



Ústav materiálového výskumu SAV v.v.i. Košice  
Institute of Materials Research SAS v.v.i. Košice



## Témy dizertačných prác Dissertation thesiss

v akademickom roku 2022/2023

ÚMV SAV, Watsonova 47  
040 01 Košice, Slovenská republika,  
imrsas@saske.sk



<https://umv.saske.sk>  
<https://wwwnew.saske.sk/imr/>



# Ústav materiálového výskumu SAV v.v.i. Košice Institute of Materials Research SAS v.v.i. Košice



## ÚMV SAV ako externá vzdelávacia inštitúcia ponúka doktorandské štúdium v spolupráci s:

- *Fakultou materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach*

**Študijný odbor:** Strojárstvo

**študijný program:** *Náuka o materiáloch*

- *Prírodovedeckou fakultou UPJŠ v Košiciach*

**Študijný odbor:** Fyzika

**študijný program:** *Progresívne materiály*

- *Strojníckou fakultou TUKE v Košiciach*

**Študijný odbor:** Strojárstvo

**študijný program:** *Strojárske technológie a materiály*

**Študijný odbor:** Elektrotechnika

**študijný program:** *Biomedicínske inžinierstvo*



UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH  
Prírodovedecká fakulta



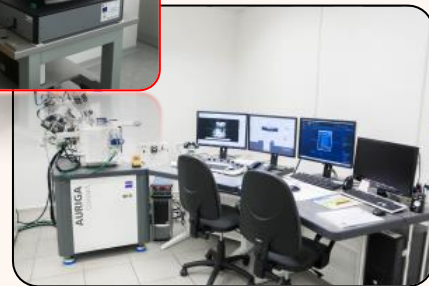
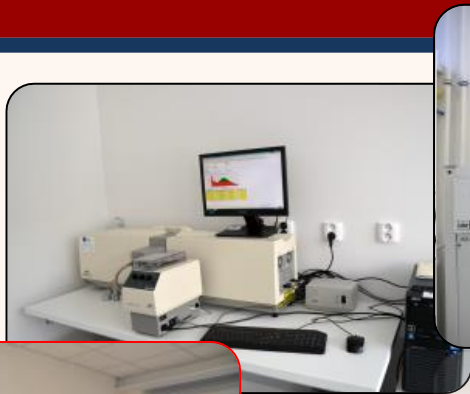
TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH  
Strojnícka fakulta

**ÚMV SAV, Watsonova 47  
040 01 Košice, Slovenská republika,  
imrsas@saske.sk**



**<https://umv.saske.sk>  
<https://wwwnew.saske.sk/imr/>  
Tel.: 055/ 7922 402  
Fax: 055/ 7922 408**

# Príd' a študuj na ÚMV SAV



- *Progresívne výskumné témy*
- *Motivačné pracovné prostredie*
- *Moderná infraštruktúra*



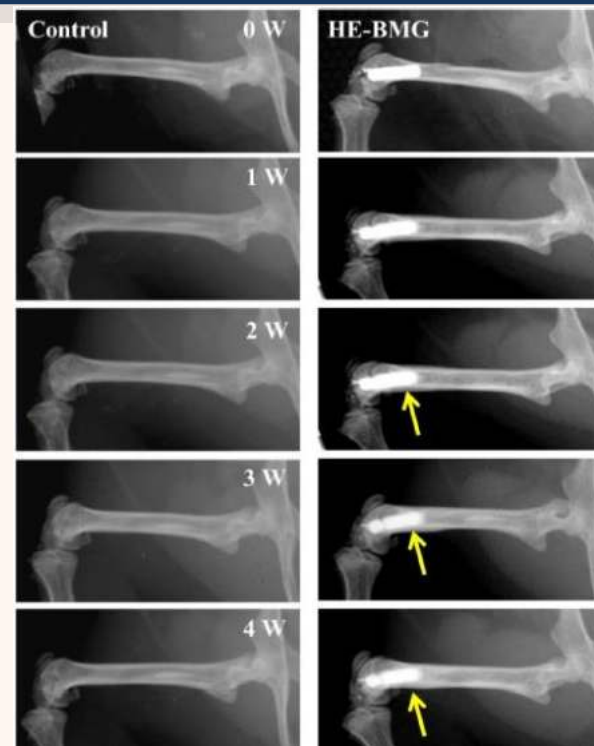
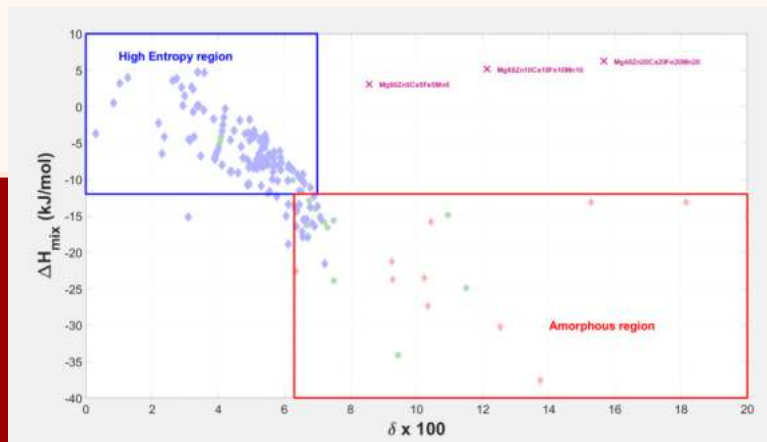
# Téma: Výskum a vývoj biokompatibilných materiálov pre implantáty na báze Zn a Mg

Školiteľ: Ing. Beáta Ballóková, PhD., [bballokova@saske.sk](mailto:bballokova@saske.sk)

VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

Cieľom práce je pripraviť a materiálovo, technologicky a biomedicínsky skúmať úplne nové kovové zliatiny, ktoré budú vyrobené z bioabsorbovatelných prvkov Zn, Ca, Mg teda prvkov, ktoré sa v ľudskom organizme nachádzajú, a voči ktorým má telo prirodzenú biokompatibilitu. Z dôvodu vylepšenia mechanických a chemických vlastností budú tieto zliatiny mikrolegované prvkami: Mn, Li a Ag. Využitie týchto materiálov je smerované do oblasti medicíny - na prípravu vnútrotelových implantátov pomocou viacerých výrobných technológií, vrátane aditívnej výroby s cieľenou biodegradáciou v tele pacienta.



Rádiografy distálnej stehennej kosti mačky s vložením implantátov kovových zliatin sledované po dobu 0, 1, 2, 3 a 4 týždňov od implantácie (H.F. Li a kol., In vitro and in vivo studies on biodegradable CaMgZnSrYb high-entropy bulk metallic glass, Acta Biomaterialia, 9, Issue 10, 2013, 8561-8573)

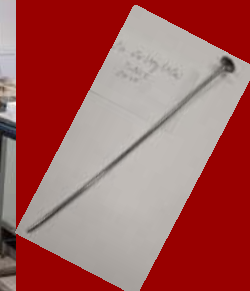
**Thesis:** Research and development of biodegradable materials based on Zn and Mg as promising bone implants

**Supervisor:** Ing. Beáta Ballóková, PhD., [bbalokova@saske.sk](mailto:bbalokova@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

The aim of this work is to prepare and materially, technologically and biomedically investigate completely new metal alloys, which will be made of bioabsorbable elements Zn, Ca, Mg, that are found in the human body, and to which the body has a natural biocompatibility. In order to improve the mechanical and chemical properties, these alloys will be micro-alloying with elements: Mn, Li and Ag. The use of these materials is directed to the field of medicine - for the preparation of intracorporeal body implants using several manufacturing technologies, including additive manufacturing with targeted biodegradation in the patient's body.



# Téma: Príprava a charakterizácia štruktúrne modifikovaných kompakovaných práškových magnetických materiálov

Školiteľ: Ing. Radovan Bureš, CSc., rbures@saske.sk

VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

Funkčné materiály so špecifickými elektrickými a magnetickými vlastnosťami sú napríklad vysokoodporové magneticky mäkké kompozity, sú takmer spravidla vyrábané práškovými technológiami. Predmetom štúdia budú progresívne aj tradičné metódy práškovej metalurgie so zameraním na mechano-chemické metódy prípravy magnetických práškov, kompaktovanie lisovaním a spekaním vrátane mikrovlnného spekania. Laboratórne pripravené magnetické materiály budú charakterizované s dôrazom na elektrické, magnetické a elastické vlastnosti práškov, surových výliskov a finálnych tepelne upravených materiálov. Cieľom bude identifikovať vplyv morfológie a štruktúry práškových materiálov na tvorbu mikroštruktúry, funkčné, fyzikálne a mechanické vlastnosti finálnych kompakovaných materiálov. Materiály, ktoré budú predmetom štúdia a výskumu sú využiteľné v stredo a vysokofrekvenčných oblastiach premagnetovania a uplatňujú sa v oblasti modernej konverzie energií.

The collage illustrates the material preparation and characterization process. It features SEM images of spherical and irregular particles, a graph of Volume (%) vs Particle Size (µm) showing a bimodal distribution, a graph of Volume (mm³) vs Pressure (MPa) showing a decrease in volume with increasing pressure, a photograph of a laboratory setup with a furnace and a computer, a graph of Fe and MgO content vs Temperature (°C) showing peaks at 1000 and 1200 °C, and a schematic diagram of the powder metallurgy process (Homogenization, Pressing, Sintering) showing the evolution of Fe and MgO particles and the formation of pores at different stages.

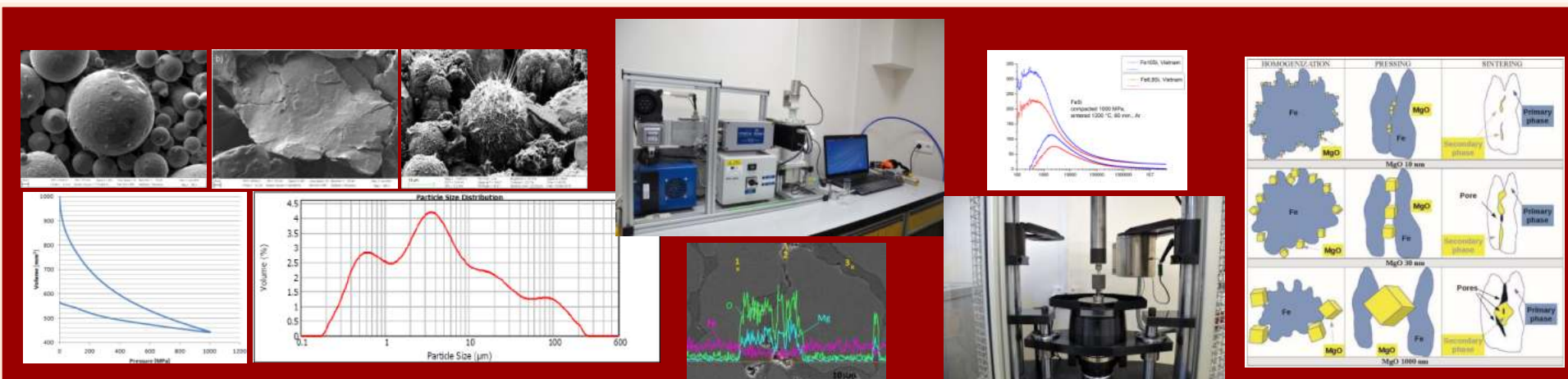
# Thesis: Preparation and characterization of structurally modified compacted powder magnetic materials

**Supervisor:** Ing. Radovan Bureš, CSc., rbures@saske.sk

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

Functional materials with specific electrical and magnetic properties, such as high-resistance magnetically soft composites, are almost usually produced by powder technologies. The subject of the study will be progressive and traditional methods of powder metallurgy with a focus on mechano-chemical methods of preparation of magnetic powders, compaction by pressing and sintering, including microwave sintering. Laboratory prepared magnetic materials will be characterized with emphasis on electrical, magnetic and elastic properties of powders, green compacts and final heat-treated materials. The aim will be to identify the influence of morphology and structure of powder materials on the formation of microstructure, functional physical and mechanical properties of the final compacted materials. The materials that will be the subject of study and research can be used in the medium and high-frequency magnetization and are used in the field of modern energy conversion.



# Téma: Výskum mechano-chemického povlakovania feromagnetických práškov na výrobu magneticky mäkkých materiálov

Školiteľ: Ing. Radovan Bureš, CSc., rbures@saske.sk

VŠ: Strojnícka fakulta TUKE v Košiciach

Študijný program: Strojárske technológie a materiály

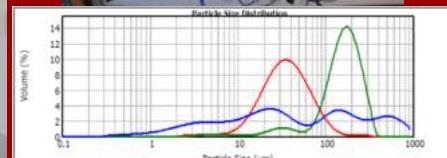
Magneticky mäkké materiály sú využívané v aplikáciách pre konverziu elektrickej energie. S rastúcimi požiadavkami na efektivitu a miniaturizáciu takýchto zariadení rastú aj požiadavky na vlastnosti magnetických materiálov. Zvyšovanie pracovnej frekvencie premagnetovania v striedavom magnetickom poli je jedna z ciest na dosiahnutie vyššieho výkonu a efektivity konverzie. Magneticky mäkké materiály pre stredné a vysoké frekvencie sú vyrábané technológiami práškovej metalurgie. Téma práce je výskum metód prípravy a spracovania feromagnetických práškových častíc so zameraním na optimalizáciu elektrických a magnetických vlastností práškových materiálov. Cieľom je zvýšenie merného elektrického odporu a dosiahnutie vyššej frekvenčnej stability lisovaných a spekaných magneticky mäkkých kompozitných materiálov. Na prípravu feromagnetických práškov bude použité mechanické mletie, mechano-syntéza, rezonančné akustické povlakovanie a ďalšie metódy vyplývajúce z najnovších poznatkov v danej oblasti. Lisovaním a spekaním budú pripravené surové výlisky a spekané kompozity, ktoré budú analyzované z hľadiska magnetických, elektrických a mechanických vlastností.



povlakovanie



Elektrické  
Magnetické  
vlastnosti



Morfológia  
mikroštruktúra



# Thesis: Research of mechano-chemical coating of ferromagnetic powders for the production of soft magnetic materials

**Supervisor:** Ing. Radovan Bureš, CSc., rbures@saske.sk

**University:** Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Košice

**Study programme:** Engineering technologies and materials

Soft Magnetic materials are used in power conversion applications. As the demands on the efficiency and miniaturization of such devices increase, so do the demands on the properties of magnetic materials. Increasing the working frequency of magnetization in an alternating magnetic field is one of the ways to achieve higher performance and conversion efficiency. Magnetically soft materials for medium and high frequencies are produced by powder metallurgy technologies. The topic of the work is research of methods of preparation and processing of ferromagnetic powder particles with a focus on optimization of electrical and magnetic properties of powder materials. The aim is to increase the electrical resistivity and achieve higher frequency stability of pressed and sintered magnetically soft composite materials. Mechanical milling, mechano-synthesis, resonant acoustic coating and other methods based on the latest knowledge in the field will be used to prepare ferromagnetic powders. By pressing and sintering, green compacts and sintered composites will be prepared, which will be analyzed in terms of magnetic, electrical and mechanical properties.



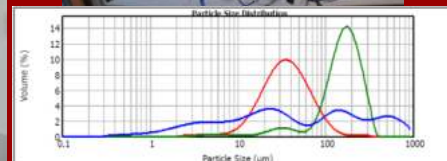
Mechanické mletie



povlakovanie



Elektrické  
Magnetické  
vlastnosti



Morfológia  
mikroštruktúra

# **Téma:** Vývoj multikomponentnej termodynamickkej databázy pre použitie v procesoch modelovania a simulácií

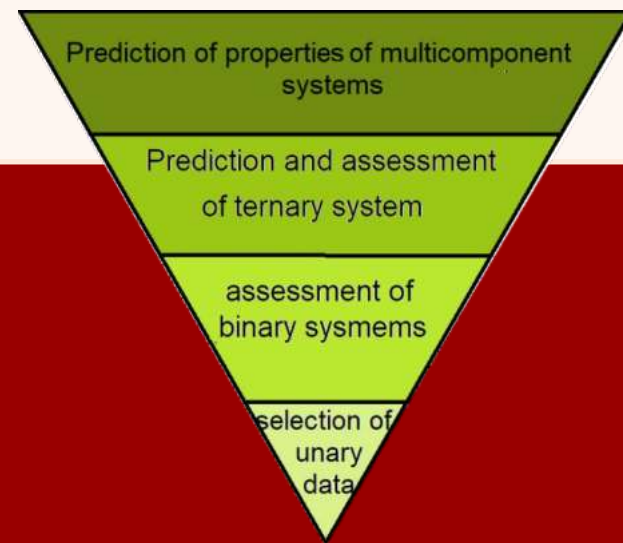
**Školiteľ:** RNDr. Viera Homolová, PhD., [vhomolova@saske.sk](mailto:vhomolova@saske.sk)

**VŠ:** Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

**Študijný program:** Náuka o materiáloch

Dizertačná práca bude zameraná na vývoj multikomponentnej termodynamickkej databázy pre použitie v procesoch modelovania a simulácií. Bude sa orientovať na materiály s potenciálnym využitím pre vysokoteplotné aplikácie. Cieľom bude vytvorenie databázy termodynamických parametrov pre výpočty fázových diagramov a termodynamických vlastností a jej následné overenie konfrontáciou termodynamických výpočtov a výsledkov experimentálnych meraní multikomponentných zliatin.

Výsledky dizertačnej práce umožnia rozšírenie možnosti dizajnu nových materiálov výpočtovými metódami bez nutnosti časovo náročného experimentálneho skúšania.



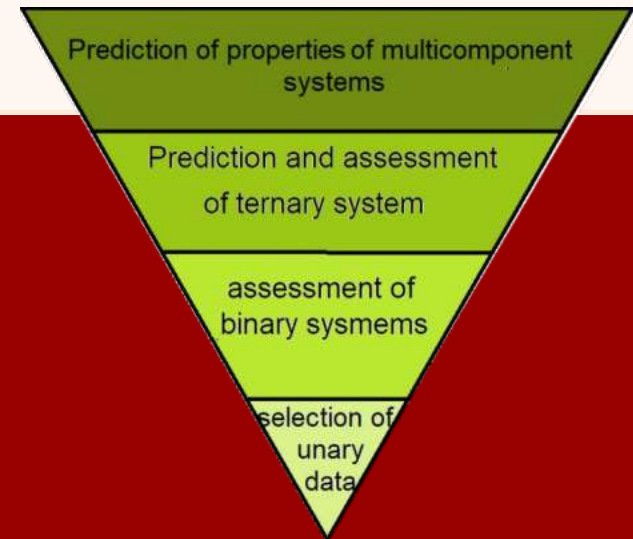
# **Thesis:** Development of multicomponent thermodynamic database for use in modeling and simulation processes

**Supervisor:** RNDr. Viera Homolová, PhD., [vhomolova@saske.sk](mailto:vhomolova@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

The work will be focused on the development of multicomponent thermodynamic database for use in modeling and simulation processes. It will focus on materials with potential uses for high-temperature applications. The aim will be to create a database of thermodynamic parameters for the calculation of phase diagrams and thermodynamic properties and its subsequent verification by confronting thermodynamic calculations and results of experimental measurements of multicomponent alloys. The results of the Phd-thesis will allow the possibility of designing new materials by computational methods to be expanded without the need for time-consuming experimental testing.



# Téma: Modelovanie fázových diagramov a termodynamických vlastnosti systémov pre vysoko teplotné aplikácie

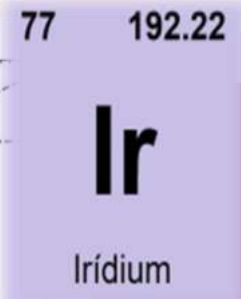
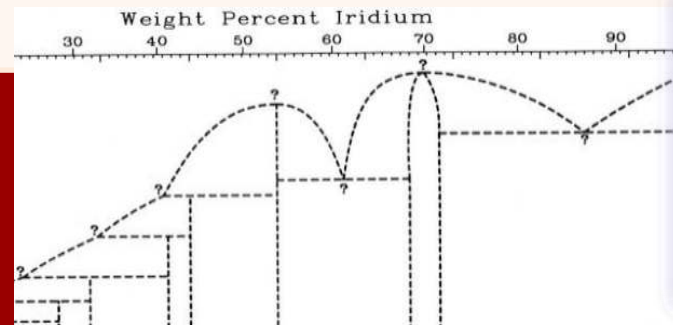
Školiteľ: RNDr. Viera Homolová, PhD., [vhomolova@saske.sk](mailto:vhomolova@saske.sk)

VŠ: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Študijný program: *Progresívne materiály*

Dizertačná práca bude zameraná na štúdium fáz, fázových rovnováh a fázových diagramov v systémoch pre vysoko-teplotné aplikácie. Má za cieľ experimentálnymi metódami diferenciálnej termálnej analýzy, röntgenovej difrakcie a elektrónovej mikroskopie upresniť nejasnosti fázových diagramov a preskúmať neznáme časti zvolených binárnych systémov a následne semi-empirickou metódou Calphad namodelovať ich fázové diagramy a termodynamické vlastnosti. Predmetom štúdia budú binárne systémy s irídiom. Irídium je prvok, ktorý je vďaka svojim termodynamickým vlastnostiam veľmi zaujímavý pre využitie v leteckom a kozmickom priemysle a vzhľadom na vysokú korózie odolnosť aj pri veľmi vysokých teplotách môže byť potenciálne vhodný aj pre využitie ako súčasť materiálov pre plynové turbíny.

Výsledky dizertačnej práce umožnia rozšírenie možnosti dizajnu nových materiálov pre vysoko-teplotné použitie výpočtovými metódami bez nutnosti časovo náročného experimentálneho skúšania.



**Thesis:** Modelling of phase diagrams and thermodynamic properties of the systems for high temperature applications

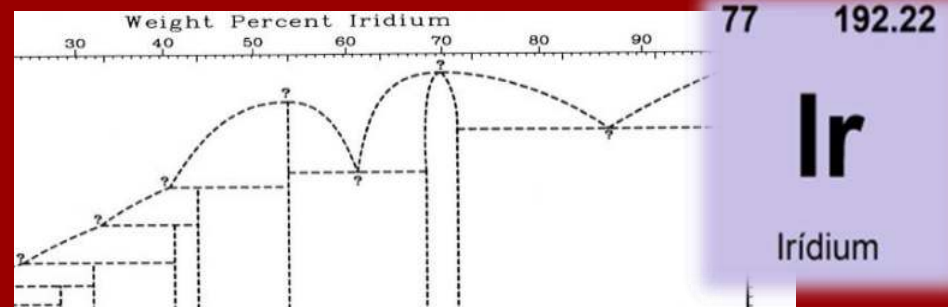
**Supervisor:** RNDr. Viera Homolová, PhD., [vhomolova@saske.sk](mailto:vhomolova@saske.sk)

**University:** Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

**Study programme:** Progressive Materials

The work will be focused on the study of phases, phase equilibria and phase diagrams in the systems for high-temperature applications. The aim is to refine the uncertainty of phase diagrams and investigate unknown parts of selected binary systems by experimental methods of differential thermal analysis, X-ray diffraction and electron microscopy and then to model their phase diagrams and thermodynamic properties using the semi-empirical Calphad-method. The subjects of the study are binary systems with iridium. Iridium is an element which, due to its thermodynamic properties, is very interesting for use in the aerospace industry and due to its high corrosion resistance even at very high temperatures, it may potentially be suitable for use as part of gas turbine materials.

The results of the thesis will allow extending the possibility of designing new materials for high-temperature use by computational methods without the need for time-consuming experimental testing.



# Téma: Vysokoteplotné vlastnosti keramických materiálov na báze karbidov a boridov

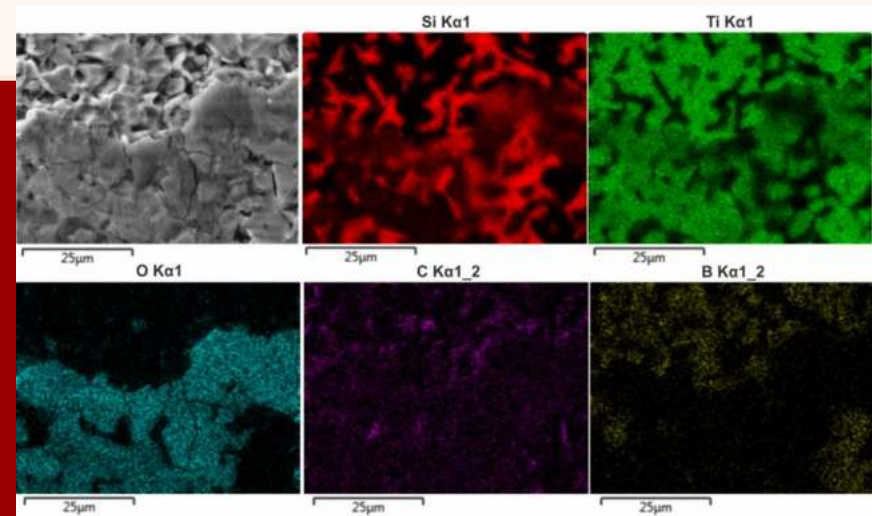
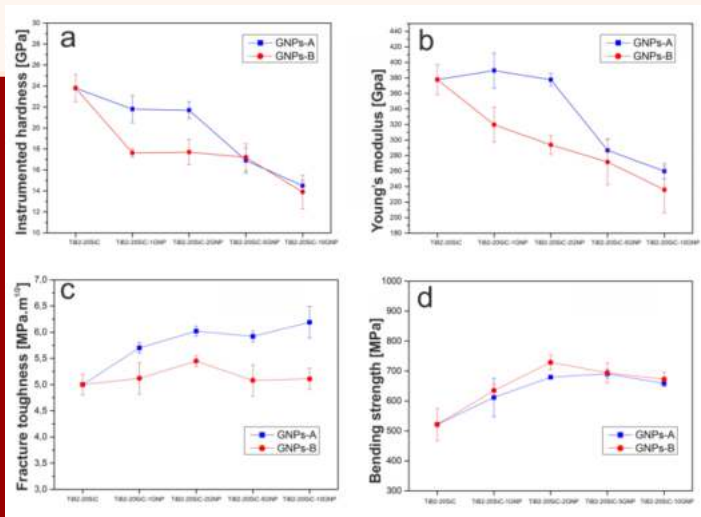
Školiteľ: Ing. Alexandra Kovalčíková, PhD., [akovalcikova@saske.sk](mailto:akovalcikova@saske.sk)

VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

Téma dizertačnej práce je zameraná na detailné štúdium vysokoteplotných vlastností- oxidačnej odolnosti, ablačnej odolnosti a odolnosti voči tepelným šokom ultravysokoteplotných keramických materiálov na báze boridov a karbidov.

Predkladaná výskumná téma je v súčasnosti vysoko aktuálna s potrebou vyvíjať keramické materiály pre prácu a použitie v extrémnych podmienkach. Miera originalnosti dizertačnej práce spočíva vo vývoji nových UHTC materiálov a v dôkladnom poznaní previazanosti ich základných štruktúrnych, úžitkových (funkčných a mechanických) a vysokoteplotných vlastností s potenciálom predikcie ich ďalšieho vývoja a použitia ako výhrevné elementy do pecí, žiaruvzdorné komponenty, komponenty pre letectvo a pod., ktoré vyžadujú excelentnú tepelnú stabilitu, super vysokú tvrdosť a výborné tribologické vlastnosti.



# Thesis: High temperature properties of ceramic materials based on carbides and borides

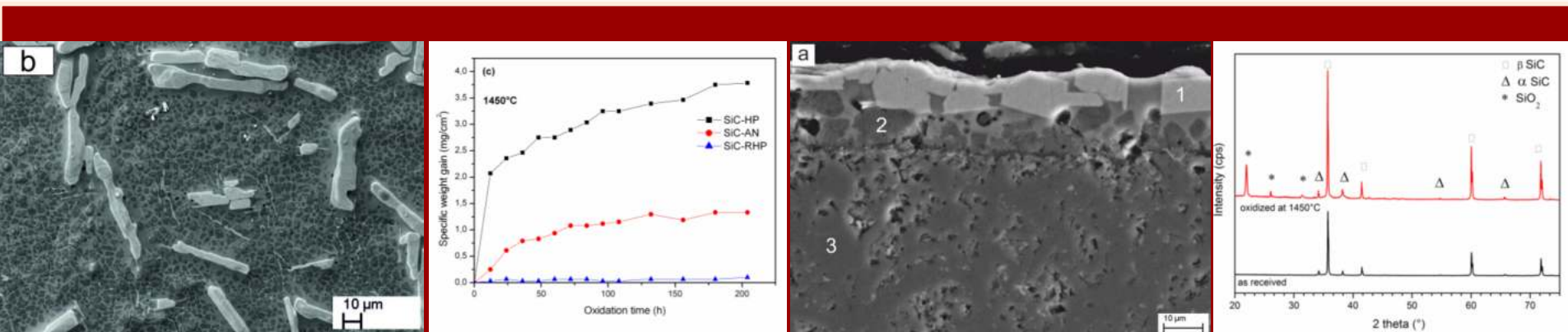
Supervisor: Ing. Alexandra Kovalčíková, PhD., [akovalcikova@saske.sk](mailto:akovalcikova@saske.sk)

University: Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

Study programme: Materials Science

The topic of the dissertation thesis is focused on a detailed study of high temperature properties - oxidation resistance, ablation resistance and thermal shock resistance of ultra high temperature ceramic materials based on borides and carbides.

The presented research topic is currently very actual with the requirement to develop ceramic materials for work and application in extreme conditions. The originality of the dissertation lies in the development of new UHTC materials and a thorough understanding of the interconnection of their basic mechanical and high temperature properties with the potential to predict their further development and use as heating elements in furnaces, refractory components, etc., which require excellent thermal stability, super high hardness and excellent tribological properties.



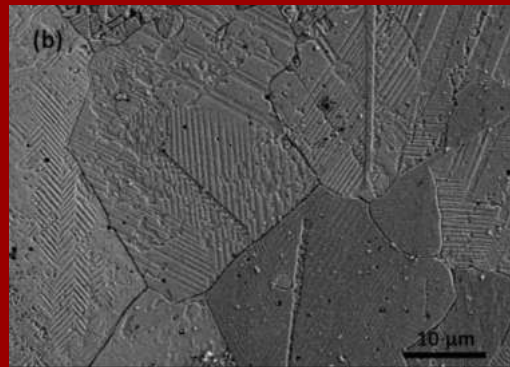
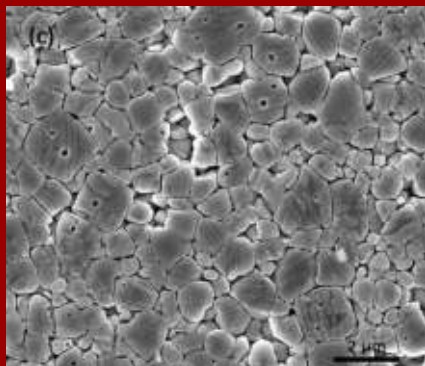
## **Téma:** Vplyv reakčného spekania na funkčné vlastnosti keramiky

**Školiteľ:** RNDr. Vladimír Koval', PhD., vkoval@saske.sk

**VŠ:** Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

**Študijný program:** Náuka o materiáloch

Predmetom štúdia budú elektrokeramické materiály s perovskitovou štruktúrou pre pokročilé aplikácie v mikroelektronike. Dizertačná práca bude orientovaná na prípravu feroelektrickej keramiky a skúmanie vplyvu podmienok prípravy na jej funkčné vlastnosti. Dôležitými pre optimalizáciu parametrov spekania a naplnenie cieľov práce budú zvládnutie technologických postupov prípravy materiálov klasickou keramickou cestou, RTG analýza štruktúry, rastrovacia a transmisná elektrónová mikroskopia a charakterizácia základných elektrických vlastností funkčnej keramiky.





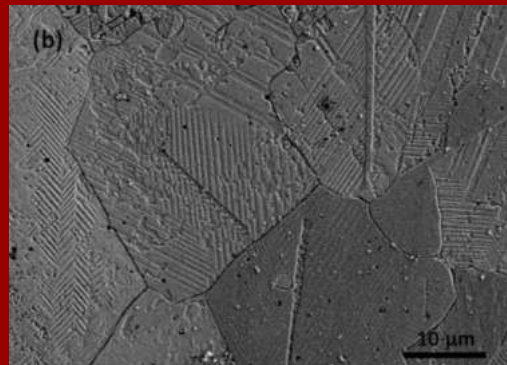
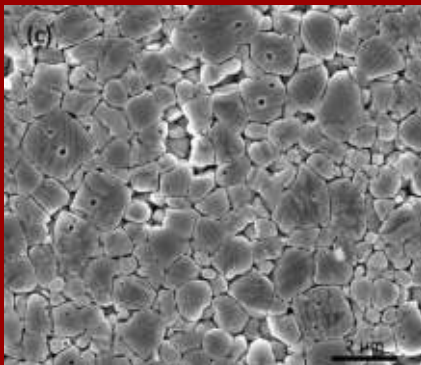
**Thesis:** Effect of reactive sintering on functional properties of electroceramics

**Supervisor:** RNDr. Vladimír Koval', PhD., vkoval@saske.sk

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

The study is devoted to perovskite-structured electroceramics for advanced applications in microelectronics. The dissertation will be focused on the preparation of ferroelectric ceramics and tailoring their functional properties via optimization of the processing conditions. The objectives and dissertation tasks include synthesis of precursors by solid state reaction and optimization of sintering conditions of ceramics, X-ray diffraction analysis, scanning and transmission electron microscopy, and characterization of basic electro-physical properties of functional ceramics.



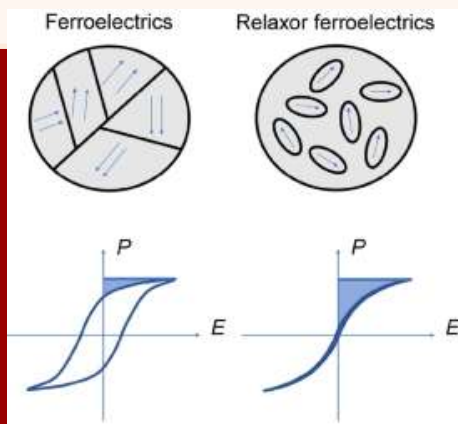
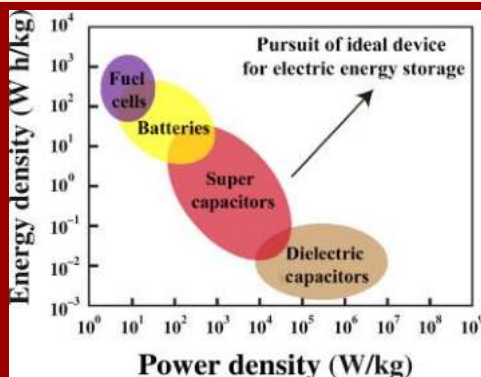
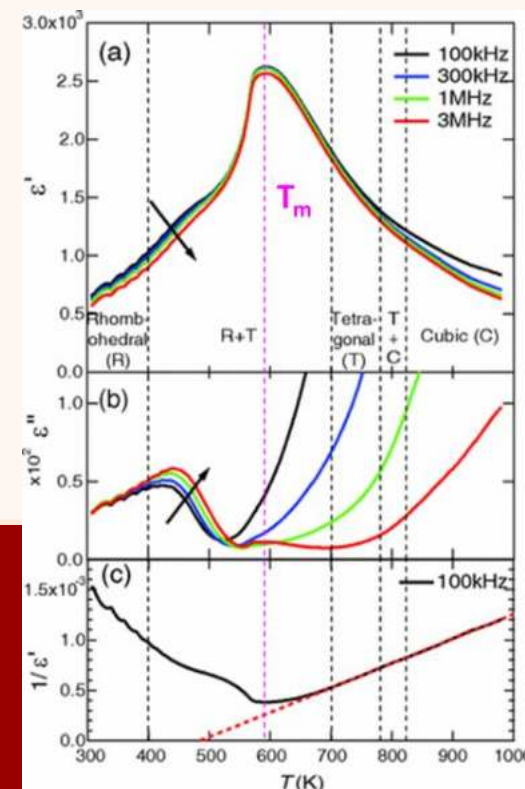
# Téma: Štruktúra a vlastnosti relaxačných feroelektrík

Školiteľ: RNDr. Vladimír Koval', PhD., vkoval@saske.sk

VŠ: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Študijný program: Progresívne materiály

Ťažiskom dizertačnej práce bude výskum a vývoj nových elektrokeramických materiálov na báze relaxačných feroelektrík perovskitového typu pre efektívne uskladnenie energie. Súčasťou práce bude zvládnutie technologických postupov prípravy materiálov klasickou keramickou cestou, RTG difrakčná analýza štruktúry, rastrovacia a transmisná elektrónová mikroskopia a charakterizácia špecifických fyzikálnych vlastností funkčnej keramiky. Pri analytickom hodnotení makroskopických vlastností vo vzťahu k chemizmu a štruktúre elektrokeramiky bude dôraz kladený na implementáciu techniky dielektrickej spektroskopie vo výskume feroelektrických fázových prechodov.



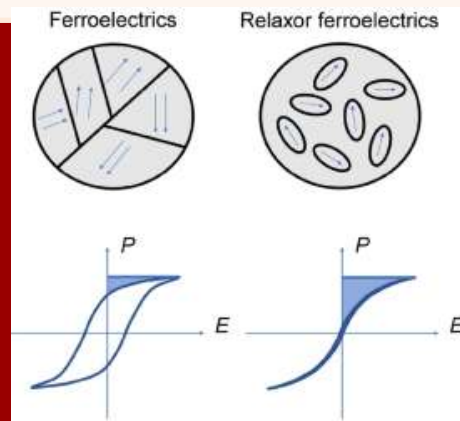
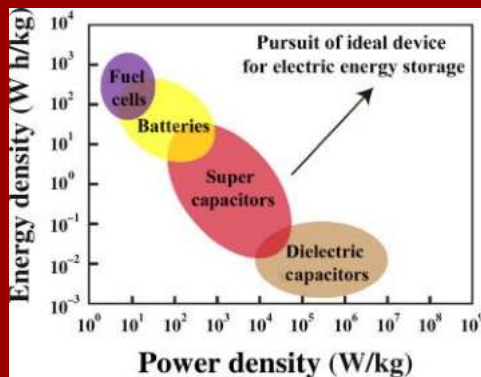
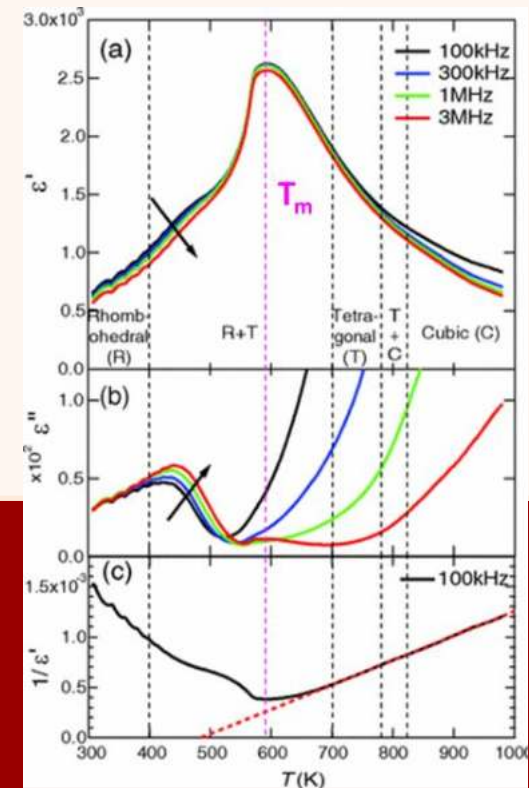
# Thesis: Structure and properties of relaxor ferroelectrics

Supervisor: RNDr. Vladimír Koval', PhD., vkoval@saske.sk

University: Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

Study programme: Progressive Materials

The dissertation is focused on the research and development of novel relaxor-type ferroelectric ceramics for energy storage applications. The objectives and dissertation tasks include preparation of materials by the conventional ceramic route, X-ray diffraction analysis, scanning and transmission electron microscopy, and characterization of specific physical properties of electroceramics. Dielectric spectroscopy together with analytical tools for evaluation of macroscopic properties will be employed to describe the relationship between chemical composition, crystal structure and ferroelectric phase transitions of relaxor ferroelectrics.



# Téma: Vysokoionizované plazmové naprašovanie multikomponentných keramických povlakov s vysokou entropiou

Školiteľ: doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., [flofaj@saske.sk](mailto:flofaj@saske.sk)

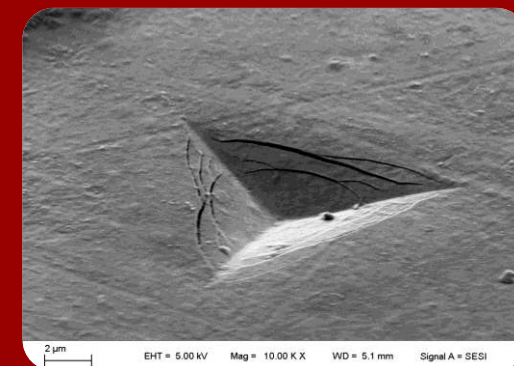
VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

VŠ: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Študijný program: Progresívne materiály

Vývoj magnetronového naprašovania sa orientuje na technológie s výrazne vyšším stupňom ionizácie odprašovaného materiálu kvôli lepšej kontrole procesu depozície a lepším výsledným vlastnostiam povlaku. Medzi najznámejšie ionizované PVD (iPVD) technológie patrí High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS) a do tejto kategórie možno zaradiť aj relatívne novú technológiu nazvanú High Target Utilization Sputtering (HiTUS). Vysoká ionizácia plazmy je v prípade HiPIMS dosahovaná krátkymi nízko-frekvenčnými pulzami s extrémne vysokou hustotou výkonu, u HiTUSu výkonom na samostatnom plazmovom zdroji. Obsahom práce je optimalizácia parametrov depozície tvrdých viackomponentných karbidických, boridických a nitridických povlakov z hľadiska kontroly ich elastických a plastických vlastností prostredníctvom určenia závislostí medzi jednotlivými parametrami depozície, vlastnosťami plazmy, štruktúrou povlakov a ich mechanickými a tribologickými vlastnosťami. Práca bude realizovaná na iPVD zariadeniach Cryofox Discovery (Polyteknik Dánsko) a HiTUS C500 (PQL, UK) v kombinácii s mikroskopickými pozorovaniami na SEM a TEM a meraniami mechanických vlastností.



# Thesis: Highly ionized plasma sputtering of multicomponent high entropy ceramic coatings

**Supervisor:** doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., flofaj@saske.sk

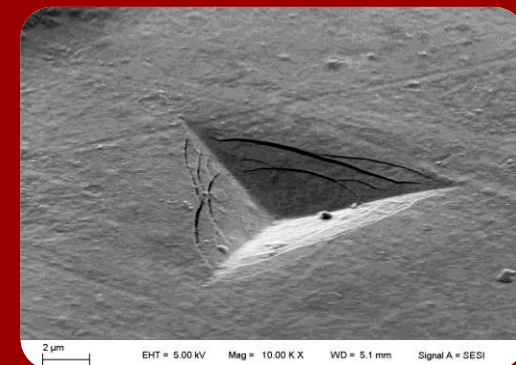
**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

**University:** Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

**Study programme:** Progressive Materials

The development of magnetron sputtering is oriented toward technologies with high ionization degree of the sputtered material which provides better control of the deposition process as well as better coating properties. The most famous ionized PVD is the High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS) and the relatively new technology High Target Utilization Sputtering (HiTUS) also belongs among these methods. High degree of ionization is achieved in the case of HiPIMS by very short duty cycle impulses with extremely high power density whereas in HiTUS by the power at an independent plasma source. The work should focus on the optimization of the deposition parameters of hard multicomponent carbide, boride and nitride coatings from the viewpoint of the control of their elastic and plastic properties by means of determination of dependencies among the deposition parameters, plasma characteristics, coating structures and their mechanical and tribological properties. The work will be performed on the iPVD systems Cryofox Discovery (Polyteknik, Denmark) and HiTUS C500 (PQL, UK) in combination with the electron microscopy observations (SEM, TEM) and measurements of mechanical properties.



# **Téma:** Kvantitatívna charakterizácia plazmovej depozície a keramických povlakov pomocou optickej a elektrónovej spektroskopie

**Školiteľ:** doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., [flofaj@saske.sk](mailto:flofaj@saske.sk)

**VŠ:** Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

**Študijný program:** Náuka o materiáloch

**VŠ:** Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

**Študijný program:** Progresívne materiály

Moderné keramické povlaky pre ochranné vrstvy pre ultravysokými teplotami sú obvykle zložené z prvkov ťažkých kovov s vysokou teplotou (Zr, Hf, Ru, W..) silne naviazaných na ľahké prvky (bór, dusík, kyslík, uhlík s vodíkom), ktorých analýza je klasickými kvantitatívnymi analýzami často problematická. Na súčasnú kvantifikáciu ľahkých a ťažkých prvkov v takýchto povlakoch je obvykle potrebná kombinácia viacerých metód. Na kontrolu chemického zloženia povlaku je však potrebná aj charakterizácia plazmy, z ktorej sú povlaky nanášané. To znamená, že na určenie vzťahov medzi zložením, štruktúrou a vlastnosťami povlakov sú potrebné *in situ* metódy charakterizácie plazmy aj následné *ex-situ* metódy na povlakoch. Téma práce je zameraná na obe oblasti - *in-situ* optickú emisnú spektroskopiou plazmy a následnú optickú emisnú spektroskopiou v tlejivom výboji (GDOES), Ramanovskú spektroskopiou ako aj vlnovo-disperznú (WDS) a energiovo-disperznú (EDS) spektroskopiou (prípadne aj RTG fotoelektrónovou spektroskopiou (XPS) and hmotnostnou spektroskopiou sekundárnych iónov (SIMS)) na kvantifikáciu chemického zloženia povlakov na báze karbidov a boridov s cieľom určenia vzťahov medzi zložením plazmy a štruktúrou a vlastnosťami povlakov. Merania plazmy budú realizované na existujúcich iPVD zariadeniach pomocou OES systému (Avantes, Holandsko) and Ramanovského mikroskopu (XploRa, Horiba, France), GDOES (GD2, Horiba, France) ako aj na EDS and WDS (Oxford, UK) na rastovacích elektrónových mikroskopoch. Rozšírenie skúmaných metód o XPS a SIMS bude závisieť od dodávky nových zariadení.



# **Thesis:** Quantitative characterization of plasma deposition of ceramic coatings by optical and electron spectroscopy methods

**Supervisor:** doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., [flofaj@saske.sk](mailto:flofaj@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

**University:** Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

**Study programme:** Progressive Materials

The advanced ceramic coatings for ultrahigh temperature applications consist of high melting point and heavy (Zr, Hf, Ru, W..) metallic elements strongly bonded with light elements (boron, nitrogen, oxygen, carbon with hydrogen) which result in difficulties in quantitative analysis when using conventional chemical methods. Usually, a combination of several analytical methods is necessary to obtain quantitative characterization of both light and heavy elements at the same time in the resulting compounds. However, the control of the coating composition requires also the control of the plasma composition during the deposition. Thus, the *in situ* methods of plasma composition should be combined with the methods applied to the coatings to determine the relationships controlling their chemistry, structure and properties. The work should employ both *in-situ* optical emission spectroscopy for the plasma control with the *ex-situ* glow discharge optical emission spectroscopy (GDOES), Raman spectroscopy as well as energy and wavelength disperse electron spectroscopy (and potentially also X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS)) methods on the carbide and boride based coatings for quantification of their chemistry to establish the correlations between the plasma characteristics and their structure and properties. The plasma study will be performed on the existing iPVD systems using OES system and Raman microscope (XploRa, Horiba, France), GDOES (GD2, Horiba, France) as well as on the EDS and WDS (Oxford, UK) attached to the scanning electron microscopes. The introduction of new XPS and SIMS facilities is also anticipated.



# Téma: Matematické modelovanie procesov nanoindentácie, vrypovej skúšky a trenia v kompozitných systémoch pomocou MKP

Školiteľ: doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., flofaj@saske.sk

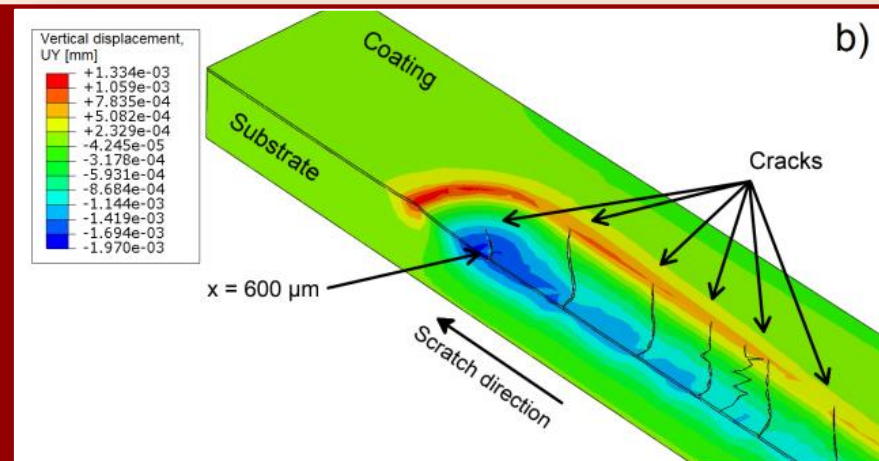
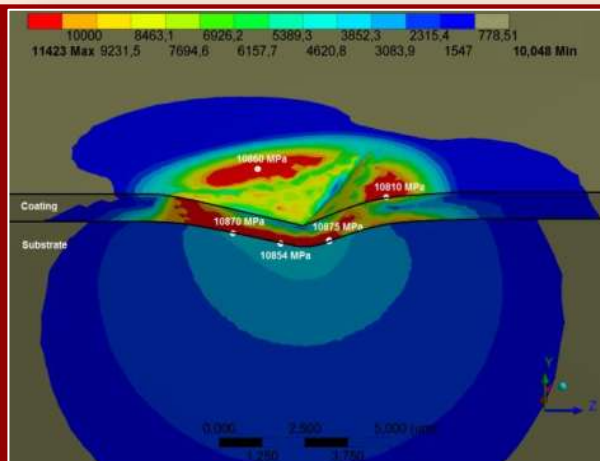
VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

VŠ: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Študijný program: Progresívne materiály

Práca je zameraná na detailné štúdium procesov napätových a deformačných stavov pri inštrumentovanej nanoindentácii, vrypových a tribologických skúškach v kompozitných povlakovaných systémoch pomocou modelovania metódou konečných prvkov (Finite element Modelling - FEM), vrátane rozšíreného FEM (extended FEM) a modelu kohéznej zóny (Cohesive Zone Model – CZM) a následnej experimentálnej verifikácii. Práca bude orientovaná na tenké povlaky na podložkách s rôznymi mechanickými vlastnosťami. Cieľom je pochopenie detailov porušovania tenkých povlakov v závislosti od podmienok zaťažovania ako aj optimalizácia podmienok merania jednotlivých mechanických a tribologických vlastností študovaných povlakov.





# **Thesis:** Mathematical modelling of the processes during nanoindentation, scratch testing and tribological tests in composite systems using FEM

**Supervisor:** doc. RNDr. František Lofaj, DrSc., flofaj@saske.sk

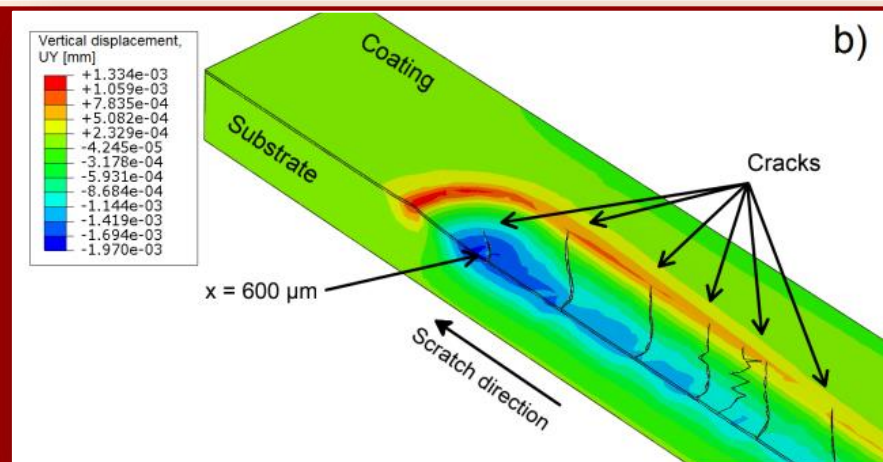
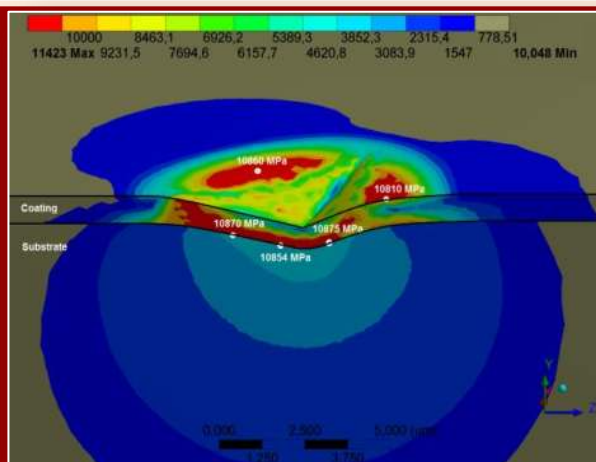
**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

**University:** Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

**Study programme:** Progressive Materials

The work is focused on a detail study of the processes of stress and deformation states during instrumented nanoindentation, scratch and tribological tests in the coated composite systems using finite element modelling (FEM) extended FEM (xFEM) and Cohesive Zone Model (CZM) methods and subsequent experimental verification. The work will be performed on thin coatings on substrates with different mechanical properties. The aim is to understand the details of damage mechanisms in coatings in dependence on the loading conditions as well as the optimization of the conditions for the measurement of the mechanical properties and tribological properties of the studied coatings scanning electron microscopes. The introduction of new XPS and SIMS facilities is also anticipated.



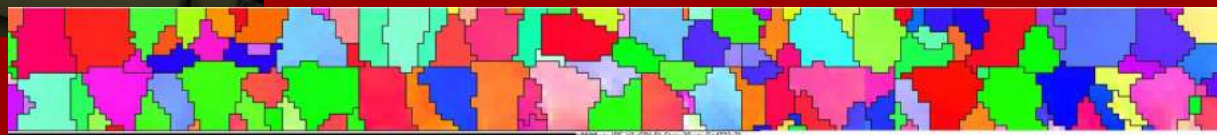
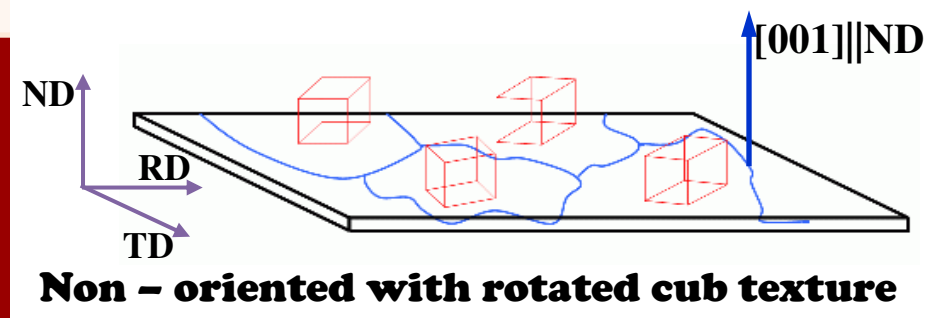
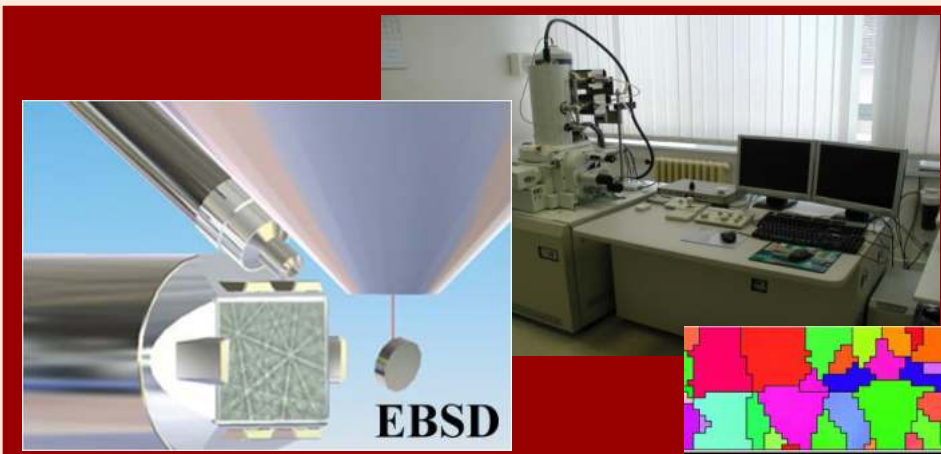
# Téma: Štúdium tvorby kryštalografických textúr s ľahkým smerom magnetizácie v elektrotechnických oceliach

Školiteľ: Mgr. Ivan Petryshynets, PhD., [ipetryshynets@saske.sk](mailto:ipetryshynets@saske.sk)

VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

Navrhovaná tematika dizertačnej práce je orientovaná do oblasti vývoja izotrópných elektrotechnických ocelí s vysokou indukciou. Idea vedecko-výskumnej práce je založená na zvýšení intenzity kubickej kontrole Gossovej textúrey zložky v rovine plechu na báze kolumnárneho rastu feritových zŕn mechanizmami difúzne kontrolovaného a deformačne indukovaného pohybu hraníc zŕn. Rastom kolumnárnych zŕn smerom od povrchu plechu sa bude zvyšovať intenzita kubickej textúrnej zložky z podpovrchovej oblasti do celého objemu hrúbky. Súčasne bude eliminovaná vysoká intenzita deformačnej zložky (111)[0vw] v centre hrúbky. Takýto mikroštruktúrny a textúrny stav ocelí bude základom pre izotrópiu magnetických vlastností pri relatívne nízkej úrovni wattových strát a vysokej izotrópnej hodnote magnetickej indukcie. Výstupom tejto práce bude okrem získaných poznatkov základného výskumu aj návrh technologického postupu prípravy takejto mikroštruktúry.



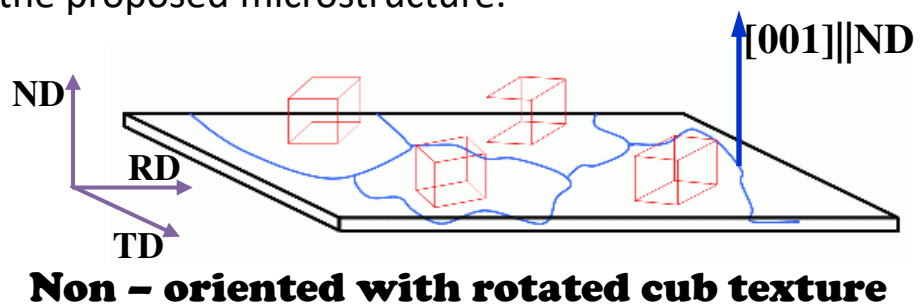
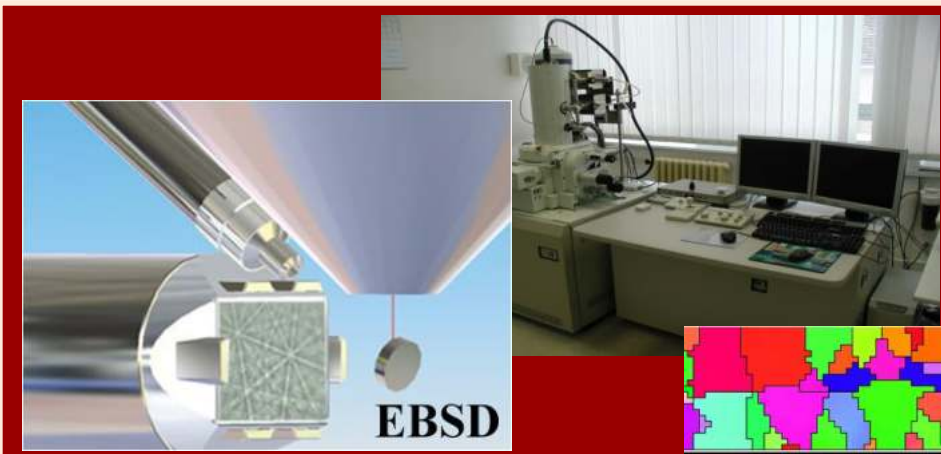
# Thesis: Study of crystallographic textures formation with a easy magnetization directions in electrical steels

**Supervisor:** Mgr. Ivan Petryshynets, PhD., [ipetryshynets@saske.sk](mailto:ipetryshynets@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

The proposed thesis of the dissertation work is focused on the development of isotropic electrical steels with high magnetic induction. The idea of scientific work is based on increasing the intensity of the cubic and the Goss texture components in the plane of the sheet using the columnar growth of ferrite grains by the mechanisms of diffusion-controlled and strain-induced grain boundary migration. As the columnar grains grow from the surface of the sheet, the intensity of the cubic texture component from the subsurface area will increase to the central part of the cross-section of steel thickness. At the same time, the high intensity of the deformation component  $\{111\}\langle uvw \rangle$  in the center of the thickness will be eliminated. Such a microstructural and textural state of electrical steels will be the basis for isotropy of magnetic properties at a relatively low level of watt losses and a high value of magnetic induction. The output of this work will be, in addition to the acquired knowledge of fundamental research, also the design of the technological process of preparation of the proposed microstructure.



## **Téma: Vývoj a výskum materiálov elektród nových lítiových iónových batérii**

**Školiteľ:** doc. Ing. Karel Saksl, DrSc., [ksaksl@saske.sk](mailto:ksaksl@saske.sk)

**VŠ:** *Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach*

**Študijný program:** *Náuka o materiáloch*

Dopyt po zariadeniach na uskladnenie elektrickej energie (batériách) pre stacionárne aj mobilné aplikácie sa v posledných rokoch rýchlo zvýšil a očakáva sa, že v budúcnosti bude naďalej rásť. Najbežnejšie používanými elektrochemickými zariadeniami na skladovanie energie sú lítium-iónové batérie, ktoré vykazujú veľmi vysokú účinnosť a reverzibilitu.

Najnovším trendom v oblasti zvyšovania uskladňovacej kapacity a cyklickej stability je nahrádzanie dnes používaných materiálov elektród vysokoentropickými oxidmi respektíve sulfidmi, čo ako dokazuje práca Sarkar, A., *Nat Commun* 9, 3400 (2018) vedie k zaujímavým novým a neočakávaným vlastnostiam.

Zámerom PhD práce bude pripraviť úplne nové vysokoentropické oxidy/sulfidy a v reálnych podmienkach batérie ich (in-operando) testovať. Súčasťou štúdia bude aj detailné štúdium chemických a fázových zmien materiálov elektród v procese nabíjania a vybíjania batérií.



**Thesis:** Research and development of electrode materials for next-gen lithium-ion batteries

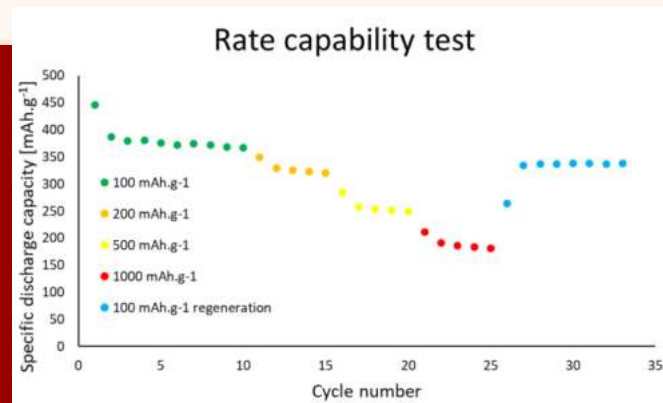
**Supervisor:** doc. Ing. Karel Saksl, DrSc., [ksaksl@saske.sk](mailto:ksaksl@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

Demand for electricity storage devices for both stationary and mobile applications has increased rapidly in recent years and is expected to continue to grow in the future. The most commonly used electrochemical energy storage devices are lithium-ion batteries (LIBs) which show high efficiency and good reversibility. The latest trend in increasing storage capacity and cyclic stability is to replace the most common electrode materials (such as graphite) with high entropy oxides and/or (high entropy) sulfides which was demonstrated by Sarkar, A., Nat Commun 9, 3400 (2018), e.g high configurational entropy leads to interesting and unexpected properties.

The aim of the PhD thesis is to prepare brand new high entropy oxides/sulfides and test them (in-operando) in real conditions. Chemical and phase transformation of the electrode materials will be studied in detail during charging/discharging.



# Téma: Vývoj nových materiálov pre efektívne uskladnenie vodíka

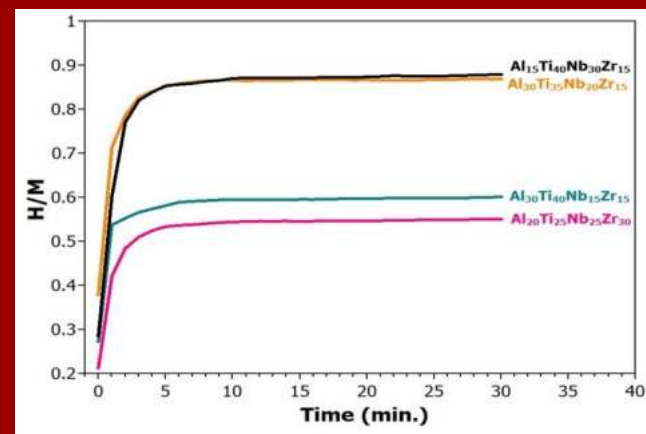
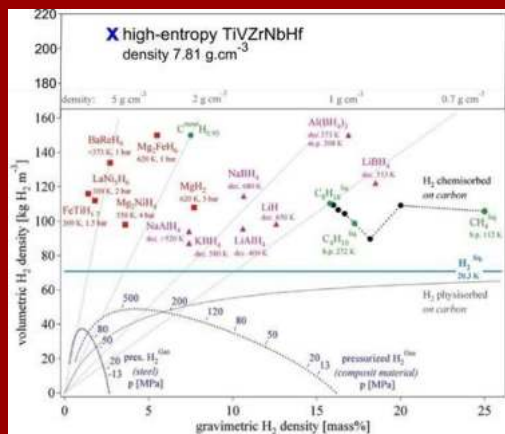
Školiteľ: doc. Ing. Karel Saksl, DrSc., [ksaksl@saske.sk](mailto:ksaksl@saske.sk)

VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

Jeden z najnovších prístupov k efektívnemu a bezpečnému uskladneniu vodíka je jeho absorpcia do kovovej zliatiny za súčasnej tvorby metalhydridov. Náš kolektív sa od roku 2018 venuje z tohto pohľadu zrejme najperspektívnejším materiálom tzv. Stredne a vysokoentropickým zliatinám, ktoré svojou kapacitou výrazne prekonávajú dnešné komerčné zliatiny. Táto téma dizertačnej práce nadviaže na náš doterajší výskum definovaný v nových projektoch:

- APVV-20-0205, "Výskum a vývoj nových vysokoentropických zliatin určených na efektívne uskladnenie vodíka v energetických aplikáciách"
- "Zvýšenie uskladňovacej schopnosti vodíka v ľahkých vysoko-entropických zliatinách (HEA) typu AlTiVCr prídavkom  $Ti_3C_2$  Mxenu a veľkej plastickej deformácie"



**Thesis:** Development of new materials for efficient hydrogen storage

**Supervisor:** doc. Ing. Karel Saksl, DrSc., [ksaksl@saske.sk](mailto:ksaksl@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

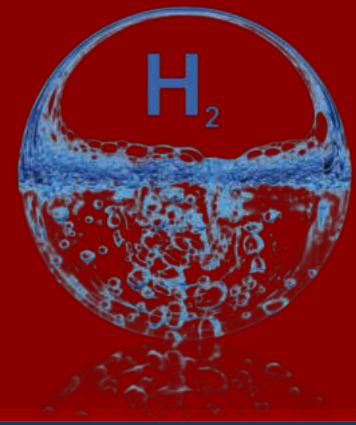
One of the latest approaches to the efficient and safe storage of hydrogen is absorption process into a metal alloy with the simultaneous formation of metal hydrides. From this point of view, our team has been dealing with probably the most promising materials, the so-called medium and high - entropy alloys, which significantly exceed the storage capacity of today's commercial metal hydrides. This topic of the PhD thesis will build on our previous research defined in new projects:

- APVV-20-0205, "Research and development of new high-entropy alloys for efficient hydrogen storage in energy applications"
- "Enhancement of Hydrogen Storage Properties of AlTiVCr Light Weight High Entropy Alloys (HEA) by Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> Mxene and Several Plastic Deformation"



# Téma: Elektrokatalyzátory pre budúce elektrolyzéry

Školiteľ: RNDr. Magdaléna Strečková, PhD., [mstreckova@saske.sk](mailto:mstreckova@saske.sk)



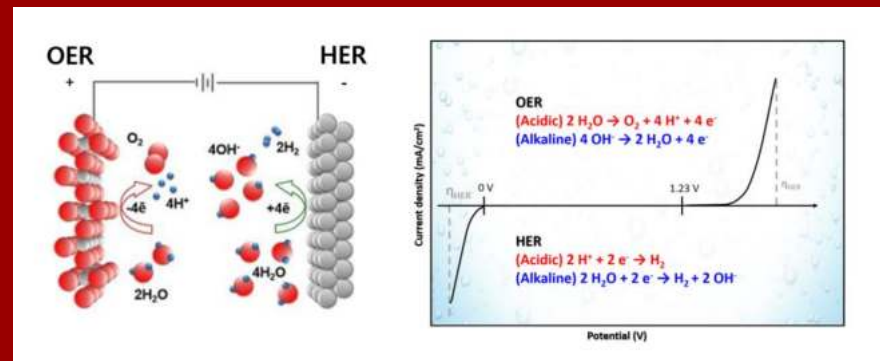
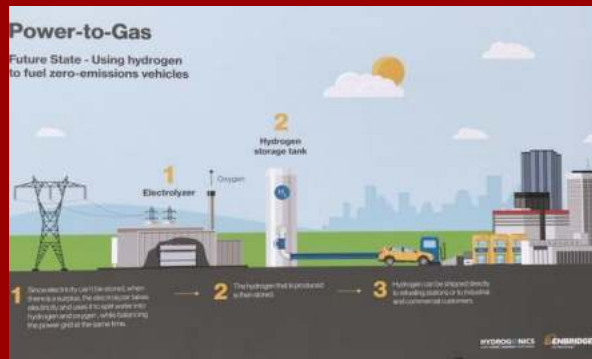
VŠ: Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TUKE v Košiciach

Študijný program: Náuka o materiáloch

VŠ: Prírodovedecká fakulta UPIŠ v Košiciach

Študijný program: Progresívne materiály

Rozvoj aktivít v oblasti vodíkových technológií podporila vo svojom strategickom dokumente „Stratégia vodíka pre klimaticky neutrálnu Európu“ aj Európska komisia a Slovensko má dnes vypracovanú národnú vodíkovú stratégiu. V súčasnosti v Košiciach vzniká Vodíkové technologické centrum s hlavnou koncepciou „Power-to-Gas“ využívajúcou obnoviteľné zdroje energie. Voda je dôležitým zdrojom vodíka a elektrolyza vody sa javí ako najslubnejšia technológia na výrobu vodíka. Avšak, skôr než bude možné uznať vodík za ekonomicky rentabilný zdroj paliva a využívať ho pre rozsiahle aplikácie s mimoriadnym energetickým potenciálom, je nevyhnutné vyvinúť jednoduché, efektívne a bezpečné metódy jeho získavania. Vnútoraná štruktúra fosfidov prechodných kovov ich predurčuje k využitiu ako elektrokatalyzátory, ktoré by mohli výrazne vylepšiť výkon v zostave membránových elektród pre vývoj vodíka. Preto bude hlavnou výzvou zníženie výrobných nákladov na výrobu vodíka a zároveň udržanie vysokej účinnosti elektrolyzy vody v membránových elektrolyzéroch. Podstatný cieľ DP bude venovaný zdokonaleniu elektródových materiálov elektrolyzy vody na báze podvojných fosfidov, výsledkom čoho bude technológia, ktorá by mala viac priblížiť využitie vodíka ako paliva v komerčných aplikáciách.





# Thesis: Electrocatalysts for future electrolyzers

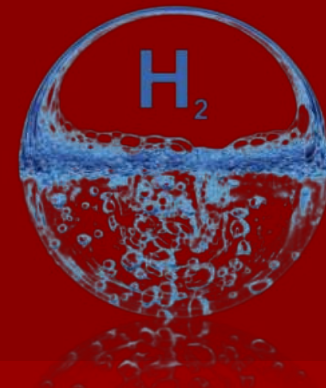
**Supervisor:** RNDr. Magdaléna Strečková, PhD., [mstreckova@saske.sk](mailto:mstreckova@saske.sk)

**University:** Faculty of Materials, Metallurgy and Recycling, Technical University of Košice

**Study programme:** Materials Science

**University:** Faculty of Natural Science, University of Pavol Jozef Šafárik in Košice

**Study programme:** Progressive Materials



The development of activities in the field of hydrogen technologies was also supported by the European Commission in the strategic document "Hydrogen Strategy for a Climate Neutral Europe". Today, Slovakia has suggested own national hydrogen strategy. The Hydrogen Technology Center is being established in Košice with the main "Power-to-Gas" concept using renewable power energy sources. A significant source of hydrogen is water and the electrolysis of water is the most promising technology for hydrogen production. However, before it can be recognized as an economically significant resource for large scale application with an exceptional energy potential, the simple, efficient, and secure methods of hydrogen retrieval have to be developed. Intrinsic structures of TMP meet the criteria of outstanding electrocatalysts that could further improve their HER performance in membrane electrode assembly. Therefore, the main challenge of dissertation thesis (DT) will be devoted to reduce the production cost of HER and at the same time to maintain the high efficiency of polymer electrode water electrolysis. Substantial aim of DT will be aimed to improve the PEM water electrolysis components mainly electrode materials based on modified carbon fibers electrocatalysts result in the technology which should be more approached to commercial markets.

