

VÝROČNÍ ZPRÁVA



ÚSTAV FYZIKY MATERIÁLŮ
Akademie věd České republiky, v. v. i.



Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i.

Sídlo: Žižkova 513/22, 616 00 Brno, Česká republika

IČO: 68081723

DIČ: CZ68081723

**Výroční zpráva o činnosti
a hospodaření za rok 2025
Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i.**

Radou instituce projednána dne: 25. 5. 2026

Dozorčí radou schválena dne: 3. 6. 2026

Výroční zpráva je zpracována v souladu s požadavky § 30 zákona 341/2005 Sb. v platném znění.

Místo plného názvu **Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i.** je v textu užívána zkratka **ÚFM**

Úvodní slovo ředitele

Letos jsme absolvovali **Hodnocení činnosti pracovišť AV ČR**. My tedy absolvujeme nějaké hodnocení každou chvíli. Každý rok je náš ústav hodnocen podle tzv. státní „Metodiky 17+“, nyní aktualizované na „Metodiku 25+“ (zatím vždy, i letos, jsme dostali nejlepší známku A). Vědečtí pracovníci předstupují pravidelně před atestační komisi, která hodnotí jejich individuální výsledky. Vědecké projekty, kterých ročně jako ústav podáváme přes 50, hodnotí odborní hodnotitelé – oponenti. Odeslaný článek do časopisu zhodnotí nejprve editor, a pokud ho neodmítne, rozešle ho několika recenzentům. A aby toho nebylo málo, organizuje jednou za 5 let svoje vlastní hodnocení i Akademie věd.



A je to dobře. Akademie není nijak nucena toto Hodnocení dělat. Důvodů, proč je Hodnocení organizováno, je více. Má dvě roviny, v první je ústav posuzován jako celek a následně jsou hodnoceny jednotlivé výzkumné týmy. Vedoucí vědeckých týmů musí předložit své výsledky za posledních pět let a představit plány do budoucna komisi složené ze zahraničních odborníků. **Nutnost jednou za čas se zamyslet, co jsme vlastně dokázali, kam chceme směřovat a dostat na to kvalitní zpětnou vazbu mi připadá velmi zdravé!** Toto akademické hodnocení se tradičně dělá velmi rozmysleně a poctivě. To loňské bylo podle mého názoru nejlépe zorganizované ze všech, které jsem v ČR i zahraničí zažil. Za to patří uznání týmu prof. Homoly, který loňské Hodnocení připravoval. Naše komise byla odborně velmi na výši, přijela připravená, měla nastudované materiály o ústavu a vědeckých týmech a měla nachystané relevantní otázky.

Jsem rád, že komise ohodnotila úroveň našeho výzkumu velmi vysoko – ostatně přesvědčte se sami, jedna kapitola této zprávy je tomuto Hodnocení věnovaná.

Celý rok do naší činnosti zasahovala **rekonstrukce hlavní budovy**, která se dotkla nejen výměnou oken, ale i jinak všech kanceláří a mnoha našich laboratoří. Chci tímto našim zaměstnancům poděkovat za trpělivost, zvládli jsme to nakonec bez výraznějších omezení našich vědeckých aktivit, jen s občas pocuchanými nervy. S dodatečnými finančními náklady, které se objevovaly průběžně a někdy nečekaně, nám velmi pomohlo vedení Akademie věd,



a tak jsme dokázali loni hospodařit bez toho, abychom finančně významně ovlivnili chod instituce. Myslím, že výsledek rekonstrukce je velmi dobrý. Osobně považuji nový vzhled fasády naší budovy za velmi zdařilý a vkusný. Pan architekt Petr Blažek ukázal cit a respekt k původnímu stylu budovy. Věřím, že zateplení, předokenní žaluzie a moderní okna zajistí mnohem větší komfort na pracovišti pro všechny zaměstnance.

Příjemné čtení přeji.



Obsah

1	Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti	3
1.1	Výchozí složení orgánů pracoviště	3
1.2	Změny ve složení orgánů	4
1.3	Informace o činnosti orgánů	4
1.3.1	Ředitel	4
1.3.2	Rada instituce	4
1.3.3	Dozorčí rada	5
2	Informace o změnách zřizovací listiny	6
3	Hodnocení hlavní činnosti	6
3.1	Hlavní dosažené výsledky	9
3.1.1	Výsledky rozšiřující obecné poznání	9
3.1.2	Aplikované výsledky získané ve spolupráci s průmyslem	12
3.1.3	Významné patenty	14
3.2	Národní spolupráce s výzkumnými organizacemi	14
3.3	Mezinárodní spolupráce	18
3.4	Národní projekty základního výzkumu	20
3.5	Spolupráce pracoviště s jinými institucemi	22
3.6	Spolupráce s vysokými školami	24
3.6.1	Výuka na vysokých školách	24
3.6.2	Další aktivity na vysokých školách	26
3.7	Vzdělávací kurzy a popularizace vědy	26
3.8	Investice do přístrojů, zařízení a budov	28
4	Hodnocení další a jiné činnosti	31
5	Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce	31
6	Další skutečnosti požadované zvláštním právním předpisem	31
7	Stanoviska dozorčí rady	31
8	Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště	31
9	Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí	32
10	Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů	33
11	Poskytování informací podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím 33	
12	Zpráva auditora a účetní závěrka	33

1 Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti

1.1 Výchozí složení orgánů pracoviště

Ředitel

prof. Mgr. Tomáš Kruml, CSc. ÚFM
Jmenován s účinností od 1. 6. 2022 do 31. 5. 2027

Rada instituce

Dne 16.12.2021 proběhlo shromáždění výzkumných pracovníků, na kterém byli zvoleni členové rady instituce pro funkční období 8. 1. 2022 až 7. 1. 2027.

Předseda: doc. Ing. Roman Gröger, Ph.D. ÚFM

Místopředseda: Ing. Zdeněk Chlup, Ph.D. ÚFM

Interní členové

prof. RNDr. Antonín Dlouhý, CSc. ÚFM

Mgr. Martin Friák, Ph.D. ÚFM

prof. Ing. Pavel Hutař, Ph.D. ÚFM

prof. Mgr. Tomáš Kruml, CSc. ÚFM

prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D. ÚFM

prof. Ing. Stanislav Seitl, Ph.D. ÚFM

Externí členové

prof. RNDr. Michal Kotoul, DrSc. VUT v Brně

prof. Mgr. Dominik Munzar, Dr. MU

prof. Ing. Libor Pantělejev, Ph.D. VUT v Brně

prof. RNDr. Jiří Spousta, DrSc. VUT v Brně

prof. Ing. Radim Vrba, CSc. VUT v Brně

Tajemník: Ing. Michal Zouhar, Ph.D. ÚFM

Dozorčí rada

S účinností od 1. května 2022 jmenovala Akademická rada AV ČR nové členy DR.

Dozorčí rada v současnosti pracuje ve složení:

Předseda: prof. RNDr. Jan Vondráček, Ph.D. BFÚ AV ČR

Místopředseda: prof. Ing. Václav Sklenička, DrSc. ÚFM

Členové

Ing. Josef Foldyna CSc. ÚGN AV ČR

prof. RNDr. Josef Humlíček, CSc. MU

prof. Ing. Jindřich Petruška, CSc. VUT v Brně

Tajemník: Ing. Ondřej Bureš ÚFM

1.2 Změny ve složení orgánů

V průběhu roku 2025 nedošlo k žádným změnám ve složení orgánů pracoviště.

1.3 Informace o činnosti orgánů

1.3.1 Ředitel

Ústav byl ředitelem veden v souladu se Stanovami Akademie věd České republiky a ve smyslu zákona č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích. Výzkumná činnost ústavu byla řízena v souladu s Plánem výzkumné činnosti ÚFM pro roky 2023 - 2027.

Tradičně byla řediteli při řízení ústavu poradním orgánem porada vedení, která je tvořena ředitelem, zástupkyní ředitele, vedoucími vědeckých oddělení a vedoucí ekonomicko-provozního oddělení.

Rok 2025 nevyústil v žádné personální změny v užším vedení ústavu. Vedení ústavu i nadále zůstává v kompetenci ředitele, kterým je prof. Mgr. Tomáš Kruml, CSc., jeho zástupkyní je doc. Ing. Stanislava Fintová, Ph.D. Vedoucí Oddělení mechanických vlastností je prof. Ing. Pavel Hutař, Ph.D., vedoucí Oddělení experimentálních studií a modelování struktury je prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D. a vedoucí Ekonomicko-provozního oddělení byla do konce roku 2025 Ing. Hana Maděrová. K personálním změnám nedošlo ani v Radě instituce ani v Dozorčí radě.

V roce 2025 došlo k několika změnám v jednotlivých vědeckých skupinách. Změnili se vedoucí dvou vědeckých skupin, a to Skupiny perspektivních vysokoteplotních materiálů (Ing. Ivo Kuběna, Ph.D.) a Skupiny struktury fází a termodynamiky (Ing. Lubomír Král, Ph.D.). Také vznikla nová skupina Strukturní integrita cyklicky namáhaných materiálů, kterou vede nositel prémie AV ČR Lumina Quaeruntur Ing. Ivo Šulák, Ph.D. Ve stejnou dobu zanikla skupina Nízkocyklové únavy. Zároveň došlo k některým personálním změnám v těchto skupinách, aby jejich zaměření více odpovídalo jejich novým směrům.

Ve smyslu svého členství v řídicích orgánech vysokých škol (VUT v Brně, MU) a výzkumných institucí (CEITEC), se kterými ÚFM úzce spolupracuje, se ředitel podílel také na rozvoji vzájemné spolupráce a zabezpečování vědecko-organizačních záležitostí. Jeho úlohou bylo také koordinovat spolupráci s domácími a zahraničními firmami působícími zejména v oblastech strojírenství, automobilové a vlakové dopravy, letectví, energetiky a elektronové mikroskopie. Ředitel se také podílel na koordinaci prací souvisejících s projektem komplexní rekonstrukce hlavní budovy ÚFM, jejímž hlavním cílem je snížení energetické náročnosti objektu.

Dobrá spolupráce ředitele ÚFM a organizace Odborového svazu pracovníků vědy a výzkumu při ÚFM vede ke zdravému pracovnímu prostředí a příznivým pracovním podmínkám pro zaměstnance ústavu. Ředitel dohlížel na dodržování rovných příležitostí, kdy byly vytvářeny podmínky, aby nedocházelo k diskriminaci pracovníků na základě národnosti, etnického původu, sexuální orientace, fyzických hendikepů, náboženství, věku nebo pohlaví, s důrazem na kvalifikaci, odborné kvality a vědeckou excelenci zaměstnanců, přičemž se opíral o Plán genderové rovnosti ÚFM.

1.3.2 Rada instituce

V roce 2025 se konala čtyři zasedání Rady instituce a několik per rollam hlasování. Z každého zasedání byl pořízen zápis, který je dostupný na webových stránkách ÚFM (<https://www.ipm.cz/o-nas/struktura/rada-instituce/>).

Výběr významných bodů projednaných Radou instituce

31.3.2025

1. Projednání návrhu rozpočtu ÚFM na rok 2025 a střednědobého výhledu rozpočtu na léta 2026-2027 a plánu investic pro rok 2025.
2. Projednání návrhu prof. Kunze a prof. Hrbáčka na udělení čestné oborové medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách.
3. Projednání připravovaných návrhů projektových žádostí.
4. Informace k průběhu hodnocení ÚFM za roky 2020-2024.

2.6.2025

1. Projednání Výroční zprávy ÚFM a Zprávy auditora za rok 2024.
2. Projednání plánu investic ÚFM.
3. Projednání připravovaných projektových návrhů.

10.10.2025

1. Projednání smluv o spolupráci ÚFM.
2. Projednání návrhů připravovaných projektových žádostí.
3. Informace o aktuálním dění na ÚFM.

12.12.2025

1. Projednání úprav interních norem.
2. Projednání a schválení tří nejlepších výsledků ÚFM za rok 2025 pro Výroční zprávu AV ČR.
3. Publikační aktivita ÚFM.
4. Projednání připravovaných projektových návrhů.
5. Informace o aktuálním dění na ÚFM.

1.3.3 Dozorčí rada

Dozorčí rada v průběhu roku 2025 uskutečnila dvě zasedání a tři per rollam hlasování. I v roce 2025 plnila Dozorčí rada své úkoly v souladu se Zákonem č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích a řídila se při svém jednání Stanovami Akademie věd České republiky a svým jednacím řádem. Z každého jednání byl pořízen zápis. Výroční zpráva o činnosti dozorčí rady je dostupná na webových stránkách ÚFM (<https://www.ipm.cz/onas/struktura/dozorci-rada/>).

Výběr významných bodů projednaných dozorčí radou a jejich stanovisek:

3.2.2025

1. Projednání a schválení Dodatku č. 4 k Nájemní smlouvě mezi smluvními stranami Ústavem fyziky materiálů AV ČR, v. v. i. a Matematickým ústavem AV ČR, v. v. i.

27.3.2025

1. Projednání a vydání předchozí písemného souhlasu k pořízení Vysokorozlišovacího řádkovacího elektronového mikroskopu pro materiálový výzkum.
2. Projednání a vydání předchozího písemného souhlasu k podání žádosti o členství Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i. v České společnosti pro mechaniku, z.s.

14.5.2025

1. Projednání a vydání předchozí písemného souhlasu k uzavření Kupní smlouvy na pořízení Řádkovacího elektronového mikroskopu.

11.6.2025

1. Projednání a schválení výroční zprávy ÚFM za rok 2024.
2. Projednání a schválení výroční zprávy DR ÚFM za rok 2024.
3. Projednání zprávy nezávislého auditora za rok 2024, účetní závěrky a rozdělení hospodářského výsledku ÚFM za rok 2024.
4. Projednání rozpočtu ÚFM na rok 2025.
5. Hodnocení manažerských schopností ředitele ÚFM.

25.11.2025

- A. Informace o aktuálním dění na ÚFM.
- B. Informace o stavu hospodaření ÚFM, včetně auditů, kontrol a investic.
- C. Projednání Výzvy na společnost FEAS s.r.o. k úhradě újmy

2 Informace o změnách zřizovací listiny

V roce 2025 nedošlo ke změně zřizovací listiny.

3 Hodnocení hlavní činnosti

Rovněž jako v předešlých letech se činnost ÚFM i v roce 2025 řídila Plánem výzkumné činnosti ÚFM pro roky 2023-2027. Vědecká činnost byla zaměřena na výzkum a vývoj materiálů pro využití v energetice, dopravě, lékařství a dalších oborech. V roce 2025 byla řešena řada národních i evropských projektů, a to zejména 3 projekty z výzvy OP JAK – Špičkový výzkum, které byly zahájeny v roce 2024, a projekt OP JAK – Mezisektorová spolupráce a projekt MULTI-REFORM zahájené v roce 2025. Kromě těchto projektů byl na ÚFM dále řešen projekt AddMorePower v rámci programů EU pro výzkum a inovace, projekt JoinHEC od MŠMT, dva projekty ESA (CRYSA a SLON), dva projekty COST (MecaNano a NexMPI) a dva projekty podporované ze zdrojů v Rakousku (FFG). Zaměstnanci svou vědeckou činností přispívali také k řešení projektů GA ČR (14 běžících projektů, 6 začínajících a 5 končících v roce 2025) a TA ČR (12 běžících projektů, 1 začínající a 6 končících v roce 2025). Díky podpoře excelence AVČR pokračují projekty Akademické prémie – Praemium Academiae (Mgr. Martin Friák, Ph.D.), prémie Lumina quaeruntur (Ing. Ivo Šulák, Ph.D.) a PPPLZ (Ing. Jakub Poloprudský, Ph.D.). V roce 2025 bylo publikováno celkem 88 článků v časopisech s IF, na kterých je uveden alespoň jeden ze spoluautorů s afiliací ÚFM. Z toho 68 článků bylo vydáno v časopisech s IF z 1. nebo 2. kvartilu.



Za vynikající vědecké výsledky byli v roce 2025 Akademií Věd oceněni hned dva vědečtí pracovníci ÚFM. **doc. Ing. Roman Gröger, Ph.D.** byl oceněn za mimořádné výsledky výzkumu. Jeho tým objasnil mechanismy magnetizační reverze a spontánních fázových přeměn v těchto nanočásticích. Výsledky mají význam nejen pro materiálové inženýrství, ale i pro biomedicínu, kde se částice využívají například při léčbě

hlubokých nádorů. **Ing. Jakub Poloprudský, Ph.D.** byl oceněn jako mladý talent české vědy.



Vyvinul novou metodiku hodnocení eroze povrchů způsobené dopadem vodních kapek, která umožňuje detekovat první změny v mikrostruktuře materiálů ještě předtím, než dojde k jejich viditelnému poškození. Tento inovativní přístup otevírá nové možnosti v hodnocení životnosti materiálů používaných například v energetice či biomedicině – a umožňuje cíleně navrhovat povrchy odolnější vůči erozi.

Za dlouhodobou intenzivní akademickou a vědecko-výzkumnou spolupráci propojující špičková vědecká pracoviště reprezentovaná Akademií věd České republiky s FSI byli oceněni děkanem FSI VUT v Brně **prof. Mgr. Tomáš Kruml, CSc.** a **prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc., dr.h.c.**

Rektor Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava ocenil **prof. Ing. Iva Dlouhého, CSc.** za celoživotní vědecko-výzkumnou a pedagogickou činnost a významný osobní přínos k rozvoji spolupráce mezi ÚFM AV ČR, VŠB – Technickou univerzitou Ostrava a VUT v Brně. Čestnou oborovou medaili Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách získali od Akademie Věd ČR **prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc., dr.h.c.** a **prof. Ing. Karel Hrbáček, DrSc.**



V roce 2025 ústav také významně zlepšil výzkumnou infrastrukturu v oblasti elektronové

**CZECH
NANO
LAB.**

mikroskopie a otevřel samostatné Centrum elektronové mikroskopie ÚFM. Zapojil se do národní infrastruktury **CzechNanoLab**, která koordinovala projekt na vytvoření evropské infrastruktury **Microscopy Europe** zaměřený na elektronovou mikroskopii pro materiálový výzkum. Díky tomu ÚFM v tomto roce posílil svou pozici významného hráče v oboru

materiálově zaměřené elektronové mikroskopie.

Rok 2025 byl důležitý i z hlediska **Hodnocení výzkumné a odborné činnosti pracovišť AV ČR za období 2020–2024**. Toto hodnocení organizované Akademií věd se koná jednou za 5 let a hodnotí jak ústavy jako celek, tak jednotlivé výzkumné týmy. V rámci tohoto hodnocení bylo v roce 2025 hodnoceno 52 výzkumných ústavů a více než 400 týmů.

Na ÚFM bylo hodnoceno 8 výzkumných skupin podle organizačního schématu. Nejprve proběhla tzv. I. fáze, v jejímž rámci bylo odesláno 62 vědeckých článků, na nichž se naši vědci podíleli jako spoluautoři a zároveň byli nositeli hlavní myšlenky výzkumu. Tyto články byly zaslány zahraničním expertům, kteří je následně ohodnotili na pětistupňové škále. Většina

našich článků byla hodnocena jako **Outstanding** nebo **Excellent**, několik jako Standard a žádný v nejnižších 2 stupních Acceptable nebo Unsatisfactory.

Pro druhou fázi hodnocení byla jmenována osmičlenná komise z významných zahraničních odborníků. Předsedkyní komise byla jmenována prof. Angelika Brückner-Foit (Univ. Kassel). Členové byli (bez titulů) Ivan Anžel (Univ. Maribor), Stéphane Berbenni (CNRS – Univ. Lorraine-Metz), Gilbert Hénaff (ENSMA Poitiers), Rebecca Janisch (Ruhr Univ. Bochum), Vladislav Mantic (Univ. Sevilla), Kai Nordlund (Univ. Helsinky) a Henry Proudhon (Ecole des Mines, Paris). Celá zpráva komise má 106 stran a obsahuje řadu partikulárních hodnocení a doporučení, kterými se bude vedení ÚFM zabývat. Celkově komise konstatovala, že: „... **výsledky prezentované ve fázi I. ukázaly vysoký standard a komise získala vynikající dojem z pracoviště během své prezenční návštěvy.**“

Final Summary for the Institute

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flexible structure</i> – Number and size of groups is adapted to the evolution of the research fields • <i>Dynamic and transparent management</i> - the director decides based on discussions with the board and (where applicable) with institute members. • <i>Dynamic new-generation team leaders</i> • <i>Great support for funding acquisition</i> – by a proposal team consisting of researchers • <i>International visibility</i> – documented by publications, invitations, and positions in committees, international conference organizations • <i>world class reputation in microstructural characterization</i> – this is the traditional strength of the institute which has been reinforced by the new electron microscopy facility 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rather wide portfolio of research projects</i> – this problem is recognized by the institute and is caused by the heavy dependence on third party funding

Ústav se každoročně věnuje také propagaci vědy a výzkumu a přínosu AV ČR pro řešení



a výzev, se kterými se naše společnost setkává v oblasti materiálů a jejich použití. Vědečtí pracovníci ÚFM jsou zapojeni do 4 výzkumných programů Strategie AV21. ÚFM se tradičně účastní i popularizačních akcí: Veletrh vědy (Praha), Festival vědy (Brno), Noc vědců, Týden AV ČR, přednášky na gymnáziích, realizuje různé exkurze a přednášky apod. V roce 2025 ústav připravil

výstavu **Geniální materiál**, která byla vystavena v budově AV ČR na Národní 3 a po té byla přemístěna do zábavního vědeckého parku VIDA! Brno.

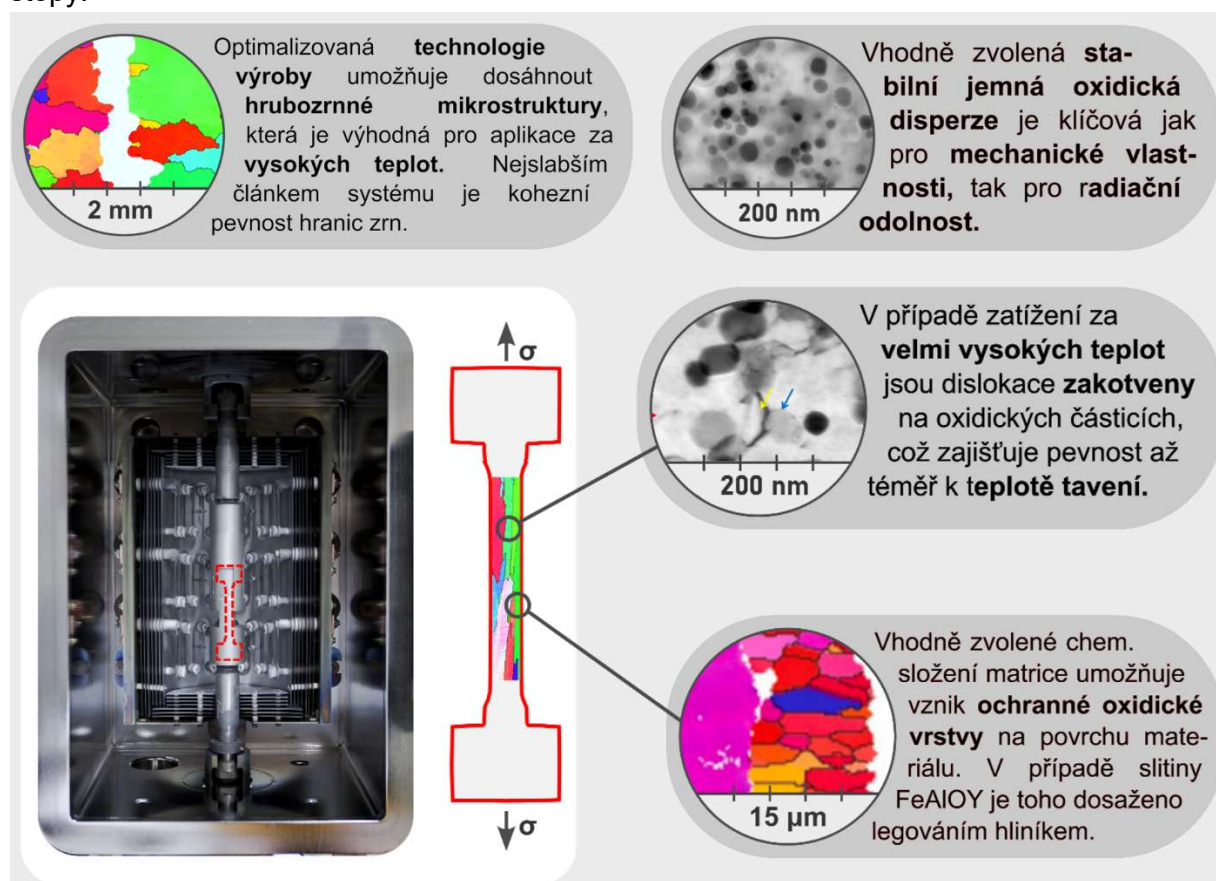
3.1 Hlavní dosažené výsledky

Každoročně jsou vybrány tři výsledky reprezentující aktivity ÚFM jak v rámci řešení projektů základního a aplikovaného výzkumu, tak i spolupráci na projektech s komerční sférou. Za rok 2025 byly vybrány výsledky uvedeny níže.

3.1.1 Výsledky rozšiřující obecné poznání

A. Optimalizace chemického složení a technologie přípravy nově vyvíjené feritické ODS slitiny FeAlOY.

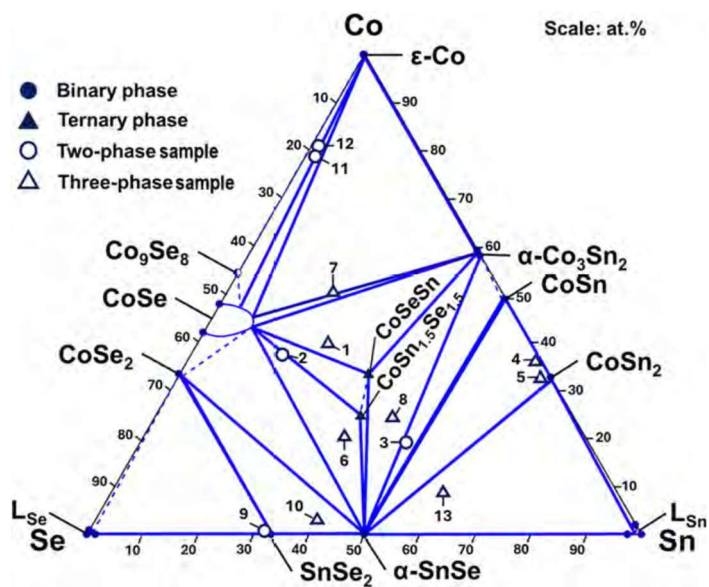
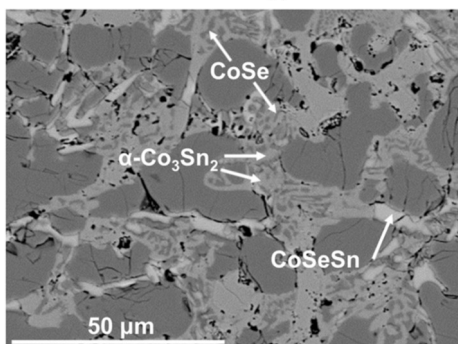
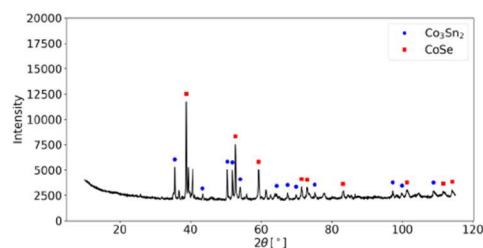
Slitina FeAlOY vyztužená disperzí oxidů byla vyvinuta na ÚFM a odolává zatížení na teplotách převyšující 1000 °C. Sekundární rekrytalizace je klíčovým mechanismem pro vytvoření mikrostruktury kombinující vysoký objemový podíl částic a hrubých zrn, která je vhodná pro nízké rychlosti tečení při velmi vysokých teplotách. Zpracování je však velmi citlivé, neboť i nepatrné změny mohou mít obrovský vliv na konečnou velikost zrn. Za účelem objasnění chování sekundární rekrytalizace tato práce zkoumá vliv různých přísad yttria a měnicího se procesu konsolidace feritické slitiny ODS na bázi Fe-Al-Cr s 5 % nanooxidů, na proces sekundární rekrytalizace během závěrečného žíhání při 1100 °C. Proces přípravy byl optimalizován tak, aby bylo dosaženo mikrostrukturně a chemicky stabilní hrubozrnné struktury s jemnou oxidickou disperzí. Při použití optimalizovaného materiálu se otvírá možnost zvýšení provozní teploty různých zařízení, zvýšení jejich účinnosti a snížení uhlíkové stopy.



Denisa Bártková, Jiří Svoboda, Michael Mayer, Gerald Ressel, Štěpán Gamanov, Natálie Luptáková, *Influencing factors on secondary recrystallization in an oxide-dispersion-strengthened ferritic alloy*, *Materials Characterization*, Volume 229, Part A, 2025, 115467. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2025.115467>

B. Experimentální fázový diagram soustavy Co-Se-Sn při 400, 600 a 1000 °C

Vzorky slitin systému tvořeného třemi prvky, kobalem (Co), selenem (Se) a cínem (Sn), byly experimentálně studovány po dlouhodobém žhání při teplotách 400, 600 a 1000 °C. Pomocí metod skenovací elektronové mikroskopie (SEM) a práškové rentgenové difrakce (XRD) bylo analyzováno, jaké fáze jsou při dané teplotě stabilní. Výsledkem je tzv. fázový diagram, což je jeden z nejdůležitějších nástrojů materiálového výzkumu. Fázový diagram je vlastně taková „mapa chování materiálu“. Studovaný systém Co–Se–Sn je zajímavý zejména kvůli možnosti vývoje termoelektrických materiálů. Ty dokážou přeměňovat odpadní teplo přímo na elektřinu. To je velmi atraktivní například pro automobilový sektor nebo vesmírné technologie, kde vzniká velké množství nevyužitého tepla. Autoři článku navazují na předchozí výzkum sloučeniny $\text{CoSn}_{1.5}\text{Se}_{1.5}$, která byla už dříve označena jako perspektivní termoelektrický materiál. Nejzajímavějším výsledkem práce je objev nové ternární sloučeniny se složením přibližně CoSeSn . Nové fáze jsou v materiálové vědě velmi cenné, protože mohou mít nečekané elektrické, magnetické nebo tepelné vlastnosti. Výzkum také ukázal, že z literatury známá fáze $\text{CoSn}_{1.5}\text{Se}_{1.5}$ je stabilní pouze při nižší teplotě kolem 400 °C, zatímco při 600 °C už mizí. To je prakticky velmi důležitá informace: pokud by někdo chtěl tento materiál vyrábět nebo používat v zařízení pracujícím při vyšší teplotě, mohl by materiál významně změnit vlastnosti.



[vlevo] XRD difraktogram a SEM snímek mikrostruktury vzorku 400_1 (40,5Co-36,1Se-23,4Sn at.);
[vpravo] izotermický řez experimentálního fázového diagramu Co-Se-Sn při teplotě 400 °C
s vyznačeným celkovým složením vzorků.

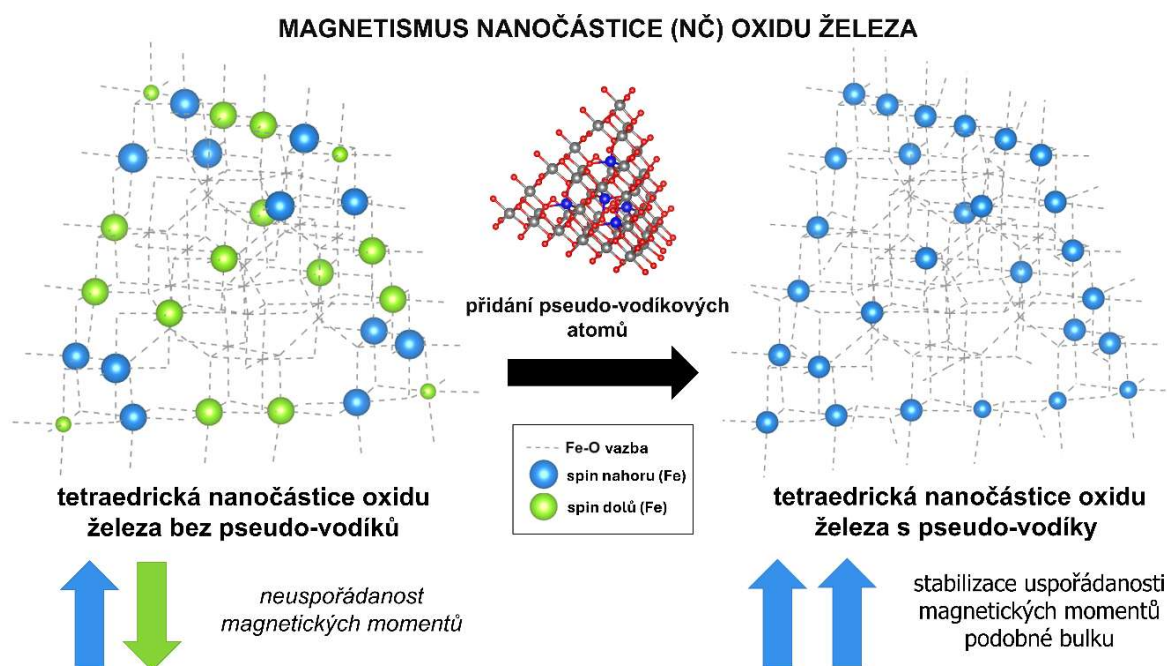
Z širšího pohledu má tato práce význam hlavně v tom, že poskytuje základní data pro cílený návrh nových funkčních materiálů. Moderní materiálové inženýrství dnes stojí právě na kombinaci experimentu, výpočtů a databází. Jakmile je systém dobře zmapován, lze rychleji hledat nové materiály s lepší vodivostí, vyšší účinností nebo větší tepelnou odolností.

Dávid Mikšík, Ondřej Zobač, Jana Pavlů, Aleš Kroupa, **Experimental phase diagram of the Co-Se-Sn system at 400, 600 and 1000 °C**, *Journal of Alloys and Compounds*, Volume 1044, 2025, 184561.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2025.184561>

C. Magnetické vlastnosti a struktura ultra-malých tetraedrických nanočástic oxidu železa studované z prvních principů

Magnetické nanočástice oxidů železa mají využití v biomedicině, například jako kontrastní látky pro magnetickou rezonanci, nosiče léčiv nebo při léčbě nádorů hypertermií. Při zmenšení jejich rozměrů na úroveň několika nanometrů, kdy jsou více než tisíckrát menší než je tloušťka lidského vlasu, dochází často k výraznému poklesu magnetizace a původ tohoto jevu je na atomární úrovni obtížně experimentálně zjištělný. Pomocí výpočtů vycházejících ze zákonů kvantové mechaniky byly zkoumány ultramalé tetraedrické nanočástice oxidu železa teoreticky a byl sledován, jak tvar, povrch a lokální uspořádání atomů nanočástic ovlivňují jejich magnetické vlastnosti.

Bylo ukázáno, že atomy železa a kyslíku na povrchu nanočástic mají změněné chemické vazby s okolními atomy, dochází ke zkracování vazeb Fe-O a mění se směr magnetických momentů některých atomů. Tím vzniká magnetická neuspořádanost, která může vést k poklesu celkové magnetizace nanočástice oproti magnetickému stavu existujícímu ve velkých částicích, a to až o 90 %. Dále byl sledován i vliv povrchové pasivace nanočástic, ke které dochází působením okolních organických molekul navázaných na povrch nanočástic. Tyto výpočty se opíraly o metodu přidání tzv. pseudo-vodíkových atomů na povrch. Výpočty ukázaly, že povrchové atomy díky interakci s okolím kompenzují nenasycené vazby, stabilizují své okolí a zachovávají pravidelnější uspořádání magnetických momentů a tím i silnější magnetickou odezvu nanočástice.



Magnetické uspořádání oktaedrických atomů železa v podpovrchové vrstvě tetraedrické nanočástice oxidu železa (~1 nm). Model bez pseudo-vodíků vykazuje neuspořádané magnetické momenty, zatímco povrchová pasivace pomocí pseudo-vodíků stabilizuje jednosměrnou orientaci magnetických momentů a zvyšuje magnetizaci nanočástice.

Valentína Berecová, Martin Friák, Naděžda Pizúrová, Jana Pavlů: **First-principles insights into structure and magnetism in ultra-small tetrahedral iron oxide nanoparticles.** *Phys. Chem. Chem. Phys.* 27 (2025) 21424-21444. <https://doi.org/10.1039/D5CP01415H>

3.1.2 Aplikované výsledky získané ve spolupráci s průmyslem

A. Implantát k ošetření současně poškozené symfýzy a SI skloubení

Implantát slouží k ošetření poškozené lidské pánve, například u poranění tzv. „open book“, při kterém jsou současně poškozeny symfýza a SI skloubení. K těmto poraněním často dochází při čelních srážkách motorových vozidel. K ošetření poškozené symfýzy, byly vyvinuty dva typy dlah, které jsou vyrobeny 3D tiskem ze slitiny Ti6Al4V. Slouží k pevné fixaci přední části pánve, a to poškozené symfýzy, popřípadě horních ramének. Druhá část implantátu slouží k fixaci poškozeného SI skloubení. Jedná se o tzv. sakrální nebo transsakrální tyč, která je vyrobená také ze slitiny titanu Ti6Al4V. Dlahy jsou univerzální a díky technologii 3D tisku je lze přizpůsobit dané situaci.



Jeden z vyvinutých implantátů – dlahy s horními úchyty je ve dvojím provedení, krátkém a dlouhém, které je vhodné i k ošetření poškozených horních ramének

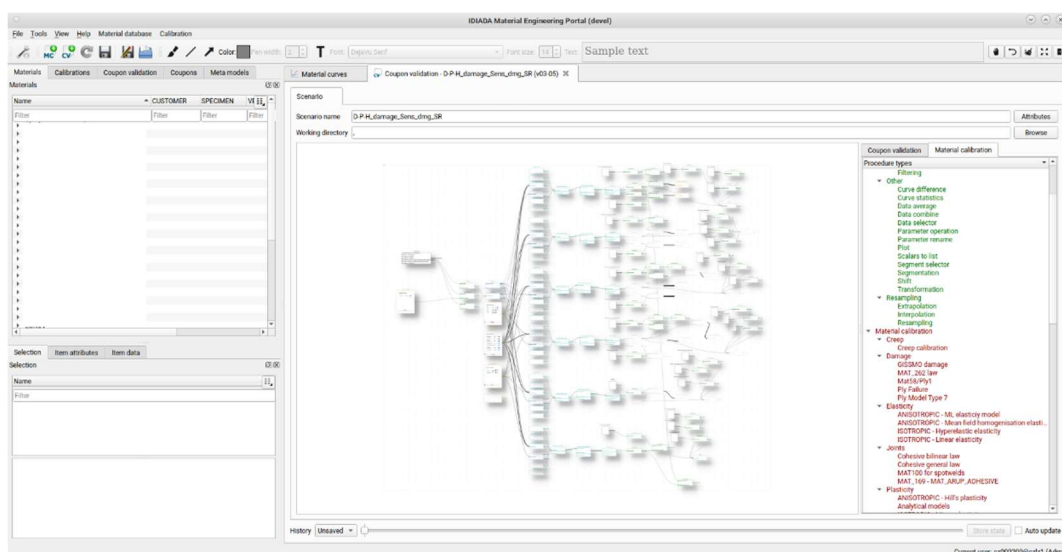
Uplatnění výsledku: S nemocnicemi se již jedná o jeho použití v režimu „Custom made“ a jak implantát, tak sakrální tyč již byly použity při operaci pro pacienty s poškozenou pávní. Po plné certifikaci se předpokládá zavedení tohoto implantátu do výrobního procesu ve firmě WSTEC s.r.o.

Poskytovatel: TA ČR – TN02000010 – Národní centrum kompetence Mechatroniky a chytrých technologií pro strojírenství.

Autoři: Jan Beneš, Jiří Liška, Ludvík Kunz

Partnerská organizace: WSTEC s. r. o.

B. SW pro kalibraci materiálové odezvy a tvorbu odvozených materiálových karet na bázi strojového učení



Ukázka softwarového prostředí vyvinuté databáze

Tento software slouží jako nezávislá modulární platforma pro kalibraci materiálových modelů pro řešiče využívající metodu konečných prvků, která zefektivňuje a objektivizuje celý proces od zpracování experimentálních dat, kalibrace konstitutivních modelů až po validaci vybraných napěťových stavů na úplných numerických modelech. To vše je doplněno funkcemi pro optimalizaci hodnot parametrů experimentálního návrhu (DOE), obecné optimalizace a v neposlední řadě kalibrace a správy náhradních modelů založených na strojovém učení.

Uplatnění výsledku: SW je již nasazen v produkčním využití mezinárodní skupiny materiálového modelování v rámci firmy Applus IDIADA.

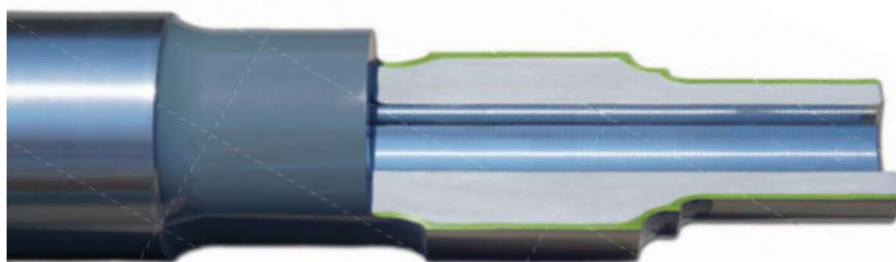
Poskytovatel: TA ČR – TN02000010 – Národní centrum kompetence Mechatroniky a chytrých technologií pro strojírenství.

Autoři: Tomáš Bouda, Vilém Klepač, Pavel Hutař, Zdeněk Chlup, Jan Poduška

Partnerská organizace: IDIADA CZ, a.s.

C. Pokročilá metodika návrhu železničních náprav pro zpřesnění stanovení zbytkové životnosti

Cílem předkládané metodiky je umožnit kvalifikovaným pracovníkům reálné odhady zbytkové únavové životnosti vlakové nápravy, které se shodují s experimentálně určenými životnostmi na nápravách ve skutečné velikosti. Metodika se opírá o nové poznatky v oblasti šíření únavových trhlin a pokročilé numerické simulace odpovídající úrovni Průmyslu 4.0, poskytující co nejdokladnější obraz postupu poškození náprav. V současné době se vyrábí velké množství různých náprav vyrobených z různých materiálů s různou technologií zpracování, různých designů, provozovaných v různých podmínkách. Metodika dokáže zmíněné faktory zohlednit a určit jejich vliv na únavovou životnost a bezpečnost nápravy. Metodika reaguje na potřebu deklarovat únavovou životnost vlakových náprav při existenci drobné vady v nápravě, protože i přes vyspělost průmyslových technologií a defektoskopických metod nelze vyloučit výskyt drobné vady v nápravě vlivem její nedostatečné detekce při defektoskopické kontrole nebo vlivem vnějších faktorů při samotném provozu nápravy. Silnou stránkou vytvořené metodiky je zahrnutí zbytkových napětí (včetně způsobu jejich stanovení) do procedury odhadu zbytkové únavové životnosti nápravy. Toto představuje klíčový faktor zpřesnění odhadu, neboť u vysoce technologicky zpracovaných náprav představují zbytková napětí dominantní složku zatížení nápravy.



Ilustrační obrázek nápravy od firmy Bonatrans (zdroj Bonatrans group, a.s.)

Uplatnění výsledku: Prezentovaná metodika slouží k pokročilému návrhu a virtuálnímu testování náprav ve společnosti BONATRANS GROUP a.s.

Poskytovatel: TA ČR - CK03000060 - Pokročilá metodika návrhu železničních náprav pro bezpečný a ekonomický provoz

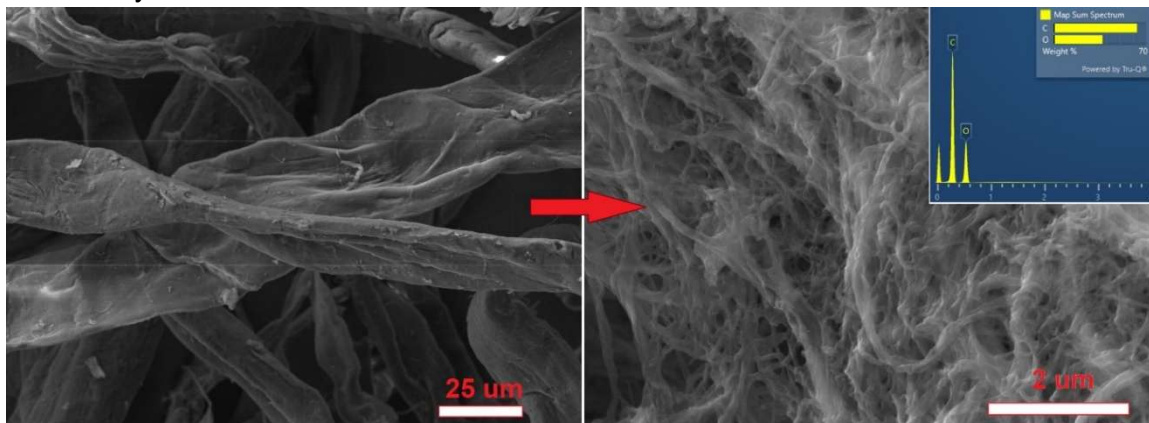
Autoři: Luboš Náhlík, Rostislav Fajkoš, Pavel Pokorný, Pavol Dlhý, Pavel Hutař, Ondřej Peter

Partnerská organizace: BONATRANS GROUP a. s.

3.1.3 Významné patenty

A. Udržitelná výroba nanofibrilované celulózy

Vynález se týká oblasti nanomateriálů, zejména technik syntézy, výroby, zpracování a skladování nanofibrilované celulózy. Patentovány jsou mechanické techniky pro výrobu nanocelulózy.



Zapsán pod číslem: WO 2025/244586 A1

Kontaktní osoba: Ing. Luca Bertolla, Ph.D.

Využití: Jedná se o nevyčerpatelný zdroj ekologického a cenově dostupného nanomateriálu s širokým potenciálem využití ve stavebnictví, lékařství a potravinářství. Uplatnění může nalézt také jako filtrační médium nebo výztuž v kompozitních materiálech.

3.2 Národní spolupráce s výzkumnými organizacemi

Spolupráce s domácími výzkumnými organizacemi i technologicky orientovanými podniky je důležitou součástí strategie ÚFM. Důraz je kladen zejména na špičkový materiálový výzkum a na témata související s transferem znalostí a uplatněním v praxi. Ústav je spoluzakládajícím členem centra excelence CEITEC – Středoevropský technologický institut. V roce 2025 pokračoval ÚFM v realizaci velkých konsorciálních projektů ve výzvách OP JAK Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR – projekty PSSITE, MEBioSys, MATUR a SenDISo. Dále je pracoviště zapojeno do dvou Národních center kompetence (NCK Strojírenství a NCK MESTEC).

A. CEITEC ÚFM (ředitel prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.)

Centrum CEITEC realizuje společnou vizi vytvoření centra excelentní vědy, jehož výsledky budou přispívat ke zlepšování kvality života a zdraví člověka. Na tomto centru se podílí Masarykova univerzita, Vysoké učení technické v Brně, Mendelova univerzita v Brně, Ústav fyziky materiálů AV ČR, Veterinární univerzita Brno a Výzkumný ústav veterinárního lékařství. Mezinárodní vědecké centrum má více než 1400 zaměstnanců. Z uvedeného počtu je více než 750 vědců a vědkyň. CEITEC také realizuje vlastní doktorské studijní programy v rámci CEITEC PhD School, které navštěvuje 400 studentů a studentek.

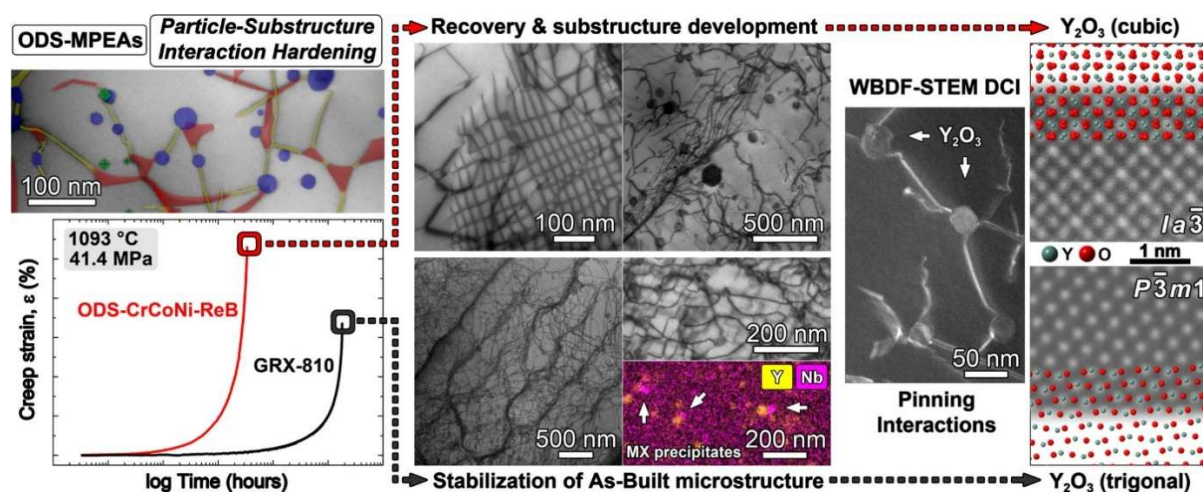
Společnými výzkumnými cíli centra jsou: objasnění mechanismů vzniku a šíření závažných onemocnění, metody jejich prevence, včasné diagnostiky a terapie; využití rostlinných systémů jako obnovitelných zdrojů materiálů a biologicky účinných látek; vývoj pokročilých materiálů a funkčních nanostruktur pro medicínu, energetiku, informační a komunikační technologie; využití informačních a komunikačních technologií pro biomedicínu.

Ústav fyziky materiálů se v rámci centra CEITEC zabývá zejména studiem progresivních materiálů uplatnitelných v energetice (zejména na bázi kovů), teoretickým popisem

a počítačovými simulacemi fyzikálních procesů v materiálech na všech jejich úrovních, se speciálním zaměřením na mikroskopickou a mezoskopickou úroveň. Kromě excelentního výzkumu v oblasti fyziky materiálů a materiálových věd se také věnuje spolupráci na vzdělávání vysokoškolských studentů všech stupňů v relevantních kurzech Masarykovy univerzity a Vysokého učení technického v Brně zahrnujících také CEITEC PhD School.

B. MeBioSys (spoluředitel prof. Ing. Pavel Hutař, Ph.D.)

Cílem centra špičkového výzkumu MeBioSys, reg. č. CZ.02.01.01/00/22_008/0004634, je posílení mezinárodní spolupráce, rozvoj týmu a realizace špičkového výzkumu za účelem vývoje nové generace ground-breaking strojírenských produktů, které jsou výsledkem konvergence biologické a technologické evoluce. Projekt přispívá k řešení problému dvojí tranzice průmyslu a re-industrializace EU, zejména u sofistikovaných výrobních procesů vyžadujících pokročilé strojírenské produkty. Projekt vede Vysoké učení technické v Brně a ÚFM je jedním z klíčových partnerů.



V rámci centra se mimo jiné zabýváme aditivní výrobou slitin pro vysokoteplotní aplikace kombinující dva principy posílení disperze oxidů (ODS) a slitiny s více hlavními prvky (MPEA). Presentovaná studie zkoumá příčiny vysokoteplotní odolnosti slitiny GRX-810 prostřednictvím identifikace a podrobné charakterizace všech relevantních mikrostrukturálních vlastností a jejich vývoje během creepu, a to v přímém srovnání se slitinou ODS-CrCoNi-ReB. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2026.122102>

Naše pracoviště se v projektu zaměřuje zejména na aditivní výrobu kovových a keramických materiálů. Naším cílem je využít biomimetiku (design inspirovaný přírodou) jako jeden z nástrojů, jak vytvořit odolnější a spolehlivější strojní součásti.

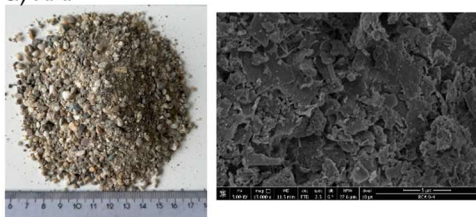
C. MATUR (spoluředitel Ing. Petr Miarka, Ph.D.)

Centrum špičkového výzkumu MATUR, reg. č. CZ.02.01.01/00/22_008/0004631, je založeno na aktivitách interdisciplinárního výzkumného týmu, který je zaměřen na oblast materiálového výzkumu pro trvale udržitelný rozvoj. Projekt vede VŠB - Technická univerzita Ostrava a ÚFM je jedním z klíčových partnerů. Centrum je zacíleno na hybridní silikátové hmoty, materiály pro vysokoteplotní aplikace v energetice, materiály a technologie snižující environmentální dopady a funkční materiály. Součástí projektu je také rozvoj mezinárodní spolupráce se špičkovými zahraničními pracovišti, včetně výměnných pobytů mezi zapojenými partnery.

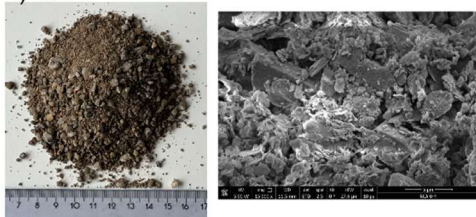
Toto centrum se snaží o užší propojení oborů, jako jsou materiálové inženýrství, stavební inženýrství, fyzika, chemie, mechatronika, environmentální inženýrství a jiné. Naše pracoviště

je zaměřeno zejména na hybridní pojiva využitelná v moderních betonech a jejich odolnost proti cyklickému zatížení.

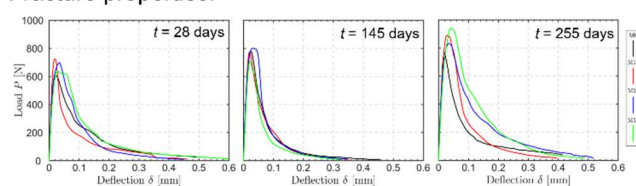
a) NA:



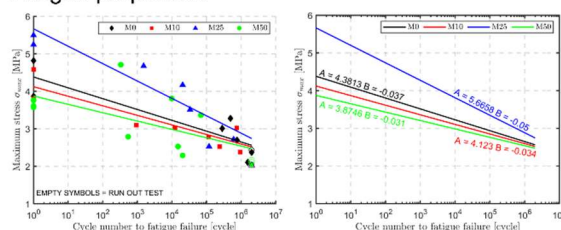
b) RCA



Fracture properties:



Fatigue properties:



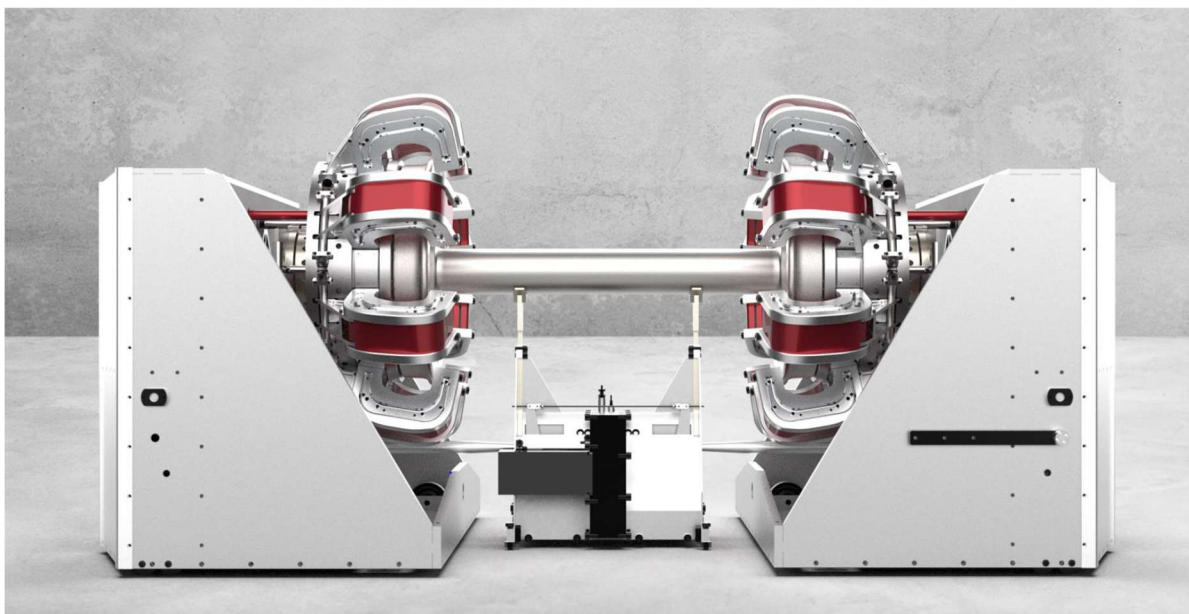
V rámci centra a ve spolupráci s TU Wien byly dlouhodobě sledovány změny lomových a únavových vlastností kompozitních materiálů s částečnou náhradou přírodního kameniva za stavební odpad. Množství recyklátu v maltové směsi bylo optimalizováno s ohledem na dlouhodobý vývoj lomových a únavových testů, přičemž ke zlepšení těchto vlastností dochází při 25% náhradě přírodního kameniva za recyklát. Nové poznatky přispívají k efektivnímu znovuvyužití stavebního odpadu ve stavebnictví. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.141371>

D. SenDiSo (spoluřešitel doc. Ing. Roman Gröger, Ph.D.)

Projekt SenDiSo, reg. č. CZ.02.01.01/00/22_008/0004596, je motivován potřebou nové generace senzorových a detekčních technologií, které umožní reagovat na řadu naléhavých výzev, jimž čelí lidská společnost v celosvětovém měřítku (zejména v důsledku stárnutí populace, zhoršování přírodního prostředí a bezpečnostních hrozeb). Projekt SenDiSo je zaměřený na vývoj pokročilých na míru uzpůsobených materiálů ve formě nanostruktur, tenkých vrstev a objemových elementů, které budou sloužit ve vývoji flexibilních detektorů pro monitoring a analýzu elektromagnetických vln, ionizujícího záření a svazků částic. Fyzikální ústav AV ČR (FZÚ), který projekt vede, je ve vývoji materiálů pro radiční detektory dlouhodobě na světové špičce. Tyto materiály jsou dále kombinovány se speciálními anorganickými a polymerními materiály, jakož i s architekturami biorozhraní, a poslouží pro výzkum pokročilé třídy chemi/biosenzorů a bioanalytických metod.

E. PSSITE (řešitel prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.)

Projekt mezisektorové spolupráce „Partnerství pro bezpečnost v udržitelné dopravě a energetice (PSSITE)“, reg. č. CZ.02.01.01/00/23_020/0008549, je zaměřen na intenzivní vývoj a aplikaci nových materiálů vhodných zejména pro bezpečné nasazení v energetice a dopravě, vývoj nových postupů pro stanovení životnosti kritických dílů energetických zařízení a vysoce namáhaných částí používaných u dopravních zařízení. Partneři projektu jsou renomované firmy jako BONATRANS GROUP, a.s., UJP PRAHA, a.s., Aircraft Industries, a.s. nebo Ústav aplikované mechaniky Brno, s.r.o., kteří se v oblasti energetiky či dopravy dlouhodobě pohybují a mají zájem zvýšit svůj výzkumný potenciál spoluprací s ÚFM. Přizvali jsme také menší dynamické brněnské společnosti NenoVision s.r.o. a X-Sight s.r.o., a spolehlivého a osvědčeného akademického partnera, kterým je Vysoké učení technické v Brně. Cílem partnerství je vytvoření synergie, která umožní využití výzkumných výsledků přímo u průmyslových partnerů, a zároveň podpoří inovativní potenciál zapojených firem s důrazem na trvalý rozvoj společných výzkumných aktivit.

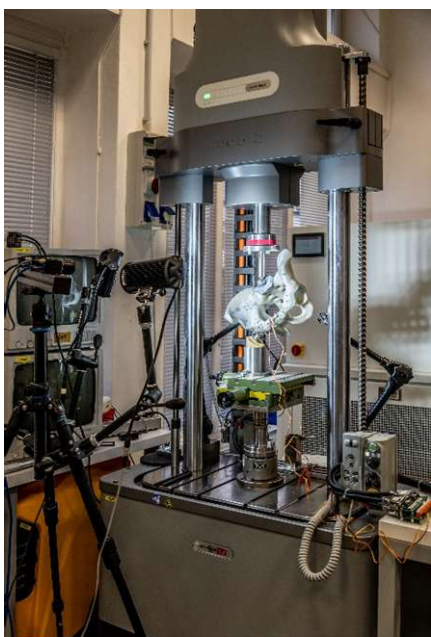


Multifunkční zkušební zařízení určené na únavové zkoušky železničních dvojkolí v rámci projektu PSSITE ve firmě BONATRANS GROUP, a.s.

F. NCK Strojírenství (NCKS, spoluředitel prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.)

Cílem NCKS, reg. č. TN02000018, je zvyšování konkurenceschopnosti českého strojírenského průmyslu. Jde zejména o výzkum, vývoj a inovační aktivity, zaměřené na podporu oblastí středního a lehkého strojírenství. Jde o snahu posílit a dále rozvinout spolupráci podniků a výzkumných organizací, a to prostřednictvím aplikovaného výzkumu a vývoje, zaměřeného na řešení problémů a témat významných pro budoucí inovace strojů a zařízení. NCKS se zaměřuje na zvyšování výkonu a přesnosti strojů a zařízení, snižováním energetické náročnosti, automatizaci výrobních procesů, zkracování inovačních cyklů, nákladovou optimalizací a zohledněním trendů Průmyslu 4.0. ÚFM se zaměřuje na vývoj materiálů pro energetiku a vyvíjí speciální testovací zařízení pro gigacyklovou únavu.

G. NCK MESTEC (spoluředitel prof. Ing. Pavel Hutař, Ph.D.)



Cílem centra kompetence Mechatroniky a chytrých technologií pro strojírenství, reg. č. TN02000010, je propojení různých technologických oblastí, zaměřených zejména na strojírenskou výrobu pro 21. století. Snahou centra je realizace společného výzkumu pracovišť výzkumných organizací a technologicky orientovaných firem kombinující víceoborové výzkumné specializace (konstruování, mechanika, elektrotechnika, chemie, biologie, sensorika, materiálové inženýrství, virtuální navrhování apod.). ÚFM se v rámci konsorcia zaměřuje na charakterizaci polymerních materiálů a vývoj nových aditivně vyráběných implantátů.

Ukázka únavové zkoušky implantátu pro poškozenou pánevní kost s použitím DIC v rámci projektu NCK MESTEC.

3.3 Mezinárodní spolupráce

Ústav dále rozvíjel spolupráci se zahraničními pracovišti, přičemž vzájemná spolupráce je prohlubována jak stážemi studentů nebo vědeckých pracovníků různé doby trvání, tak i přípravou a řešením mezinárodních projektů.

A. Advanced modelling and characterization for power semiconductor materials and technologies (AddMorePower)

Typ projektu: HORIZON Europe

Koordinátor: Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS, Germany

Řešitel z ÚFM: RNDr. Jiří Svoboda, CSc., DSc.

Anotace: Cílem projektu AddMorePower je vývoj a integrace nových materiálů pro mikroelektronické polovodičové technologie, které vždy zásadně závisely na fyzikálních charakterizačních technikách a prediktivním modelování. Projekt poskytne nezbytné charakterizační a modelovací techniky, které odpovídají konkrétním potřebám nadcházejících generací výkonových polovodičových technologií, které budou integrovat a rozvíjet mono- a polykrystalické materiály v dosud nevídaném rozsahu. Činnosti ÚFM budou věnovány vývoji fyzikálně založeného přístupu k modelování, včetně anizotropní pružnosti, plasticity, tvorby dutin a koalescence a tvorby nečistot a vakancí. Ambiciózním cílem je propojit všechny efekty a jejich interakce a implementovat je do simulačního nástroje připraveného k použití a poskytnout požadované materiálové parametry pro simulaci chování vrstvy mědi při tepelném zatížení.

B. Vývoj nových metod spojování vysokoentropických keramik (JoinHEC)

Typ projektu: LUASK22 (Bilaterální projekty ČR - SR)

Řešitel z ÚFM: prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.

Anotace: Hlavním záměrem projektu je vývoj nových metod spojování vysokoentropických keramických materiálů (HEC) s cílem zvýšit provozní limity spojů v komponentech pro vesmírné aplikace. Projekt navrhuje inovativní postup přípravy vysokoentropických keramických materiálů a jejich spojů s potenciálně zlepšenými vysokoteplotními vlastnostmi pomocí přímého difúzního spojení v tuhé fázi bez přítomnosti mezivrstvy nebo prostřednictvím difúzního spojování pomocí žáruvzdorné kovové mezivrstvy. Poprvé budou použity žáruvzdorné vysokoentropické slitiny (HEA) jako mezivrstvy pro spojování dvou vysokoentropických keramik, tak i pro spojování vysokoentropických keramik ke kompozitům s keramickou maticí (Cf/SiC). Kromě specifické přípravy nekonvenčních materiálů budou také testovány jejich mechanické vlastnosti a lomové chování. Získané poznatky mohou výrazně rozšířit aplikační potenciál nové generace ultra vysokoteplotní keramiky, vysokoentropických materiálů, které jsou samy o sobě předmětem začínajícího vývoje. Spolupráce také pomůže k výměně know-how zainteresovaných partnerů a rozšíří jejich spolupráci.

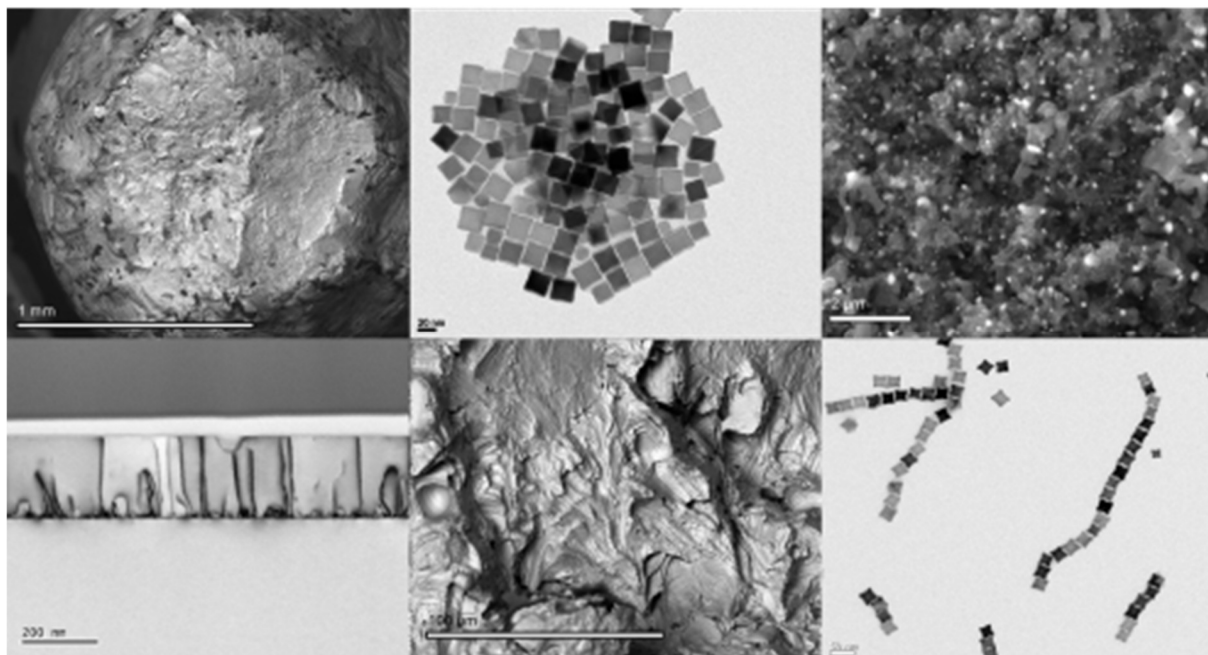
C. Využití povrchových jevů pro optimalizaci přípravy a fyzikálních vlastností nanostrukturních materiálů (NANOMAQ)

Typ projektu: LUC23 v programu INTER-EXCELLENCE II, podprogramu INTER-COST

Řešitel z ÚFM: doc. Ing. Roman Gröger, Ph.D.

Anotace: Cílem projektu je vyvinutí a ověření nového přístupu k návrhu a charakterizaci nanostruktur, který bude plně využívat vlastností rekonstruovaných povrchů na nanoúrovni a je založený jak na atomárních simulacích, tak i na pokročilých experimentálních metodách. Cílem teoretické části je formulace obecných výpočetních postupů založených na molekulární statice/dynamice, příp. metodě Monte Carlo, pro nalezení rovnovážných povrchových

rekonstrukcí nanostruktur. Tyto metody budou aplikovány na tři oblasti v současnosti v centru výzkumu. Následovat pak bude vývoj postupu zpevnění FCC slitin kombinací precipitačního zpevnění a zpevnění pomocí jemné disperze nanočástic a posouzení jejich interakce. Tyto studie budou realizovány kombinací počítačových simulací a experimentů, které budou také zahrnovat přípravu těchto materiálů. Výsledky získané v rámci řešení projektu poskytnou vztah mezi velikostí mikrostrukturních prvků a fyzikálními vlastnostmi dané třídy materiálů, které jsou v současnosti v popředí výzkumu na ÚFM.



Příklady studovaných nanostruktur.

D. Geometrická algebra v relativistické kvantové informaci

Typ projektu: LUC25 v programu INTER-EXCELLENCE II, podprogramu INTER-COST

Řešitel z ÚFM: Mgr. Martin Friák, Ph.D.

Anotace: Projekt si klade za cíl zpřístupnit a popularizovat využití Cliffordovy geometrické algebry (GA), která je univerzálním nástrojem pro moderní fyziku. Řešitelé projektu chtějí ukázat, že tato metoda dokáže významně zjednodušit popis složitých problémů, například v kvantové teorii pole a gravitace, a současně přináší praktické výhody při jejich řešení. Cliffordova geometrická algebra bude představena jako sjednocující jazyk pro vědecké úkoly a stane se tak součástí cílů pro vytvoření nových možností pro teorii a technologické aplikace. Dalším z přínosů projektu je využití inovativního přístupu nazvaného kvantový generativní model (QGM) jako jednoho z nástrojů umělé inteligence. Tento přístup umožňuje simulovat a testovat složité kvantové výpočty na klasických počítačích, což je velmi důležité v době, kdy kvantové počítače stále nemají dostatečnou kapacitu a přesnost. Díky tomu můžeme urychlit vývoj a ověřování nových modelů v oblasti kvantové fyziky a na druhé straně můžeme poskytnout nástroj pro verifikaci výpočtů na fyzických kvantových počítačích. Projekt zahrnuje také vývoj speciálního softwaru, který dokáže efektivně zpracovávat výpočty v prostředí Cliffordovy geometrické algebry i pro složité úlohy, což dosud nebylo možné. Tím nabízíme nástroj, který může vědcům z různých oborů pomoci ověřit platnost teoretických výsledků a lépe porozumět fyzikálním procesům. Otevře se tak i využití pro různé obory od kvantové informatiky a technologie, fyziky vysokých energií, kvantové teorie, kvantové gravitace, fyziky materiálů, matematické fyziky až pro kvantovou optiku a astrofyziku.

3.4 Národní projekty základního výzkumu

V roce 2025 bylo na pracovišti řešeno 14 grantů GA ČR, z čehož jsme byli u 4 projektů v roli spoluřešitele. Z těchto grantů 5 končilo v roce 2025 avšak 6 jich bylo zahájeno (3 v roli spoluřešitele).

Anotace k 6 nově zahájeným projektům jsou uvedeny níže:

A. Prediktivní modelování eroze biokovů pulzujícím vodním paprskem (mezinárodní Lead Agency projekt, reg. č. 25-14017L)

Řešitel: Ing. Alice Chlupová, Ph.D.

Anotace: Technologie pulzujícího vodního paprsku nabízí vytvoření specifické 3D architektury povrchu s morfologií a drsností, která potenciálně zvyšuje rychlost osseointegrace. Efektivní a ekologická metoda pulzujícího vodního paprsku využívá vodu k získání lékařsky čistého povrchu bez kontaminace implantátu nežádoucími částicemi. Působením pulzujícího vodního paprsku dochází ke strukturování povrchu a modifikaci podpovrchových vrstev, zejména ve smyslu dislokační substruktury. Kromě vlivu na mechanické vlastnosti, jako je únava, tvrdost nebo opotřebení, jsou ovlivněny také další vlastnosti, jako je smáčivost nebo povrchová energie. Dosažení požadovaného funkčního povrchu se známými vlastnostmi vyžaduje vhodné vyladění a optimalizaci mnoha procesních parametrů.

Uplatnění výsledku: Prediktivní modelování konkrétních fází eroze biokovů pulzujícím vodním paprskem s využitím přístupů strojového učení může do značné míry přispět k predikci a výběru optimální kombinace parametrů pro dané použití.

B. Mechanismy poškození a deformace kompozitů s kovovou maticí při termomechanické únavě: Experimentální a numerický přístup (standardní projekt, reg. č. 25-16307S)

Řešitel: Ing. Ivo Šulák, Ph.D.

Anotace: Tento projekt cílí na propojení experimentální a teoretické roviny deformačních a degradačních mechanismů poškození působících při termomechanickém únavovém (TMU) zatížení v aditivně vyrobeném kompozitu s kovovou maticí (KKM), který bude zpevněn nano-disperzí TiB₂. Pro další posunutí hranice vysokoteplotního materiálového designu špičkových komponent je nutné pochopit základní procesy, které stojí za vysokoteplotní pevností KKM, zejména v mezních stavech jako je TMU. Při komplexním TMU zatížení je klíčový synergický efekt únavy, creepu a oxidace, kdy se dominantní mechanismus mění s fázovým posunem mezi mechanickou a tepelnou složkou zatížení. Cílem projektu je přinést experimentální poznatky o mechanismech deformace a poškození, které budou podpořené novými mikrostrukturně citlivými konstitutivními modely a modely poškození. Proto bude předmětem zájmu vliv oxidace na iniciaci trhlin, kavitace podél hranic zrn a interakce dislokace/TiB₂. Detailní mikrostrukturní analýza a mechanické údaje budou sloužit jako základ pro modelování krystalové viskoplasticity.

Uplatnění výsledků: Cílem projektu je přinést experimentální poznatky o mechanismech deformace a poškození, které budou podpořené novými mikrostrukturně citlivými konstitutivními modely a modely poškození.

C. Řízení dvojčatění pomocí změn lokálních vlastností mikrostruktury hořčkových slitin (standardní projekt, reg. č. 25-16210S)

Řešitel: Dr. Ing. Filip Šiška, Ph.D.

Anotace: Hlavním cílem projektu je porozumění vztahům mezi lokálními podmínkami v mikrostruktuře (hranice zrn, krystalová orientace, uspořádání dislokací, precipitáty)

a dynamikou procesu dvojčatění v hořčkových slitinách. Složitý proces dvojčatění ve 3D prostoru bude analyzován v širokém rozsahu délkových a časových měřítek pomocí synergické kombinace pokročilých in-situ experimentálních technik a nejnovějších numerických metod. Experimentálními technikami umožňujícími vysoké prostorově-časové rozlišení jsou vysokorozlišovací elektronová mikroskopie, akustická emise nebo vysokorychlostní kamera. Numerická analýza zahrne metody molekulární dynamiky a metodu fázového pole kombinovanou s krystalovou plasticitou.

Uplatnění výsledků: Výsledky analýzy vztahů mezi mikrostrukturou a dynamikou dvojčatění umožní vytvoření sady pravidel pro návrhy hořčkových slitin s kontrolovaným dvojčatěním.

D. Znovuvyužití stavebního odpadu pro cyklicky zatěžované alkalicky aktivované materiály (standardní projekt, reg. č. 25-15755S)

Spoluřešitelka za ÚFM: Ing. Lucie Malíková, Ph.D.

Anotace: Projekt se zabývá návrhem bezcementových konstrukčních kompozitů obsahujících recyklované produkty. Toho je dosaženo na základě znalosti složení směsí z alkalicky aktivovaných materiálů (AAM) a pomocí použití různých typů recyklovaného kameniva (RK). Vybraná betonová a keramická RK jsou přidávána do AAM směsí za účelem snížení spotřeby přírodních zdrojů a emisí CO₂. Použití RK lze současně považovat za potenciál pro zlepšení schopnosti samo-ošetřování AAM směsí. Navržené směsi jsou studovány komplexně pomocí moderních experimentálních a numerických nástrojů. Zvláštní pozornost je věnována hodnocení délky a velikosti lomové procesní zóny (LPZ), k čemuž je využito propojení experimentální metody digitální korelace obrazu s analytickým řešením pro popis tělesa s trhlinou založeným na principech lineárně elastické lomové mechaniky. Je studován rozvoj LPZ při různých typech zatížení (statické & cyklické) za účelem zvýšení možné praktické aplikovatelnosti AAM směsí s RK v cyklicky zatěžovaných konstrukčních prvcích.

Uplatnění výsledku: Cílem projektu je zvýšení možné praktické aplikovatelnosti směsí z alkalicky aktivovaných materiálů s recyklovaným kamenivem v cyklicky zatěžovaných konstrukčních prvcích.

E. Chování konstrukčních ocelí tenkostěnných nosných prvků při spojování za studena (standardní projekt, reg. č. 25-15763S)

Spoluřešitel za ÚFM: doc. Ing. Jan Klusák, Ph.D.

Anotace: Jedním z moderních způsobů spojování v ocelových konstrukcích z nosných tenkostěnných prvků tvarovaných za studena je tzv. „klinčování“. Tato metoda je široce uplatňovaná v různých oblastech průmyslu, ale ve stavebnictví se zatím využívá jen v malé míře. Při tomto způsobu spojování dochází k jevům ovlivňujícím dlouhodobé i krátkodobé chování spoje, přičemž se ukazuje, že předpoklady a výpočetní postupy známé z automobilového a leteckého průmyslu nelze aplikovat na konstrukce používané ve stavebnictví bez výhrad. Ukazuje se, že chybí poznatky o procesech probíhajících při provádění spoje i o jeho chování během provozu v reálné konstrukci.

Uplatnění výsledku: Záměrem projektu je doplnění poznatků o procesech probíhajících při provádění spoje i o jeho chování během provozu v reálné konstrukci a tím umožnit predikci chování a životnosti spoje.

F. Experimentální a numerický výzkum relaxace zbytkových napětí vyvolaných selektivním laserovým tavením (standardní projekt, 25-15579S)

Spoluřešitel za ÚFM: Ing. Petr Dymáček, Ph.D.

Anotace: Zbytková napětí vznikající v průběhu selektivního laserového tavení hrají velmi významnou roli pro finální mechanické vlastnosti a zejména únavovou odolnost tištěného

kovového dílu. Projekt vychází z osvědčených postupů, ale zaměřuje se na nové způsoby snížení úrovně zbytkových napětí, jejich modelování a predikci. Pro dvě vybrané slitiny kovů, aplikovatelné také za zvýšených teplot, bude zmapován vývoj zbytkových napětí při optimálním tepelném zpracování, trasování ploch plasticity a také jejich vývoj při vysokocyklové únavě. Realizované experimenty budou podkladem k vývoji pokročilého viskoplastického modelu, který dokáže predikovat relaxaci zbytkových napětí a creepové chování způsobené malými cyklickými plastickými deformacemi. Tím dojde k objasnění únavové odolnosti aditivně vyrobených dílů.

Uplatnění výsledku: Cílem projektu je vývoj pokročilého viskoplastického modelu, který dokáže predikovat relaxaci zbytkových napětí a creepové chování způsobené malými cyklickými plastickými deformacemi.

3.5 Spolupráce pracoviště s jinými institucemi

Mimo dlouhodobé spolupráce vyúsťující ve výzkumné projekty spolupracuje ÚFM s domácími i zahraničními institucemi také prostřednictvím smluvního výzkumu nebo tzv. zakázek hlavní činnosti, jejichž výstupem jsou obvykle výzkumné zprávy či odborné posudky. Tato spolupráce je rozvíjena ve smyslu konzultační činnosti, analýzy použitých technologií, stanovení materiálových charakteristik v relaci k jejich struktuře nebo složení, nebo vypracování materiálových analýz. Výběr významnějších partnerů a témat je uveden níže.

A. Charakterizace tepelných a mechanických vlastností popruhů kryostatu SIM (CRYSA), projekt ESA

Řešitel za ÚFM: doc. Ing. Jan Klusák, Ph.D.

Anotace: Projekt CRYostat Straps for Athena (CRYSA). Mise ATHENA byla vybrána jako druhá mise velké třídy vědeckého programu ESA s předpokládaným datem startu v roce 2034. Půjde o rentgenový dalekohled nové generace s bezprecedentním rozlišením prostorově rozlišené rentgenové spektroskopie a širokouhlého rentgenového spektrálního zobrazování. Aby bylo dosaženo tohoto výkonu, bude přístrojové vybavení umístěno v modulu vědeckých přístrojů (SIM), jehož střed musí být ochlazen na kryogenní teplotu 2 K. Toho je dosaženo pomocí kryostatu ATHENA SIM. Ten je založen na konfiguraci ruské panenky využívající několik tepelných štítů v závěsné konstrukci založené na mechanických popruzích, aby bylo možné udržet všechny různé štíty při různých teplotách od pokojové teploty až po 2 K. Tyto popruhy musí zajistit dostatečnou tuhost a zároveň minimalizovat vodivé tepelné zatížení mezi jednotlivými stupni. Hlavními technickými cíli navrhovaného projektu jsou: Identifikovat nejlepší materiály pro kryogenní popruhy, které splňují jak tepelné, tak mechanické požadavky (tj. nízká tepelná vodivost, vysoká tuhost). Provést měření tepelné vodivosti na vzorcích 2 vybraných materiálů v teplotním rozsahu předpokládaném pro kryostat ATHENA (od 300 K do 4 K). Provést charakterizaci mechanických vlastností při pokojové teplotě na vzorcích z materiálů vybraných pro výše uvedená tepelná měření.

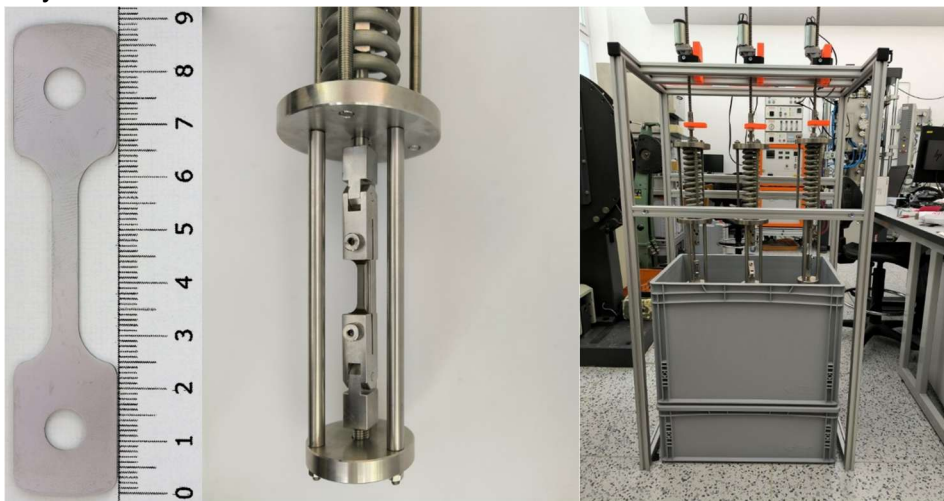
Uplatnění výsledku: Navrhnout materiál s odpovídajícími vlastnostmi, který bude použit pro výrobu popruhů kryostatu SIM.

B. Oceli vylepšené disperzí oxidů a nitridů pro aplikace v nosných raketách (SLON), projekt ESA

Řešitel za ÚFM: doc. Ing. Jan Klusák, Ph.D.

Anotace: Hlavním cílem projektu je identifikovat a testováním prokázat slibné způsoby zpracování pro současné zvýšení pevnosti a tažnosti kovových slitin pro budoucí konstrukční

aplikace v kosmické dopravě. Navrhovaná činnost se zaměří na zvýšení pevnostních a tažných vlastností slitin nerezové oceli pomocí bimodální mikrostruktury s disperzí nanočástic. Takový materiál se může stát vhodným materiálem pro nosné konstrukce budoucích – potenciálně opakovaně použitelných – nosných raket. Kromě charakterizace pevnosti a tažnosti se provede i posouzení korozního praskání za napětí a korozní odolnosti zpracovávaných materiálů.



Zkouška koroze pod napětím, zkušební těleso, zatěžovací klec, celý systém.

Uplatnění výsledku: Budou navrženy nové materiály s lepšími pevnostními a deformačními vlastnostmi odpovídajícími materiálovým požadavkům pro aplikaci v nosných raketách.

C. Zkoumání dynamických vlastností vzorků z tenkých plechů (Fundacion tecnalia research and innovation, Španělsko)

Anotace: Práce se zaměřuje na silově řízené únavové zkoušky u povrchově upravených tenkých plechů o tloušťce 1,5 mm. Byly získány křivky životnosti v teplotním rozsahu 23 °C-1000 °C a současně byl potvrzen pozitivní vliv některých povrchových úprav na únavovou životnost. Provedení experimentů požadovalo mimo jiné vytvoření speciálních vysokoteplotních modulů pro uchycení tenkých vzorků při vysokoteplotních testech.

Uplatnění výsledku: Studovaný materiál nachází uplatnění v tepelných výměnících. Výsledky únavových zkoušek mají tudíž přímý dopad na technologii výroby vysokoteplotních komponent.

D. Výzkum únavového chování Ni superslitin (PBS Turbo s.r.o., Česká republika)

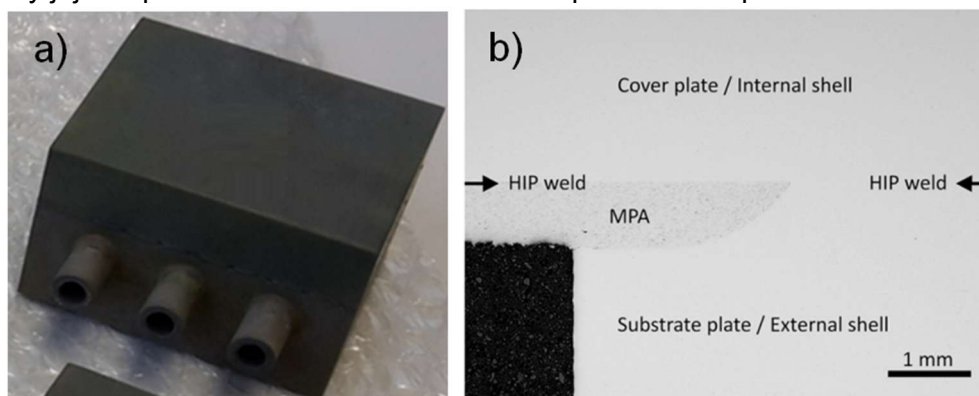
Anotace: V rámci výzkumu byl charakterizován vliv mikrostruktury na únavové vlastnosti Ni slitiny při vysokých teplotách, kde byly porovnávány odlišné materiálové stavy získané v důsledku jiných procesních parametrů. Současně byla také vyvinutá a otestována metodika pro únavové testování miniaturních vzorků, které mohou být odebrány přímo z vybraných míst subtilních komponent.

Uplatnění výsledku: Výsledek přispěje k lepším odhadům únavové životnosti turbodmychadel z niklových superslitin.

E. Investigation of test parts fabricated by additive welding and electron beam welding and Investigation of the properties of the Mock-up of the component containing HIP joint and of Cold Bend plate form P92 steel (Karlsruher Institut für Technologie, Německo)

Anotace: Difuzní spojování patří k hlavním technologiím výroby vyvíjeným ve výzkumném ústavu INR-KIT. Na základě kooperace mezi naším pracovištěm a INR-KIT bylo dosaženo

významného zlepšení technologie difuzního spojování pro žáruvzdornou ocel 9Cr. Navržené parametry spojování metodou izostatického lisování za tepla (HIP) spolu s navrženým tepelným zpracováním vedly k vhodné mikrostruktuře rozhraní difuzních spojů oceli, čímž jsou zajišťovány jejich optimální mechanické vlastnosti v provozním teplotním rozmezí.



Navržená komponenta (a), vnitřní struktura v okolí chladicího kanálu (b)

Uplatnění výsledku: Technologie výroby komponentů Mezinárodního termonukleárního experimentálního reaktoru (ITER) je klíčová pro rozvoj technologie fúze, která v principu poskytuje nový, čistý a bezpečný zdroj energie. K zajištění správné funkce a přenosu tepla mají komponenty složitý tvar s vnitřní strukturou chladicích kanálů. Jedním ze způsobů, který se uvažuje pro jejich spojování jsou právě difuzní spoje.

3.6 Spolupráce s vysokými školami

3.6.1 Výuka na vysokých školách

Vědečtí pracovníci, stejně tak i doktorandi, ÚFM se pravidelně podílejí na pregraduálním a postgraduálním vzdělávání na vysokých školách. V případě pregraduálního studia se jedná o 31 předmětů vyučovaných na VUT v Brně a MU a v případě doktorského studia se jedná o 6 předmětů. Taktéž se podíleli na garanci předmětů a vedení studentů bakalářského, magisterského i doktorského studia (VUT v Brně – FSI, FAST, CEITEC VUT; MU – PřF). Zapojení zaměstnanců ÚFM do VŠ výuky umožňuje přenášet nejnovější výsledky výzkumu do vzdělávání a následně také do praxe. Studentům jsou nabízeny také stáže a brigády, které jim umožní nahlédnout do světa vědy a výzkumu a nám umožní vybírat si ty nejlepší pro závěrečné práce a Ph.D. studium.

V roce 2025 úspěšně ukončilo doktorské studium 5 Ph.D. (1 zahraniční) studentů a nastoupili 3 noví (2 zahraniční) doktorandi. **Ke konci roku 2025 bylo vedeno školiteli z ÚFM celkem 28 doktorandů** (14 zahraničních). Studenti se podílejí zpravidla na řešení projektů, které jsou úzce spojeny s jejich disertační prací.

Pregraduální programy			
VŠ	fakulta	studijní program	předmět
VUT v Brně	FSI	Materiálové inženýrství	Dislokace a plastická deformace
VUT v Brně	FSI	bakalářské studium (povinné pro všechny obory)	Úvod do materiálových věd a inženýrství

VUT v Brně	FSI	bakalářské studium (povinné pro všechny obory)	Struktura a vlastnosti materiálů
VUT v Brně	FSI	Materiálové inženýrství	Modelování materiálů I
VUT v Brně	FSI	Materiálové inženýrství	Modelování materiálů II
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Základy stavební mechaniky
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Statika II
MU v Brně	PřF	Fyzika	Mechanické vlastnosti pevných látek Analytická elektronová mikroskopie
MU v Brně	PřF	Materiálová chemie	Mikroskopie v materiálové chemii
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Stavební mechanika 1
VUT v Brně	FSI	Inženýrská mechanika	Mezní stavy kovových konstrukcí
VUT v Brně	FSI	Materiálové inženýrství	Metody strukturní analýzy II
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Specializovaný projekt
VUT v Brně	FSI	Aplikované vědy v inženýrství a Materiálové inženýrství	Metody zkoušení materiálů (česky, anglicky)
VUT v Brně	FSI	Strojírenství a Základy strojního inženýrství	Mezní stavy materiálů (česky, anglicky)
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Statika I
MU v Brně	PřF	Biochemie, Experimentální a molekulární biologie	Základy obecné a anorganické chemie
VUT v Brně	FSI	Konstrukční inženýrství	Konstrukční materiály
VUT v Brně	FSI	Konstrukční inženýrství, Průmyslový design ve strojírenství	Aditivní technologie
VUT v Brně	FSI	Energetika, Matematické inženýrství, Mechatronika, Základy strojního inženýrství, Akreditované předměty v CŽV	Fyzika 1
MU v Brně	PřF	Mikroskopie	Mikroskopické praktikum II
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Pružnost a pevnost
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Diplomový seminář
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Konstrukční detail
VUT v Brně	FAST	Stavební inženýrství	Pružnost a plasticita
VUT v Brně	FSI	Základy strojního inženýrství	Degradační procesy ve strojirenských materiálech
MU v Brně	PřF	Mikroskopie	Transmisní elektronová mikroskopie
VUT v Brně	FSI	Energetika, Matematické inženýrství, Mechatronika,	Fyzika 2

VUT v Brně	FSI	Základy strojního inženýrství, Akreditované předměty v CŽV	Základy konstruování
VUT v Brně	FSI	Základy strojního inženýrství Aplikované vědy v inženýrství a Materiálové inženýrství	Deformace a porušování materiálů
Doktorské programy			
VŠ	fakulta	studijní program	předmět
VUT v Brně	CEITEC	Advanced materials	Pokročilá lomová mechanika/Advanced fracture mechanics
VUT v Brně	FSI	Materiálové vědy	Modelování materiálů
VUT v Brně	FSI	Materiálové vědy	Víceúrovňové modelování materiálů
VUT v Brně	FSI	Materiálové vědy	Dislokační mechanismy plastické deformace
VUT v Brně	FAST	Konstrukce a dopravní stavby	Stavební mechanika
VUT v Brně	FAST	Konstrukce a dopravní stavby	Doktorský seminář

3.6.2 Další aktivity na vysokých školách

V rámci spolupráce ÚFM a vysokých škol jsou naši zaměstnanci zapojováni do výuky a také jsou často součástí komisí pro obhajoby závěrečných prací, komisí státních zkoušek a oborových rad pregraduálních i graduálních studijních oborů především na VUT v Brně a MU. Jsou také součástí oborových rad PhD programů i členy habilitačních komisí či komisí ke jmenování profesorem.

Ve snaze o jejich lepší kariérní start jsou studenti pregraduálního studia během svého studia na univerzitách zapojováni do řešení projektů a výzkumných témat. Je tomu tak v rámci řešení závěrečných prací, ale také v rámci stáží a brigád.

3.7 Vzdělávací kurzy a popularizace vědy

ÚFM organizuje nebo participuje na několika praktických kurzech pro studenty vysokých škol, doktorandy, postdoktorandy, resp. začínající vědecké pracovníky či různých akcích pro vzdělávání na základních a středních školách.

V roce 2025 ÚFM organizoval/spoluorganizoval 3 praktické kurzy. Již 28. 3. 2025 se konal kurz s názvem „**Metal powder additive manufacturing skills for engineering applications**“, přičemž tento úvodní praktický kurz nabízí praktický vstup do světa 3D tisku kovů. Program je určen pro inženýry, konstruktéry a technické odborníky a zaměřuje se na výuku účastníků, jak navrhovat nákladově efektivní díly pro technické aplikace, připravovat modely pro tisk a provádět základní operace následného zpracování, aby se z tištěných dílů staly hotové komponenty. Kurz byl realizován na VUT v Brně pro 15 účastníků. Už klasickou akcí je „Letní škola transmisní mikroskopie“ (ÚFM, 14.–18. 7. 2025), kde jsou účastníci obeznámeni se teorií a metodikou ovládnání moderních transmisních elektronových mikroskopů. Poslední akcí roku byl kurz s názvem: „**Základy práce s rentgenovým práškovým difraktometrem Rigaku 3**“, který byl zaměřen na osvojení si práce s difraktometrem. Tento kurz se v roce 2025 opakoval 8krát.

V lednu 2025 se konala „**Tříkrálová konference 2025 (3KK-2025)**“, která byla první kvantovou konferencí v roce 2025, který UNESCO vyhlásilo Mezinárodním rokem kvantové vědy a technologií.



ÚFM mělo možnost v prostorách Akademie věd uspořádat interaktivní výstavu s názvem „**Geniální materiál**“, která byla v období od 5. 3. do 14. 6. 2025 přístupná široké veřejnosti. Dne 14. 5. 2025 proběhl na brněnské Hvězdárně **MEZINÁRODNÍ DEN KVANTOVÉ FYZIKY 2025**, kde ÚFM krom exponátů a experimentů prezentovalo také přednášku Mgr. Martina Friáka, Ph.D., s názvem: „Kvantové počítače: naděje i hrozba“. Ústav se prezentoval také na dalších akcích souvisejících s kvantovými počítači a to konkrétně na workshopu „Kvantové počítání v Akademii věd 2025“, kdy spojil špičky české vědy a technologických inovací (2. 7. 2025) a také v rámci mezinárodní série vzdělávacích a popularizačních akcí zaměřených na kvantové výpočty a jejich využití Qiskit Fall Fest 2025 (13. 11. 2025) vyzvanou přednáškou Dr. Friáka o využití kvantových počítačů v materiálovém výzkumu. Dr. Friák měl o kvantovém počítání řadu přednášek

také pro střední a základní školy a publikoval článek „**Globální kvantový boom nabírá rychlost a Česko může být u toho**“.

Tradičními akcemi, na kterých se pracovníci ÚFM snaží přiblížit výsledky své vědecké činnosti široké veřejnosti, jsou **Veletrh vědy 2025** (5. – 7. 6. 2025), **Festival vědy a techniky 2025** (5. – 7. 9. 2025) a **Noc vědců 2025** (26. 9. 2025). Na všech akcích jsou návštěvníkům prezentovány výsledky našeho vědeckého snažení stejně tak jako spousta experimentů, které jim přiblíží svět vědy. Další z akcí pro veřejnost jsou také **Dny otevřených dveří v rámci Týdne Akademie věd ČR** (6.-7.11.2025), které se účastnilo téměř 300 návštěvníků. Program nabídl exkurze do laboratoří, přednášku Kvantová kovárna a oblíbenou science show Trhni si!





V knihovně Jiřího Mahena Brno proběhla také přednáška, kterou měl Ing. Martin Sojka, Ph.D. na téma: „Nebezpečně efektivní: Těžké kovy v nanomateriálech pro léčbu nádorových onemocnění“. V rámci akce Glass & Ceramics Processing, Properties, and Applications – GlaCerHub Training programme 2025 prezentovali pracovníci ÚFM na CEITEC VUT Brno sérii přednášek: 23. 5. 2025 Theoretical background of mechanical computation in the field of ceramic and composites (Dr. Ing. Filip Šiška, Ph.D.), Experimental fracture mechanics of ceramics and composites (Ing. Luca Bertolla, Ph.D.), Indentation technique as a tool for local characterisation of ceramics (Ing. Hynek Hadraba, Ph.D.), Strength and fractography of ceramics (Ing. Zdeněk Chlup, Ph.D.).

V rámci vzdělávání na ZŠ a SŠ byly řešeny odborné praxe, SOČ, přednášky a exkurze. Odborné praxe se zaměřovaly na tvorbu 3D modelů laboratorních prototypů a analýzu porušení pedikulárních šroubů používaných při operacích páteře. Dále byla realizována přednáška s experimenty o vlastnostech materiálů (nejen) pro vesmír Science show – Co zažiješ a nezažiješ ve vesmíru.

3.8 Investice do přístrojů, zařízení a budov

V květnu roku 2025 byla za účasti významných hostů z akademické, veřejné i průmyslové sféry slavnostně otevřena nová budova **Centra elektronové mikroskopie** v areálu ÚFM. Otevření proběhlo za přítomnosti předsedy vlády České republiky Petra Fialy, předsedy Akademie věd České republiky Radomíra Pánka a dalších hostů, což podtrhuje význam této investice pro rozvoj špičkové výzkumné infrastruktury v České republice. Celkové investiční náklady na výstavbu a vybavení centra dosáhly 111 mil. Kč, přičemž rozhodující část finančních prostředků ve výši 106,96 mil. Kč byla poskytnuta Akademií věd ČR.



Budova Centra elektronové mikroskopie ÚFM

Nové centrum představuje moderní infrastrukturu pro pokročilý materiálový výzkum, zejména v oblasti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy. V průběhu roku 2025 byly do nových prostor postupně přestěhovány klíčové přístroje z hlavní budovy ÚFM, konkrétně transmisní elektronové mikroskopy Thermo Scientific™ Talos F200i a JEOL JEM-2100F a rastrovací elektronové mikroskopy Tescan LYRA. Přesun těchto zařízení byl realizován s důrazem na zachování kontinuity výzkumných aktivit a minimalizaci provozních výpadků.



Nově zakoupené řádkovací elektronové mikroskopy (zleva Apreo ChemiSEM, Scios 2 DualBeam a Phenom XL)

Současně došlo k významnému rozšíření přístrojového vybavení centra v rámci realizace projektu Operačního programu Jan Amos Komenský „Partnerství pro bezpečnost v udržitelné dopravě a energetice“, reg. č. CZ.02.01.01/00/23_020/0008549. V rámci tohoto projektu byl pořízen moderní rastrovací elektronový mikroskop Thermo Scientific Apreo ChemiSEM vybavený polem emitovaným zdrojem elektronů (FEG), který umožňuje pokročilou chemickou analýzu materiálů, a dále stolní řádkovací elektronový mikroskop Phenom XL od společnosti Anamet, vhodný pro rychlou a operativní charakterizaci vzorků. Z prostředků Akademie věd ČR byl ještě zakoupen duální systém Scios 2 DualBeam od společnosti Thermo Scientific,

kombinující rastrovací elektronovou mikroskopii s fokusovaným iontovým svazkem (FIB), který umožňuje detailní analýzu a přípravu vzorků na nanometrové úrovni. Všechny uvedené přístroje byly pořízeny za finanční spoluúčasti ÚFM, což dokládá dlouhodobý strategický závazek ústavu k rozvoji špičkové výzkumné infrastruktury. Nově vybudované Centrum elektronové mikroskopie je v současné době plně funkční a poskytuje zázemí pro realizaci náročných výzkumných projektů, mezinárodní spolupráci i spolupráci s průmyslovými partnery. Zároveň významně přispívá k posílení postavení ÚFM AV ČR jako jednoho z předních pracovišť v oblasti materiálového výzkumu na národní i mezinárodní úrovni. Jedním z dokladů důležitosti centra je jeho přistoupení do národní infrastruktury CzechNanoLab a příprava projektu evropské infrastruktury Microscopy Europe zaměřeného na elektronovou mikroskopii pro materiálový výzkum.

V roce 2025 byla zahájena **komplexní rekonstrukce hlavní budovy ÚFM**, jejímž hlavním cílem je snížení energetické náročnosti objektu, zvýšení jeho provozní efektivity a zlepšení vnitřního prostředí pro zaměstnance i návštěvníky. Projekt je financován z prostředků Operačního programu Životní prostředí, z rozpočtu Akademie věd ČR a z vlastních investičních zdrojů ÚFM.

Realizovaná opatření zahrnují zejména výměnu oken a dveří, komplexní zateplení obvodového pláště a střechy budovy, instalaci předokenních žaluzií za účelem regulace tepelných zisků, modernizaci osvětlovací soustavy prostřednictvím instalace energeticky úsporných LED svítidel a rozšíření stávající fotovoltaické elektrárny. Tato opatření jsou navržena tak, aby vedla k významnému snížení spotřeby energie, omezení emisí skleníkových plynů a celkovému zvýšení environmentální udržitelnosti provozu budovy.



Vnější plášť budovy po rekonstrukci

Realizace stavebních prací probíhala v roce 2025 v souladu se schváleným harmonogramem, bez zásadních odchylek, které by měly negativní dopad na plnění cílů projektu. V průběhu realizace byl kladen důraz na koordinaci jednotlivých činností s ohledem na zachování provozu ústavu a minimalizaci omezení pro zaměstnance a laboratoře. V následujícím období bude

projekt pokračovat dokončením zbývajících stavebních a technologických úprav. Součástí další fáze bude rovněž vybudování tří nabíjecích stanic pro elektromobily, čímž dojde k podpoře rozvoje nízkoemisní mobility. Předpokládaný termín dokončení celé investiční akce je stanoven na polovinu roku 2026.

Kromě těchto investic byla realizována i řada menších, nezbytných pro provoz pracoviště. Podrobný přehled je součástí přílohy účetní závěrky za rok 2025.

4 Hodnocení další a jiné činnosti

Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i. má nově ve zřizovací listině zakotvenu další a jinou činnost. V roce 2025 byla realizována pouze s firmou Thermofisher scientific. Tématem spolupráce byla příprava vzorků na transmisní elektronovou mikroskopii, které slouží jako etalony pro kalibraci rozlišení a určení rozlišovacích schopností mikroskopů.

5 Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce

V roce 2025 nebyly zjištěny žádné nedostatky v hospodaření ústavu a nebyla nařízená žádná opatření k odstranění nedostatků.

6 Další skutečnosti požadované zvláštním právním předpisem

Ekonomické ukazatele popisující hospodářské postavení ústavu v roce 2025 jsou detailně uvedeny ve zprávě auditora, která je součástí této zprávy.

7 Stanoviska dozorčí rady

Informace o působení dozorčí rady jsou uvedeny v části 1.3.3 této Výroční zprávy.

8 Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště

Výzkumná činnost pracoviště byla v roce 2025 v souladu s Plánem výzkumné činnosti pracoviště pro roky 2023-2027, který byl vypracován v roce 2022. Ústav reflektuje řešenými tématy strategií ČR v oblasti VaVal a závěry a doporučení Hodnocení výzkumné a odborné činnosti pracovišť AV ČR a Metodiky M17+. Vědečtí pracovníci sledují vývoj společnosti i trhu a jejich činnost odpovídá společenským potřebám.

Ústav i nadále orientuje svoji vědeckou činnost v souladu s původní myšlenkou do oblastí materiálových věd se zaměřením na kovové i nekovové materiály. Zaměřuje se zejména výzkum důležitých materiálů pro energetiku, dopravu a bio-aplikace. Stále významnější jsou materiály vytvořené pomocí aditivních technologií, nebo práškové metalurgie, které umožňují nejen tvořit materiály s vnitřní strukturou ale i materiály zcela nové s lepšími funkčními vlastnostmi, vytvořené na základě teoretických predikcí. Stále významnější část našeho výzkumu jsou teoretické přístupy k návrhu materiálů a stejně tak k modelování jejich chování

včetně jejich dlouhodobé degradace. Získané vědecké poznatky jsou publikovány v renomovaných vědeckých časopisech.

Prioritou je základní, orientovaný a aplikovaný výzkum s cílem rozvoje znalostní společnosti, podporou ekonomického růstu a udržitelného rozvoje energetiky a dopravy s ohledem na ochranu životního prostředí. V rámci rozvoje pracoviště je významná také spolupráce se Středoevropským technologickým institutem CEITEC, která výrazně rozšiřuje zejména přístrojové vybavení pracoviště a možnosti získávat výzkumné projekty.

Druhým směrem je implementace vědeckých výsledků do vzdělávacího procesu. Za tímto účelem jsou vědečtí pracovníci zapojeni do výuky a výchovy studentů na spolupracujících vysokých školách. V rámci spolupráce s univerzitami se podílejí také na doktorských studijních programech, jsou členy hodnotících komisí a participují na výchově vědeckých pracovníků. Vzájemná spolupráce ústavu a univerzit vyústila v společnou akreditaci doktorského studia s VUT v Brně, MU a CEITEC. Renomé pracoviště ve světě bude i nadále udržováno prostřednictvím probíhajících spoluprací, různých stáží a výměn pracovníků, vystupováním na konferencích a organizováním uznávaných akcí. V příštím roce ÚFM plánuje několik větších a menších akcí pro odbornou veřejnost. V červnu je plánovaná mezinárodní konference „Non-Traditional Cement & Concrete“ s mezinárodní účastí. Tato prestižní událost poskytuje platformu pro setkání odborníků, výzkumníků a zástupců průmyslu zaměřených na pokročilé cementové a betonové materiály. Konference reflektuje rostoucí potřebu udržitelného rozvoje ve stavebnictví a úsilí o inovace v oblasti cementitových materiálů. Výzvy spojené s implementací netradičních cementů a betonů do praxe vyžadují interdisciplinární spolupráci mezi vědou, technologií a průmyslem – právě tomu NTCC 2026 napomáhá výměnou znalostí, zkušeností a výsledků výzkumu.

Mimo odbornou veřejnost se zaměstnanci ústavu zaměřují také na akce určené k prezentaci výsledků jejich práce široké veřejnosti. To se děje, a i nadále bude dít, zejména prostřednictvím různých exkurzí a prezentací pro studenty základních nebo středních škol přímo na pracovišti nebo na vhodných akcích organizovaných v rámci Brna a AV ČR.

Mimo výzkumnou a projektovou činnost ÚFM spolupracuje s podnikatelskou sférou, dalšími výzkumnými subjekty a vysokými školami také formou zakázek hlavní a vedlejší činnosti. Tato oblast je naší nedílnou součástí a ústav bude i nadále implementovat „know-how“ svých pracovníků pro řešení potřeb společnosti. Značná pozornost bude věnována ochraně duševního vlastnictví, přičemž budou zvažovány možnosti jeho využití formou licencí a jiných forem komerční spolupráce s podniky, případně založení spin-off firem.

9 Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí

V roce 2025 bylo zahájeno zateplování hlavní budovy a výměna oken Ústavu a rozšíření instalované kapacity fotovoltaické elektrárny (podpořeno projektem Ministerstva životního prostředí ČR, AV ČR a dofinancováno ÚFM) s cílem omezit energetickou náročnost ÚFM a snížení jeho závislosti na externích dodavatelích energie. Po dokončení těchto prací budou v areálu vybudována tři stání pro nabíjení elektromobilů. Zateplení budovy a výměna oken už měly koncem roku pozitivní dopad na energetickou náročnost budovy, kdy došlo k citelným úsporám na topení.

Zastaralá neefektivní zařízení jsou dle potřeb pravidelně nahrazována novými s důrazem na snížení jejich energetické náročnosti a snížení celkového dopadu na životní prostředí.

Ústav i nadále podporuje aktivity zaměstnanců zaměřené na ochranu životního prostředí, rozvíjí aktivity v oblasti třídění odpadu a podporuje aktivity ve směru alternativních dopravních prostředků.

Ekologie a ochrana životního prostředí nejsou jen součástí řady výzkumných aktivit (materiály pro pokročilá energetická zařízení, materiály pro ukládání vodíku, materiály pro brzdové obložení, projekt PSSITE věnovaný udržitelné dopravě a energetice atd.), ale také součástí rozvojových plánů ÚFM.

10 Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů

Vedení ÚFM se snaží vytvářet vstřícné a podporující pracovní prostředí pro všechny zaměstnance a zaměstnankyně. Pozornost je pravidelně věnována tématům rovných podmínek a příležitostí. Pro zajištění rovných příležitostí zřídil ústav Komisi pro rovné příležitosti, která kromě poradního hlasu má v kompetenci řešení stížností z této oblasti. V roce 2025 komise nemusela řešit žádnou stížnost.

Pro zachycení patologických jevů má ÚFM od roku 2023 zaveden vnitřní oznamovací systém ve smyslu zákona 171/2023 Sb., o ochraně oznamovatelů a souvisejících právních předpisů. Prostřednictvím tohoto systému mohou zaměstnanci a některé další osoby podávat oznámení týkající se protiprávní činnosti nebo její hrozby. V roce 2025 nebyla prostřednictvím tohoto systému podána žádná stížnost.

S odborovou organizací je řádně uzavřena Kolektivní smlouva, kterou se obě zúčastněné strany řídí. Kolektivní smlouva zachycuje také systém benefitů určených zaměstnancům. Je kladen důraz na kariérní rozvoj zaměstnanců dle zpracovaného Kariérního řádu a další vzdělávání zaměstnanců. Zaměstnancům jsou k dispozici jazykové kurzy pořádané přímo v prostorách ÚFM, je jim umožněno další odborné vzdělávání či zvyšování odborné kvalifikace.

Pozornost byla také věnována vytváření podmínek, které pomáhají pracovnímu začlenění pracovníků, a které jim usnadňují zabezpečení péče o děti a sladění pracovního a rodinného života. V případě potřeby jsou individuální požadavky řešeny inkluzivně.

11 Poskytování informací podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím

- a) Počet podaných žádostí o informace: 0
- b) Počet vydaných rozhodnutí o odmítnutí žádosti: 0
- c) Počet podaných odvolání proti rozhodnutí: 0
- d) Opis podstatných částí každého rozsudku soudu ve věci přezkoumání zákonnosti rozhodnutí povinného subjektu o odmítnutí žádosti o informace a přehled všech výdajů, které povinný subjekt vynaložil v souvislosti se soudním řízením o právech a povinnostech podle tohoto zákona, a to včetně nákladů na své vlastní zaměstnance a nákladů na právní zastoupení: 0
- e) Výčet poskytnutých výhradních licencí, včetně odůvodnění nezbytnosti poskytnutí výhradní licence: 0
- f) Počet stížností podaných podle § 16a zák. č. 106/1999 Sb., důvody jejich podání a stručný popis způsobu jejich vyřízení: 0
- g) Další informace vztahující se k uplatnění tohoto zákona: 0

12 Zpráva auditora a účetní závěrka

Zpráva auditora včetně kompletní účetní závěrky je uvedena v příloze této Výroční zprávy.

