2 - NanoNet 2, koordinátor prof. František Uherek, PhD.

ITMS: 26240120010

Centrum excelentnosti pre návrh, prípravu a diagnostiku nanoštruktúr pre elektroniku a fotoniku- NanoNet, koordinátor prof. František Uherek, PhD.



Obr. 1. Prehľad publikačnej aktivity MLC za uplynulé roky.

Sumár počtu článkov publikovaných v karentovaných časopisoch / citácií vo WOS.

Vybrané významné publikácie

Multi-wavelength fluorescence lifetime spectroscopy: a new approach to the study of endogenous fluorescence in living cells and tissues, D.Chorvat, A.Chorvatova, Laser Physics Letters 2009, 6 (3):175-193, citované(CC) 115x

Nonlinear refractive index of multicomponent glasses designed for fabrication of photonic crystal fibers, D. Lorenc, M. Aranyosiova, R. Buczynski, R. Stepien, I. Bugar, A. Vincze, D. Velic, Applied Physics B 2008, 93:531, citované(CC) 67x

Preparation and properties of thin parylene layers as the gate dielectrics for organic field effect transistors, J. Jakabovič, J. Kováč, M. Weis, D. Haško, R. Srnánek, P. Valent, R. Resel, Microelectronics Journal 2009, 40(3):595-597, citované(CC) 48x

Effect of changes in left ventricular anatomy and conduction velocity on the QRS voltage and morphology in left ventricular hypertrophy: a model study, Bacharova L, Szathmary V, Kovalcik M, Mateasik A., J Electrocardiol. 2010, 43(3):200-8, citované(CC) 33x

Second statement of the Working Group on Electrocardiographic Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy, Bacharova L, Estes EH, Bang LE, Hill JA, Macfarlane PW, Rowlandson I., Schillaci G., J Electrocardiol. 2011, 44:568-570, citované (CC) 31x

Ultra flat supercontinuum generation in silicate dual core microstructured fiber, Buczynski, R., Pysz, D., Martynkien, T., Lorenc, D., Kujawa, I., Nasilowski, T., Berghmans, F., Thienpont, H., Stepien, R., Laser Physics Letters 2009, 6 (8):575-581, citované(CC) 28x

Surface and adhesion properties of poly(imide-siloxane) block copolymers, Novák, I., Sysel, P., Zemek, J., Špírková, M., Velič, D., Aranyosiová, M., Florián Š., Pollák V., Kleinová A., Lednický F., Janigová I., European Polymer Journal 2009, 45(1): 57-69, citované(CC) 28x

Terahertz time-domain-spectroscopy system based on femtosecond Yb: fiber laser and GaBiAs photoconducting components, Pačebutas, V., Bičiūnas, A., Balakauskas, S., Krotkus, A. Andriukaitis, G. Lorenc, D., Pugžlys, A., Baltuška, A., Applied Physics Letters 2010, 97(3),031111, citované(CC) 23x

Linear and nonlinear properties of multicomponent glass photonic crystal fibers, D. Lorenc, I. Bugar, M. Aranyosiova, R. Buczynski, D. Pysz, D. Velic, D. Chorvat, Laser Physics 2008, 18(3):270–276, citované(CC) 20x

Resonance Energy Transfer between Rhodamine Molecules Adsorbed on Layered Silicate Particles, Bujdák J, Chorvát D., Iyi N., J. Phys. Chem. C, 2010, 114 (2), pp 1246–1252, citované(CC) 21x

Annealing and recrystallization of amorphous ZnO thin films deposited under cryogenic conditions by pulsed laser deposition, Bruncko, J , Vincze, A Netrvalova, M Sutta, P Hasko, D Michalka, M , Thin Solid Films 2011, 520(2): 866-870, citované(CC) 15x

Pharmaceutical nanotechnology, A cell-free nanofiber composite scaffold regenerated osteochondral defects in miniature pigs, Filová, E., Rampichová, M., Litvinec, A., Držík, M., et al. International Journal of Pharmaceutics 2013, 447 (1-2),139-149, citované(CC) 13 x

AlGaIn/GaN C-HEMT structures for dynamic stress detection, G. Vanko, M. Držík, M. Vallo, T. Lalinský, V. Kutiš, S. Stančík, I. Rýger, A. Benčurová, Sensors and Actuators: Physical 2011, 172:98-102, citované(CC) 12 x

Cell-type dependent response to photodynamic treatment in 3D collagen cell cultures, Mateasik, A, Trnka, M, Kajo, K, Vallova, M, Cunderlikova, B, J PHOTOCHEM PHOTOBIOLOG B 2017, 166:94-103, citované(CC) 2x

AlGaIn/GaN diaphragm-based pressure sensor with direct high performance piezoelectric transduction mechanism, Dzuba, J., Vanko, G., Drzik, M., Ryger I., Kutis V., Zehetner, J., Lalinsky, T., Applied Physics Letters 2015, 107(12): 122102, citované(CC) 1 x

Optical methods in experimental mechanics, Drzik M., Chlpik J. Acta Physica Slovaca 2014, 64 (2-3)101-21

Lorenc, D., Jerigova, M., Stupavska, M., Velic, D., Adaptive Control of Ion Yield in Femtosecond Laser Post-ionization for Secondary Ion Mass Spectrometry, Scientific Reports 2017, 7(1):5953

Spolupráca aplikačnou a hospodárskou sférou

Od r. 2004 má MLC vytvorené spoločné pracovisko s Onkologickým ústavom Sv. Alžbety s.r.o. Bratislava - „Oddelenie laserovej medicíny“. Dlhodobo spolupracuje v oblasti výskumu a vývoja s viacerými slovenskými i medzinárodnými spoločnosťami, ako napr. Danubia NanoTech s.r.o, Kvant s.r.o., Avantek s. r. o., Prvá zväračská a. s, Chemko Strážske, a.s., Sylex s. r. o., Becker&Hickl GmbH. a pod. Je možné konštatovať, že za 21 rokov od svojho založenia sa MLC vyprofilovalo na ***národne i medzinárodne uznávané pracovisko v oblasti fotoniky a laserov.***

V roku 2017 sa začala spolupráca s firmou Aurora solution, s.r.o. s cieľom prípravy návrhu projektu v rámci štrukturálnych fondov.

5. Rozvojová stratégia výskumu v MLC

Vízia rozvoja MLC si kladie ako prioritný cieľ hľadanie optimálnych modelov spolupráce slovenských výskumných a akademických pracovísk s priemyselnou sférou pre ***rozvoj inteligentnej špecializácie v oblasti fotoniky***, ktorá predstavuje spoločnú horizontálnu platformu pre podporu mnohých vertikálne orientovaných prioritných smerov výskumu a inovácií, tak ako ich definuje stratégia RIS3.

V nadväznosti na rozvoj Slovenskej roadmapy pre budovanie národných infraštruktúr, ktorá bude identifikovať existujúce i plánované projekty vhodné pre zapojenie sa do Európskeho strategického fóra výskumných infraštruktúr (ESFRI), je víziou MLC ***stať sa jednou z kľúčových národných infraštruktúr priamo zapojených do vybraných projektov v rámci ESFRI.*** Vzhľadom na unikátnosť MLC v oblasti fotoniky v rámci SR a existujúcich dlhoročných skúseností s distribuovaním vedecko-výskumných aktivít v rámci Slovenska, dávajú predložené zámery vysoké predpoklady pre úspešnú realizáciu. Navrhovaná vízia rozvoja MLC do formy národnej infraštruktúry je dlhodobo udržateľná, má potenciál pre vylepšenie na medzinárodnú úroveň a MLC sa môže stať v relatívne krátkom čase

plnoprávnym partnerom v sieti ESFRI projektov. Pridanou hodnotou bude rozšírenie možností a kvality výskumu, ale aj možnosť koordinácie národných výskumných aktivít v predmetnej oblasti.

Hlavným strategickým cieľom Medzinárodného laserového centra na obdobie rokov 2018-2023 je v súlade so stratégiou RIS3 pre Slovenskú republiku vytvárať predpoklady pre trvalo udržateľný rast konkurenčnej schopnosti Slovenskej republiky prostredníctvom rozvoja inovácií, vedy a technológií v oblasti fotoniky a vyššie identifikovaných vecných prioritných smeroch.

Vízia rozvoja MLC bude napĺňaná prostredníctvom nasledovných **čiasťkových cieľov**:

- a. Prehlbovať spoluprácu vo výskume a inováciách prostredníctvom dlhodobého partnerstva s vybranými partnermi z vysokých škôl, akademie vied a priemyslu, s cieľom tvorby poznatkovej bázy a rozvoja kvality ľudských zdrojov orientovaných na potreby priemyslu a spoločenskej praxe,
- b. Pokračovať v spoločných aktivitách s vysokými školami pri graduálnej a postgraduálnej výchove študentov s podporou MŠVVaŠ SR, etablovať odbor Fotonika do štruktúry vedných odborov v rámci SR, zlepšovať podmienky pre zapojenie mladých vedcov do grantových programov vedy a výskumu a vytvoriť podmienky na doktorandské štúdium domácich i zahraničných študentov v rámci riešenia národných a medzinárodných projektov.
- c. Posilňovať excelentnosť výskumu prostredníctvom budovania špecializovanej infraštruktúry pre výskum, vývoj a inovácie v oblastiach tematických priorít: nanotechnológie, materiálové inžinierstvo, biozobrazovanie a informačné technológie, s cieľom zaviesť do roku 2023 vedecko-technické služby dostupu k tejto infraštruktúre (tzv. "access providing"),
- d. Ďalej podporovať a stimulovať medzinárodnú spoluprácu vo vede a technike, začleniť MLC do siete Európskych infraštruktúr pre biozobrazovanie (EuroBioImaging), siete národných excelentných centier pre využitie progresívnych laserových technológií (LaserLab Europe) a nadviazať spoluprácu s ďalšími iniciatívami ESFRI fóra (napr. European XFEL),
- e. Zvýšiť význam a príspevok výskumných aktivít k hospodárskemu rastu cestou medzinárodnej excelentnosti, lokálneho transferu znalostí a užšej spolupráce s praxou prostredníctvom zapojenia sa do Európskych integračných aktivít a rozvoja vzniknutého Slovenského fotonického klastra v prepojení na asociáciu European Photonics Industry Consortium (EPIC), European Centres for Outreach in Photonics (ECOP) a Iniciatívu Photonics 21.

Naplnením tejto stratégie sa pre vedecko-výskumné kolektívy a komerčné organizácie stanú dostupnými špičkové technológie v oblasti fotoniky, ktoré môžu výrazne zvýšiť ich konkurencieschopnosť a umožnia významnejšie participovať v projektoch podporovaných Európskou komisiou a domácimi grantovými schémami a tiež umožniť výchovu mladej generácie vedcov v oblasti optických technológií a fotoniky. Laboratóriá MLC budú otvorené pre partnerov z akademickej obce a priemyslu v rámci Slovenska i Európy a budú schopné významným spôsobom

prispieť k budovaniu znalostnej ekonomiky s potenciálom transferu know-how nielen v rámci Bratislavského kraja ale vo všetkých samosprávnych krajoch Slovenska.

Projekt rozvoja Medzinárodného laserového centra v období rokov 2018-2023 bude mať dôležitý dlhodobý prínos so silným **vedeckým, inovačným a sociálnym dopadom**. Spoločné zdieľanie expertíz a experimentálnych zariadení, spolu so vzájomnou mobilitou výskumných pracovníkov a výchovou študentov a doktorandov povedie k zlepšeniu efektivity práce a vedeckej spolupráce s akademickou sférou. Dôležitým faktorom bude aj možnosť prepojenia medzi RIS3 v prioritných aplikačných oblastiach (fotonika, materiály, senzorika, biomedicína) a participáciou v európskych infraštruktúrach (napr. Európskeho strategického fóra výskumných infraštruktúr - ESFRI). Po dobudovaní infraštruktúry MLC vo vybraných oblastiach budú laboratória disponovať špičkovými technológiami, ktoré umožnia realizáciu vedy na svetovej úrovni a môžu motivovať k spolupráci domáce i medzinárodné high-tech firmy. V horizonte roku 2023 budú môcť firmy a MLC spolupracovať na inovatívnych riešeniach s cieľom vyvíjať nasledujúce generácie produktov, technológií a materiálov. Výskum môže nájsť uplatnenie v praxi transferom znalostí prostredníctvom predaja licencií a patentov, návrhu nových diagnostických a terapeutických postupov, ale aj prostredníctvom priamej komercializácie a to zakladaním spin off a inovatívnych start-up firiem.

6. Priority rozvoja výskumných aktivít a rozvoja infraštruktúry na obdobie 2018-2023

Prevládajúcim predmetom činnosti MLC je vykonávanie vedecko-výskumnej a vzdelávacej činnosti, ktoré sú zabezpečované projektovým spôsobom pri ktorom sa každý výskumný zámer uchádza o financovanie v priamej súťaži. Plánovaný rozvoj bude preto vyžadovať **rozšírenie a skvalitnenie infraštruktúry** MLC vo forme dobudovania a rozšírenia siete unikátnych pracovísk zrealizovaných na jeho pôde v oblasti fotoniky, nanotechnológií, laserových technológií a tiež biofotonických a biomedicínskych zobrazovacích metód. Tieto laboratória budú dostupné pre riešenie projektov výskumu a vývoja v spolupráci s komerčnými a akademickými organizáciami na zmluvnej báze na celom území SR a potenciálne aj okolitých štátov. Na základe existujúcich zmlúv o spolupráci ide predovšetkým o relevantné pracoviská univerzít a akadémie vied v Bratislave, Košiciach, Trnave a Žiline.

V nasledovných rokoch oddelenie predpokladá dobudovanie infraštruktúry a rozšírenie existujúcej siete unikátnych pracovísk zrealizovaných na pôde MLC v období r. 1997-2018 v oblastiach laserovej mikroskopie a spektroskopie, hmotnostnej spektroskopie sekundárnych iónov, skenovacej elektrónovej mikroskopie, mikroskopie atómových síl. Predkladaná stratégia rozvoja MLC umožní postupný **rast a zvyšovanie využitia potenciálu** unikátneho pracoviska v oblasti charakterizácie vlastností fotonických štruktúr, prvkov a systémov s cieľom ich využitia v nanofotonike. Paralelne bude rozvíjaná problematika laserových technológií a jej využitie pre potreby slovenských inštitúcií a podnikov, orientovaných najmä na budovanie a rozširovanie

infraštruktúry, napr. v oblasti optických komunikačných sietí, v automobilovom priemysle, senzorových systémoch a pod. Dobudovanie laboratórií o vybrané technologické celky umožní zvýšiť kvalitu a rozšíriť kapacitu výskumno-vývojového potenciálu a jeho konkurencieschopnosť najmä z hľadiska integrácie MLC do špičkových výskumných projektov podporovaných EÚ.

NANOFOTONIKA a MATERIÁLOVÝ VÝSKUM

Oddelenie laserových technológií MLC sa zameriava na výskum a aplikácie intenzívnych laserových zväzkov v technológiách; materiálovú analýzu s orientáciou na chemické zloženie; diagnostiku materiálov a moderných mikro- a nano-rozmerných prvkov; testovanie mechanicko-tepelných vlastností a charakterizáciu materiálov pre mikroelektroniku; femtosekundovú časovo rozlíšenú spektroskopiu v UV-VIS-NIR-IR oblastiach; prenos, spracovanie a záznam informácií v optickej oblasti, aplikovanú optiku a na návrh a charakterizáciu fotonických prvkov a senzorov.

Pre ďalší rozvoj fotoniky je štúdium a charakterizácia optických javov úzko previazaná s vývojom nových technológií prípravy a metód ich charakterizácie. V tomto smere sa časť výskumnej kapacity MLC zameriava aj na vývoj nových technologických postupov prípravy vrstiev a nanoštruktúr do úrovne nanodimenziálnych a molekulárnych rozmerov, tvarovania štruktúr a prvkov na báze polovodičových zlúčenín a organických vrstiev procesmi fotolitografie, leptania, metalizácie, pasivácie a kontaktovania štruktúr a prvkov. Využitím týchto technologických procesov je umožnený výskum a vývoj nových typov fotonických prvkov a materiálov, ktoré vznikajú ako produkty nanotechnológií, vrátane organických polovodičov, pre získanie kvalitatívne nových vlastností prvkov. Na charakterizáciu špecifických vlastností podobných multivrstvových heteroštruktúr, fotonických elementov i materiálov, ako aj určovania ich základných parametrov, je nevyhnutný rozvoj často kvalitatívne nových unikátnych diagnostických metód povrchovej a štrukturálnej analýzy a diagnostiky optických a elektrických vlastností využitím optických princípov. Súčasné výsledky vo vývoji perspektívnych fotonických prvkov, o.i. aj pre informačné technológie, stimulujú štúdium, modelovanie a výskum nových fyzikálnych javov v oblasti optiky, optoelektroniky, optických komunikačných systémov, fotonických kryštálov a nanofotoniky.

Neoddeliteľnou súčasťou návrhu a skúmania vlastností podobných štruktúr je preto aj ich numerické modelovanie a testovanie vplyvov okolitého prostredia pomocou numerických simulácií. Existujúca infraštruktúra výpočtového klastra s celkovým počtom jadier 64 (10 dvojprocesorových nódov), ktorá bola rozšírená o tri výkonné dvojprocesorové nody s celkovým počtom 48 jadier, je nevyhnutnou súčasťou pre rozšírenie softwarových možností návrhu a simulácie parametrov funkčných fotonických štruktúr. Existujúce softwarové nástroje RSOFT pre návrh a simulácie nanoštruktúr boli rozšírené o licencie na novšie verzie modulov BeamPROP a FullWave a sadu nových licencií pre moduly MetroWAND, OptSim a ModeSys. Navyše, k dispozícii sú softvérové prostriedky, ktoré vznikli vlastným vývojom na pôde MLC, pričom dovoľujú riešiť niektoré špecifické úlohy.

Výskumné a vývojové činnosti Oddelenia laserových technológií v zmysle implementačného plánu stratégie výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu SR patria do domény Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel.

Priority rozvoja výskumných a vývojových aktivít Oddelenia laserových technológií spadajú pod odvetvia **C26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov**, ako aj **J62, J63 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby, informačné služby** a **M74, M75 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti**.

BIOMEDICÍNSKE FOTONICKÉ TECHNOLOGIE a BIOZOBRAZOVANIE

Podobne ako v prípade nanovied a materiálového inžinierstva je oblasť biomedicínskych fotonických technológií a biozobrazovania vedeckou aj priemyselnou komunitou definovaná ako jedna z kľúčových technológií pre rozvoj medicínskych, farmaceutických a biologických vied. Napr. na základe hodnotenia agentúrou Ernst&Young sa v Európe predpokladá 38%-ný ročný rast počtu firiem a organizácií založených na aplikáciách optických a fotonických technológií do oblasti medicíny a vied o živote. Z tohto dôvodu boli oblasti biofotoniky a medicínskeho zobrazovania zaradené medzi priority ako už prebiehajúcich, tak aj plánovaných rámcových programov podporovaných EÚ.

Oddelenie Biofotoniky MLC sa zameriava na výskum a aplikácie moderných experimentálnych metód biofotoniky a laserových technológií v oblasti vied o živote. Oblasti biofotoniky a medicínskeho zobrazovania sú dlhodobo zaradené medzi priority tak už prebiehajúcich, ako aj plánovaných rámcových programov podporovaných EÚ. Podobne ako v prípade nanovied a materiálového inžinierstva je oblasť biomedicínskych fotonických technológií a biozobrazovania vedeckou aj priemyselnou komunitou v EÚ definovaná ako jedna z kľúčových technológií pre rozvoj medicínskych, farmaceutických a biologických vied.

Vzhľadom na domény inteligentnej špecializácie oddelenie Biofotoniky rozvíja predovšetkým oblasť **Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel**. Stratégia rozvoja tohto oddelenia je orientovaná predovšetkým na rozvoj nových zobrazovacích metód v oblasti biofotoniky a ich aplikácií v medicíne, prírodných a biologických vedách. V rámci tejto stratégie rozvíjame oblasti spracovania a vizualizácie vedeckých dát s využitím najmodernejších výpočtových prostriedkov a služieb data-miningu, ktoré vyžadujú spracovanie veľkých dát, v súlade s odvetvím **C26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov**, ako aj **J52, J63 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby, informačné služby** a tiež **M74, M75 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti**.

Medzi ďalšie najdôležitejšie vedecké úlohy riešené na oddelení patria:

2. štúdium polymérnych komplexov a ich interakcie s bunkami a biomakromolekulami (v súlade s odvetvím **C20 výroba chemikálii a chemických produktov**);
3. štúdium spektrálne a časovo rozlíšenej fluorescencie endogénnych a artificálnych fluorofórov a štúdium mechanizmov vzniku a farmakologického ovplyvnenia experimentálnej hypertrofie ľavej komory srdca (v súlade s odvetvím **M75 Veterinárne činnosti a Q86 Zdravotníctvo**);
4. štúdium protinádorového pôsobenia prírodných fotosenzibilizátorov na molekulovej a bunkovej úrovni a klinická aplikácia fotodynamickej terapie a diagnostiky nádorov (v súlade so špecializáciou **Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie** s odvetvím **Q86 Zdravotníctvo**),
5. štúdium biofotonických vlastností rias a vyšších rastlín a ich využitie pre monitorovanie znečistenia vôd a životného prostredia (v súlade so špecializáciou **Zdravé potraviny a životné prostredie**, predovšetkým s odvetvím **A10 Pestovanie plodín**).

V rámci ďalšieho rozvoja MLC oddelenie Biofotoniky predpokladá nielen budovanie infraštruktúry prostredníctvom nákupu zariadení, ale aj rozvoj nových smerov v biozobrazovaní najmä kombináciou viacerých unikátnych experimentálnych metodík (tzv. multi-modálne zobrazovanie), čo umožní dosiahnuť vedeckú úroveň porovnateľnú so svetovými štandardmi a tým umožní zvyšovanie úrovne digitalizácie na Slovensku.

Tieto experimentálne zariadenia budú priamo využité prostredníctvom služieb dostupných užívateľom v rámci ESFRI infraštruktúry EurobioImaging, konkrétne slovenského nódu Slovak Bioimaging Network, ako aj v rámci spolupráce na projektoch veľkých európskych infraštruktúr, ako je projekt Laserlab Europe.

Príloha 1. SWOT analýza výskumného a inovačného potenciálu MLC

Silné stránky	Slabé stránky
• Moderná technológia, špičkové experimentálne vybavenie, • Vysokokvalifikovaná pracovná sila, • Dobré výsledky v prioritných vedných a technologických disciplínach (materiály a nanotechnológie, biomedicína a bio-technológie, informačné technológie), • Nadpriemerná výkonnosť v oblasti získavania projektov (vrátane medzinárodných), • Výrazná medzinárodná spolupráca a uznanie, • Interdisciplinárna orientácia a otvorenosť pre spoluprácu s odborníkmi z iných inštitúcií a vedeckých smerov, • Expertíza zamestnancov v oblasti mikro/nanotechnológií, diagnostiky a analýzy polovodičových štruktúr, laserových technológií, optoelektroniky a biofotoniky.	• Limitovaný počet pracovníkov/ odborníkov v pomere k technológiám a rozsahu aktivít, • Limitované finančné zdroje a obmedzené možnosti viaczdrojového financovania pri existujúcej právnej forme priamoriadenej rozpočtovej organizácie, • Izolovanosť, rozdrobenosť tém výskumu vyplývajúca z veľkého množstva priorít, projektov a spoluprác, • Administratívne nároky a bariéry súvisiace s procesmi verejného obstarávania a implementáciou projektov financovaných zo štrukturálnych fondov EÚ v praxi.
Príležitosti	Ohrozenia
• Podpora výskumných smerov MLC zaradená medzi deklarované štátne priority SR prostredníctvom stratégie RIS3, • Podpora fotoniky zo strany EU (fotonika patrí medzi 5 kľúčových, tzv. KET technológií), • Zapojenie sa do vznikajúcich excelentných centier a sietí v rámci Európskeho výskumného priestoru prostredníctvom využívania komunitárnych programov, najmä H 2020 a systému programov a projektov ESFRI, • Využitie Európskych technologických platforiem a zapojenie sa do národných technologických platforiem, • Potenciálne možnosti prílevu priamych investícií do výskumu a inovácií z oblasti priemyslu, • Premena MLC v rámci návrhu Zákona o VVI na vedecké excelentné pracovisko s významným inovačným potenciálom a medzinárodným dosahom.	• Odchod vysokokvalifikovaných výskumných pracovníkov do zahraničia, • Nedostatočný záujem mladej generácie o kariéru v oblasti vedy a výskumu, • Podfinancovanie zo strany štátneho rozpočtu, obmedzenie prístupu k domácim finančným zdrojom podporujúcim výskum a inovácie (časté administratívne limitácie zo strany agentúr), • Obmedzenie systému finančnej podpory Výskumu a inovácií v Bratislavskom kraji, • Malý podiel financovania zo strany podnikateľských subjektov z dôvodu nízkej motivácie podnikovej sféry pre priame investície do vedy a výskumu.

Spracovali:

F. Uherek, D. Chorvát, A. Marček Chorvátová a M. Držík.

V Bratislave 15. 5. 2018

prof. Ing. František Uherek, PhD.
riaditeľ