



Katedra: KRIS

Výskumný tím:

1. Pokročilá a mobilná robotika

Výskumná oblasť:

- riadenie mobilných robotov (kolesové, lietajúce)
- navigácia a lokalizácia, lokalizácia RFID
- skenovanie prostredia
- počítačové a strojové videnie
- bezpečnosť robotov

Stručná charakteristika výskumu:

Tím sa zameriava na výskum aktuálnych výziev v oblasti robotiky, najmä na spresňovanie lokalizácie, optimalizáciu navigácie a riadenia robotov a ich aktuátorov, spracovanie, filtrácia a fúzia údajov získaných zo snímačov v robotike a hodnotenie a zvyšovanie bezpečnosti robotických systémov pomocou detekcie a predikcie kolízií s prostredím a pohyblivými prekážkami.

Vedúci výskumného tímu:

doc. Ing. Dušan Nemeč, PhD.

Členovia výskumného tímu:

doc. Ing. Dušan Nemeč, PhD., doc. Ing. Vojtech Šimák, PhD., doc. Ing. Marián Hruboš, PhD., Ing. Emília Bubeníková, PhD., prof. Ing. Aleš Janota, PhD., doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD., doc. Dr. Ing. Peter Vestenický

Technologické vybavenie:

Silovo poddajný robot YuMi (ABB), ABB Robot studio, 10 ks mobilný robot e-Puck, 10ks mobilný kolesový robot vlastnej výroby, 1 ks testovacia robotická platforma Argos vlastnej výroby, prototyp VTOL bezpilotného lietadla, 1 ks aerodynamická platforma merania síl a momentov, 1 ks dron, 1 ks komunikačný systém pre UAV, osciloskop Tektronix MSO4104 s analýzou sériových zberníc

Stupeň TRL*:

do TRL5

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- Bujňák M., Pirník R., Rástočný K., Janota A., Nemeč D., Kuchár P., Tichý T., Ľukasik Z.: Spherical robots for special purposes: a review on current possibilities. *Sensors*, Vol. 22, No. 4 (2022), pp. 1-36, ISSN 1424-8220 ... *prezentácia návrh konceptu guľového robota pre nasadenie pri mimoriadnych udalostiach; guľový tvar plášťa robota umožňuje zvýšenie mechanickej, tepelnej a chemickej odolnosti robota (TRL4).*
- Bubeníková E., Pirník R., Hruboš M., Nemeč D.: Robotic system for mapping of the environment for Industry 4.0 applications. In: *Recent advances in soft computing and cybernetics*, 1st ed., Cham: Springer Nature, 2021, pp. 261-277, ISBN 978-3-030-61658-8 ... *príspevok opisuje návrh a konštrukciu malého kolesového mobilného robota pre mapovanie priestoru pomocou kombinácie viacerých snímačov (TRL4)*
- Michalík R., Janota A., Gregor M., Hruboš M.: Human-robot motion control application with artificial intelligence for a cooperating YuMi robot. *Electronics*, Vol. 10, No. 16, 2021, pp. 1-13, ISSN 2079-9292 ... *príspevok opisuje systém riadenia pohybu robotického ramena na základe detekcie gest rúk operátora s využitím nástrojov AI. Poloha rúk a prstov rúk sú snímané pomocou RGBD snímača. (TRL 4)*
- Nemeč, D.; Andel, J.; Simak, V.; Hrbcek, J. Homogeneous Sensor Fusion Optimization for Low-Cost Inertial Sensors. *Sensors* 2023, 23, 6431. doi: 10.3390/s23146431 ... *Príspevok sa zameriava na optimalizáciu senzorovej fúzie v poli inerciálnych snímačov rovnakého typu. Navrhnutý systém umožňuje detekciu chybných snímačov, zvýšenie presnosti odhadu uhlovej rýchlosti a zrýchlenia, a súčasne kalibráciu snímačov v reálnom čase (TRL5)*
- Nemeč D., Hruboš, M., Janota A., Pirník R., Gregor M.: Estimation of the Speed From the Odometer Readings Using Optimized Curve-Fitting Filter. *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 14, pp. 15687-15695, 15 July 2021, doi: 10.1109/JSEN.2020.3023503 ... *príspevok sa zameriava na zvyšovanie presnosti a potlačenie šumu pri odhade uhlovej rýchlosti z údajov odometra. Analyzuje závislosť intenzity šumu od parametrov filtra, navrhuje postup výberu optimálnych parametrov v závislosti od parametrov robotického systému. (TRL3)*



Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- **SK-IL-RD-23-0002 Pokročilé snímače a metódy pre lokalizáciu autonómnych vozidiel a robotov (od 2024, KRIS + Izrael, zodp. riešiteľ doc. Nemeč)** ... hlavným cieľom projektu je návrh učiaceho sa lokalizačného systému (hardvér aj softvér) pre mobilné kolesové roboty, ktorý bude schopný využívať rôzne typy snímačov (GNSS, snímače vzdialenosti, snímače tlaku v pneumatikách, atď.). Dôraz bude kladený na použitie inerciálnych snímačov, ktoré budú umiestnené na každom kolese ako aj na kostre vozidla (robotu). Okrem vedeckých cieľov je naším cieľom vytvoriť a posilniť vedeckú spoluprácu medzi príbuznými výskumnými inštitútmi na Slovensku a v Izraeli, čo umožní prenos know-how a výmenu skúseností v oblasti lokalizácie, navigácie a autonómnej robotiky.
- **VEGA 1/0241/2022: Mobilné robotické systémy ako podpora počas krízových situácií (2022-2024, KRIS, zodp. riešiteľ: doc. Pirník)** ... výskum metód a prístupov v oblasti mobilných robotických systémov pre potreby záchranných zložiek zasahujúcich pri krízových situáciách, napr. pri požiaroch, biologickom ohrození a pod. Cieľom projektu je na teoretickej úrovni spracovať a laboratórne overiť metódy získavania údajov, ich spracovania a následného rozhodovania (riadenia) mobilného robota na základe získaných informácií počas krízovej situácie. V prvej fáze projektu sa definujú kritické časti robotického systému a navrhujú princípy ich fungovania s prihliadnutím na náročné prevádzkové podmienky počas krízovej situácie. Druhou fázou je implementácia navrhovaných metód a overenie ich funkčnosti za pomoci členov tímu z fakulty FBI UNIZA, ktorý majú priamy dosah na tvorbu zásahových plánov záchranných zložiek SR. Navrhnuté metódy bude možné aplikovať pri vývoji a konštrukcii robotických systémov pre podporu záchranných zložiek zasahujúcich počas obzvlášť nebezpečných krízových situácií.
- **VEGA 1/0626/19 Výskum lokalizácie mobilných objektov v prostredí IoT (2019-2021, KMIKT+KRIS, za KRIS – doc. Vestenický)** ... cieľom projektu je navrhnúť riešenie lokalizačného systému pre internet vecí (IoT), ktorý bude integrovať dostupné dáta na lokalizáciu mobilných zariadení a používateľov. Medzi potenciálne zdroje týchto dát patria bezdrôtové komunikačné systémy a senzory integrované v zariadeniach pripojených do IoT. Projekt bude zameraný na výskum lokalizačných algoritmov založených na metóde fingerprinting, ale aj ad-hoc sieťach s využitím dát z dostupných senzorov. Navrhnutý lokalizačný systém umožní optimálne využitie dát pre lokalizáciu pri splnení požiadaviek na kvalitu služby.
- **17258 Riadenie silovo-poddajného robota na základe vizuálnych vstupov od operátora (2022-2023, UNIZA, zodp. riešiteľ: Ing. Malobický)** ... projekt sa zaoberá rozšírením existujúceho robotického pracoviska, na ktorom bude možné navrhnúť a implementovať metódu na ovládanie kolobratívneho robota pomocou gest a vytvorenie robotického asistenta na podávanie náradia
- **APVV-16-0006: Automatizovaná robotická montážna bunka ako prostriedok konceptu Industry 4.0 (2017-2020, ÚRaK FEI STU+KRIS FEIT UNIZA, za KRIS: prof. Janota)** ... globálnym cieľom projektu bolo vytvorenie nového moderného konceptu automatizovanej robotической montážnej bunky pozostávajúcej z mobilného manipulátora, pričom manipulačná časť úlohy bola plnená poddajným manipulátorom. Tento cieľ bol rozdelený na čiastkové úlohy - návrh mobilnej platformy schopnej autonómneho pohybu v neznámom prostredí, koncept poddajného manipulátora rozšíreného o sensorické systémy umožňujúce kvalitnejšie modelovanie prostredia a interakciu s človekom a vzájomnú kooperáciu týchto dvoch modulov tak, aby bola zabezpečená stabilná manipulácia s objektami aj počas pohybu robota. Vhodný návrh hardvéru a vývoj softvéru viedol na zostavenie tohto unikátneho konceptu kombinujúceho aktuálne trendy v R&D v robotike.

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- Národné robotické centrum FEI STU: príprava vzdelávacích kurzov zameraných na robotiku v rámci projektu Inžinier 4.0
- CEIT Žilina: návrh algoritmov a optimalizácia riadenia kolesových robotov AGV
- Komplex, s.r.o., Rosina: vývoj lokalizačných metód pre podzemné inžinierske siete
- MTS Krivá – dlhoročný partner pre vzdelávanie študentov v oblasti strojového videnia
- SICK Bratislava- dlhoročný partner pre vzdelávanie študentov v oblasti strojového videnia

Akademické partnerstvá:



- Izrael, University of Haifa: výskum možností lokalizácie mobilných kolesových robotov pomocou inerciálnych snímačov umiestnených na kolesách vozidla v rámci bilaterálneho výskumného projektu APPV SK-IL-RD-23-0002
- ÚRaK FEIT STU: v nedávnej minulosti spoločný APVV projekt (pozri vyššie); v súčasnosti „Robotika a pokročilá robotika – vzdelávací kurz Ing4.0 pre zamestnancov“ - pilotný projekt realizovaný 05-06/2024, reálne spustenie projektu pre SME od 01/2025 (KRIS + STU + TUKE)



Výskumný tím:
2. Inteligentná doprava
Výskumná oblasť:
<ul style="list-style-type: none">• Inteligentné dopravné systémy• Technické vybavenie cestných tunelov• Riadenie cestnej dopravy• Aplikácie umelej inteligencie v doprave• Kybernetická bezpečnosť v doprave
Stručná charakteristika výskumu:
Výskum je zameraný na oblasti: <ul style="list-style-type: none">• výskum metód a prístupov v oblasti mobilných robotických systémov pre potreby záchranných zložiek zasahujúcich pri krízových situáciách, napr. pri požiaroch, biologickom ohrození a pod.• návrh a tvorba systému (s podporou prvkov strojového učenia a umelej inteligencie) na neinvazívnu detekciu pasažierov motorových vozidiel pri zohľadnení rôznych problematických aspektov ich súčasných aj budúcich konštrukčných riešení (tónované sklo, a pod.) ako aj vplyvov okolitej dopravnej infraštruktúry, resp. dopravnej stavby (veľké haly - solárne sklá, a pod.)• výskum a vývoj platformy, ktorá môže nepretržite zbierať údaje o subjektoch v reálnom čase a dopĺňať tak stresový profil dispečera dopravy. Údaje zhromaždené týmito zariadeniami sa budú analyzovať pomocou algoritmov strojového učenia• výskum nástrojov na detekciu bezpečnostných incidentov a postupy na zabezpečenie definovanej úrovne kybernetickej bezpečnosti v kritickej dopravnej infraštruktúre so zameraním na moderné SCADA systémy tunelových technológií.
Vedúci výskumného tímu:
doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD.
Členovia výskumného tímu:
doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD., prof. Ing. Aleš Janota, PhD., prof. Ing. Karol Rástočný, PhD., Ing. Kuchár Pavol, PhD., Ing. Alžbeta Kanáliková, PhD., Ing. Júlia Kafková (doktorandka), Ing. Patrik Krajčovič (doktorand)
Technologické vybavenie:
Výskum a vývoj prebieha zväčša v lab. AB 318, AB 319 a na doktorandskom pracovisku AB 209 a AB 210. IBM Rhapsody (nástroj na dopredné a spätné inžinierstvo využívajúci UML a SysML), nástroje UI (tvorba expertných systémov/Winexsys, logické programovanie /SWI Prolog, strojové učenie/AI Studio a Python, multiagentové systémy a jednobunkové automaty/Netlogo, bayesovské siete/Hugin Developer); tunelový trenážer od Eltodo Praha, a.s. na simulovanie porúch na technickom vybavení cestných tunelov
Stupeň TRL*:
do TRL5
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
<ul style="list-style-type: none">• Tichý T., Brož J., Stefan J., Pirník R.: Failure analysis and data-driven maintenance of road tunnel equipment. Results in Engineering, 18, 2023, doi: 0110.1016/j.rineng.2023.101034 (TRL2) ... prezentujeme výsledok analýzy diagnostických údajov z riadiacich systémov v českých tuneloch s hlavným cieľom nájsť súvislosti, ktoré by bolo možné ďalej aplikovať ako špecifický prístup pre diagnostický postup a prípadne pre budúcu predikčnú údržbu zariadení tunela. Výsledkom bola sekvenčná analýza stavov a udalostí zistených na konkrétnom zariadení. V článku sú prezentované vzťahy medzi nameranými technickými parametrami a poruchami spolu s návrhom riešenia, ktoré by bolo možné aplikovať na predikciu porúch a zlepšenie prevádzky cestných tunelov a ich technologických systémov aplikáciou prediktívnej údržby zariadení tunela. Prezentované výstupy ukazujú, že príčinou porúch VMS môže byť dosiahnutie kritickej teploty zariadenia alebo podpätia, ktoré sú merateľné, zistiteľné ešte pred samotnou poruchou, ktorú možno takto potenciálne predvídať.• Kafková J., Babušiak B., Pirník R., Kuchár P., Kekelák J., D'Ippolito F.: Seat to beat: Novel capacitive ECG integration for in-car cardiovascular measurement. Measurement, Vol. 240, 2025, 115528, ISSN 0263-2241, doi: 10.1016/j.measurement.2024.115528 (TRL4) ... demonštrujeme výrobu a vývoj nového systému navrhnutého na integráciu do sedadiel v



osobných automobiloch, ktorý uľahčuje nepretržité monitorovanie srdcovej aktivity cestujúcich. Systém obsahuje prototyp kapacitnej elektródy, na zákazku navrhnutý obvod na spracovanie analógového signálu a výpočtovú jednotku. Srdcové frekvencie vypočítané z našich meraní boli porovnateľné s klinickým EKG. Experimentálna zostava bola testovaná na ľudských subjektoch, keď sedeli v pokojnom stave v osobných autách a tiež v laboratórnych podmienkach. Naše experimentálne výsledky potvrdzujú uskutočniteľnosť systému a jeho schopnosť zaznamenávať vysokokvalitné signály zo slabých biopotenciálov, čím zdôrazňujú jeho potenciál pre aplikácie v reálnom svete.

- **Kuchár P., Pirník R., Kafková J., Tichý T., Ďurišová J., Skuba M.: SCAN: Surveillance camera array network for enhanced passenger detection. IEEE Access, Vol. 12, pp. 115237-115255, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3443638 (TRL4)...** predstavujeme náš kamerový systém určený na počítanie cestujúcich, ktorý využíva päť IP kamier vybavených radom optických filtrov, využíva techniky registrácie obrazu a integruje model detekcie objektov YOLOv8. Sieť Surveillance Camera Array Network (SCAN) funguje v oblasti blízkej IR oblasti elektromagnetického spektra v spojení s viditeľnou časťou. Štyri IP kamery VIVOTEK sú vybavené blízkymi infračervenými, neutrálnymi, polarizačnými a ultrafialovými optickými filtermi, zatiaľ čo posledná kamera si zachováva svoju sériovú šošovku. Systém SCAN je nákladovo efektívny a zvláda detekciu cestujúcich v autách vybavených tónovaním okien (výsledky testovania: 66 % true positivity, 8 % false positivity, 26 % false negativity v rámci najlepšieho súboru údajov)
- **Janota A., Pirník R., Ždánsky J., Nagy P.: Human factor analysis of the railway traffic operators. Machines, Vol. 10, No. 9, 2022, pp. 1-25, ISSN 2075-1702 (TRL5) ...** prezentujeme výsledky analýzy ľudských chýb v oblasti železníc, konkrétne správania sa prevádzkovateľov staničných zabezpečovacích systémov zodpovedných za riadenie železničnej dopravy. Používame techniku na predikciu miery ľudských chýb ako analýzu ľudskej spoľahlivosti 1. generácie, ktorá sa zaoberá analýzami úloh, identifikáciou a reprezentáciou chýb a kvantifikáciou pravdepodobnosti ľudských chýb. Príspevok prispieva k porovnaniu troch technologicky odlišných systémov riadenia železničnej dopravy s rôznym stupňom automatizácie – od ručne ovládaných (elektromechanických), cez poloautomatizované (reléové) až po takmer plne automatizované (počítačové) stanice. - signalizačné systémy. Sledujeme frekvenciu jednotlivých operácií vykonávaných v časových intervaloch a pre každú operáciu vypočítavame pravdepodobnosť ľudskej chyby a hodnoty pravdepodobnosti ľudského úspechu. Môžeme tak analyzovať ľudskú spoľahlivosť a porovnať pracovné zaťaženie operátorov pracujúcich s riadiacimi systémami rôznych stupňov automatizácie
- **Janota A., Kalus F., Pirník R., Kafková J., Kuchár P., Skuba M., Holečko P.: Reinforcement learning approach to adaptive traffic signal control using SUMO-RL. In: 2024 25th International Carpathian Control Conference Proceedings, 1. vyd., Danvers: Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp. 1-6., 2024, ISBN 979-8-3503-5070-8 (TRL3) ...** prezentujeme učenie s odmenou ako sľubný prístup k optimalizácii riadenia cestnej dopravy a zlepšeniu celkovej efektívnosti dopravy vďaka svojej schopnosti autonómne pochopiť zložitosť zložitých problémov bez ľudského zapojenia. Navrhujeme upravenú verziu balíka SUMO-RL a demonštrujeme jeho výhody v kontexte nášho prebiehajúceho výskumu v oblasti riadenia dopravy v meste Žilina. Navrhované úpravy zahŕňajú podporu pre vlastné funkcie odmeňovania pre rôznych agentov a vlastné pozorovacie funkcie, čo predstavuje kľúčový konštrukčný prvok pri riešení riadenia dopravných signálov ako problému učenia sa posilňovania viacerých agentov. Uvádzame predbežné výsledky, ktoré demonštrujú potenciál použitých algoritmov pri riešení výziev v oblasti riadenia dopravy.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- **TAČR CK04000082 Moderní metody zajištění kybernetické bezpečnosti v tunelových systémech jako součásti kritické dopravní infrastruktury (2023-2026, KRIS + FD ČVUT, za UNIZA: doc. Pirník) ...** hlavným cieľom projektu je vytvoriť nástroje na detekciu bezpečnostných incidentov a postupy na zabezpečenie definovanej úrovne kybernetickej bezpečnosti v kritickej dopravnej infraštruktúre so zameraním na moderné SCADA systémy tunelových technológií. Osobitná pozornosť bude venovaná vývoju algoritmov na detekciu kybernetických incidentov na základe zraniteľností v tunelových technológiách ako vybraných častiach kritickej dopravnej



infraštruktúry, pričom sa osobitne zohľadnia trajektórie potenciálnych útokov a nástroj na podporu riadenia núdzových situácií, vrátane podpory rozhodovania. Získané poznatky sa odrazia v vyvinutých výstupoch, ktoré budú zahŕňať bezpečnostné postupy navrhnuté pre kritickú infraštruktúru, tunelové systémy a systémy ITS na zabezpečenie kontinuity podnikania.

- **VEGA 1/0241/22 Mobilné robotické systémy ako podpora počas krízových situácií. (2022 – 2024, KRIS, zodp. riešiteľ: doc. Pirník) ...** Vedecký projekt je zameraný na výskum metód a prístupov v oblasti mobilných robotických systémov pre potreby záchranných zložiek zasahujúcich pri krízových situáciách, napr. pri požiaroch, biologickom ohrození a pod. Cieľom projektu je na teoretickej úrovni spracovať a laboratórne overiť metódy získavania údajov, ich spracovania a následného rozhodovania (riadenia) mobilného robota na základe získaných informácií počas krízovej situácie. Prvou fázou projektu bude definovať kritické časti robotického systému a navrhnúť princípy ich fungovania s prihliadnutím na náročné prevádzkové podmienky počas krízovej situácie. Druhou fázou bude implementácia navrhovaných metód a overenie ich funkčnosti za pomoci členov tímu z fakulty FBI UNIZA, ktorý majú priamy dosah na tvorbu zásahových plánov záchranných zložiek SR. Navrhnuté metódy bude možné aplikovať pri vývoji a konštrukcii robotických systémov pre podporu záchranných zložiek zasahujúcich počas obzvlášť nebezpečných krízových situácií.
- **APVV-17-0014: Smart tunel: telematická podpora pri mimoriadnych udalostiach v dopravnom tuneli (2018-2021, KRIS+FBI, zodp. riešiteľ: doc. Pirník) ...** výsledky projektu sa uplatnili nielen vo vedeckej oblasti, kde vzniklo množstvo kvalitných publikácií – 7 CC publikácií (5xQ2, 1xQ3 a 1xQ4), získal 4 SCI a ďalšie 4 citácie, autori publikovali sumárne 32 publikácií vo vedeckých a odborných časopisoch a konferenciách. Boli podané 2 prihlášky na patentovú ochranu formou patentu a 3 formou úžitkového vzoru, pričom 2 z nich sú platné. Vytvoril sa prototyp inšpekčného robota umožňujúci prieskum, získanie, spracovanie a prenos informácií o prostredí smerom k jednotnej dorozumievacej platforme pre zasahujúce zložky IZS (TRL 4: Laboratórne testovanie – technológia validovaná v laboratóriu). Bolo vytvorených 5 ďalších výstupov (konceptie, metodiky, štúdie, atď.), bolo predložených a podaných 6 národných projektov a jeden projekt V4.
- **PČ FEIT 2024 - Návrh doplnkového informačného systému svetelnej signalizácie na trase z obce Muráň na lokalitu Veľká Lúka pre spustenie obojsmernej premávky cyklistov (2023-2024, KRIS+Betamont, zodp. riešiteľ: doc. Pirník) ...** návrh a v spolupráci s firmou Betamont aj implementácia systému zvyšujúceho bezpečnosť na predmetnej komunikácii v národnom parku Muráňska planina.
- **17300 Bezpečná identifikácia počtu pasažierov v dopravných prostriedkoch (2022-2023, KRIS, zodp. riešiteľ: Ing. Kuchár, PhD.) ...** pozri opis publikácií

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- Betamont, s.r.o. Zvolen: dlhoročný partner pri riešení projektov štrukturálnych fondov, APVV a zmluvného výskumu
- Continental Tires Slovakia s.r.o, Púchov: dlhoročný partner pri definovaní výskumných projektov pre študentov a pri aktualizácii vybavení laboratórií, realizácia programu Ready for Conti (6 rokov)
- Tritium systems, s.r.o. Praha: dlhoročný partner pri riešení zahraničných projektov
- Corpus Solutions a.s. partner pri riešení zahraničných projektov

Akademické partnerstvá:

- ČVUT FD, Ústav dopravní telematiky - doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA (zástupca vedúcej ústavu), Ing. Zuzana BĚLINOVÁ, Ph.D. (vedúca ústavu) a Ing. Jiří Brož, MSc a Ing. Bc. Vladimír Faltus, Ph.D. ČVUT FD, Ústav aplikované matematiky - prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D. (vedúci ústavu) ... *riešenie spoločných projektov*
- Budapest University of Technology and Economics, Dept. of Control for Transportation and Vehicle – doc. Tamás Tettamanti, PhD. (vedúci laboratória Road Traffic Control) ... *práca na spoločných publikáciách*
- The General Tadeusz Kościuszko Military Academy of Land Forces in Wrocław: Wrocław, Poland, PL Faculty of Security Science - dr. hab. Jacek DWORZECKI ... *práca na spoločných publikáciách*



Výskumný tím:
3. Riadiace systémy a ich bezpečnosť
Výskumná oblasť:
<ul style="list-style-type: none">• bezpečné riadenie procesov• analýza bezpečnosti systémov (priemysel, doprava, inteligentné systémy a zariadenia)• kybernetická bezpečnosť priemyselných riadiacich systémov• využitie CPS systémov a digitálnych dvojčiat v riadiacich systémoch• informačné systémy pre Priemysel 4.0
Stručná charakteristika výskumu:
Výskum je zameraný na oblasti: <ul style="list-style-type: none">• čiastkové riešenia komplexných úloh v riadení priemyselných a dopravných procesov, najmä riešenie problémov funkčnej a technickej bezpečnosti riadiacich systémov (systémy s definovanou úrovňou SIL (Safety Integrity Level))• analýza rizík a zraniteľností, návrh a implementáciu bezpečnostných opatrení, ako aj na využitie moderných technológií, ako sú CPS systémy, digitálne dvojčatá, simulácie a systémová integrácia• návrh informačných systémov pre podporu konceptu Priemysel 4.0 s cieľom zvýšiť odolnosť týchto systémov voči poruchám a aj kybernetickým útokom a iným hrozbám a zabezpečiť ich bezproblémovú integráciu do priemyselného prostredia resp. dopravných systémov.• kybernetická bezpečnosť, spoľahlivosť a dostupnosť inteligentných IoT/IIoT systémov (CPS), senzorov a virtuálnych senzorov pomocou protokolov a technológií LoRaWAN, MQTT, OPC UA, Edge, SaaS, WSN sietí (testovanie zväčša pomocou SW NodeRED)
Vedúci výskumného tímu:
doc. Ing. Juraj Ždánsky, PhD.
Členovia výskumného tímu:
doc. Ing. Juraj Ždánsky, PhD., prof. Ing. Karol Rástočný, PhD., doc. Ing. Jozef Hrbček, PhD., doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD., Ing. Kuchár Pavol, PhD., Ing. Alžbeta Kanáliková, PhD., doc. Ing. Peter Peniak, PhD., Ing. Emília Bubeníková, PhD., Ing. Ľubomír Hrmo (doktorand), Ing. Jozef Brtiš (doktorand), Ing. Dávid Macko (doktorand)
Technologické vybavenie:
AB204 pracovisko: 6x safety PLC S7-1500F (CPU1516F-3PN/DP, fail-safe I/O moduly z rady ET200SP), vrátane fyzického prípravku na simuláciu bezpečnostných funkcií; 6x vizualizačný panel TP700 Comfort, servomenič SINAMICS S210 (riadiaca jednotka+servomotor (400W)), TIA portal v17 – nástroj na konfiguráciu a programovanie PLC, safety PLC a vizualizácie; AB317 pracovisko: dopravníkový pás integrujúceho nové technológie konceptu Industry 4.0 (PLC B&R, priemyselné senzory SICK RFU610 (RFID snímač), SICK Lector62x (čítačka 1D+2D kódov), SICK CSM (snímač farieb), SICK IME12 (indukčný snímač), SICK IR snímač, priemyselná kamera SICK I40 AB206 pracovisko: 5x programovateľný logický automat Panel PC 3100 so vstupno-výstupným systémom, CNC multifunkčný stroj, osciloskop Owon PDS7102T, servomotory a meniče, pracovisko testovania sily; SW nástroje: Automation Studio 6, Scene Viewer, Matlab a Simulink, Wolfram-Mathematica AB318 pracovisko: Hardwarové vybavenie pre informačné systémy Priemyslu 4, Edge zariadenia, CPS systémy, senzory s LoRaWAN/BLE+ komunikačnými protokolmi. SW nástroje: Node-Red, OPC UA a LoRaWAN server
Stupeň TRL*:
TRL4
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
<ul style="list-style-type: none">• Peniak P., Bubeníková E., Kanáliková A.: Validation of high-availability model for edge devices and IIoT. <i>Sensors</i>, Vol. 23, No. 10, art. no. 4871, 2023, pp. 1-22, ISSN 1424-3210, doi: 10.3390/s23104871 (TRL3) ... vytvorenie vhodného modelu zariadenia Edge, ktorý pracuje s redundanciou, a to buď pomocou zrkadlenia alebo duplexovania cez sekundárne zariadenie Edge. To umožňuje vysokú dostupnosť zariadenia Edge a rýchlu obnovu systému v prípade zlyhania primárneho zariadenia Edge. Vytvorený model vysokej dostupnosti je založený na zrkadlení a duplexovaní zariadení Edge, ktoré podporujú dva protokoly: OPC UA a MQTT. Modely



boli implementované v softvéri Node-Red, testované a následne validované a porovnávané, aby sa potvrdila požadovaná doba obnovy a 100% redundancia zariadenia Edge

- **Hrbček, J., Ždánsky, J., Nemeč, D., Hruboš, M.: The Online Identification of the Behaviour of Pollutants inside the Tunnel Tube. Appl. Sci. 2023, 13, 11251, ISSN 2076-3417 (TRL3)...** táto práca rieši problematiku modelovania jednotlivých častí tunelovej rúry pre optimálne riadenie vetrania tunela. Vytvorený model riadeného systému sa používa na predikciu procesných premenných a na výpočet optimálnej regulačnej činnosti. Použitím metód rekurzívnej identifikácie v spojení s prediktívnym regulátorom možno navrhovaný koncept aplikovať na mnohé podobné aplikácie.
- **Rástočný K., Ždánsky J., Hrbček J., Medvedík M.: Calculation of the dangerous failure rate of the safety function. Applied sciences, Vol. 12, No. 5, 2022, pp. 1-15, ISSN 2076-3417 (TRL4)...** v príspevku je odvodený vzťah na výpočet intenzity nebezpečnej poruchy bezpečnostnej funkcie (SF) pre mód nepretržitej prevádzky, ak SF je realizovaná E-SRCS, ktorý disponuje on-line mechanizmom detekcie a negácie poruchových stavov a ak v dôsledku reakcie na výskyt náhodnej poruchy prechádza riadiaci systém do nepoužiteľného stavu.
- **Peniak P., Rástočný K., Kanáliková A., Bubeníková E.: Simulation of virtual redundant sensor models for safety-related applications. Sensors, Vol. 22, No. 3, 2022, pp. 1-19, ISSN 1424-8220 (TRL4) ...** vloženie virtuálnych senzorov medzi fyzické senzory a logiku riadiaceho systému – tak možnosť validovať hodnoty reálnych senzorov a s použitím viacerých virtuálnych senzorov možno navyše dosiahnuť vysokú dostupnosť, preto je naše riešenie označované ako virtuálny redundantný senzor. Funguje podľa koncepcie digitálneho dvojčaťa a využíva funkciu fúzie na výpočet overených výsledkov Funkcia fúzie slúži na transformáciu nameraných hodnôt z fyzikálnych snímačov podľa navrhnutých numerických modelov. Výber numerického modelu s priradenými funkciami fúzie je možné vykonať prostredníctvom webového grafického používateľského rozhrania. Návrh numerického modelu je vytvorený a overený na experimentálnom pracovisku s emuláciou fyzikálnych senzorov a integráciou MQTT (smart IoT senzory).
- **Peniak P., Holečko P., Bubeníková E.: Aplikácie informačných systémov pre Priemysel 4.0. 1. vyd., Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2023, 300 s., ISBN 978-80-554-1985-5 (TRL2)...** VŠ učebnica určená študentom, ktorí sa pripravujú na pôsobenie vo výrobných priemyselných podnikoch, či už na pozíciách so zameraním na riadiace systémy a procesné riadenie, alebo priamo v oblasti informačných technológií podnikov. Čitateľ získa všeobecné informácie o informačných systémoch aplikovaných vo výrobných podnikoch s procesným riadením, s prihliadnutím na podmienky Priemyslu 4.0. Jednotlivé kapitoly vysvetľujú témy ako podnikové informačné systémy, MES, Cloud,, BigData, horizontálnej a vertikálnej integrácie aplikácií a informačných systémov s procesným riadením prostredníctvom OPC UA a pod.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- **TAČR CK04000082: Moderní metody zajištění kybernetické bezpečnosti v tunelových systémech jako součástí kritické dopravní infrastruktury (2023-2026, KRIS, FD ČVUT, zodp. riešiteľ: doc. Pirník) ...** hlavným cieľom projektu je vytvoriť nástroje na detekciu bezpečnostných incidentov a postupy na zabezpečenie definovanej úrovne kybernetickej bezpečnosti v kritickej dopravnej infraštruktúre so zameraním na moderné SCADA systémy tunelových technológií. Osobitná pozornosť bude venovaná vývoju algoritmov na detekciu kybernetických incidentov na základe zraniteľností v tunelových technológiách ako vybraných častiach kritickej dopravnej infraštruktúry, pričom sa osobitne zohľadnia trajektórie potenciálnych útokov a nástroj na podporu riadenia núdzových situácií, vrátane podpory rozhodovania. Získané poznatky sa odrazia v vyvinutých výstupoch, ktoré budú zahŕňať bezpečnostné postupy navrhnuté pre kritickú infraštruktúru, tunelové systémy a systémy ITS na zabezpečenie kontinuity podnikania.
- **008ŽU-4/2019: Modernizácia a rozšírenie možností vzdelávania v oblasti bezpečného riadenia priemyselných procesov pomocou safety PLC (2019-2021, KRIS, zodp. riešiteľ: doc. Ždánsky) ...** cieľom projektu bolo rozšíriť stávajúce laboratórium tak, aby umožňovalo realizáciu zložitých distribuovaných riadiacich systémov so safety PLC a bezpečné riadenie pohonov. Tým sa umožnilo aj rozšírenie súvisiaceho predmetu „Riadiace systémy so safety PLC“ a následné riešenie bakalárskych, diplomových a dizertačných prác, ako aj realizácia



workshopov, vytvorenie výukových materiálov a vzorových príkladov. Vzhľadom na veľký záujem praxe o túto oblasť bolo cieľom projektu udržať a rozvinúť aj úspešne fungujúcu spoluprácu s praxou, predovšetkým v oblasti konzultácií ohľadom dosiahnutia požadovanej úrovne integrity bezpečnosti (SIL – Safety Integrity Level) realizovaných aplikácií.

- **016ŽU-4/2018: Modernizácia metód výučby riadenia priemyselných procesov na báze konceptu Industry 4.0 (2018-2021, KRIS, zodp. riešiteľka: dr. Bubeníková)** ... projekt bol primárne zameraný na modernizáciu výučby v oblasti automatizácie a riadenia procesov s využitím konceptu 4.0. V rámci projektu bolo vytvorené pracovisko schopné zároveň integrovať najnovšie technológie identifikácie objektov používané v priemyselnej praxi a technológie snímania objektov nielen pomocou klasických senzorových systémov ale aj s využitím obrazovej informácie. Na základe identifikácie objektov a odoslaním údajov do cloudového systému bolo možné následne na základe analýzy dát možné vyhodnotiť dáta z viacerých aspektov.
- **ITMS2014+313011B738: Výskum a vývoj bezdrôtového systému na predikciu potencionálnych úspor vykurovacích energií v rozľahlých budovách (2017-2023, KMaIKT+KRIS, za KRIS: doc. Vestenický)** ... projekt bol zameraný na výskum a vývoj bezdrôtového monitorovacieho systému WHEMS (Wireless Heating Efficiency Monitoring System), zložený z bezdrôtových agentov monitorujúcich fyzikálne veličiny (dodané teplo, teploty v interiéri a exteriéri, vlhkosť, vplyvy vonkajšieho prostredia, tepelné zisky z iných zdrojov a iné) na úrovni jednotlivých miestností a nadradenej IKT infraštruktúry schopnej archivovať a spracovávať získané dáta za účelom predikcie potencionálnych úspor vykurovacích energií v rozľahlých budovách, dosiahnuteľných nasadením optimálneho regulačného systému.
- **S-103-0001/24: Zmluva o vypracovaní stanoviska k posúdeniu bezpečnosti priecestného zabezpečovacieho zariadenia (zmluva medzi FEIT a Kumat s.r.o.; 2024, zodp. riešiteľ: doc. Ždánky)** ... predmetom projektu je výskum smerujúci k hodnoteniu daného vyvíjaného systému z pohľadu jeho možného nasadenia v sieti ŽSR

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- AŽD Praha, s.r.o.: hodnotenie bezpečnosti novo vyvíjaných riadiacich systémov pre oblasť železničnej dopravy (zmluvný výskum)
- Kumat, s.r.o.: v rámci spolupráce (zmluvný výskum) je vypracúvané stanovisko k posúdeniu bezpečnosti priecestného zabezpečovacieho zariadenia vyvíjaného firmou
- Siemens Mobility, s. r. o.: kompetenčné centrum na UNIZA, hodnotenie bezpečnosti novo vyvíjaných riadiacich systémov pre oblasť železničnej dopravy (zmluvný výskum)
- Siemens s.r.o., RC-SK DF S-AREA: spolupráca zameraná na budovanie laboratória riadiacich systémov Siemens (dlhoročná materiálna a finančná podpora) a poskytovania konzultácii firmám nasadzujúcim safety PLC na realizáciu bezpečnostných funkcií.
- Betamont, s.r.o.: hodnotenie bezpečnosti zariadení zabezpečovacích vyvíjaných firmou (zmluvný výskum), riešenie spoločných projektov v rámci grantových schém (v minulosti najmä štrukturálne fondy, APVV)
- Continental Tires Slovakia s.r.o, Púchov: dlhoročný partner pri definovaní výskumných projektov pre študentov a pri aktualizácii vybavení laboratórií, realizácia programu Ready for Conti (6 rokov)
- Scheidt-und-Bachmann, s.r.o.: hodnotenie bezpečnosti zabezpečovacích zariadení vyvíjaných a nasadzovaných firmou (zmluvný výskum)
- B+R automatizace, s.r.o., zástupca rakúskej firmy B&R na Slovensku: dlhoročný partner pri riešení projektov a pri vybavení laboratória priemyselnými riadiacimi systémami (PLC) a komponentami pre priemyselnú automatizáciu

Akademické partnerstvá:

- ČVUT FD, Ústav dopravní telematiky - doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA (zástupca vedúcej ústavu), Ing. Zuzana BĚLINOVÁ, Ph.D. (vedúca ústavu) a Ing. Jiří Brož, MSc a Ing. Bc. Vladimír Faltus, Ph.D. ČVUT FD, Ústav aplikované matematiky - prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D. (vedúci ústavu) ... riešenie spoločných projektov



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií



Katedra: fyziky
Výskumný tím: Nanotechnologies
Výskumná oblasť: Grayscale laser litografia, 3D laserová litografia, interferenčná laserová litografia, fotonické prvky na čipe, fotonické prvky na optickom vlákne, polymérne fotonické štruktúry a prvky, plazmonické štruktúry
Stručná charakteristika výskumu: Výskum tímu sa zameriava na vývoj, prípravu a charakterizáciu rôznych typov štruktúr a optických prvkov na vytvorených nanotechnológiách. Opiera sa o základné laserové litografie ako bezmaskové technológie, ktoré sú schopné vytvárať prvky a štruktúry v submikrometrových rozmeroch. Súčasťou sú analytické nástroje ako konfokálny laserový mikroskop, skenovací elektrónový mikroskop, atómový silový mikroskop a ďalšie optické analýzy. Pomocou týchto techník a analýz je možné vytvárať optické prvky na čipe ale aj na optickom vlákne. V poslednej dobe sa sústreďujú na prípravu nových sond pre mikroskopiu blízkeho poľa, sondy pre atómové silové mikroskopy ako aj mriežkové štruktúry pre fotonické prvky. Výsledkom sú aj nové typy senzorov. Cieľom sú funkčné prvky na čipe a na optickom vlákne, ktoré majú senzorické vlastnosti.
Vedúci výskumného tímu: Dušan Pudiš
Členovia výskumného tímu: Dušan Pudiš, Ľuboš Šušlik, Ivana Lettrichová, Daniel Jandura, Peter Gašo, Matej Goraus, Daniel Mrena, Jana Ďurišová, Tomáš Mizera, Marek Zdurienčík
Technologické vybavenie: AFM mikroskop, konfokálny laserový mikroskop, elektrónový mikroskop, mikroskopia blízkeho poľa, Laserová interferenčná litografia, grayscale laserová litografia, 3D laserová litografia, optické spektrálne analyzátory, optické detektory, zdroje optického žiarenia, mikroposuvné a nanoposuvné stolíky, digestory, osciloskopy.
Stupeň TRL*: TRL4, TRL5
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov: 1. Chylek, J., Maniakova, P., Hlubina, P., Sobota, J., Pudis, D., Highly Sensitive Plasmonic Structures Utilizing a Silicon Dioxide Overlayer, Nanomaterials, Volume 12, Art. No. 3090, 2022. – TRL4 2. Mizera, T., Gaso, P., Pudis, D., Ziman, M., Kuzma, A., Goraus, M., 3D Polymer-Based 1 × 4 MMI Splitter, Nanomaterials, Volume 12, Art. No. 1749, 2022. – TRL4 3. Micek, P., Belosludtsev, A., Gric, T., Pudis, D., Gaso, P., Goraus, M. Experimental investigation of a near-field focusing performance of the IP-Dip polymer based 2D and 3D Fresnel zone plate geometries fabricated using 3D laser lithography coated with hyperbolic dispersion surface layered metamaterial, in Nanophotonics, 12(17), pp. 3417-3425, (2023).- TRL4 4. Pruszyńska-Karbownik, E., Jandura, D., Dems, M., Zinkiewicz, L., Broda, A., Gebski, M., Muszalski, J., Pudis, D., Suffczynski, J., Czyszanowski, T.: Concept of inverted refractive-index-contrast grating mirror and exemplary fabrication by 3D laser micro-printing, in Nanophotonics, Vol. 12, pp. 3579-3588, 2023.- TRL4 5. Gašo, P., Jandura, D., Bulatov, S., Pudiš, D.: Cantilevers for Atomic Force Microscopy Prepared by 3D Laser Lithography, In Coatings, Vol. 14, pp. 841, 2024.- TRL4
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov: 1. APVV 16-0129 – „Fotonické nanoštruktúry pripravené 3D laserovou litografiou pre biosenzorické aplikácie“ 2. APVV 20-0264 - „Nanooptické sondy a senzory integrované na optickom vlákne“ 3. VEGA 1/0540/18 – „3D fotonické prvky na báze polymérov pre integrovanú optiku a optoelektroniku pripravené laserovou litografiou“ 4. VEGA 1/0363/22 „Nanooptické sondy a nanoštruktúry integrované na optické vlákno“
Priemyselné a firemné partnerstvá:



Spol. SEC Technologies – aktívna spolupráca pri vývoji a analýze optických mriežok, ktoré sa využívajú v konštrukcii preladiteľného CO2 lasera. Vývoj ďalších technológií zariadenia. Spoločné projekty ako aj vytvorenie spoločného pracoviska SEC Technologies: Talent Hub.

Akademické partnerstvá:

Aktuálne bez aktívnych akademických partnerstiev.



Katedra: fyziky
Výskumný tím: FotoniKom
Výskumná oblasť: optické vlákna, optické interferometre, optické vláknové snímače, polymérne fotonické štruktúry, hybridné optické prvky
Stručná charakteristika výskumu: Výskum tímu sa zameriava na vývoj, prípravu a charakterizáciu rôznych typov optických a optických vláknových snímačov, v ktorých sú kombinované rôzne materiály, ako sú sklá, polyméry a kovy. Vyvíjané snímače nachádzajú uplatnenie pri monitorovaní dynamickej prevádzky koľajových vozidiel, pri monitorovaní arteriálnych pulzných vln, pri výskume napúšťacích vlastností polymérov, pri meraní koncentrácie pár organických rozpúšťadiel, pri meraní koncentrácie binárnych zmesí kvapalných terpénov, pri meraní vertikálnej zložky magnetického poľa s mikrometrovým priestorovým rozlíšením, pri detekcii lézií v telesných dutinách a podobne. Konečným cieľom výskumu je obvyčajne vývoj optických senzorov na úrovni prototypu.
Vedúci výskumného tímu: Ivan Martinček
Členovia výskumného tímu: Ivan Martinček, Daniel Káčik, Matej Gorauš, Gabriela Tarjányiová, Marián Janek, Norbert Tarjányi, František Černobila
Technologické vybavenie: optické spektrálne analyzátory, optické detektory, zdroje optického žiarenia, mikroposuvné a nanoposuvné stolíky, digestory, osciloskopy, zariadenia na úpravu optických vlákien, fotonická 3D tlačiareň na prípravu optických mikro a nanoštruktúr
Stupeň TRL*: TRL4, TRL5
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov: 1. Martinček, I. and Tarjanyiova, G., Optical Fiber Fabry-Perot Interferometer for Arterial Pulse Waveform Measurement, IEEE SENSORS JOURNAL, Volume 24, Issue 16, Page 25742-25747, 2024. Vývoj, príprava a overovanie vlastností prototypov snímacieho systému v reálnych podmienkach – TRL5. 2. Martinček, I.; Gorauš, M. and Kacik, D., Optical measurement of the swelling behavior of PDMS in organic solvent vapors, POLYMER TESTING, Volume 121, art. num 108001, 2023. Vývoj, príprava a overovanie vlastností prototypov snímacieho systému v laboratórnych podmienkach – TRL4. 3. Kacik, D.; Martinček, I.; Maciak, J.; Gorauš, M., Fabry-Perot Interferometer Monitoring System for Counting Train Axle, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, Volume 71, art. num 7005409, 2022. Vývoj, príprava a overovanie vlastností prototypov snímacieho systému v reálnych podmienkach – TRL5. 4. Gorauš, M. ; Martinček, I. ; Urbancova, P. ; Jandura, D. ; Pudis, D., Highly-resolved scanning of magnetic surfaces by FPR integrated on optical fiber, APPLIED SURFACE SCIENCE, Volume 560, , art. num 149929, 2021. Vývoj, príprava a overovanie vlastností prototypov snímacieho systému v laboratórnych podmienkach – TRL4. 5. Martinček, I.; Kacik, D. and Horak, J., Interferometric optical fiber sensor for monitoring of dynamic railway traffic, OPTICS AND LASER TECHNOLOGY, Volume 140, , art. num 107069, 2021. Vývoj, príprava a overovanie vlastností prototypov snímacieho systému v reálnych podmienkach – TRL5.
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov: 1. APVV-19-0602 „3D fotonické polymérne mikrosenzory integrované s optickými vláknami“ 2. VEGA 1/0069/19 „Polymérne fotonické štruktúry pre senzorové aplikácie“ 3. VEGA 1/0223/23 „Fotonické snímače integrované s optickými vláknami“
Priemyselné a firemné partnerstvá: Podnik Betamont – aktívna spolupráca pri testovaní vlastností prototypov optických vláknových snímačov na monitorovanie dynamiky a stavu koľajových vozidiel. V rámci spolupráce podnik poskytuje výskumníkom priestor na inštaláciu snímačov na meracom železničnom polygóne v Budči



a zabezpečuje informácie o prechádzajúcich vlakových súpravách prostredníctvom svojich meracích systémov.

Akademické partnerstvá:

Aktuálne bez aktívnych akademických partnerstiev.



Katedra: Katedra fyziky
Výskumný tím:
Oddelenie akustiky a materiálov
Výskumná oblasť:
Polymérne nanokompozity, Magnetická kvapalina, transformátorový olej
Stručná charakteristika výskumu:
Tím je zameraný na vývoj a výskum nanokompozitných materiálov založených epeoxidových živiciach, polyuretánoch a transformátorovom oleji, pričom našou snahou je zlepšenie ich dielektrických, tepelných, akustických a optických parametrov dopovaním nano a mikro časticami. Snahou je tiež výskum nových inovatívnych riešení pre výrobu základných komponentov, čo sa týka izolačných materiálov v oblasti výroby elektrických točivých strojov, distribučných transformátorov a batérií na akumuláciu a uskladnenie energie. Na vyšetrovanie základných dielektrických parametrov sa používajú metódy dielektrickej, vodivostnej, tepelnej a ultrazvukovej spektroskopie v širokom frekvenčnom a teplotnom rozsahu, pri aplikácii elektrických a magnetických polí. Analyzujú sa tiež procesy prebiehajúce v blízkosti nano/mikro častíc a ich vplyv na zmenu štruktúrnych, relaxačných i transportných vlastností vyšetrovaných materiálov. Danými technikami sa skúmajú aj dopované kvapalné kryštály a magnetické kvapaliny ako perspektívne senzory a prepínače. Nanokompozitné materiály sa študujú aj pod vplyvom vysokého DC a AC napätia, pričom sa študujú čiastkové výboje a prierazné napätie v závislosti od vonkajších podmienok.
Vedúci výskumného tímu:
prof. RNDr. Jozef Kúdelčík, PhD.
Členovia výskumného tímu:
prof. RNDr. Peter Bury, CSc., doc. PaedDr. Peter Hockicko, PhD., Ing. Štefan Hardoň, PhD. Ila, Mgr. Marián Janek, PhD., Ing. Marek Veveričík, PhD., Mgr. Karolína Pradeniakova (doktorandka), František Černobila (technik)
Technologické vybavenie:
LCR Metre (Meranie R, L, C a Z v rozsahu 10 – 2 MHz), Akustický generátor (zariadenie prepájajúce viacere prístroje, meranu ult. parametrov: 1 - 50 MHz), Akustický spektrometerv (Akustické meranie 3 –100 MHz. Určenie priemeru od 10 nm –1 mm), 3D Tlačiareň, Laboratórna pec (do 1200 °C) a termostat, Ultrazvuková ihla na dipergovanie tekutých vzoriek (40 kHz), Digitálne osciloskopy (meranie priebehu prúdu, napätia či teploty do 500 MHz, 4 GSa/s), Magnet do 1 T, Zariadenie na meranie hysteréznych slučiek magneticky tvrdých materiálov, Keithley 6517 a 8009 (Zariadenie na meranie povrchovej a objemovej vodivosti tuhých materiálov), Merač prúdu, napätia (Keithley 2182A, 2100), Prúdový a napäťový zdroj (Keithley 6221, 2020-30-5, (5A, 30 V)) DOUBLE Lemke LDS-6 (meranie čiastkových výbojov do 60 kV), MSPS 20 (Komerčné zariadenie na meranie čiastkových výbojov pre napätie do 20 kV AC), VN zdroj jednosmerného napätia do 60 kV (max 2,5 mA),
Stupeň TRL*:
TRL-1 – 4
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
<ul style="list-style-type: none">- BURY, P. - ČERNOBILA, F. – VEVERIČÍK, M - KÚDELČÍK, J. - KOPČANSKÝ, P - TIMKO, M. – RAJŇÁK, M.: SAW investigation of structural changes in oil-based magnetic fluids. In: Acta Physica Polonica A [print, electronic]. - ISSN 0587-4246. - Roč. 137, č. 5 (2020), s. 964-966 [print, online]. Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection (IF2023 = 0.5, Q4) (Štrukturálne zmeny v magnetických kvapalinách na báze transformátorového oleja vplyvom magnetických polí boli skúmané pomocou povrchových akustických vln. Magnetické nanočastice FeO·Fe2O3 boli pridané do transformátorového oleja MOL. Boli študované interakcie medzi magnetickým polom a magnetickými momentmi nanočastíc, ktoré viedli agregácii.) TRL-1,2,3- BURY, P. - VEVERIČÍK, M. - ČERNOBILA, F. - TOMAŠOVIČOVÁ, N. - LACKOVÁ, V. - ZAKUTANKÁ, K. - TIMKO, M. - KOPČANSKÝ, P. Study on the Memory Effect in Aerosil-Filled Nematic Liquid Crystal Doped with Magnetic Nanoparticles. In <i>Nanomaterials</i> 2023, 13, 2987. (Štúdia kompozitov z tekutých kryštálov 5CB s nanočasticami SiO2 a dodatočnou zmesou s nanočasticami Fe3O4 pomocou meraní priepustnosti svetla a povrchových akustický vln.



Pripravené kompozity z tekutých kryštálov vykazovali zaujímavý pamäťový efekt charakterizovaný hysterézou odozvy prenosu svetla a útlmu SAW skúmaných v nematickej fáze.) TRL-1,2

- KÚDELČÍK, J. - HARDOŇ, Š. – HOCKICKO, P. – KÚDELČÍKOVÁ, M. - HORNAK, J. – PROSR, P. – TRNKA, P.: Study of the complex permittivity of a polyurethane matrix modified by nanoparticles. In: IEEE Access : practical innovations, open solutions. - ISSN 2169-3536 (online). - Roč. 9 (2021), s. 49547-49556 [online]. Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection (IF2023 = 3.4, Q2) (Článok prezentuje vplyv rôznych typov nanočasticových (MgO, TiO₂, n-SiO₂ a f-SiO₂) plnív zabudovaných do polyuretánovej matrice a jej následné zmeny v komplexnej permitivite. Bol študovaný vplyv povrchovej úpravy SiO₂ na vlastnosti nanokompozitov. NČ spôsobili posun v lokálnom maxime permitivity, čo bolo výsledkom medzifázovej polarizácie a rozloženia náboja.) TRL-1,2,3
- HARDOŇ, Š. - KÚDELČÍK, J. – BARAN, A. – MICHAL, O. – TRNKA, P. – HORNAK, J.: Influence of nanoparticles on the dielectric response of a single component resin based on polyesterimide In: Polymers [electronic]. - ISSN 2073-4360 (online). - Roč. 14, č. 11 (2022), s. [1-13] [online]. Zaradené v: Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection (IF2023 = 4.7, Q1) (Štúdium vplyvu rôznych typov nanočasticových plnív zabudovaných do jednozložkovej impregnačnej živice na báze polyesterimidovej matrice pričom boli študované jej následné zmeny v komplexnej relatívnej permitivite. Zmeny zistené v ¹H NMR spektrách potvrdzujú, že dispergované nanočastice v PEI vedú k tvorbe voľných štruktúr, čo vedie k vyššej pohyblivosti polymérneho reťazca.) TRL-1,2,3
- HARDOŇ, Š. - KÚDELČÍK, J. – BARAN, A. – TRNKA, P. – MICHAL, O – TAMUS, A. – KOLTUNOVICZ, T. – KOZÁKOVÁ, A. - DÉRER T. – HORNAK, J. 2024. Fabrication and broadband dielectric study of properties of nanocomposites materials based on polyurethane, In: IEEE access: practical innovations, open solutions. - ISSN 2169-3536 (online). - Roč. 12 (2024), s. 114227-114241 Scopus, Web of Science Core Collection (IF2023 = 3.4, Q2) (Cieľom práce bolo riešiť vplyv nanočastíc Al₂O₃, MgO a ZnO na dielektrické vlastnosti polyuretánu. Meranie sa uskutočnilo v teplotnom rozsahu od 25 do 120 °C a širokom frekvenčnom rozsahu od 1 mHzpo 1MHz. Nanočastice majú za následok zníženie a zvýenie reálnej permitivity a priebehu polarizačných mechanizmov v závislosti od koncentrácie NČ.) TRL-1,2,3

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- UNIZA grant VP 17140: Inovatívne riešenia nanokompozitných dielektrických materiálov pre využitie v oblasti elektrotechniky a elektromobility (02.2022 - 01.2025) TRL-3,4
- APVV-21-0078 (za VUKI a.s.) Výskum trvalo udržateľných živíc s vysokou účinnosťou a s použitím surovín z obnoviteľných zdrojov (07.2022 - 06.2026) TRL-1,2,3
- Visegrad Fund 22010345: Engineering platform and cooperation in area of nanocomposites (06. 2020– 10. 2021) TRL-2,3,4
- Visegrad 22310108: Innovation of polymer nanocomposite materials for electrical engineering, 03.07.2023 - 31.07.2025 (riešiteľ) TRL-2,3,4
- VEGA 1/0622/24: Výskum a optimalizácia výboja pre nekonvenčné geotechnické vrtné systémy (01. 2024 – 12. 2026) TRL-2,3,4
- VEGA2/0043/21: Procesy samousporiadania v mäkkých hybridných zmesiach kvapalných kryštálov a nanočastíc (2021-2024) TRL-2,3
- Erasmus + program: A lexicon of educational films on the subject of STEM for primary and secondary school students - films4edu: no. 2020-1-PL01-KA226-SCH096354 (2021 - 2023) - pedagogika

Priemyselné a firemné partnerstvá:

V súčasnosti patrí VUKI a. s. k popredným výrobcam impregnačných lakov a elektroizolačných materiálov na báze polyuretánov pre elektrotechnický priemysel. Zaoberá štúdiom a počiatkami experimentálnej činnosti na vývoji 2K bio based systému vytvrdzovaného pri izbovej teplote za štandardných podmienok. VUKI tiež ponúka široké portfólio impregnačných materiálov, ktoré sa používajú pri výrobe elektrických zariadení.

Splupráca je založená sna spoločnom APVV-21-0078 projekte, kde firma je zodpovedný riešiteľ. Taktiež v súčasnosti máme podaný spoločný projekt v rámci plánu obnovy na úrovni TRL3 s názvom:



Vývoj a výskum polyuretánových živíc s nižšou energetickou náročnosťou prípravy pre progresívne ekologické aplikácie v oblasti ekonomického ukladania alternatívnej energie, e-mobility a spracovania modernými technológiami, kde je UNIZA zodpovedný riešiteľ.

Akademické partnerstvá:

- doc. Ing. Pavel TRNKA, PhD. (Západočeská univerzita v Plzni, CR) *Spolupráca pri výskume nanokompozitov na báze polymérov – štúdium dielektrických vlastností, čiastkových výbojov a participácia na projektoch Visegrad*
- doc. RNDr. Anna ZAHORANOVÁ, PhD. (FMFI UK v Bratislave, Katedra experimentálnej fyziky) *Spolupráca v oblasti štúdia počiatočných štádií výbojov.*
- prof. RNDr. Mirko ČERNÁK, CSc. (Masarykova Univerzita, Brno, Přírodovědecká fakulta, CR) *Spolupráca v oblasti štúdia počiatočných štádií výbojov.*
- doc. Zoltán Ádám TAMUS, PhD, (Budapest Univ. of Technology and Economics Dept. of Electric Power Engineering, Budapešť, Maďarsko) *Spolupráca pri výskume nanokompozitov na báze polymérov – štúdium dielektrických vlastností a výbojov*
- prof. Tomasz Norbert KOLTUNIWICZ (Politechnika Lubelska, Katedra elektrických zariadení a vysokonapäťovej techniky, Lublin PL) *Spolupráca pri výskume nanokompozitov – štúdium dielektrických vlastností a participácia na projektoch Visegrad*
- doc. RNDr. Peter KOPČANSKÝ, CSc. , RNDr. Milan TIMKO, CSc. (Ústav experimentálnej fyziky SAV, v. v. i., Košice). *Štúdium magnetických kvapalín pomocou akustických meraní.*
- prof. dr hab. Arkadiusz JÓZEF CZAK, (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Katedra Akustyki, Poznan PL) *Štúdium magnetických kvapalín pomocou akustických meraní.*
- doc. Francisco MUNOZ (Consejo Superior de Investigaciones Cientificas Madrid, Španielsko) *Spolupráca v oblasti akustických a dielektrických meraní vodivých skiel.*
- dr. Aneta SZCZYGIELSKA-ŁACIAK (Univerzita Silesia, Faculty of Science and Technology, Chorzów PL). *Pedagogika – videoanalýza fyzikálnych dejov*



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií



Katedra elektroenergetiky a elektrických pohonov

Výskumný tím:

Elektroenergetika

Výskumná oblasť:

- štatistické modelovanie výroby a spotreby elektrickej energie
- využívanie obnoviteľných zdrojov energie a batériových systémov pre poskytovanie energetických služieb a optimalizáciu vlastnej spotreby
- návrh algoritmov pre riadenie toku výkonu v nabíjacej stanici elektromobilov s cieľom minimalizovať negatívny vplyv na nabíjaciu sieť a maximalizovať spokojnosť zákazníkov
- kvalita elektrickej energie
- koróznny prieskum

Stručná charakteristika výskumu:

Cieľom výskumu je cez štatistické modelovanie spotreby a výroby elektrickej energie navrhnúť sadu algoritmov (nástrojov), pomocou ktorých by sa účastník trhu s elektrinou (prosumer, domácnosť, malý podnik) vedel lepšie uplatniť na trhu (výroba a/alebo dodávka elektriny, využívanie lokálnych obnoviteľných zdrojov energie a batériových systémov, poskytovanie flexibility, poskytovanie podporných služieb, znižovanie vlastnej spotreby elektriny, účasť na krátkodobom trhu s elektrinou, zdieľanie elektriny) vzhľadom na svoje technické a ekonomické možnosti, odbornosť a vývoj ceny za jednotlivé energetické služby.

Dôležitou oblasťou výskumu je návrh algoritmov pre riadenie nabíjania elektromobilov z lokálnych zdrojov energie pri minimalizácii fluktuácie výkonu odoberaného z napájacej siete. Vďaka tomu môže mať odberový diagram nabíjacej stanice dohodnutý tvar, čím sa minimalizuje negatívny vplyv na napájaciu sieť v miesta pripojenia nabíjacej stanice.

Ďalšia oblasť výskumu je zameraná na oblasť základného korózneho prieskumu, ktorá ma dosah na ochranu stavieb pred účinkami bludných prúdov (hlavne u mostov, plynovodov a vodovodov).

Výskumný tím sa taktiež venuje výskumu a expertíznej činnosti v oblasti kvality elektrickej energie (meranie a analýza harmonických zložiek napätia a prúdu, krátkodobých poklesov napätia, ...) v súlade s normou STN EN 50160.

Vedúci výskumného tímu:

Peter Bracíník

Členovia výskumného tímu:

Marek Höger, Martina Kajanová, Marián Tomašov, Michal Reguľa, Alena Otčenášová, Marek Roch, doktorandi (momentálne 5)

Technologické vybavenie:

- softvér na modelovanie energetických systémov (Matlab, Python, Neplan, ...)
- meracia technika pre meranie bludných prúdov (komerčná a vyvíjaná na pracovisku)
- 12 certifikovaných analyzátorov kvality elektrickej energie
- unikátny 3-fázový model 22 kV vedenia
- digitálne dvojča mikrosiete (v súčasnosti v procese budovania)

Stupeň TRL*:

TRL 2 až TRL 7

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

[1] Kajanová M., Bracíník P.: *Social welfare-based charging of electric vehicles in the microgrids fed by renewables*, International journal of electrical power & energy systems : the international journal for power systems computation, ISSN-0142-0615, Elsevier, 2022, Q1 – výstup výskumu zameraného na návrh algoritmov pre riadenie nabíjania elektromobilov v nabíjaciach staniciach, kde bol dôraz kladený na dosiahnutie maximálneho úžitku z nabíjania pre majiteľa elektromobilu i nabíjacej stanice (TRL 3)

[2] Kajanová M., Bracíník P.: *The vehicle-to-grid concept with respect to the preferences of electric vehicle drivers and charging station operators*, Applied sciences, ISSN-2076-3417 (online), MDPI, 2022, Q2 – výstup výskumu zameraného na návrh algoritmov pre riadenie nabíjania elektromobilov v nabíjaciach staniciach, kde pri optimalizácii rozdeľovania dostupného nabíjacieho výkonu boli rešpektované preferencie jednotlivých majiteľov elektromobilov (TRL 3)



- [3] Kajanová M., Braciník P.: *Definition of discrete choice models of EV owners based on different socio-demographic aspects*, Applied sciences, ISSN-2076-3417 (online), MDPI, 2021, Q2 – výstup výskumu zameraného na návrh algoritmov pre riadenie nabíjania elektromobilov v nabíjaciach stanicach, v ktorom boli prezentované výsledky získané z dotazníkov od majiteľov elektromobilov a na ich základe boli definované modely nabíjania (TRL 3)
- [4] Reguľa M., Otčenášová A., Höger M., et al.: *Possibilities of the stray current measurement and corrosive risk evaluation*, Electrical Engineering : Archiv für Elektrotechnik, ISSN-0948-7921, Springer Science, 2022, Q3 – výstup výskumu zameraného na korozný prieskum, v ktorom boli uvedené možnosti merania bludných prúdov a z toho vyplývajúci odhad korózneho ohrozenia analyzovaných stavieb (TRL 5-6)
- [5] Širanec M., Höger M., Otčenášová A.: *Advanced power line diagnostics using point cloud data-possible applications and limits*, Remote Sensing, ISSN-2072-4292 (online), MDPI, Bazilej (Švajčiarsko), 2021, Q1 –výstup z výskumu využitia LIDAR-ových dát pre diagnostiku vonkajších silových vedení (TLR 5)

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- [1] *Energetická flexibilita a využitie obnoviteľných zdrojov energie pre optimalizáciu energetickej spotreby budov a možného pôsobenia na trhu s elektrinou*, výskumná úloha pre spoločnosť HSF, 2024 - 2027
- [2] Projekt ITMS 313011BUK9 – ENTRIS: *Podpora výskumno-vývojových kapacít na poli generovania pokročilých softvérových nástrojov určených na zvýšenie odolnosti hospodárskych subjektov pred nadmernou volatilitou trhu s energetickými komoditami*, 5.2022 – 11.2023, v spolupráci s VC UNIZA a firmou Ipesoft spol. s r. o.
- [3] Projekt ITMS 313012Q673 – LOCOBOX: *Vývoj telemetrického systému pre diaľkové meranie spotreby energie v železničnej doprave ako súčasť inovačnej expanzie spoločnosti IPESOFT spol. s r.o.*, 4.2020 – 8.2022, v spolupráci s VC UNIZA a firmou Ipesoft spol. s r. o.
- [4] APVV-16-0505 *Krátkodobá PREDIKcia výroby fotovoltaickej energie pre potreby napájania inteligentných budov* – PREDICON, v spolupráci s katedrou KMIKT FEIT UNIZA
- [5] *Analýza vplyvu implementácie redispedingu na národnej úrovni ako korekčného opatrenia na dodržiavanie bezpečnostného kritéria N-1 v prenosovej sústave Slovenska*, štúdiá pre prevádzkovateľa prenosovej sústavy SEPS, a.s., 2021

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- HSF System SK, s.r.o. – realizácia zmluvného výskumu a školenie doktoranda pre firmu
- Slovenská prenosová elektrizačná sústava, a.s. – spolupráca pri riešení záverečných prác, realizácia výskumných štúdií
- Stredoslovenská distribúcia, a.s. – spolupráca pri riešení záverečných prác a riešení štúdií pripojiteľnosti nových zdrojov
- Národná diaľničná spoločnosť, a.s. – realizovanie expertíznej, výskumnej a konzultačnej činnosti súvisiacej s meraním na mostných objektoch diaľničných úsekov
- ABB EPDS Brno, Česká republika – spolupráca pri vzdelávaní, budovaní laboratórií a riešení záverečných prác

Akademické partnerstvá:

- VUT Brno, VŠB TU Ostrava – spolupráca pri oponovaní dizertačných prác
- Centrum ENET, VŠB TU Ostrava – spolupráca na spoločných cezhraničných projektoch



Výskumný tím:
Elektrické pohony a elektrická trakcia
Výskumná oblasť:
<ul style="list-style-type: none">- algoritmy riadenia a estimácie veličín troj a viacfázových strojov- design motorov za účelom optimalizácie prevádzkových parametrov- aktivity v oblasti výkonovej elektroniky a PLC automatov- bezsnímačové riadenie elektrických pohonov- návrh metód pre riadenie toku energie v hybridných koľajových vozidlách
Stručná charakteristika výskumu:
<p>Cieľom výskumu zameraného na troj a viacfázové stroje je návrh nových, progresívnych riadiacich metód, akými sú metódy riadenia lineárnych a nelineárnych systémov na princípe stavových veličín, princípov kľzavého riadenia, adaptívnych algoritmov či umelej inteligencie. Navrhnuté prístupy sú aplikované aj pre oblasť estimácie a odhadovanie mechanických veličín, či už pre troj alebo aj viac fázové stroje.</p> <p>Cieľom výskumu orientovaného na design motorov za účelom optimalizácie prevádzkových parametrov je realizácia vedecko-výskumných a vývojových aktivít v oblasti dizajnu a optimalizácie rôznych druhov motorov za účelom dosiahnutia požadovaných parametrov. Medzi kľúčové parametre patrí účinnosť, špecifický výkon, prípadne medzne hodnoty dosiahnuteľného momentu.</p> <p>Bezsnímačové riadenie elektrických pohonov – umožňuje zvýšiť celkovú spoľahlivosť pohonov ako aj zmenšiť ich rozmery. Zahrňuje výskum pozorovacích algoritmov a riadiacich techník pre DC a AC stroje (ASM, PMSM, BLDC, RSM a SRM), ktoré v súčasnosti tvoria základ niektorých riadiacich systémov vyznačujúcich sa toleranciou voči systémovým poruchám, čo znamená zabezpečenie aspoň čiastočnej funkčnosti za akýchkoľvek okolností.</p> <p>Návrh metód pre riadenie toku energie v hybridných koľajových vozidlách – dôraz sa kladie na optimalizáciu činnosti prvotného zdroja energie (trolej u závislých vozidiel, spaľovací motor u nezávislých vozidiel) a na úsporu brzdennej energie, ktorá je v konvenčných vozidlách marená na neúčinné teplo.</p>
Vedúci výskumného tímu:
Pavol Makyš
Členovia výskumného tímu:
Pavol Rafajdus, Michal Staňo, Vladimír Vavrúš, Pavel Lehocký, Matěj Pácha, Lukáš Gorel, Ľubo Struhanňanský, doktorandi (momentálne 5)
Technologické vybavenie:
<ul style="list-style-type: none">- dynamometre a meracia technika na meranie príkonov, výkonov, stanovenie účinnosti, meranie kvality vytváraného momentu v rozsahu 0-330kW a 0-6000 Nm- softvérové vybavenie postavené na licenciách ANSYS- klimatická komora Vötsch VCS3 7060-5 rozmerov 0,8 x 0,8 x 0,95 m (objem 600 l), teplotným rozsahom -72°C až +180°C a rozsahom vlhkosti +10 % do +98 % (pri teplote +10°C až +95°C)- rapid prototyping system postavený na platforme D-Space- univerzálny strieďač o výkone 500 kW, 1140V, 400A
Stupeň TRL*:
TRL 2 až TRL 7
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
[1] Nasir A., Gao Q., Makyš P., Štulrajter M., et al. <i>Power converter fault detection and isolation using high-frequency voltage injection in switched reluctance motor drives for automotive applications</i> , IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, ISSN-2168-6777, IEEE, 2022, Q1 – výstup zo spoločného APVV bilaterálneho projektu s univerzitou v Shanghai orientovaného na riadiace techniky spínaných reluktančných motorov (TRL 3)
[2] Vidlák, M., Makyš, P., Gorel, L.: <i>A novel constant power factor loop for stable V/f control of PMSM in comparison against sensorless FOC with Luenberger-type back-EMF observer verified by experiments</i> , Applied sciences, ISSN-2076-3417 (online), MDPI, 2022, Q2 – výstup so spoločného výskumu s Univerzitou v Rumunsku zameraného na bezsnímačové techniky riadenia PMSM (TRL 3)



- [3] Furmanik M., Makyš P., Rafajdus P.: *Self-sensing six-phase PMSM drive based on back-EMF measurement*, Applied sciences, ISSN-2076-3417 (online), MDPI, 2023, Q2 – výstup s výskumu zameraného na viac fázové stroje a ich riadenie v bezsnímačovom režime, spolupráca s formou NXP, (TRL 3)
- [4] Fengyuan Y., Chen H., Rafajdus P., et al.: *Design and multiobjective optimization of a double-stator axial flux SRM with full-pitch winding configuration*, IEEE Transactions on Transportation Electrification, ISSN-2332-7782 (online), IEEE, 2022, Q1– výstup s výskumnej činnosti v spolupráci s Činskými partnermi na univerzite v Chuzso, (TRL 1)
- [5] Furmanik M., Gorel L., Konvičný D., Rafajdus P.: *Comparative study and overview of field-oriented control techniques for six-phase PMSMs*, Applied sciences, ISSN-2076-3417 (online), MDPI Bazilej, 2021, Q2 – výstup s výskumu zameraného na radiacie techniky viac fázových strojov, spolupráca s firmou NXP, (TRL 3)

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- [1] VEGA 1/0768/22 - Výskum v oblasti spínaných reluktančných motorov pre hybridné a elektrické vozidlá
- [2] VEGA 1/0795/21 - Výskum vplyvu moderných radiacích techník na celkovú účinnosť pohonu
- [3] Operačný program Výskum a inovácie (OPVai) - *Inovatívne riešenia pohonných, energetických a bezpečnostných komponentov dopravných prostriedkov*
- [4] VEGA 1/0615/19 - *Vedecký výskum vysokootáčkového pohonu s minimálnym zvlnením momentu*
- [6] ESA AO/1-10044/19/NL/SC – *Advanced electronics for space robotic arm motorisation* - vedecký výskum zameraný na uplatenie super kondenzátorov v pohonoch pre vesmírne aplikácie

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- ZF Slovakia a.s. – spolupráca na projektoch, výskumná činnosť formou diplomových prác
- Schaeffler – spoločná vedecko-výskumná spolupráca, výskumno-vývojová činnosť formou diplomových prác
- NXP Semiconductors, Rožnov pod Radhoštem, ČR – definovanie a vedenie dizertačných prác, podpora v technickom vybavení laboratórií, spoločný výskum v oblasti trakčných pohonov pre elektromobily
- Ineltech, s.r.o. – vývoj a výskum trakčných pohonov pre drážne vozidlá
- TMachinery, s.r.o. – vývoj a výskum v oblasti techniky pre spracovanie uhlia a soli

Akademické partnerstvá:

- University of Catania - – spoločný študijný program (double degree program)
- University of Shanghai – spoločný výskum v oblasti reluktančných motorov
- University of Mining and Technology Xuzhou – spoločný výskum v oblasti návrhu elektrických strojov
- ZČU Plzeň - spolupráca pri oponovaní dizertačných prác
- ČVUT Praha - spolupráca pri oponovaní dizertačných prác



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií



Výskumné tímy FEIT

Katedra: KME
Výskumný tím: KME - Výkonová elektronika
Výskumná oblasť: - Výkonové elektronické meniče, - Meniče pre el. pohony, - Riadenie el. meničov, - Modelovanie systémov, -
Stručná charakteristika výskumu: Výskum a vývoj meničov pre automobilové aplikácie, pohony, DC/DC meniče, obnoviteľné zdroje energie, špecifické aplikácie (ESA), Súčasťou výskumu je analýza, modelovanie, návrh, konštrukcia, oživenie a testovanie spolu s návrhom riadenia systému.
Vedúci výskumného tímu: prof. Ing. Michal Frivaldský, PhD.
Členovia výskumného tímu Prof. Ing. Pavol Špánik, PhD. Ing. Slavomír Kaščák PhD, doc. Ing. Michal Praženica, PhD. Ing. Patrik Resutík, PhD. prof. Ing. Michal Frivaldský, PhD. Ing. Jozef Šedo, PhD. Ing. Ján Morgoš, PhD.
Technologické vybavenie: Lab. vybavenie – napájacie zdroje, záťaž, analyzátory, simulátory siete, meracie prístroje a príslušenstvo,
Stupeň TRL*: TRL 4
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov: 6 fázový troj-úrovňový striedač – TRL 4 - Návrh a realizácia viacúrovňového 6 fázového striedača pre automobilové aplikácie. Maticový menič Mx3x5 pre 5f. záťaž – TRL 4 – Návrh a realizácia priameho meniča v konfigurácii 3x5 pre napájanie 5f. motorickej záťaže. Realizácia komutačných techník pomocou FPGA a DSP. Výskum hybridného energetického zásobníka – TRL 4 – (ESA) – Návrh superkapacitorovej banky na základe definovaného výkonového profilu záťaže. Realizácia obojsmerného meniča a jeho riadenia. 5 fázový ASM – Analýza možných zapojení, fault tolerant riadenie, riadenie dvoch 5f. ASM napájaných z jedného 5f. striedača. Obojsmerný DC/DC menič – TRL 4 – Obojsmerný menič na riadenie toku výkonu zo SC, alebo batérie pre napájanie striedača. UV – 28x, PP – 12x Publikácie Q1- 7x, Q2- 16x, Q3- 22x, Q4- 6x
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov: APVV-20-0500 - Research of methodologies to increase the quality and lifetime of hybrid power semiconductor modules, Semikron APVV-22-0330 - Výskum systému pre aktívne a optimálne hospodárenie s elektrickou energiou s využitím batériových úložísk, A2B Advanced electronics with supercapacitors – ESA Výskum metód na vyšetrenie prevádzkových a poruchových stavov pohonov s viacfázovým asynchrónnym motorom – UNIZA Grant VEGA 1/0085/21 - Výskum metód na zvyšovanie účinnosti elektického prenosu výkonu s viacfázovými motormi pre automobilové aplikácie
Priemyselné a firemné partnerstvá:



Semikron Danfoss, s.r.o. - APVV,
A2B s.r.o. - APVV,
Schaeffler,
.....

Akademické partnerstvá:

ZČU Plzeň, VŠB TU Ostrava, TU Košice,
.....



Výskumný tím:
KME – spracovanie signálov a počítačové videnie
Výskumná oblasť:
Snímanie obrazu rôznymi vizuálnymi systémami (IR, hs, hr, hyperspectral, RGB-D) Spracovanie obrazových dát, techniky predspracovania obrazu Návrh algoritmov počítačového videnia vrátane cNN a klasifikácie Virtuálna inštrumentácia, návrh SW prostredí pre vizuálne systémy Meranie ostatných druhov signálov
Stručná charakteristika výskumu:
Tím zabezpečuje výskumné úlohy v oblasti snímania, spracovania a analýzy signálov (elektrických, ale najmä obrazových). Využíva prepojenie vizuálnych systémov a snímačov veličín s prostrediami National Instruments a tvorbu virtuálnych aplikácií. Ďalšou činnosťou je analýza signálov prostredníctvom prostriedkov umelej inteligencie (konvolučné i klasické neurónové siete). Cieľovým záujmom sú úlohy v medicíne i v priemysle.
Vedúci výskumného tímu:
doc. Ing. Libor Hargaš, PhD.
Členovia výskumného tímu:
Prof. Ing. Pavol Špánik, PhD. doc. Ing. Libor Hargaš, PhD. doc. Ing. Dušan Koniar, PhD. Ing. Peter Klčo, PhD. Ing. Matúš Danko, PhD. Ing. Marek Paškala, PhD. doc. Ing. Anna Simonová, PhD.
Technologické vybavenie:
Vysokorýchlostné kamery XIMEA (USB 3, farebné/monochromatické) Kamera s vysokým rozlíšením BASLER (USB 3, farebná) RGB-D kamery (Kinect, ZED, RealSense) Meracie karty a systémy na zber signálov National Instruments (myDAQ, myRIO, cRIO) Výpočtové PC stanice na spracovanie obrazov a signálov Vývojové prostredie LabVIEW (Full, 2017) Snímacia komora na snímanie obrazov pri normalizovaných podmienkach
Stupeň TRL*:
TRL 6
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
Úžitkové vzory (4 zaniknuté / 2 platné / 1 v konaní) Publikácie: Q1 - 1 / Q2 - 4 / Q3 - 2 / Q4 - 4 (1xQ2 v recenzii) Realizované diela - 2 (SEMIKRON, UNM Martin)
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:
APVV-17-0218 - Výskum mechanizmu interakcie biologických tkanív s vysokofrekvenčným elektromagnetickým poľom a jeho aplikácia vo vývoji nových postupov pri návrhu elektrochirurgických prístrojov APVV-15-0462 - Výskum sofistikovaných metód analýzy dynamických vlastností mikroskopických častí respiračného systému APVV-20-0050 - Research of methodologies to increase the quality and lifetime of hybrid power semiconductor modules VEGA 1/0563/23 - Research and development of visual inspection algorithms for manufacturing process quality increasing of power semiconductor modules KEGA 071ŽU-4/2017 - Formovanie kľúčových kompetencií a efektívna podpora mobility študentov technických fakúlt: Modelovanie, tvorba a hodnotenie koncepcií flexibilného vzdelávania
Priemyselné a firemné partnerstvá:
Semikron Danfoss, s.r.o. National Instruments
Akademické partnerstvá:
Jesseniova lekárska fakulta Univerzity Komenského v Martine / Univerzitná nemocnica Martin



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií

Slovenská technická univerzita v Bratislave (FEI)
Technická univerzita Košice (STU)



Výskumný tím:
Autotronika
Výskumná oblasť:
-testovanie batériových úložísk -určovanie vlastností batériových úložísk -hybridné zásobníky energie -riadenie toku energie v hybridných zásobníkoch energie -diagnostika systémov automobilov
Stručná charakteristika výskumu:
Tým sa zaoberá energetickými zásobníkmi pre elektrické a hybridné elektrické vozidlá – batérie a superkondenzátory. Výskum sa zaoberá určením vlastností týchto zásobníkov – určovanie parametrov náhradných schém, určovanie stavu zdravia. Výskum sa ďalej zaoberá diagnostikou automobilových systémov.
Vedúci výskumného tímu:
Ing. Matúš Danko, PhD.
Členovia výskumného tímu:
Prof. Ing. Pavol Špánik, PhD. Matej Kučera Branislav Hanko Jozef Šedo Marek Šimčák
Technologické vybavenie:
Elektronická záťaž 100V a 300A a zdroj 100V a 100A pre testovanie batériových článkov a modulov, Regeneratívny batériový tester Chroma 6x 500V, 20kW pre testovanie modulov a celých batérií. Kontajner pre skladovanie batérií, modulov a článkov Digitálne osciloskopy s diferenciálnymi a prúdovými sondami Prevodníky USB na CAN, LIN, Flexray
Stupeň TRL*:
-TRL5
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
-Battery regeneration with pulse charging [electronic] / Matúš Danko, Patrik Resutík . In: ELEKTRO 2024 [electronic, print] : conference proceedings. - 1 vyd. - Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2024. - ISBN 979-8-3503-7236-6. - s. [1-6] [print, online, USB-key]. Zaradené v: SCOPUS Spôsob prístupu: https://ieeexplore.ieee.org/document/10557027 , https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/10556796/proceeding Testing of batteries used in electric cars [electronic] [Testovanie batérií používaných v elektrických autách] / Polasek, M., Danko, M. In: ELEKTRO 2022 [electronic] : conference proceedings. - 1. vyd. - Danvers: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022. - ISBN 978-1-6654-6725-4 (online). - s. [1-5] [USB-key]. Zaradené v: SCOPUS Energy flow control of electric vehicle based on GNSS [electronic] [Riadenie toku energie v elektrickom vozidle založené na GNSS] / Matus Danko ... [et al.]. In: Electrical Engineering [print, electronic] : Archiv für Elektrotechnik. - ISSN 0948-7921. - Roč. 104, č. 1 (2022), s. 155-163 [print]. Zaradené v: Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection Spôsob prístupu: https://link.springer.com/article/10.1007/s00202-021-01272-y Simulation verification of balancing system based on number of cells [print, electronic] / Marek Šimčák, Matúš Danko. In: Communications [print, electronic] = Komunikácie : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Roč. 23, č. 4 (2021), s. C83-C89 [print, online]. Zaradené v: SCOPUS



Optimized control of energy flow in an electric vehicle based on GPS [electronic, print]

[Optimalizované riadenie toku energie v elektrickom vozidle na základe GPS] / Matúš Danko, Branislav Hanko, Peter Drgoňa.

In: Communications [print, electronic] = Komunikácie : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Roč. 23, č. 1 (2021), s. C7-C14 [print, online].

Zaradené v: SCOPUS

Spôsob prístupu: <http://komunikacie.uniza.sk/index.php/communications/article/view/1653>

Cyclic evaluation of capacity of recovered traction battery after short-circuit damage

[electronic] [Cyklické vyhodnotenie kapacity obnovenej trakčnej batérie po poškodení skratom] / Matus Danko, Marek Simcak.

In: Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal [electronic] : a bimonthly peer-review journal. - ISSN 2415-6698 (online). - Roč. 6, č. 1 (2021), s. 879-885 [online].

Zaradené v: SCOPUS

Traction battery (40 Ah LiFePO₄) recovery after long-term short circuit [electronic]

[Regenerácia trakčnej batérie po dlhodobom vyskratovaní] / Michal Frivaldsky ... [et al.].

In: International symposium on power electronics, electric drives and motion [electronic] : SPEEDAM 2020. - 1. vyd. - [S.l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020. - ISBN 978-1-7281-7018-3. - s. 306-311 [USB-key, online].

Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Design of measuring and evaluation unit for multi-cell traction battery system of industrial

AGV [electronic] [Návrh meracieho a vyhodnocovacieho zariadenia pre viac-prvkový trakčný batériový systém priemyselného AGV] / Michal Frivaldsky ... [et al.].

In: Electrical Engineering [print, electronic] : Archiv für Elektrotechnik. - ISSN 0948-7921. - Roč. 102, č. 3 (2020), s. 1579-1591 [print].

Zaradené v: Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Battery charging procedure proposal including regeneration of short-circuited and deeply

discharged LiFePO₄ traction batteries [electronic] [Návrh nabíjacej procedúry s implementovanou regeneráciou skratovaných a hlboko-podbitých LiFePO₄ trakčných článkov] / Pavol Spanik ...[et al.].

In: Electronics [electronic]. - ISSN 2079-9292 (online). - Roč. 9, č. 6 (2020), s. [1-15] [online].

Recovery procedure for deeply discharged LiFePO₄ traction battery [electronic, print]

[Postup obnovy pre hlboko vybitú trakčnú batériu LiFePO₄] / Matus Danko ... [et al.].

In: Communications [print, electronic] = Komunikácie : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Roč. 22, č. 4 (2020), s. 121-127 [print, online].

Zaradené v: SCOPUS

Zaradené v: Current Content Connect ; SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Spôsob prístupu: <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/6/929>

Optimization of power flow control in electric vehicle based on GPS [electronic]

[Optimalizácia toku výkonu v elektrickom vozidle založená na GPS] / Danko, M. ... [et al.].

In: ELEKTRO 2020 [electronic] : 13th international conference. - 1. vyd. - Danvers: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020. - ISBN 978-1-7281-7541-6. - s. [1-5] [USB-key].

Zaradené v: Web of Science Core Collection ; SCOPUS

Design of SOC evaluation unit for multi-cell traction battery system [electronic]

[Návrh vyhodnocovacej jednotky stavu nabitia pre viac-článkový batériový systém] / Frivaldsky, M. ... [et al.].

In: ELEKTRO 2020 [electronic] : 13th international conference. - 1. vyd. - Danvers: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020. - ISBN 978-1-7281-7541-6. - s. [1-5] [USB-key].

Zaradené v: Web of Science Core Collection ; SCOPUS

FOND: Publikačná činnosť

Electronically isolated measuring circuit for multicell traction battery modules identifying

state of charge (SOC) values [electronic] [Elektronicky izolovaný merací obvod pre multičlánkové trakčné batérie, vyhodnocujúci SOC] / Michal Pipiska ...[et al.].

In: Elektronika in Elektrotechnika [print, electronic] = Electronics and Electrical Engineering : Electrical Engineering : Elektros Inžinierija : Research Journal. - ISSN 1392-1215. - Roč. 25, č. 6 (2019), s. 22-27 [print].



<p>Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection Spôsob prístupu: http://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/24822 Thermal analysis of LiFePO4 battery cell during discharge with constant current [electronic] [Tepelná analýza LiFePO4 akumulátora počas vybíjania konštantným prúdom] / Juraj Adamec ... [et al.]. In: EPE 2019, roč. 20 [electronic] : Proceedings of the 20th International Scientific Conference on Electric Power Engineering. - 1. vyd. - Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2019. - ISBN 978-1-7281-1333-3. - s. 507-511 [USB-key]. Poznámka: Článok je zaradený v databáze Scopus a Web of Science Core Collection. Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection</p>
<p>Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:</p> <ul style="list-style-type: none">-Inovatívne riešenia pohonných, energetických a bezpečnostných komponentov dopravných prostriedkov-Výskum riešení hybridných meničov s adaptívnou možnosťou sériovo-paralelnej modularity s využitím pre EV nabíjanie a pokročilý manažment distribučných sietí
<p>Priemyselné a firemné partnerstvá:</p>
<p>Akademické partnerstvá:</p> <ul style="list-style-type: none">-uviesť aktívne spolupráce s univerzitami a vedecko-výskumnými inštitúciami so zahraničia pre oblasť pôsobenia výskumného tímu alebo v kontexte vyššie uvedených výstupov alebo projektov. Poskytnite stručný opis spolupráce s menovanými inštitúciami.-



Výskumný tím:
Diagnostika elektrických zariadení
Výskumná oblasť:
<ul style="list-style-type: none">- Elektroenergetika- Meracia technika- Technika vysokého napätia- Elektrické stroje- Automobilová diagnostika
Stručná charakteristika výskumu:
<ul style="list-style-type: none">- Analýza technického stavu elektrických zariadení pomocou on-line, bezkontaktných a off-line meracích metód diagnostiky.- Analýza poruchových stavov pomocou nových meracích systémov.- Návrh integrovaného systému diagnostiky s možnosťou predikcie porúch na elektrických zariadeniach.- Analýza nepriaznivých vplyvov na elektrické zariadenia, najmä vplyv mechanických a tepelných účinkov nadprúdov, prepätí a pôsobenie čiastkových výbojov.- Izolačné vlastnosti vysokonapäťových elektrických zariadení a ich materiálov a určovanie ich starnutia.- Diagnostika vysokonapäťových transformátorov.- Automobilová diagnostika a senzory.
Vedúci výskumného tímu:
Miroslav Gutten
Členovia výskumného tímu:
<ul style="list-style-type: none">- Daniel Korenčiak- Matej Kučera
Technologické vybavenie:
<p>Technologické vybavenie sa nachádza v Laboratóriu diagnostiky elektrických strojov, na ktorom je nainštalovaný merací model činnosti olejového transformátora (obr.7). Takýto merací model zahŕňa:</p> <ul style="list-style-type: none">- napájaciu zdrojovú časť z 0,4 na 22 kV pomocou olejového transformátora 100 kVA,- testovaný olejový transformátor BEZ kTO 253/22, 30 kVA, 22/0,4 kV,- 400 V odporová a odporovo-indukčná záťaž,- monitorovací systém Hydran M2 merajúci rozpustné plyny, vlhkosť a vodu- oleja testovaného transformátora kTO 253/22,- optické snímače teploty nainštalované priamo na vinutí transformátora,- snímače a prevodníky teploty, meracie transformátory prúdu 50/5 A,- monitorovací číslicový wattmeter Lovato, ktorý slúži na harmonickú, napäťovú a prúdovú analýzu. <p>Okrem tohto meracieho modelu riešiteľská organizácia disponuje týmito prístrojmi:</p> <ul style="list-style-type: none">- 2 vysokofrekvenčné systémy Doble a Megger FRAX, ktoré slúžia na analýzu mechanického stavu vinutia a magnetického obvodu elektrických strojov frekvenčnou metódou SFRA (od 20 Hz do 5 MHz),- číslicové frekvenčné RLC meter s premenlivou frekvenciou, ktorý slúžia na analýzu mechanického a izolačného stavu elektrických zariadení,- meracia aparatura Megger IDAX, ktorá slúži na analýzu izolačného stavu olej-papier vysokonapäťových elektrických zariadení pomocou dielektrickej spektroskopie (od 1 mHz),- prenosný chromatograf Transport X, ktorý slúži na rozbor plynov a vlhkosti oleja,- meracia súprava na analýzu prierazu v izolačnom oleji, ktorá slúži na analýzu izolačného stavu olejových elektrických zariadení,- bezkontaktné systémy, ako termovízne kamery FLIR a FLUKE, hlukomer do 20 kHz a merač elektromagnetického poľa, ktoré môžu slúžiť na analýzu stavu elektrických zariadení počas prevádzky,- rázový vysokonapäťový tester vinutí a cievok elektrických strojov,- univerzálny revízny prístroj CA, ako merač odporov vinutí 4-vodičovou metódou a skúšobný striedavý prístroj s priloženým napätím,



<ul style="list-style-type: none">- harmonický analyzátor a spektrálny analyzátor v spojení s funkciou osciloskopu, ktorý slúži na analýzu elektromagnetického rušenia vplyvom poškodených častí elektroenergetických zariadení,- 2 číslicové merače izolačného odporu 5 kV, ktorý slúži na analýzu izolačného stavu elektrických zariadení,- diagnostický systém automobilov od firmy Bosh.
Stupeň TRL*:
<ul style="list-style-type: none">- TRL 2 až 5
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
<ul style="list-style-type: none">- Kučera, M., Gutten, M., Šimko, M., Šebök, M., Korenčiak, D., Jarina, R., Pitoňák, M.: Electromagnetic compatibility and radiation analysis in control room, In: Measurement Science Review : Journal of Institute of Measurement Science of Slovak Academy of Sciences. ISSN 1335-8871, Vol. 19, No. 3 (2019), p. 126-131,- Gutten M., Korenčiak D., Karman M., Brňal P., Kučera M., Koltunowicz T. N., Sulowicz M.: Combination of non-contact and contact measuring methods for analyzing structural conditions of dry transformers, In: Measurement Science Review [electronic] : Journal of Institute of Measurement Science of Slovak Academy of Sciences. - ISSN 1335-8871 (online). - Roč. 23, č. 4 (2023), s. 154-162- Kučera, M., Šebök, M., Gutten, M., Korenčiak, D., Lukac S.: Possibilities of increasing of ecological conditions in mining environment by reconstruction of the present engine DH30, In: Acta Montanistica Slovaca, ISSN 1335-1788. Vol. 24, No. 1 (2019), p. 63-71,- Koltunowicz T. N. - Kierczyński K. - Okal P.- Patryn A.- Gutten M.: Diagnostics on the basis of the frequency-temperature dependences of the loss angle tangent of heavily moistured oil-impregnated pressboard, In: Energies [electronic]. - ISSN 1996-1073 (online). - Roč. 15, č. 8 (2022), s. [1-14]- Zukowski P., Kierczyński K., Koltunowicz T. N., Rogalski P., Subocz J., Korenčiak D.: AC conductivity measurements of liquid-solid insulation of power transformers with high water content, In: Measurement [print, electronic] : journal of the International Measurement Confederation. - ISSN 0263-2241. - Roč. 165 (2020), s. [1-10]
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:
<ul style="list-style-type: none">- APVV-21-0449: Integrovaný systém pre analýzu stavu transformátorov vzhľadom na účinky skratových a zapínacích prúdov,- APVV-21-0078: Výskum trvalo udržateľných živíc s vysokou účinnosťou a s použitím surovín z obnoviteľných zdrojov- VEGA 1/0640/24: Analýza konštrukčného a izolačného stavu suchých výkonových transformátorov pomocou automatizovanej diagnostiky,- VEGA 1/0471/20: Analýza degradácie izolačných prvkov vysokonapäťových transformátorov,- VEGA 1/0602/17: Analýza stavu transformátorov frekvenčnými a časovými metódami.
Priemyselné a firemné partnerstvá:
<ul style="list-style-type: none">- BEZ Transformátory a.s. – spoločné meranie a analýza v priestoroch výrobcu transformátorov v rámci riešenia dizertačnej práce.- Elbek s.r.o v spolupráci so SSE a.s. – spoločná identifikácia poruchových transformátorov pre aplikovaný výskum.- ŽSR a.s. – meranie na trakčných zariadení v rámci riešenia dizertačných prác.- SCANIA a.s. - spoločné meranie a analýza v rámci riešenia dizertačnej práce.
Akademické partnerstvá:
Spoločný výskum a spoločné publikácie: <ul style="list-style-type: none">- Lublin university of technology, Lublin, Poľsko- AGH University of Science and Technology, Krakov, Poľsko- Gdansk University of Technology, Gdansk, Poľsko



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií



Katedra: -KTEBI-
Výskumný tím: Elektromagnetická biokompatibilita
Výskumná oblasť: - netepelné účinky nízkofrekvenčného magnetického poľa na bunkovej úrovni; - biologické účinky rádiovfrekvenčného elektromagnetického poľa; - numerické metódy hodnotenia vplyvu elektromagnetického poľa na živé organizmy; - numerické metódy hodnotenia vplyvu elektromagnetického poľa na implantovateľné zariadenia.
Stručná charakteristika výskumu: Výskum je zameraný na účinky (predovšetkým netepelné) neionizujúceho elektromagnetického poľa (EMP) na biologické objekty. V rámci výskumu sa vyvíjajú a aplikujú expozičné protokoly, navrhujú a optimalizujú expozičné zostavy, vrátane senzorických častí pre monitoring fyzikálnych parametrov a úrovni veličín EMP, ktorým sú exponované bunkové kultúry a hodnotia sa biologické reakcie (početnosť buniek, morfológia, prípadne vplyv na konkrétne enzýmy/proteíny). Významnou súčasťou výskumu je vyšetrovanie možných účinkov expozície EMP na celotelovej úrovni, vrátane vplyvu na implantovateľné medicínske zariadenia a rizík s tým spojených, ktoré sa overujú pomocou numerických výpočtových metód a softvérov. -
Vedúci výskumného tímu: prof. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.-
Členovia výskumného tímu: doc. Ing. Mariana Beňová, PhD.; Ing. Zuzana Pšenáková, PhD.; Ing. Roman Radil, PhD.; Ing. Zuzana Judáková, PhD.; Ing. Maroš Šmondrk, PhD.; -
Technologické vybavenie: Prevažná časť technologického vybavenia je súčasťou Laboratória elektromagnetickej biokompatibility (EMCare Lab, AFS08a) , ktorého infraštruktúra je opísaná v nasledujúcom linku: https://ktebi.uniza.sk/laboratoria/ - okrem uvedenej infraštruktúry je k dispozícii softvér CST STUDIO SUITE využívaný na numerické modelovanie a simulácie rôznych scenárov expozície elektromagnetickému poľu
Stupeň TRL*: TRL 3: Kritická funkcia – experimentálny dôkaz koncepcie (proof of concept)
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov: <ul style="list-style-type: none">- BERETA, Martin, Michal TEPLAN, Djamel Eddine CHAFAI, Roman RADIL, Michal CIFRA. Biological autoluminescence as a noninvasive monitoring tool for chemical and physical modulation of oxidation in yeast cell culture. Scientific Reports [online]. 2021, 11(1). ISSN 2045-2322. – TRL3- RADIL, Roman, Jan BARABAS, Ladislav JANOUSEK, Martin BERETA. Frequency Dependent Alterations of S. Cerevisiae Proliferation Due to LF EMF Exposure. Advances in Electrical and Electronic Engineering [online]. 2020, 18(2), p. 99 - 106. ISSN 1804-3119. – TRL3- JUDAKOVA, Zuzana, Ladislav JANOUSEK, Roman RADIL, Lucia CARNECKA. Low-Frequency Magnetic Field Exposure System for Cells Electromagnetic Biocompatibility Studies. Applied Sciences [online]. 2022, 12(14). ISSN 2076-3417. – TRL3- RADIL, Roman, Lucia CARNECKA, Zuzana JUDAKOVA, Ivana POBOCIKOVA, Marek BAJTOS, Ladislav JANOUSEK. Exploring Non-Thermal Mechanisms of Biological Reactions to Extremely Low-Frequency Magnetic Field Exposure. Applied Sciences [online]. 2024, 14(20). ISSN 2076-3417. – TRL3- BACOVA, Frederika, Mariana BENOVA, Zuzana PSENAKOVA, Milan SMETANA, Miroslav PACEK, Jan OCHODNICKY. High Frequency Electromagnetic Field Exposure in Paediatric and Female Patients with Implanted Cardiac Pacemaker. Applied Sciences [online]. 2024, 14(16). ISSN 2076-3417. – TRL3
Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov: <ul style="list-style-type: none">- APVV-19-0214; Trvanie projektu: 07/2020 – 06/2023; Názov: Biokompatibilita a objektivizácia elektromagnetického poľa sieťovej frekvencie v husto osídlených oblastiach; .-



- APVV-23-0162; Trvanie projektu: 07/2024 – 06/2027; Názov: Bezpečné križovania cyklotrás s nadzemnými elektrickými vedeniami.
- Viacero univerzitných grantov (študentských aj zamestnaneckých) - Grant MVP ID17142, Granty s ID: 7964, 13845, 17378 a štud. grant. projekt č. 20228/2023

Priemyselné a firemné partnerstvá:

-VUJE, a.s.-

Akademické partnerstvá:

- Politechnika Slaska, Gliwice, Poľsko
- University of Boulder, Colorado, USA
- Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského v Bratislave



Katedra: teoretickej elektrotechniky a biomedicínskeho inžinierstva

Výskumný tím:

eNDE (electromagnetic NonDestructive Evaluation)

Výskumná oblasť:

Elektromagnetické nedeštruktívne vyšetovanie elektricky vodivých biomateriálov
Metóda vírivých prúdov s harmonickým budením
Metóda vírivých prúdov s využitím frekvenčného rozmetania
Nedeštruktívne vyšetovanie vnútorného magnetického poľa ušľachtilých austenitických biomateriálov

Stručná charakteristika výskumu:

Výskumné aktivity sú orientované najmä na bezkontaktné vyšetovanie elektricky vodivých biomateriálov. Cieľom je presná identifikácie prítomných defektov, stanovenie ich rozmerov a ich spätná rekonštrukcia s využitím matematických metód. Ako základná metóda sa využíva metóda vírivých prúdov s harmonickým budením, vrátane jej modifikácií. Pre realizáciu meraní sú k dispozícii komerčné aj nekomerčné vírivoprúdové sondy. S využitím magnetorezistívnych senzorov s osovou citlivosťou možno vyšetovať vnútorné magnetické polia špeciálnych druhov ušľachtilých ocelí. Pre numerické modelovanie sa využíva softvér na báze metódy konečných prvkov, umožňujúci simulovať rôzne prípady EM polí. Pri výskume je kľúčovým prvkom návrh a výber vhodného typu meracej sondy, jej budenie, a filtrácia/zber užitočných signálov.

Vedúci výskumného tímu:

prof. Ing. Milan Smetana, PhD.

Členovia výskumného tímu:

prof. Ing. Milan Smetana, PhD.; prof. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.

Technologické vybavenie:

Trojosový lineárny manipulátor s mikrometrovým rozlíšením ovládaný pomocou PC, širokopásmový výkonový zosilňovač KROHN-HITE 7500, číslicový lock-in zosilňovač SIGNAL RECOVERY DSP 7280, profesionálny vírivoprúdový prístroj OLYMPUS MX s modulom ECA a príslušenstvom, vírivoprúdový prístroj ROHMANN ELOTEST B300 s rôznymi meracími sondami, softvér pre numerické modelovanie EM polí OPERA: Vector Fields, sady etalónov umelých defektov v rôznych konfiguráciách geometrií, etalóny reálnych defektov

Stupeň TRL*:

TRL 3

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

Smetana – Behún – Gombárska – Janoušek: New proposal for inverse algorithm enhancing noise robust eddy-current non-destructive evaluation. In Sensors [print, electronic]. - ISSN 1424-8220 (online), 2020. Výstup sa zaoberal komplexnou štúdiou návrhu a vývoja výpočtového algoritmu, odolného voči degradačným faktorom, najmä účinku superponovaného šumu, na užitočné signály slúžiace na opätovnú identifikáciu geometrie skúmaných materiálových nehomogenít. Údaje potrebné pre správne nastavenie a netréňovanie algoritmov boli získané na základe analýzy tzv. forward approach metódou vírivých prúdov.

Vaverka – Smetana – Gombárska – Janoušek : Diagnosis of artificial flaws from eddy current testing signals based on sweep frequency non-destructive evaluation, In Applied sciences. ISSN 2076-3417, 2022. V tejto štúdii sa vykonávalo skúmanie umelých chýb pri elektromagnetickom nedeštruktívnom hodnotení pomocou analýzy frekvenčnej odozvy vírivých prúdov. Cieľom bolo zvýšiť rozlišovaciu schopnosť získaných signálov na rozdiel od konvenčnej metódy frekvenčného prechodu.

Smetana – Gombárska – Pšenáková – Chudáčik: Non-destructive investigation of intrinsic magnetic field of austenitic biomaterials by magnetic field sensors, In: Sensors. - Bazilej : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. - [online, print]. - ISSN 1424-3210. - Roč. 22, č. 23 (2022). Výstup prezentoval metodiku a dosiahnuté výsledky pri skúmaní vodivých biomateriálov. Cieľom meraní bolo uviesť do vzájomnej korelácie intenzitu vnútorného magnetického poľa vzorky a prítomnosti deformačného martenzitu v štruktúre. Za týmto účelom boli použité špeciálne osovo citlivé senzory magnetických polí, pričom vzorky boli pripravené aplikáciou plastickej deformácie za studena.



Smetana – Gombárska – Janoušek – Vaverka: Multi-point interaction of partially conductive cracks with sweep frequency eddy currents in electromagnetic non-destructive evaluation, In: Applied sciences. - Bazilej : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. - [online]. - ISSN 2076-3417 (online). - Roč. 12, č. 22 (2022). V štúdiu bolo implementované skúmanie vodivých štruktúr s využitím metódy vírivých prúdov pomocou frekvenčného rozmietania, v špeciálnej konfigurácii: snímanie v maticovom usporiadaní detekčného prvku. Vytvorená znalostná báza slúži ako podklad pre tréning neurónových sietí pri ďalšom hodnotení a identifikácii defektov.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

-

Priemyselné a firemné partnerstvá:

-

Akademické partnerstvá:

-



Katedra: KTEBI
Výskumný tím:
Hemodynamix Lab – Laboratórium neinvazívnej kardiovaskulárnej diagnostiky
Výskumná oblasť:
<ul style="list-style-type: none">- Perfúzia kože- Arteriálny systém- Venózný systém- Regulácia KVS prostredníctvom ANS- Fotopletyzmografia a fotopletyzmozografické zobrazovanie
Stručná charakteristika výskumu:
Laboratórium neinvazívnej kardiovaskulárnej diagnostiky (Hemodynamix Lab) je zamerané na štúdium parametrov kardiovaskulárneho systému prostredníctvom metód využívajúcich viditeľné, blízko-infračervené a infračervené spektrum elektromagnetického žiarenia. Laboratórium je zároveň vybavené prístrojmi pre akvizíciu biosignálov (napr. EMG, PPG, EKG alebo dychová krivka). Zameranie laboratória: <ul style="list-style-type: none">• Fotopletyzmografia (PPG) - neinvazívna optická technika snímajúca zmeny intenzity svetla pri prechode tkanivom za účelom sledovania objemových zmien krvi v koži.• Fotopletyzmozografické zobrazovanie (PPGI) - neinvazívna bezkontaktná optická technika umožňujúca snímať zmeny objemu krvi s priestorovým rozlíšením.• Infračervená termografia (IRTI) - neinvazívna meracia technika, ktorá umožňuje analyzovať a graficky znázorniť teplotu na povrchu sledovaného objektu.• Multimodálne vyšetrenie perfúzie - synchronizované vyšetrenie funkčných vlastností tkaniva prostredníctvom IRTI a PPGI.• PPGI + EMG - fúzia elektromyografie s fotopletyzmozografickým zobrazovaním.• MIM (magnetic induction monitoring) - meranie kardio-respiračnej aktivity prostredníctvom EM indukcie, napr. s využitím planárnych cievok.• (HW) návrh inovatívnych zariadení - (napr. 3-λ osvetľovacia jednotka, snímanie KVS parametrov).• (SW) návrh pokročilých algoritmov spracovania signálu.
Vedúci výskumného tímu:
doc. Ing. Štefan Borik, PhD.
Členovia výskumného tímu:
Ing. Michal Labuda, PhD. (odborný asistent, KTEBI, FEIT) Ing. Ján Šeleng (doktorand, KTEBI, FEIT) Bc. Miram Zemaníková (študent, KTEBI, FEIT) Bc. Nina Priečková (študent, KTEBI, FEIT) Bc. Ľubomír Menich (študent, KTEBI, FEIT) Bc. Michaela Kováčsová (študent, KTEBI, FEIT)
Technologické vybavenie:
Laboratórium disponuje dvomi monochromatickými kamerami strojového videnia FLIR (BFS-U3-28S5 a BFS-U3-50S5) s prídavnými komponentami (objektívy, polarizačné filtre, optický filter - 540 nm), stereovíznymi kamerami OAK-D Lite (s AI priamo v puzdre kamery), infračervenými kamerami FLIR Lepton 3.5 a kamerami DFRobot FIT0730 . Pre dostatočné osvetlenie vyšetrovanej oblasti je laboratórium vybavené dvojpanelovým LED osvetlením TGStudio a vlastným inovatívnym zdrojom osvetlenia s možnosťou výberu z troch vlnových dĺžok (525 nm, 625 nm, 940 nm) - 3-λ osvetľovacia jednotka . Súčasťou laboratória sú tiež dva vývojové moduly ADS1298RECGFE-PDK pre viackanálové snímanie bioelektrických signálov (EMG s vysokou hustotou elektród, 12 zvodové EKG, EEG).
Stupeň TRL*:
TRL1 – TRL4
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:



1. Borik, S., Keller, M., Perlitz, V., Lyra, S., Pelz, H., Müller, G., ... & Blazek, V. (2023). On the cardiorespiratory coordination assessed by the photoplethysmography imaging technique. *Scientific Reports*, 13(1), 14645.
 - Publikácia skúma koordináciu kardiorespiračných parametrov pomocou fotopletyzografického zobrazovania, čím prispieva k neinvazívnemu hodnoteniu fyziologického stavu pacienta. TRL: 1.
2. Borik, S., Strych, J., Kumar, V. J., & George, B. (2023). Measurement of Cardiorespiratory Activity Using Planar Coils and a High Resolution Inductance-to-Digital Converter. *IEEE Sensors Journal*.
 - Štúdia prezentuje novú metódu merania kardiorespiračnej aktivity s využitím planárnych cievok a LDC prevodníka, čím umožňuje inovatívne monitorovanie vitálnych funkcií. TRL: 2.
3. Borik, S., Procka, P., Kubicek, J., & Hoog Antink, C. (2022). Skin tissue perfusion mapping triggered by an audio-(de) modulated reference signal. *Biomedical Optics Express*, 13(7), 4058-4070.
 - Výskum sa zameriava na mapovanie perfúzie tkaniva s využitím audio-modulovaného referenčného signálu, čím zlepšuje presnosť snímania krvného prietoku. TRL: 3.
4. Borik, S., Lyra, S., Paul, M., Antink, C. H., Leonhardt, S., & Blazek, V. (2020). Photoplethysmography imaging: camera performance evaluation by means of an optoelectronic skin perfusion phantom. *Physiological measurement*, 41(5), 054001.
 - Táto práca hodnotí výkon kamier pre fotopletyzografické zobrazovanie pomocou optoelektronického fantómu kože, čím prispieva k vývoju presných PPGI zariadení. TRL: 3.
5. Borik, S., Wu, H.-T., Shelley, K. H., & Alian, A. A. (2024). Graph connection Laplacian allows for enhanced outcomes of consumer camera based photoplethysmography imaging. *Biomedical Signal Processing and Control*, 96, 106574.
 - Tento výskum využíva pokročilé algoritmy na zlepšenie výsledkov fotopletyzografie s použitím bežných kamier, čo umožňuje dostupné a efektívne monitorovanie zdravotného stavu. TRL: 4.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

Číslo projektu	Názov projektu	Stav riešenia	Grantová schéma	Riešenie od	Riešenie do	Zodpovedný riešiteľ	TRL
APVV-23-0021	Neinvazívna diagnostika perfúzie tkaniva pacientov s diabetes mellitus s využitím fotopletyzografického zobrazovania	Návrh projektu (podaný)	APVV	2024-07-01	2027-06-30	doc. Ing. Borik Štefan, PhD.	TRL 1
19882/2023	Hodnotenie periférnych nízkofrekvenčných oscilácií perfúzie tkaniva indukovaných kardiovaskulárnym testom	Schválený projekt	Grantový projekt UNIZA	2023-11-21	2024-10-31	Bc. Zemaníková Miriam	TRL 1
01180/2023	Vyšetrenie efektivity venózne svalovej pumpy s využitím fotopletyzografického zobrazovania	Ukončený projekt	Grantový projekt UNIZA	2023-02-20	2024-01-31	Ing. Šeleng Ján	TRL 3



I-22-028-57	Funkčné mapovanie perfúzie dermálneho tkaniva v alergiológii	Ukončený projekt	Grantový projekt UNIZA	2022-09-01	2023-08-31	doc. Ing. Borik Štefan, PhD.	TRL 4
I-22-028-25	Hybridné vyšetrenie autonómnych nervových a termoregulačných mechanizmov Zvyšovanie informačnej hodnoty záznamov zmien perfúzie tkaniva získaných s využitím techniky fotopletyzomografického zobrazovania	Ukončený projekt	Grantový projekt UNIZA	2022-09-01	2023-08-31	Ing. Prôčka Patrik	TRL 3
I-21-028-61	Fotopletyzomografické zobrazovanie ako nástroj neinvazívnej bezkontaktnéj kardiovaskulárnej diagnostiky	Ukončený projekt	Grantový projekt UNIZA	2021-09-01	2022-08-31	doc. Ing. Borik Štefan, PhD.	TRL 3
		Ukončený projekt	Grantový projekt UNIZA	2020-09-01	2021-08-31	doc. Ing. Borik Štefan, PhD.	TRL 1
Priemyselné a firemné partnerstvá:							
N/A							
Akademické partnerstvá:							
doc. MUDr. Denisa Čelovská, PhD. (LF UK) <ul style="list-style-type: none">- Aplikácia fotopletyzomografického zobrazovania na pacientoch s diabetes mellitus- Sledovanie perfúzných vzorov na planta pedis- Vplyv testu hlbokého dýchania na kontrolnej vzorke a vzorke diabetikov							
Prof. Aymen Alian, MD (Yale University, USA)							
Prof. Kirk Shelley, MD, PhD (Yale University, USA) <ul style="list-style-type: none">- Klinické aplikácie fotopletyzomografického zobrazovania- Lower-body negative pressure experimenty s cieľom simulácie hypovolémie							
Prof. Hau-Tieng Wu, MD, PhD (Courant Institute of Mathematics, NY, New York City) <ul style="list-style-type: none">- Pokročilé algoritmy pre spracovanie a extrakciu informácií zo záznamov fotopletyzomografického zobrazovania							
Prof. Christoph Hoog-Antink, MSc., PhD. (TU Darmstadt, Germany) <ul style="list-style-type: none">- Perfúzia tkaniva s pomocou inovatívnych nástrojov fotopletyzomografického zobrazovania- Vplyv muzikoterapie na perfúziu							
Prof. Vladimír Blažek, PhD. (RWTH Aachen, Germany)							
Prof. Steffen Leonhardt, MD., PhD. (RWTH Aachen, Germany) <ul style="list-style-type: none">- Aplikácia fotopletyzomografického zobrazovania pri sledovaní synchronizácie a koordinácie fyziologických parametrov							
Prof. Boby George (IIT Madras, Chennai, India)							
Prof. Jagadeesh V. Kumar (IIT Madras, Chennai, India) <ul style="list-style-type: none">- Inovatívne monitorovanie parametrov KVS prostredníctvom magnetickej indukcie							



Výskumné tímy FEIT

Katedra: Teoretickej elektrotechniky a biomedicínskeho inžinierstva

1.

Výskumný tím:

Inteligentné senzorické systémy v biomedicíne

Výskumná oblasť:

- Vývoj senzorických systémov pre snímanie signálov pre oblasť medicínskej diagnostiky a terapie.
- Spracovanie a analýza biosignálov použitím časovo – frekvenčných metód a metód umelej inteligencie.
- Vývoj nositeľnej elektroniky.
- Integrácia vodivých textílií do snímačov biosignálov.
- Vývoj rozhraní človek – počítač.

Stručná charakteristika výskumu:

Výskum sa zameriava na vývoj inovatívnych senzorických systémov pre medicínsku diagnostiku a terapiu, ktoré umožňujú efektívne snímanie a analýzu biosignálov. Hlavným cieľom je zvýšiť presnosť diagnostických procesov a podporiť vývoj nositeľnej elektroniky, ktorá je pohodlná a použiteľná v každodennom živote. V oblasti spracovania a analýzy biosignálov sa výskum sústreďuje na využitie pokročilých časovo-frekvenčných metód a algoritmov umelej inteligencie, čo umožňuje presnejšie hodnotenie zdravotného stavu pacienta. Kľúčovým aspektom je tiež integrácia vodivých textílií do senzorov, čo napomáha vytvoriť flexibilné a prenosné riešenia pre monitorovanie fyziologických funkcií. Súčasťou výskumu je aj vývoj rozhraní človek – počítač, ktoré zlepšujú interakciu s technológiami, čo prispieva k jednoduchšiemu a efektívnejšiemu využívaniu medicínskych zariadení v klinickej praxi.

Vedúci výskumného tímu:

doc. Ing. Branko Babušiak, PhD.

Členovia výskumného tímu:

prof. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.
doc. Ing. Štefan Borik, PhD.
Ing. Maroš Šmondrk, PhD.
Ing. Michal Gála, PhD.
Ing. Michal Labuda, PhD.

Technologické vybavenie:

Zariadenie pre výrobu a spájkovanie DPS, hlavne:

- CNC fréza na výrobu DPS – LPKF Protomat S103,
- teplovzdušná pec pre spájkovanie DPS – LPKF ProtoFlow S,
- spájkovacia stanica Weller WR3M.

Meracia technika a prístrojové vybavenie pre elektroniku, hlavne:

- osciloskopy, multimetre a signálové generátory,
- 3D tlačiareň Prusa MK3S+ pre tlač dielov a obalov na elektroniku.

Prístrojové vybavenie pre snímanie biosignálov:

- biozosilňovač pre snímanie biosignálov Biopac MP36,
- simulátor pacienta FLUKE ProSim 2,
- profesionálne systémy (až 64 kanálov, drôtové a bezdrôtové) na meranie EEG od firmy Gtec.

Stupeň TRL*:

≤ TRL6

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

- Senzorický systém na monitorovanie tlaku vnútri protetického lôžka: Úžitkový vzor č. 10059 (20240605) / Babušiak Branko ... [et al.]. - Banská Bystrica : Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky, 2024. - 6 s. TRL5
- KRALIKOVA, Ivana; BABUSIAK, Branko; SMONDRK, Maros. Measurement of the conductive fabric contact impedance for bioelectrical signal acquisition purposes. *Measurement*, 2023, 217: 113005. TRL4



- BABUSIAK, Branko; BORIK, Stefan; SMONDRK, Maros. Two-electrode ECG for ambulatory monitoring with minimal hardware complexity. *Sensors*, 2020, 20.8: 2386. TRL5
- KRALIKOVA, Ivana; BABUSIAK, Branko; SMONDRK, Maros. EEG-Based Person Identification during escalating cognitive load. *Sensors*, 2022, 22.19: 7154. TRL5
- Bednar, T., Babusiak, B., Labuda, M., Smetana, M., & Borik, S. Common-mode voltage reduction in capacitive sensing of biosignal using capacitive grounding and DRL electrode. *Sensors*, 2021, 21.7: 2568. TRL5

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

APVV-22-0423 „Vývoj modulárneho systému automobilu pre monitorovanie zdravotného stavu a únavy vodiča (DriverSense)“. Trvanie od 01.07.2023 do 30.06.2026.

APVV-19-0290 „Výskum a vývoj protetických lôžok dolných končatín vyrábaných aditívnymi technológiami“. Trvanie od 01.07.2020 do 30.06.2023.

APVV-18-0167 „Inteligentné odevy pre systém elektronického zdravotníctva“. Trvanie od 01.07.2019 do 30.06.2021.

APVV-16-0190 „Výskum INtegrácie funkčného systému TEXTílií na monitoring BIODát pre dosiahnutie synergie zdravia, komfortu a bezpečnosti človeka (BIOINTEX)“. Trvanie od 01.07.2017 do 30.06.2020.

Priemyselné a firemné partnerstvá:

VUTCH s.r.o. (Výskumný ústav textilnej chémie) – spolupráca v oblasti výskumu vodivých textílií, partnerstvo vo viacerých riešených projektoch APVV

Akademické partnerstvá:

-



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií



Katedra: KMIKT

Výskumný tím:



LABORATORY OF OPTICAL
COMMUNICATIONS

Laboratórium integrovanej fotoniky a komunikačných snímacích systémov
Laboratory of integrated photonics and communication-sensing systems

Výskumná oblasť:

Integrovaná fotonika, Vláknová optika, Optické komunikácie a prepojenia, Subvlnné metamateriály, Optoelektronika

Stručná charakteristika výskumu:

Naša skupina vykonáva vzdelávacie a výskumné aktivity v oblasti optických komunikácií, optického snímania a integrovanej fotoniky. V našej práci sa venujeme vývoju a optimalizácií fotonických komponentov a zariadení s využitím rozličných polovodičových materiálových platforiem a technológií pre aplikácie v komunikáciách a prepojeniach na čipe, LIDAR systémoch alebo spracovaní konvenčných alebo kvantových informácií. Skupina sa tiež rozvíja merania a testovanie systémov pre analýzu a charakterizáciu základných parametrov optických vlákien, opto-vláknových zariadení alebo optických komunikačných spojov. Skupina sa vyznačuje etablovanou medzinárodnou spolupracou a kontinuálnym budovaním oblasti integrovanej fotoniky na území Slovenska.

Vedúci výskumného tímu:

Ing. Daniel BENEDIKOVIČ, PhD.

Členovia výskumného tímu:

prof. Ing. Milan DADO, PhD.
Ing. Jozef DUBOVAN, PhD.
Ing. Michaela HOLÁ, PhD.
Ing. Ján LITVÍK, PhD.

Študenti:

Bc. Adam PETROVIČ
Bc. Viktória PIKULÍKOVÁ
Bc. Matej ŠAJBAN

Technologické vybavenie:

Technologické vybavenie je možné nájsť a identifikovať na stránke <https://optolab.feit.uniza.sk/index.php/facilities/>

Stupeň TRL*:

1-4

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

Skupina sa venuje fundamentálnemu výskumu s výhradne publikačnými výstupmi:

1. William Fraser, Daniel Benedikovic, Radovan Korček, Maziyar Milanizadeh, Dan-Xia Xu, Jens H. Schmid, Pavel Cheben, and Winnie N Ye, "High-efficiency self-focusing metamaterial grating couplers for silicon nitride using amorphous silicon overlayers," Scientific Reports, Volume 14, pp. 11651, May 2024

V tejto práci sme teoreticky navrhli unikátny mriežkový väzobný člen pre prepojenie štandardných optických vlákien a integrovaných čipov založených na monolitckej integrovanej platforme amorfného kremíka a nitridov kremíka. Teoretický návrh predikuje veľmi nízke väzobné straty na úrovni do 1 dB. Momentálne sú tieto zariadenia vyrobené a aktuálne prebieha ich charakterizácia a testovanie.

2. Radovan Korček, David Medina Quiroz, Quentin Wilmart, Samson Edmond, Pavel Cheben, Laurent Vivien, Carlos Alonso-Ramos, and Daniel Benedikovic, "Library of single-etch silicon nitride grating couplers for low-loss and fabrication-robust fiber-chip interconnection," Scientific Reports, Volume 13, Issue 11, pp. 17467, October 2023

V tejto práci naša skupina experimentálne demonštrovala pokročilé typy optických rozhraní založených na difrakčných mriežkach a realizovaných na platforme nitridov kremíka. Okrem



unikátnej zhody medzi návrhom zariadení a experimentálnou realizáciou, bolo tiež ukázané, že tieto zariadenia sú vysoko-odolné voči chybám výrobného procesu, a teda sú veľmi dobre replikovateľné.

3. Thi Thuy Doung Dinh, Xavier Le Roux, Jinhao Zhang, Miguel Montesinos-Ballester, Christian Lafforgue, Daniel Benedikovic, Pavel Cheben, Eric Cassan, Delphine Marris-Morini, Laurent Vivien, and Carlos Alonso-Ramos, "Controlling the Modal Confinement in Silicon Nanophotonic Waveguides through Dual-Metamaterial Engineering," *Laser & Photonics Reviews*, Volume 17, Issue 3, pp. 2100305, March 2023

V tejto výskumnej práci boli vytvorené unikátne typy široko-pásmových jedno-módových optických vlnododov založených na subvlnných metamateriáloch s jednoduchým jedno-krokovým výrobným procesom. Nové typy vlnododov boli využité pri tvorbe optických rezonátorov s cieľovou aplikáciou optického snímania na čipe.

4. Daniel Benedikovic, Léopold Virot, Guy Aubin, Jean-Michel Hartmann, Farah Amar, Xavier Le Roux, Carlos Alonso-Ramos, Éric Cassan, Delphine Marris-Morini, Frédéric Boeuf, Jean-Marc Fédéli, Bertrand Szelag, and Laurent Vivien, "Silicon-Germanium Avalanche Receivers with fJ/bit Energy Consumption," *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, Volume 28, Issue 2, pp. 3802508, March-April 2022

V tejto práci sme sa venovali návrhu, výrobe, a testovaniu optických fotodetektorov na integrovanom čipe s využitím kremíkovo-germániových hetero-štruktúr. Navrhnuté zariadenia boli testované v lavínovom režime s cieľom dosiahnutia vysoko-rýchlostnej detekcie optických signálov s veľmi malou spotrebou energie.

5. Jozef Dubovan, Jan Litvik, Daniel Benedikovic, Jarmila Mullerova, Ivan Glesk, Andrej Veselovsky, and Milan Dado, "Impact of wind gust on high-speed characteristics of polarization mode dispersion in optical power ground wire cables," *Sensors*, Volume 20, Issue 24, pp. 7110 (1 – 17), December 2020

V tejto práci naša skupina realizovala unikátne merania polarizačnej módovej disperzie na reálne fungujúcej optickej linke s využitím dostupnej meracej techniky. V práci boli kombinované dáta z experimentálnych meraní a numerické simulácie, ktorých cieľom bolo hodnotiť kvalitu prenosu vysoko-rýchlostných optických signálov.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. APVV-21-0217: Nanostructured Silicon Photonics For Energy-Aware Data Communication Interconnects On A Chip, 2022-2025
2. VEGA 1/0113/22: Hybrid Photonic-Sensoric Systems For Big Data Communications, 2022-2024
3. PPO 09I03-03-V04-00410: Multi-Band Photonic Integrated Library For Quantum-Optical Systems, 2024-2026
4. 6 projektov z interných UNIZA grantov v kategóriách mladý vedecký pracovník, PhD. študent, a študent Ing. štúdia, 2020-2024

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- **ProFiber Networking, a.s.**
Vzdelávacie aktivity pre FEIT UNIZA, nákup komponentov a zariadení do laboratória, merania a testovanie optických trás

Akademické partnerstvá:

- **Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, CNRS, Université Paris-Saclay, France**
Výroba a testovanie fotonických integrovaných zariadení a komponentov. Výmenné edukačné a výskumné pobyty
- **National Research Council, Canada**
Vývoj a návrh subvlnných optických vlnododov a zariadení. Výmenné edukačné a výskumné pobyty
- **Carleton University, Canada**
Vývoj a návrh fotonických zariadení pre LIDAR a dátové komunikačné prepojenia. Výmenné edukačné a výskumné pobyty



Katedra: KMIKT

Výskumný tím:



LABORATORY OF DIGITAL
VIDEO PROCESSING

Laboratórium číslicového spracovania videa
Laboratory of digital video processing (LoDVP)



LABORATORY OF HEALTH
APPLICATIONS

Laboratórium zdravotníckych aplikácií
Laboratory of health applications (LoHA)

Výskumná oblasť:

počítačové videnie, umelá inteligencia, systémy a služby pre medicínu, grafický a herný dizajn

Stručná charakteristika výskumu:

Laboratórium digitálneho spracovania videa (LoDVP) na FEIT UNIZA je zoskupenie vedeckých a pedagogických pracovníkov, doktorandov a študentov so spoločnými výskumnými cieľmi v oblasti číslicového spracovania obrazu a videa. Laboratórium tvorí niekoľko sub-laboratórií (Laboratórium sémantickej analýzy obrazových a video dát, Laboratórium aplikovaného výskumu a prototypových riešení elektronických systémov, Laboratórium 3D modelovania a 3D tlače, Laboratórium 3D počítačovej grafiky, Laboratorium počítačového videnia, virtuálnej reality a vývoja hier, Laboratórium IoT, Laboratórium umelej inteligencie a kybernetiky), v ktorých sa realizuje výskum zameraný na základný a aplikovaný výskum v oblasti počítačového videnia a umelej inteligencie. Medzi hlavné oblasti patrí výskum algoritmov pre analýzu a klasifikáciu 2D/3D obrazových dát a videa, výskum metód pre pokročilú rekonštrukciu 3D objektov technológiu fotogrametrie, vývoj hier a prostredí virtuálnej a rozšírenej reality, vývoj aplikácií pre internet vecí, ale aj vývoj mobilných aplikácií a to dominantne s aplikáciou v medicíne a doprave. Laboratória disponujú výpočtovými stanicami pre tréning a testovanie hlbokých neurónových sietí a je súčasťou iniciatívy LUIZA/*ab*, zameranej na výskum umelej inteligencie na UNIZA.

Laboratórium zdravotníckych aplikácií (LoHA) je zamerané na výskum metód 3D rekonštrukcie a registrácie medicínskych dát rôznych modalít, vývoj systémov nositeľnej elektroniky založenej na inteligentnom textile, ale aj metódy rozpoznávania EEG signálov a vysvetliteľnosti AI modelov v medicíne.

Vedúci výskumného tímu:

prof. Ing. Róbert HUDEC, PhD.

Členovia výskumného tímu:

doc. Ing. Miroslav BENČO, PhD.
doc. Ing. Patrik KAMENCAY, PhD.
Ing. Róberta HLAVATÁ, PhD.
doc. Ing. Slavomír MATÚŠKA, PhD.
Ing. Martin PARALIČ, PhD.
Ing. Martina RADILOVÁ, PhD.
Ing. Peter SÝKORA, PhD.
Ing. Adam ŠTECH, PhD.

Doktorandi:

Ing. Oleh KRYVOSHEI
Ing. Barbora PÁLKOVÁ
Ing. Andrej PISARČÍK
Ing. Adam ŠKRVÁŇ
Ing. Jana ŠTUREKOVÁ
Ing. Silvia ŠÚCHALOVÁ



Technologické vybavenie:
Detailnejší popis výskumného tímu vrátane HW a SW vybavenia je dostupné na https://kmikt.uniza.sk/images/labs/LoDVP_ENG_2024-11_Hudec.pdf
Stupeň TRL*:
1-6
Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:
Publikácie
<ol style="list-style-type: none">1. Hlavata, R.; Kamencay, P.; Radilova, M.; Sykora, P.; Hudec, R. Automated Method for Intracranial Aneurysm Classification Using Deep Learning. <i>Sensors</i> 2024, 24, 4556, doi:10.3390/s24144556. Výskumný tím sa zameriava na vývoj automatizovaného systému na detekciu intrakraniálnych aneuryziem (IA), ktoré sú významným rizikom pre vznik smrteľného subarachnoidálneho krvácania. Príspevok zahŕňa vývoj efektívnej CNN siete, ktorá dosiahla vysokú presnosť (98 %) pri klasifikácii IA, pričom je menšia a rýchlejšia v porovnaní s ResNet 152.2. Stech, A.; Kamencay, P.; Hudec, R. Enhancing 3D Models with Spectral Imaging for Surface Reflectivity. <i>Sensors</i> 2024, 24, 6352, doi:10.3390/s24196352. Výskumný tím sa zameriava na zlepšenie kvality 3D modelov prostredníctvom integrácie spektroskopických dát, čo je obzvlášť dôležité v oblastiach ako ochrana kultúrneho dedičstva, priemyselná kontrola a vedecký výskum. Táto metodológia kombinuje spektrálne snímky s tradičnými postupmi tvorby 3D modelov, čím umožňuje zachytiť jemné textúry a povrchové variácie, ktoré sú bežne náročné na reprodukciu.3. Paralic, M.; Zelenak, K.; Kamencay, P.; Hudec, R. Automatic Approach for Brain Aneurysm Detection Using Convolutional Neural Networks. <i>Applied Sciences</i> 2023, 13, 13313, doi:10.3390/app132413313. Výskumný tím sa venuje vývoju pokročilého systému na detekciu mozgových aneuryziem – život ohrozujúceho stavu, ktorý si vyžaduje včasnú diagnostiku. S využitím kombinácie 3D konvolučných neurónových sietí (3DCNN) a konvolučnej LSTM siete (ConvLSTM) výskumníci navrhli prístup, ktorý zjednodušuje a urýchľuje proces hľadania aneuryziem. Cieľom je vytvoriť virtuálneho asistenta, ktorý by pomohol rýchlejšie vyhľadávať aneuryzmy s následným potvrdením diagnózy radiológom.4. Kamencay, P.; Markovic, M.; Dubovan, J.; Dado, M.; Benedikovic, D. Neural-Network-Optimized Vehicle Classification Using Clustered Image and Fiber-Sensor Datasets. <i>IEEE Access</i> 2023, 11, 41315–41324, doi:10.1109/ACCESS.2023.3244600. Výskumníci sa zameriavajú na vývoj inovatívneho systému na klasifikáciu vozidiel v cestnej premávke prostredníctvom technológií internetu vecí (IoT), ktoré sú kľúčové pre inteligentné riadenie dopravy. Navrhujú hybridný systém konvolučnej neurónovej siete (CNN) využívajúci údaje z dvoch technologicky odlišných platforiem – uzavretého televízneho okruhu (CCTV) a optických snímačov s vláknovou Braggovou mriežkou (FBG). Tento výskum prináša nový spôsob klasifikácie vozidiel s vysokou presnosťou a predstavuje cenovo efektívne riešenie pre budúce IoT systémy v doprave.5. Vrskova, R.; Hudec, R.; Kamencay, P.; Sykora, P. Human Activity Classification Using the 3DCNN Architecture. <i>Applied Sciences</i> 2022, 12, 931, doi:10.3390/app12020931. Výskumníci sa zameriavajú na vývoj pokročilých metód na klasifikáciu videa a detekciu ľudskej aktivity pomocou neurónových sietí, konkrétne 3D konvolučnej neurónovej siete (3DCNN). Klasifikácia videa a detekcia objektov z pohyblivých obrazov sú náročné úlohy, pretože videá majú časovú kontinuitu, čo zvyšuje zložitosť analýzy oproti klasifikácii statických obrázkov. Hlavným prínosom výskumu je efektívna metóda detekcie a klasifikácie aktivity s vysokou presnosťou, čo predstavuje výrazné zlepšenie v rozpoznávaní ľudskej aktivity vo videách. Tento prístup ukazuje potenciál pre širšie využitie v oblastiach, ako je bezpečnosť, športová analýza či behaviorálne štúdie, kde presné sledovanie pohybov a aktivít hrá dôležitú úlohu.6. Matuska, S.; Machaj, J.; Hudec, R.; Kamencay, P. An Improved IoT-Based System for Detecting the Number of People and Their Distribution in a Classroom. <i>Sensors</i> 2022, 22, 7912, doi:10.3390/s22207912. Výskumný tím sa zameriava na vývoj a implementáciu pokročilého systému založeného na Internet of Things (IoT), ktorý pomáha učiteľom spravovať vyučovanie v triedach v súlade s



obmedzeniami spôsobenými COVID-19. Hlavným prínosom tohto systému je, že poskytuje efektívne a súkromné riešenie na sledovanie počtu a rozloženia osôb v triede bez potreby použitia kamerových systémov, čo zaručuje vyššiu ochranu súkromia. Tento inovatívny prístup zvyšuje bezpečnosť a efektívnosť vyučovania v triedach, a to najmä v kontexte súčasných zdravotných obmedzení.

7. Radilova, M.; Kamencay, P.; Hudec, R.; Benco, M.; Radil, R. Tool for Parsing Important Data from Web Pages. *Applied Sciences* 2022, 12, 12031, doi:10.3390/app122312031.

Výskumný tím sa zaoberá vývojom nástroja na extrakciu hlavného textu a obrázkov z webových dokumentov. Článok popisuje navrhnutý algoritmus, ktorý využíva techniky spracovania dokumentového objektového modelu (DOM) a prirodzeného jazyka (NLP) na identifikáciu a extrakciu dôležitých údajov z webových stránok. Hlavným prínosom tohto prístupu je zlepšenie presnosti a efektivity extrakcie informácií z webových dokumentov, čo môže byť užitočné pre rôzne aplikácie, ako sú systémy pre spracovanie obsahu, analýzu dát alebo automatizované spravodajstvo.

8. Hudec, R.; Matúška, S.; Kamencay, P.; Benco, M. A Smart IoT System for Detecting the Position of a Lying Person Using a Novel Textile Pressure Sensor. *Sensors* 2020, 21, 206, doi:10.3390/s21010206.

Výskumný tím sa zaoberá vývojom inteligentného systému Internet of Things (IoT) na detekciu polohy ležiaceho pacienta s cieľom predchádzať vzniku preležanín. Hlavným prínosom tohto systému je schopnosť automaticky upozorňovať personál na potrebu zmeny polohy pacienta, čím sa znižuje riziko vzniku preležanín a zlepšuje sa celková starostlivosť o pacientov. Tento prístup kombinuje pokročilé technológie senzorov a neuronových sietí a prispieva k rozvoju inteligentných riešení v oblasti zdravotnej starostlivosti.

9. Gleskova H., Ishaku A. A., Bednár T., Hudec R.: Optimization of all-textile capacitive sensor array for smart chair, Vol: 10, 2022, IEEE Access: practical innovations.

Výskumný tím sa v článku zaoberá výskumom celotextilných kapacitných senzorových polí vyrobených z polyuretánovej peny, tkaniny a elektricky vodivej priadze s aplikáciou pre „inteligentné kreslo“. Boli skúmané elektrické parametre navrhnutých snímačov z pohľadu zaťaženia a merania hmotnosti pri normálnom tlakovom zaťažení s cieľovým rozsahom tlaku 2 až 30 kPa pre stoličku-sedadlo a 2 až 8 kPa pre operadlo.

10. Hudec, R.; Matuska, S.; Kamencay, P.; Hudecova, L. Concept of a Wearable Temperature Sensor for Intelligent Textile. *AEEE* 2020, 18, 92–98, doi:10.15598/aeee.v18i2.3610.

Výskumný tím sa zaoberá vývojom inteligentného textilu na meranie telesnej teploty ľudí. Hlavný koncept textilu je založený na dvoch komerčne dostupných teplotných senzoroch LM35DM, pletených elektricky vodivých priadkach a piatich oblastiach pre patentky. Hlavným prínosom tohto výskumu je demonštrácia presnosti a účinnosti inteligentného textilu na meranie telesnej teploty. Priemerná chyba merania dosiahla 0,844 °C pre prvý senzor a 0,278 °C pre druhý senzor, čo naznačuje vysokú presnosť tohto prístupu. Tento systém má potenciál na využitie v rôznych oblastiach, ako je zdravotná starostlivosť, šport a monitorovanie zdravia, čím môže prispieť k zlepšeniu sledovania telesnej teploty a včasnej diagnostike zdravotných problémov.

Priemyselné úžitkové vzory

11. PUV 44-2020: Hudec R., Matúška S., Radilová M., Šinko M., Sýkora P., Kamencay P., Benčo M.: Pokročilá IoT meteostanica, (účinnosť 26.05.2021),

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/44-2020>

Pokročilá IoT meteostanica využívajúca koncept Internet of things na krátkodobú predpoveď výkonu fotovoltaickej elektrárne pozostáva z piatich subsystémov, a to z jadra, senzorového subsystému, komunikačného subsystému, podporného subsystému a napájacieho subsystému. Opísaná pokročilá IoT meteostanica je špecifická možnosťou poskytnutia dostatočnej rezervy na budúce rozširovanie pokročilej IoT meteostanice o ďalšie senzory, prípadne subsystémy, a tým zabezpečenie znalosti vývoja výroby elektrickej energie v lokálnych zdrojoch, a teda aj vo fotovoltaických elektrárnach, čo môže výrazným spôsobom pomôcť pri riadení spotreby elektrickej energie.



12. PUV 163-2020: Hudec R., Matúška S., Radilová M., Šinko M., Sýkora P., Kamencay P., Benčo M.: Zariadenie na plošné meranie kvality ovzdušia, (účinnosť 26.05.2021), <https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/163-2020>
Zariadenie na plošné meranie kvality ovzdušia je založené na súbore meteostaníc využívajúcich koncept Internet of Things. Opísaný súbor kompaktných IoT meteostaníc je špecifický plošným meraním, vyhodnocovaním a predikciou šírenia škodlivých látok v ovzduší, ako aj možnosťou poskytnutia dostatočnej rezervy na budúce rozširovanie kompaktných IoT meteostaníc o ďalšie senzory, prípadne subsystémy, a tým aj zabezpečenie znalostí o podrobnejšej informácii o kvalite ovzdušia, ako aj predikcii šírenia koncentrácie jednotlivých škodlivých látok v ovzduší v danej lokalite.
13. PUV 177-2021: Hudec, R; Matúška, S; Radilová, M: Elektrovodivý spoj s magnetickou väzbou, (účinnosť 28.09.2022). <https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/177-2021>
Elektrovodivý spoj s magnetickou väzbou na prepojenie odnímateľnej elektroniky a elektrovodivých senzorov na inteligentné textilie je navrhnutý pomocou minimálne dvoch integrovaných magnetov (2). Jeden magnet (2) je integrovaný do odevu a umiestnený na nosnej nevodivej látke (3), pod ktorou je vyšitá elektrovodivá textilná elektróda (4) elektrovodivou niťou a je celý fixovaný pomocou textilného puzdra (1). Druhý magnet (2) je integrovaný v elektronickej časti (10) pomocou lepidla alebo elektrovodivej pasty do puzdra (8) z nevodivého materiálu, odkiaľ je magnet (2) prepojený cez vodič (7) do DPS (6) obvodovej dosky. Vďaka magnetickému poľu, ktoré vznikne interakciou týchto magnetov, sa vytvorí spoj, pomocou ktorého je možné ďalej prenášať informácie do DPS (6) a odtiaľ ďalej do externých zariadení, ako sú mobilné telefóny, tablety a pod. Tieto dáta je následne možné v uvedených zariadeniach zobrazovať, prípadne ďalej analyzovať.

Aplikačné výstupy

14. Smart topper: Smart IoT systém pre detekciu pozície ležiaceho na posteli, 2021.
15. Smart chair: Smart systém pre meranie postúry sediaceho človeka na stoličke, 2020.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. DIGITAL-2022-CLOUD-AI-02-TEF-HEALTH - Testing and Experimentation Facility for Health 01/2023-12/2027.
2. APVV-21-0502: BrainWatch: System for automatic detection of intracranial aneurysms. 07/2022 –06/2025.
3. MSCA-RISE-2016: SENSors and Intelligence in BuilT Environment: SENSIBLE 2016-2022.
4. APVV-16-0505: The short-term PREDIction of photovoltaic energy production for needs of pOwer supply of Intelligent BuildiNgs - PREDICON 07/2017 – 06/2020.
5. PP-COVID-20-0100: DOLORES.AI: Systém pandemickej ochrany, 09/2020 – 12/2021.
6. UNIZA Granty pre PhD študentov a mladých vedeckých pracovníkov:
 - Využitie herných periférií na propagáciu a výučbu.
 - Využitie virtuálnej reality pre propagáciu a výučbu.
 - Klasifikácia dynamiky správania z obrazu.
 - Kompresor pre 3D tlačený kryochladič.
 - Stratosférický balón.
 - Technológiou internetu vecí smerom k prepojenej univerzite.
 - Univerzálna snímacia platforma pre makro fotogrametriu.
 - Implementácia podsystému inteligentnej učebne do systému prepojenej univerzity.
 - Rozšírenie možností laboratória „GameLab“.
 - Monitorovanie životných funkcií pomocou 3D kamery s využitím neuronových sietí.
 - Interpretovateľnosť signálov ľudského mozgu.
 - Inovatívna výučba počítačovej 3D grafiky a 3D animácie.
 - Simulátor evakuácie UNIZA.
 - Experimentálne pracovisko pre makrofotogrametriu.

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- **SGDA, Slovak Game Developers Association, Slovensko.**
Vzdelávanie v oblasti herného dizajnu.
- **BSH Drives and Pumps s.r.o., Slovensko.**



Školenia v oblasti umelej inteligencie.

- **ŽILPO s.r.o.**
Výskum v oblasti klasifikácie medicínskych dát.
- **BRAIN:IT.**
Výskum v oblasti bezkontaktného monitorovania/vyhodnocovania životných funkcií s využitím AI.
- **Slovenské národné múzeum v Martine.**
3D rekonštrukcie a 3D tlač muzeálnych objektov z ich depozitu.
- **Mesto Vrútky.**
Digitalizácia kultúrneho dedičstva.

Akademické partnerstvá:

- **University of Strathclyde, Glasgow, U.K.**
Vývoj inteligentného textilu.
- **Université Grenoble Alpes, Francúzsko.**
Vývoj serióznej hry pre certifikáciu AI v medicíne.
- **University of Silesia, Katowice, Poľsko.**
Vzdelávanie v oblasti herného dizajnu.
- **Computer Vision and Machine Learning, Faculty of Engineering, HTWK Leipzig, Nemecko.**
Vývoj metód pre bezkontaktné monitorovania fyziologických signálov.
- **PeRCeiVe Lab, Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica, Università di Catania, Catania, Taliansko.**
Klasifikácia videných prirodzených objektov z mozgovej aktivity vizuálnej časti mozgu pomocou fMRI dát a umelej inteligencie.
- **FEKT VUT Brno, Česká republika.**
Výskum metód 3D rekonštrukcie objektov.
- **Jesseniova lekárska fakulta v Martine Univerzity Komenského, Slovensko.**
Výskum v oblasti klasifikácie medicínskych dát.
- **Lekárska fakulta Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Slovensko.**
Výskum v oblasti klasifikácie medicínskych dát.



Katedra: KMIKT

Výskumný tím:



LABORATORY OF AUDIO
SIGNAL PROCESSING

Laboratórium akustiky a spracovania audio signálov
Laboratory of acoustics and audio signal processing (LoASP)

Výskumná oblasť:

Akustika, digitálne spracovanie signálov, umelá inteligencia, analýza reči a audia, hlasová biometria

Stručná charakteristika výskumu:

Výskumné aktivity laboratória je možné rozdeliť do 2 oblastí:

- 1) Aplikácia metód a algoritmov strojového učenia a umelej inteligencie v obsahovej a sémantickej analýze audia a reči, ako napr. hlasová biometria, rozpoznávanie emócie z reči a hudby, detekcia zvukových udalostí, analýza akustickej scény a pod. Laboratórium je tiež súčasťou celouniverzitnej iniciatívy LUIZA/lab, zameranej na výskum umelej inteligencie.
- 2) Poradenstvo, projektovanie a merania v oblasti priestorovej akustiky, psychoakustiky, akustickej diagnostiky zariadení a elektroakustiky. Na tieto účely je laboratórium vybavené profesionálnou meracou technikou.

Vedúci výskumného tímu:

doc. Ing. Roman JARINA, PhD.

Členovia výskumného tímu:

Ing. Maroš JAKUBEC, PhD.

Ing. Peter KASÁK, PhD.

Doktorandi:

Ing. Michal SPIŠIAK

Ing. Jakub URBÁNEK

Technologické vybavenie:

Okrem výpočtovej techniky je laboratórium vybavené špecializovanou ozvučovacou a záznamovou technikou, mikrofónmi, špičkovou profesionálnou meracou technikou : zvukové analyzátory Norsonic Nor131/140 s prídavnými modulmi pre detailnú časovú a spektrálnu analýzu a výpočet akustických kvalitatívnych parametrov priestoru, 128 kanálové mikrofónové pole ("akustická kamera") Nor848 so špecializovaným softvérom pre lokalizáciu zdrojov zvuku v priestore, audio analyzátory R&S UP350 a PHONIC PAA6 pre meranie elektroakustických parametrov analógovej a digitálnej audiatechniky; ďalej disponuje meracou súpravou Brüel&Kjaer pre meranie akustiky priestoru: všesmerový akustický zdroj OmniPower 4292-L, merací 500W zosilňovač Type 2734, umelá hlava Binaural enthusiast BE-P1, softvér pre priestorovú akustiku DIRAC a EASERA Pro. Ďalšie zariadenia sú: úzkosmerové parametrické reproduktory Holosonics Audio spotlight, skríningový audiometer SA-7 (Winterthur Medical AG) ako aj ďalšou štandardnou technikou pre záznam signálov a nízkofrekvenčné merania.

V laboratóriu sa ďalej nachádza experimentálne pracovisko pre syntézu a efektívnu úpravu hudobných signálov vybavené dvoma MIDI kontrolérmi a analógovým audio modulárnym systémom DOEPFER.

Stupeň TRL*:

1-4

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. Jakubec, M., Jarina, R., Lieskovska, E. and Kasak, P., 2024. Deep speaker embeddings for Speaker Verification: Review and experimental comparison. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 127, p.107232.

V práci sú predstavené nami navrhnuté zdokonalené architektúry neurónových sietí na extrakciu "hlasových odtlačkov" pre hlasovú biometriu. V rozsiahlych benchmark testoch navrhnuté systémy prevýšili presnosť iných existujúcich state-of-the-art systémov.



2. Jakubec, M., Lieskovska, E., Jarina, R., Spisiak, M. and Kasak, P., 2024. Speech Emotion Recognition Using Transfer Learning: Integration of Advanced Speaker Embeddings and Image Recognition Models. Applied Sciences, 14(21), p.9981.
Štúdia je venovaná problému pri vývoji systémov s využitím AI a hlbokých neurónových sietí (DNN), ak nie je k dispozícii dostatočné množstvo tréningových dát. Konkrétne je táto štúdia venovaná využitiu preneseného učenia pri tréningu DNN na úlohy rozpoznávania emócií z reči. Vyskúšali sme prenesené učenie z úlohy rozpoznávania rečníka ako aj rozpoznávania obrazových signálov s veľmi sľubnými výsledkami.
3. Orjesek, R., Jarina, R. and Chmulik, M., 2022. End-to-end music emotion variation detection using iteratively reconstructed deep features. Multimedia Tools and Applications, 81(4), pp.5017-5031.
V práci je publikovaný hlavný výstup dizertačnej práce Dr. Orješka - návrh nového algoritmu a architektúry neurónovej siete na automatické rozpoznávanie emócie z hudby. V benchmark testoch v rámci aktivity MediaEval (<http://multimediaeval.org/>) navrhnutý systém prevýšili presnosť iných existujúcich state-of-the-art systémov. Výstupy laboratória v oblasti rozpoznávania emócie z hudby boli tiež predstavené verejnosti napr. v <https://uzitocna.pravda.sk/vzdelavanie/clanok/555366-ktora-vs-u-nas-skuma-ako-prva-na-slovensku-emocie-v-hudbe/>
4. Sadovsky, E., Jakubec, M. and Jarina, R., 2023. Converting Data for Spiking Neural Network Training. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 14(8).
Aplikácia impulzných neurónových sietí (SNN) na spracovanie obrazových a zvukových dát vyžaduje špecifickú formu neuromorfnych dát, ktoré si získavajú veľmi obtiažne. Navrhované riešenie je založené na konverzii štandardných ľahko dostupných multimediálnych databáz. Výsledky testov na sieti typu Spike-CNN a tréningované na obrazovej databáze MNIST sú porovnané so systémom tréningovaným na neuromorfnej databáze (N-MNIST). Oba systémy majú porovnateľnú presnosť; navrhované riešenie je však energeticky omnoho efektívnejšie ako systém založený na neuromorfnych výpočtoch.
5. Bajzik, J., Prinosil, J., Jarina, R. and Mekyska, J., 2022. Independent channel residual convolutional network for gunshot detection. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13(4).
Článok je venovaný problematike detekcie nebezpečných zvukových udalostí s cieľom zlepšiť súčasné monitorovacie bezpečnostné systémy. Konkrétne je predstavený návrh systému pre rozpoznávanie zvuku strelby. Systém využíva modifikáciu ResNet neurónovej siete. Testy na databázach UrbanSound8k a Free Firearm Sound Library dosiahli presnosť detekcie viac ako 90%.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. 3PoCube: Tools for early diagnostics and therapy of children with hearing and speech impairment APVV-22-0261 2023-27.
2. SCORE4AI: Slovak Collaborative Open Research and Education Ecosystem for AI, LUIZALab, KEGA, 008ŽU-4/2024 2024-26.
3. Výskum systému využívajúceho informácie o polohe pre zabezpečenie QoE v sieťach 5G a B5G, VEGA 1/0588/22. 2020-24
4. UNIZA Granty pre PhD študentov a mladých vedeckých pracovníkov: End-to-end system for sound denoising, UNIZA Grant 20414; Research in separability of hearing air devices and cochlear implants for area of music signals; UNIZA Grant 14882, Binaural separation in a reverberant environment, UNIZA Grant 17713.

Priemyselné a firemné partnerstvá:

-

Akademické partnerstvá:

- **Filozofická fakulta UPJŠ Košice**
Spolupráca na projekte 3PoCube - vývoj aplikácií pre diagnostiku detí s poruchami sluchu a reči.
- **FEI TUKE Košice**
Dlhodobá spolupráca (viac ako 20 rokov) v oblasti vývoja systémov pre spracovanie rečových signálov. Riešenie spoločných projektov VaV (2xAPVV, Štátny program) V súčasnosti spolupráca na projekte 3PoCube - vývoj aplikácií pre diagnostiku detí s poruchami sluchu a reči.



- **Ústav informatiky, SAV Bratislava**

Dlhodobá spolupráca (viac ako 20 rokov) v oblasti vývoja systémov pre spracovanie rečových signálov. Vývoj rečových databáz. V minulosti spoločné projekty (APVV, Štátny program).



Katedra: KMIKT

Výskumný tím:



LABORATORY OF MOBILE
COMMUNICATIONS

Laboratórium mobilných komunikácií
Laboratory of mobile communications (LoMC)



LABORATORY OF ANALOG
CIRCUITS AND SYSTEMS

Laboratórium analógových obvodov a systémov
Laboratory of analog circuits and systems (LoACS)

Výskumná oblasť:

Bezdrôtové siete; Lokalizačné algoritmy, systémy a služby; kritická infraštruktúra v oblasti komunikačných sietí; analógové obvodové prvky; anténne systémy

Stručná charakteristika výskumu:

Laboratórium mobilných komunikácií tvoria dve sub-laboratória: Laboratórium lokalizačných systémov a služieb a Laboratórium rádiokomunikačných technológií. LoMC sa venuje výskumu lokalizačných algoritmov a metód v heterogénnych bezdrôtových sieťach v indoor a outdoor prostredí, ktorého súčasťou je tiež reálna implementácia dosiahnutých výsledkov. Časť výskumu je orientovaná na výskum v oblasti mobilných sietí predovšetkým 5G a 6G. Výskum je realizovaný v oblasti senzorických sietí a internetu vecí. Laboratórium analógových obvodov a systémov sa zameriava na výskum v oblasti RF systémov a obvodov.

Vedúci výskumného tímu:

prof. Ing. Peter BRÍDA, PhD.

Členovia výskumného tímu:

doc. Ing. Juraj MACHAJ, PhD.
Ing. Bohumil ADAMEC, PhD.
Ing. Darina JARINOVÁ, PhD.

Doktorandi:

Ing. Miroslav HUTÁR
Ing. Xaver ŽÁK

Technologické vybavenie:

Laboratórium je vybavené softvérom (Radiolab, Matlab, HTZ communications, Tutor TIMS) a hardvérom určeným na modelovanie, testovanie a merania v rádiových sieťach pre potreby vzdelávacích a výskumných aktivít.

Laboratórium je vybavené viacerými vývojovými kitmi určenými na vývoj v oblasti bezdrôtových sietí a systémov, napr. senzorické siete, IoT a GNSS. Súčasťou laboratória je simulátor systémov GNSS - GSS 6700 a simulátor wi-fi sietí pre potreby lokalizácie GSS5700. LoMC tiež obsahuje rôzne osciloskopy, spektrálne analyzátory, generátory signálov, vektorové generátory signálu, vektorové analyzátory signálu, softvérovo definované rádiové prijímače, výukový systém Emona TIMS a pod.

Prístrojová technika laboratória LoACS pozostáva prevažne z prístrojov pracujúcich v nízkofrekvenčnej oblasti, ako sú napr. nízkofrekvenčné generátory, osciloskopy, impedančné analyzátory a podobne. Súčasť laboratória tvorí aj vybavenie pre vývoj a výrobu plošných spojov pre nízkofrekvenčnú oblasť.

Ukážka laboratória je <http://priestory.uniza.sk/feit/> - RadioLab

Stupeň TRL*:

1-5



Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. Luckner, M., Sowik, S., & Brida, P. (2023). Selection of signal sources influence at indoor positioning system. IEEE Transactions on Wireless Communications, 23(1), 45-57.
V tomto článku v spolupráci s tímom z Warsaw University of Technology bol navrhnutý spôsob pre optimálny výber referenčných staníc využívaných pre lokalizovanie mobilných objektov vo vnútornom prostredí. S využitím navrhnutého spôsobu bola dosiahnutá vyššia spoľahlivosť a lokalizačná presnosť.
2. Hromadova, V., Brida, P., & Machaj, J. (2023). Design of Acoustic Signal for Positioning of Smart Devices. Sensors, 23(18), 7852.
Tento článok pojednáva o návrhu akustického signálu pre potreby lokalizácie mobilných objektov v pásme 18-22kHz. Výskum bol zameraný na dizajn optimálnej skladby signálu, ktorého výsledky boli vzájomne porovnané na základe reálnych experimentov.
3. Parihar, A. S., Swami, P., Choi, K., Brida, P., & Bhatia, V. (2023). On performance of NOMA-based wireless powered communication networks assisted with power beacons and PPP distributed IN. IEEE Wireless Communications Letters, 12(7), 1294-1298.
V tomto článku medzinárodný kolektív realizoval výskum zameraný na numerické overenie výkonnosti komunikácie v zostupnom smere s využitím Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) v bezdrôtovo napájaných komunikačných sieťach s realistickým nelineárnym modelom zbierania energie (energy harvesting).
4. Adamec, B., Machaj, J., & Brida, P. (2024). A Novel Wideband Splitter for a Four-Element Antenna Array. Applied Sciences, 14(4), 1593.
V tomto článku bol realizovaný návrh širokopásmového splitteru pre štvor-prvkové anténne pole. Na základe dôkladnej analýzy bol realizovaný analytický model v softvérovom prostredí MATLAB. Vlastnosti navrhnutého riešenia boli overené prakticky na reálnom prototypu. Uvedené riešenie je možné využiť v pásme sietí 5G.
5. Machaj, J., Brida, P., & Majer, N. (2020). Challenges introduced by heterogeneous devices for Wi-Fi-based indoor localization. Concurrency and computation: practice and experience, 32(13), e5198.
V tomto článku bol realizovaný výskum pre potreby určovania polohy mobilných objektov vo vnútornom prostredí s využitím sietí Wi-Fi. Testovaný bol vplyv rôznych zariadení v laboratórnych a reálnych podmienkach na výkonnosť lokalizácie.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. Advanced Technologies for Physical Resilience Of cRitical Infrastructures (APRIORI), SPS G6140
2. Horizon2020 MSCA-RISE-2016, SENSIBLE - SENSors and Intelligence in BuiLt Environment, No 734331.
3. VEGA 1/0588/22, Research of a Location-Aware System for Achievement of QoE in 5G and B5G Networks.
4. VEGA 1/0626/19, Research of mobile objects localization in IoT environment.

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- **Výskumný ústav spojov, n. o., Zvolenská cesta 20, 974 05 Banská Bystrica**
Spolupráca v oblasti zvyšovania odolnosti kritickej infraštruktúry z pohľadu systémov GNSS.
- **Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky**
Spolupráca v oblasti rozvoja 5G sietí na Slovensku.
- **TNtech, s.r.o., Lúčna 1014/9, 014 01 Bytča**
Spolupráca v oblasti vývoja lokalizačných produktov v zdravotníckych zariadeniach.
- **Atelsys, s.r.o., Limbová 3057/16, 010 07 Žilina**
Realizovanie expertíznej, výskumnej a konzultačnej činnosti súvisiacej s meraním na mostných objektoch diaľničného úseku D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka.

Akademické partnerstvá:

- **Indian Institute of Technology Indore, India**



Spolupráca v oblasti vývoja riešení pre siete 6G

- **University of Sannio, Benevento, Taliansko; Moldova State University, Moldavsko; University of Cassino and Southern Lazio, Taliansko; Riga Technical University, Lotyšsko**
Spolupráca v oblasti zabezpečenia kritickej infraštruktúry

- **University of Strathclyde, Glasgow UK, CSIC, Madrid Španielsko, University of Novi Sad, Srbsko, McGill University, Kanada, The University of Sydney, Australia, Tongji University, Čína**

Spolupráca v oblasti spracovania dát zo senzorických sietí, vývoja senzorov a komunikačných systémov

- **Warsaw University of Technology, Poľsko**

Spolupráca v oblasti výskumu lokalizácie mobilných objektov

- **University of Hradec Králové, Česko**

Spolupráca v oblasti výskumu riešení pre smart cities

- **Kaunas University of Technology, Litva**

Spolupráca v oblasti inteligentnej mobility

- **University of Cartagena, Španielsko**

Spolupráca v oblasti výskumu využitia moderných antén pre potreby lokalizačných systémov



Katedra: KMIKT

Výskumný tím:



LABORATORY OF DIGITAL
COMMUNICATIONS

Laboratórium digitálnych komunikácií
Laboratory of digital communication (LoDC)



LABORATORY OF MULTIMEDIA
TECHNOLOGIES

Laboratórium multimediálnych technológií
Laboratory of multimedia technologies (LoMT)

Výskumná oblasť:

Hodnotenie kvality multimediálnych signálov/prenosov, QoE manažment v telekomunikačných sieťach, softvérovo definované siete, inteligentné dopravné systémy/V2X komunikácia

Stručná charakteristika výskumu:

Laboratórium digitálnych komunikácií realizuje výskum v oblasti objektívnych modelov predikcie kvality multimediálnych signálov a prenosov a ich následnú aplikáciu v kontexte QoE manažmentu v telekomunikačných sieťach. Tiež sa zaoberá aplikáciou softvérovo definovaných sietí dominantne v prípade QoE manažmentu v telekomunikačných sieťach ako aj V2X komunikáciou v kontexte inteligentných dopravných systémov.

Vedúci výskumného tímu:

prof. Ing. Peter POČTA, PhD. (kvalita a zrozumiteľnosť hlasového prenosu, kvalita multimed. signálov, QoE manažment, V2X komunikácia a AAL aplikácie)

Členovia výskumného tímu:

Ing. Miroslav UHRINA, PhD. (video kvalita)
Ing. Juraj BIENIK, PhD. (video kvalita)
Ing. Adam HNAT, PhD. (video kvalita)
Ing. Lukáš ŠEVČÍK, PhD. (video kvalita a softvérovo definované siete)
Ing. Michaela HOLÁ, PhD. (sieťové technológie v kontexte digitálnej komunikácie),
doc. Ing. Martin VACULÍK, PhD. (sieťové technológie v kontexte digitálnej kom.)

Technologické vybavenie:

V kontexte hodnotenia kvality multimediálnych signálov a ich prenosov ako aj QoE manažmentu, laboratórium disponuje softvérovým a hardverovým vybavením či na úrovni emulácie daných spojení, t.j. emulátor sieťových poškodení, kodeky, atď., tak aj na úrovni hodnotenia kvality daných signálov a prenosov, t.j. štandardizované modely na hodnotenie kvality multimediálnych prenosov. V prípade softvérovo definovaných sietí disponuje softvérovými prostriedkami umožňujúcimi vytváranie tohto typu sietí. V prípade inteligentných dopravných systémov/V2X komunikácie laboratórium disponuje príslušnými simulačnými prostriedkami umožňujúcimi realizovanie výskumu v tejto oblasti, t.j. sieťový simulátor (OMNET++) a dopravné simulátory (SUMO a VISSIM).

Stupeň TRL*:

1-4

Hlavné výstupy výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. PETROV, T., FINKELBERG, I., POČTA, P., BUZNA, L., ZARKHIN, N., GAL-TZUR, A., TOLEDO, T.: An analytical approach to the estimation of vehicular communication reliability for intersection control applications, In Vehicular Communications, vol. 45, ISSN 2214-2096.
V tejto práci sme navrhli estimátor spoľahlivosti komunikačného kanála v kontexte V2I komunikácie a riadenia križovatky a demonštrovali sme jeho možnú aplikáciu.
2. TIOTSOP, L.F., SERVETTI, A., BARKOWSKY, M., POČTA, P., MIZDOS, T., VAN WALLEDAEL, G., MASALA, E.: Predicting individual quality ratings of compressed images



through deep CNNs-based artificial observers, In Signal Processing: Image Communication, vol. 122, ISSN 0923-5965.

V tejto práci sme navrhli prediktor individuálnych kvalitatívnych hodnotení koncového používateľa v kontexte statického obrazu založený na CNN, ktorý môže slúžiť ako emulátor správania koncového používateľa v prípade subjektívneho hodnotenia kvality statického obrazu.

3. FINKELBERG, I., PETROV, T., GAL-TZUR, A., ZARKHIN, N., POČTA, P., KOVÁČIKOVÁ, T., BUZNA, Ľ., DADO, M., TOLEDO, T.: The effects of vehicle-to-infrastructure communication reliability on performance of signalized intersection traffic control, In IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol.23, No.9, pp. 15450-15461, ISSN 1524-9050.

V tejto práci sme dopravnej komunite ukázali ako môže spoľahlivosť komunikačného kanála v prípade V2I komunikácie vplývať na výkonnosť riadenia križovatky a tým sme upovedomili komunitu ohľadom dôležitosti tejto témy.

4. CINAR, Y., POČTA, P., CHAMBERS, D., MELVIN H.: Improved Jitter Buffer Management for WebRTC, V ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, vol. 79, No.1, article 30, ISSN 1551-6857.

V tejto práci sme navrhli nový prístup v kontexte manažmentu jitter bufferu navrhnutý na aplikáciu vo WebRTC, ktorý poskytuje koncovému používateľovi vyššiu kvalitu hlasového prenosu.

5. RODRIGUES, R., POČTA, P., MELVIN, H., BERNARDO, M. V., PEREIRA, M., PINHEIRO, A. M.G.: Audiovisual quality of live music streaming over mobile networks using MPEG-DASH, V Multimedia Tools and Applications, vol.79, No.33-34, pp. 24595-24619, ISSN 1380-7501.

V tejto práci sme sa zaoberali vplyvom audio kvality na audiovizuálnu kvalitu vnímanú koncovým používateľom v kontexte live streamingu realizovaného cez MPEG-DASH. Na základe získaných poznatkov sme navrhli estimátor audiovizuálnej kvality vnímanej koncovým používateľom v danom kontexte.

Riešené projekty výskumného tímu za posledných 5 rokov:

1. APVV SK-IL-RD-18-0005: Využitie ICT a "smart" vozidiel pre zefektívnenie záchranného systému a manažmentu dopravy

Priemyselné a firemné partnerstvá:

- žiadne

Akademické partnerstvá:

- **National University of Ireland Galway, Írsko a University College Dublin, Írsko**
Kooperácia v oblasti hodnotenia QoE multimediálnych systémov
- **Deggendorf Institute of Technology, Nemecko, Politecnico di Torino, Taliansko a Ghent University, Belgicko**
Kooperácia v oblasti hodnotenia QoE multimediálnych systémov
- **University of Maribor, Slovinsko a Luxemburg Insitute of Health, Luxembursko**
Kooperácia v kontexte výskumu AAL systémov
- **Universidade da Beira Interior, Portugalsko**
Kooperácia v oblasti hodnotenia QoE multimediálnych systémov
- **Technion, Izrael, New York University, Spojené štáty americké a George Washington University, Spojené štáty americké**
Kooperácia v oblasti vývoja inteligentných dopravných systémov/V2X komunikácie