

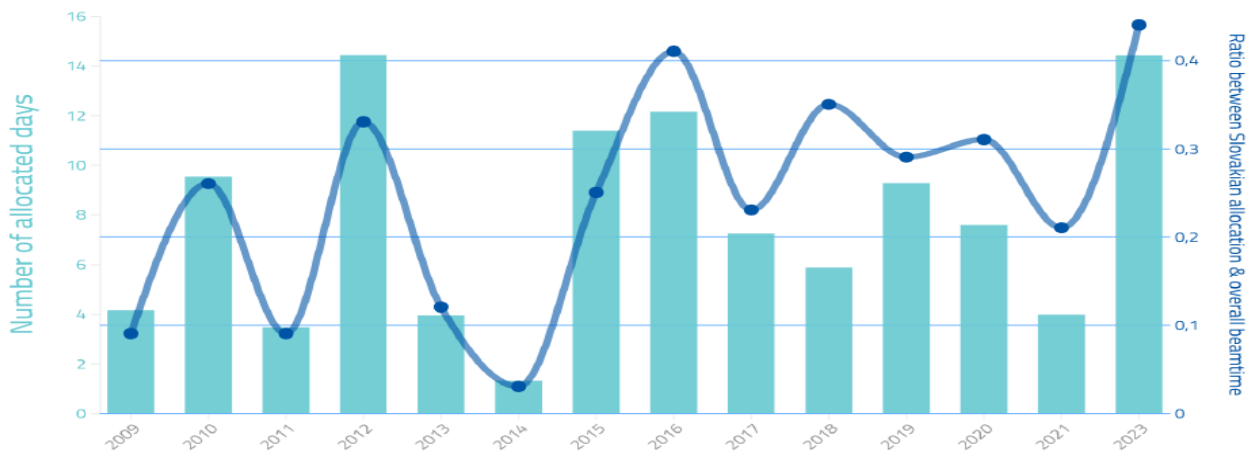
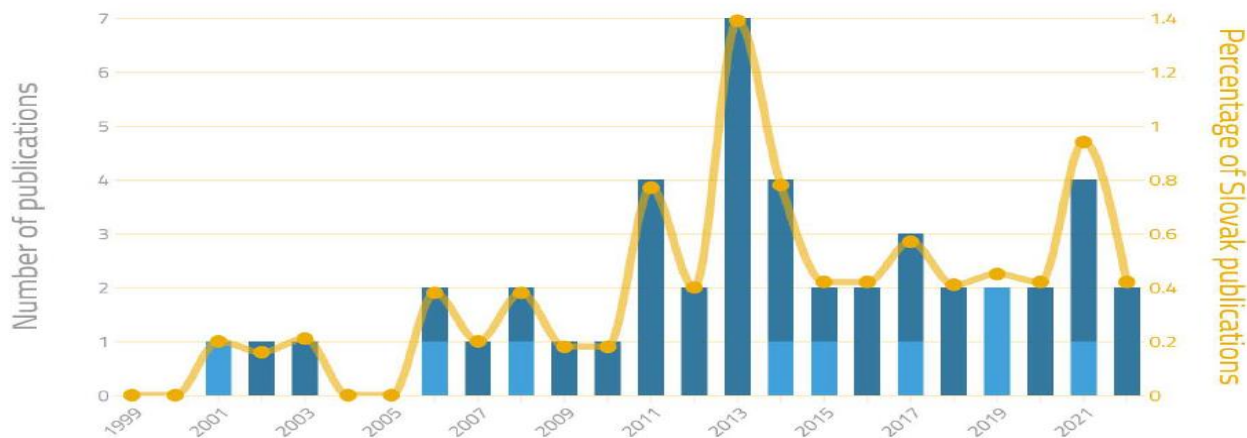
# SPRÁVA

## o výsledkoch výskumov špecialistov Slovenskej Republiky v Inštitúte Laue-Langevin v Grenobli za r. 2023

### SR v ILL

Inštitút Laue-Langevina (ILL) je domovom reaktorového zdroja neutrónov, ktorý patrí v súčasnosti medzi popredné zdroje neutrónov na svete. Intenzívne sa pritom pracuje na dlhodobých plánoch až do naplnenia celkovej životnosti reaktora v roku 2040. ILL je významnou medzinárodnou výskumnou infraštruktúrou zaradenou do ESFRI Roadmap v oblasti fyzikálnych vied a techniky. Každoročne sa na približne 40 spektrometroch uskutoční okolo 640 experimentov. Prístup k tejto infraštruktúre je umožnený vedeckým tímom z 3 zakladajúcich krajín (Francúzsko, Nemecko a Spojené kráľovstvo) a krajín vedeckých členov (momentálne 11 krajín vrátane Slovenskej republiky).

Slovenská republika je vedeckým členom ILL od roku 2009. Týmto členstvom vedecká komunita SR v prvom rade získava priamu možnosť využitia zariadení a laboratórií tvoriacich bázu vybavenia inštitútu, ktoré jednotlivo alebo komplexne často nie je možné realizovať v domácich podmienkach. Slovenskí vedci sú obzvlášť aktívni v oblasti tuhých látok a metalurgie, jadrovej fyziky, polymérov, nanočastíc a farmaceutického výskumu. Dosiahnuté vedecké výsledky sú pravidelne predstavované na vedeckých konferenciách a opublikované v mnohých prestížnych časopisoch. Efektívnosť neutrónových špecialistov zo SR podčiarkuje podiel našich publikácií (0,4-1,4%) v porovnaní s podielom prideleného meracieho času (0,1-0,4%).



## Slovenskí špecialisti v ILL 2023

Rok 2023 sa v ILL niesol v znamení obnovenia programu používateľov neutrónových spektrometrov po rozsiahlej modernizácii infraštruktúry v roku 2022. Slovenským expertom bolo na začiatok roka 2023 pridelených 9 meracích dní (z 19 požadovaných dní; 0,57% celkového meracieho času) a ďalších 5 dní na druhú polovicu roka (11,5 požadovaných dní; 0,32% celkového meracieho času).

Okrem prístupu k infraštruktúre ILL prostredníctvom meracieho času prideleného na základe podávaných návrhov na experimenty, slovenskí špecialisti majú možnosť získať štipendium na dlhodobé pobyty v rámci doktorandského/post-doktorandského štúdia. V rokoch 2020-2023 absolvoval svoj PhD pobyt v ILL doktorand UPJŠ v Košiciach (RNDr. Miloš Fejerčák). Objektom tohto štúdia boli termoelektrické materiály, ktoré sú schopné konvertovať nadbytočné teplo do elektrickej energie a patria tak k technológiám budúcnosti v oblasti zelenej energie. Svoju dizertačnú prácu úspešne obhájil na PF UPJŠ 26.10.2023 [G1].

V roku 2023 bolo podporené aj vyslanie experta z UPJŠ v Košiciach na 3-mesačný pracovný pobyt (február-apríl 2023) venovaný výskumu superparamagnetických nanočasticových systémov pre biomedicínske aplikácie (RNDr. Pavol Hrubovčák, PhD.).

## Dosiahnuté výsledky

### *Liečivá a farmaceutické aplikácie*

Rozptyl a difrakcia neutrónov pod malými uhlami (SANS a SAND) odhalili v nedávnej minulosti narušenie modelovej biologickej membrány v dôsledku zabudovaného tam beta-amyloidného peptidu. Tieto interakcie sú v literatúre spájané s konformačnými poruchami bielkovín potenciálne vedúcich k Alzheimerovej chorobe, kde práve biologická membrána sa predpokladá byť prvotným miestom vzniku štruktúrnych porúch. Nová štúdia v rámci PhD projektu Mgr. Tomáša Kondelu vedeného na FMFI UK sledovala vplyv elasticko-mechanických vlastností membrány na jej narušenie peptidom. Bolo ukázané, že napriek ovplyvneniu tekutosti membrány, ani prítomnosť cholesterolu ani melatonínu neodvrátili peptidom vyzvané narušenie membrány [A1]. Predstavené výsledky potvrdzujú, že možné rozrušujúce interakcie medzi membránou a beta-amyloidným peptidom s najväčšou pravdepodobnosťou vyvolávajú v membráne monoméry, alebo len malé zhluky peptidov.

Výsledky komplexnej štúdie výskumu štruktúrnych vlastností modelov vrchnej vrstvy kože *stratum corneum* (SC) v spolupráci s farmaceutickou fakultou Univerzity Karlovej v Hradci Králové boli tiež opublikované v roku 2023. SAND experimenty pod vedením Mgr. Norberta Kučerku, DrSc. na difraktometri D16 pomohli odhaliť prítomnosť dlhej fázy v štruktúrnych modeloch bariéry kože, ktorá je predpokladom molekulárnej organizácie dôležitej pre jej správnu funkciu [A2].

Za pomoci techník rozptylu a difrakcie neutrónov študuje vedecká skupina z FaF UK interakcie vybraných liečiv s pľúcny surfaktantom a lipidovými zmesami zloženia blízkeho biologickým membránam. Výskum súvisí s riešením grantovo podporených projektov VEGA 1/0223/20 „Lipidová dvojvrstva v modeloch pľúcneho surfaktantu: interakcie a cieleň prenos liečiv“, zodp. riešiteľ prof. RNDr. D. Uhríková, CSc. a APVV-21-0108 „Antivirálne liečivá proti COVID-19: Dizajn, syntéza a testovanie aktivity špecifických inhibítorov virálnych proteáz koronavírusu SARS-CoV-2, zodp. riešiteľ prof. Ing. V. Frečer, DrSc. Analýza dát z malouhlovej difrakcie neutrónov na usporiadaných lipidových dvojvrstvách zloženia blízkeho pľúcny surfaktantu v prítomnosti bakteriálneho endotoxínu a antibiotika, polymyxínu B ukázala potrebu rozšírenia experimentov o techniku variácie kontrastu. Experimenty boli vykonané na spektrometri D16 v máji 2023 [B1]. Vzhľadom na technické problémy vzniknuté zmenou softvéru pri meraní a vizualizácii dát sú získané dáta v štádiu vyhodnocovania. Poznatky zo

štúdia interakcie polymyxínu B s klinicky používaným prírodným exogénnym pľúcnym surfaktantom (liečivo Curosurf®) boli sumarizované v práci [D1, C1].

Zistenia oblasti štúdia interakcií lipidových dvojvrstiev s antivirotikom oseltamivir, inhibítorom neuramidázy vírusu chrípky, bol sumarizovaný vo vedeckom článku zaslanom na publikovanie [D2]. Ďalšie zistenia o interakciách antivirotikum – lipidová dvojvrstva boli prezentované formou posterov na domácej medzinárodnej konferencii [C2, C3] a v zborníku [B2].

#### *Magnetické nanočastice pre biomedicínske aplikácie*

V rámci výskumu superparamagnetických nanočasticových systémov pre biomedicínske aplikácie, ktorý je realizovaný na UPJŠ v Košiciach (skupina doc. RNDr. Adriany Zeleňákovej, PhD.), boli na reflektometri FIGARO skúmané interakcie medzi špecifickými magnetickými nanočasticami a rovinnými lipidovými dvojvrstvami (modelmi bunkových membrán). Ako ukázali výsledky experimentov, pripravené nanočastice a lipidové dvojvrstvy navzájom neinteragujú. To bolo následne potvrdené aj ďalšími experimentálnymi metódami (bunkové kultúry *in vitro*; metóda Quartz Crystal Microbalance with Dissipation). Tieto výsledky boli vo forme krátkej prednášky prezentované na medzinárodnej konferencii International Conference on Physics of Advanced Materials (Egypt, november 2023, <https://icpams.com/main/>) [C4].

Ďalší výskum využívajúci infraštruktúru na stanovišti FIGARO bol realizovaný v rámci experimentu 9-12-694 (RNDr. Pavol Hrubovčák, PhD.: Investigation of RNA adhesion to functionalized nanoparticles for biomedical applications). Experiment bol v spolupráci s vedeckými pracovníkmi zodpovednými za prevádzku FIGARO navrhnutý tak, aby výsledky boli uplatniteľné v oblasti diagnostiky vírusových ochorení ako aj pri potenciálnej konštrukcii biosenzorov. Cieľom bolo vyšetriť adhéziu molekúl RNA na monovrstvu špecificky upravených nanočastíc (ich povrch bol modifikovaný zlúčeninou APTES). Takéto nanočastice preukázali v testovaní inými metódami záchyt molekúl RNA porovnateľne efektívny ako záchyt na komerčných Covid-19 testoch. Boli pripravené monovrstvy nanočastíc s rôznou modifikáciou povrchu (SiO<sub>2</sub>, respektíve APTES) na hladine vody v Langmuirevej vaničke. Opakované experimenty preukázali, že nedošlo k naviazaniu nanočastíc na povrch kremíkoveho bloku. Z uvedeného vyplýva, že je zrejme nutná špecifická úprava povrchu kremíkoveho bloku, čím by sa sprostredkovala väzba medzi nanočasticami a blokom. V ďalšej sérii experimentov bolo sledované naviazanie RNA molekúl na povrch kremíkoveho bloku, ktorý bol pokrytý monovrstvou APTESu. Upravený povrch bol exponovaný roztokom s rôznymi koncentraciami RNA počas 1-hodinovej inkubačnej doby. Na základe modelovania experimentálnych dát možno skonštatovať, že pri daných experimentálnych podmienkach nedošlo k naviazaniu signifikantnej vrstvy RNA na vrstvu APTES molekúl.

#### *Kvapalné kryštály s magnetickými nanočasticami*

Problém nestability magnetických nanočastíc v termotropných kvapalných kryštáloch stále predstavuje výzvu, ktorú je potrebné prekonať pre potenciálny vývoj nových anizotropných magnetických materiálov s výnimočnou citlivosťou na magnetické pole. Napriek vysokej magnetickej citlivosti vedie nestabilita v týchto suspenziách k aglomerácií častíc. Nedávne výskumy na IEF SAV v Košiciach (doc. RNDr. Peter Kopčanský, CSc., RNDr. Veronika Lacková, PhD., RNDr. Natália Tomašovičová, CSc.) sa zamerali na stabilizáciu nanočastíc novými postupmi, ktoré využívajú mesogénne dendróny na efektívnu hybridizáciu magnetických nanočastíc s maticou kvapalných kryštálov na modifikáciu ich elektro- a magneto-optických vlastností.

#### *Kolektívne usporiadanie magnetických nanočastíc v nematickom kvapalnom kryštáli*

Štúdium sa zaoberá vplyvom dendrimérom funkcionalizovaných magnetických nanočastíc CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> na štruktúru a magnetickú citlivosť koloidného systému na báze kvapalných kryštálov. Hoci sa úspešne dosiahla stabilná disperzia magnetických nanočastíc, pomocou metód

malouhlového rozptylu SAXS / SANS sa ukázalo, že v tomto systéme sa okrem monomerických častíc formujú aj agregáty, ktoré sú v nematickej fáze (pri izbovej teplote) orientované kolmo na dlhú os kvapalného kryštálu už aj v stave bez prítomnosti magnetického poľa. Zdá sa, že tieto koloidy prejavujú teplotnú citlivosť, kde prechod z izotropnej do nematickej fázy potenciálne vedie k tvorbe rôznorodých zhlukov. Tento výsledok je významný z hľadiska pochopenia procesov agregácie v spomínaných kompozitných materiáloch, čo je zatiaľ hlavnou prekážkou pre ich aplikácie. Objasnenie týchto procesov je významné pre prípravu stabilných kompozitov pre magneticky riadené zariadenia vhodné pre aplikácie v oblasti uchovávaní informácií.

#### *Transformátorové oleje*

Materiály reagujúce na vonkajšie stimuly, ktoré sa môžu samousporiadať v závislosti od prostredia boli sledované v experimente 9-10-1741 (Electric fields effect on structure of ferrofluids by neutron reflectometry). V tomto kontexte nanočastice (NP) ponúkajú jedinečné príležitosti, pretože môžu byť navrhnuté na mieru a je veľmi dôležité pochopiť mechanizmy na riadenie výsledných štruktúr, čo je kľúčové pre syntézu materiálov s kontrolovateľnými vlastnosťami. V prípade ferrofluidov (FF), suspenzií koloidných magnetických nanočastíc (MNP), môže reakcia MNP na vonkajšie magnetické pole viesť k rôznym štruktúram a agregátom MNP. Samousporiadanie MNP na rovinných rozhraniach z kvapalných disperzií pritiaхло osobitnú pozornosť, pretože prvá vrstva sa môže použiť ako vzor pre ďalšie nanášanie. Magnetické pole upravuje štruktúru MNP na rozhraní s pevnou látkou. Veľmi nedávno sa ukázalo, že elektrické polia, podobné magnetickým poliam, by mohli byť hnacou silou vyvolávajúcou samousporiadanie MNP na rozhraní. Pochopenie kolektívnych interakcií koloidných magnetických NP, ich samousporiadanie na povrchoch a vplyv vonkajších polí sú zaujímavé zo základného hľadiska aj pre aplikácie.

Pred niekoľkými rokmi SANS merania ukázali že MNP vo ferrofluidoch na báze transformátorov sa môžu agregovať pod vplyvom vonkajšieho elektrického poľa. Rovnaký typ častíc v transformátorovom oleji sa použil pri nedávnom skúmaní vplyvu vonkajších elektrických a magnetických polí na správanie FF pomocou neutrónovej reflektometrie v experimente CRG-2957 (Electric field driven changes of the structure in ferrofluids close to solid substrates). Cieľom týchto experimentov bolo teda pokračovanie predchádzajúcej práce a úplné vysvetlenie vplyvu elektrického poľa na samousporiadania častíc.

#### *Biologické materiály*

Materiály na báze železa, najmä nanokryštály magnetitu, našli uplatnenie v mnohých oblastiach. Nové výzvy sa zameriavajú na hlbšie pochopenie interakcií medzi magnetitom a biologickými makromolekulami pre vývoj ďalších aplikácií v diagnostických a liečebných metódach v medicíne. Inšpirovaní feritínom, experti z IEF SAV v Košiciach vyvinuli umelý materiál podobný feritínu, známy ako magnetoferitín, a sledovali štruktúrne vlastnosti vzoriek magnetoferitínu pripravených pomocou kontrolovanej *in vitro* fyzikálno-chemickej syntézy. Zvýšením obsahu železa a úpravou po syntéze sa pozorovali značné štruktúrne a veľkostné zmeny. Boli použité metódy SAXS/SANS, ultrafialovej a viditeľnej spektroskopie, dynamického rozptylu svetla, merania koloidnej stability, infračervenej spektroskopie. Prezentované výsledky prispeli k zvýšeniu účinnosti rôznych aplikácií magnetoferitínu podľa špecifických priemyselných požiadaviek.

Skupina z IEP SAS sa pod vedením MUDr. Andreyana Musatova, DrSc. (vedecký projekt VEGA 2/0094/21) dlhodobo venuje štúdiu vplyvu oxidačného stresu na štruktúrnú a funkčnú stabilitu biomakromolekúl. Je známe, že oxidačný stres môže negatívne ovplyvniť ich špecifické interakcie s prirodzenými väzobnými partnermi, ako sú „proteín-proteín“ alebo „proteín-fosfolipid“ interakcie. V tomto kontexte má významné postavenie práve cholesterol, ktorý má kľúčovú úlohu v štruktúrnej a funkčnej integrite bunkových membrán; a interakcia cholesterolu s proteínmi vrátane amyloidogénnych, môže zmeniť ich stabilitu a funkciu. Detailným štúdiom

bolo ukázané (RNDr., Ing. Katarína Šipošová, PhD.), že v závislosti od pomeru koncentrácie proteín:chobimalt, dochádza k výraznému ovplyvneniu časového priebehu formovania amyloidných fibríl, čo korešpondovalo aj s výslednou morfológiou tvorených amyloidných vlákien inzulínu [A5]. So stúpajúcou koncentráciou chobimaltu sa fibrily stávali viac pružnejšími, vlnitejšími, s tendenciou vytvárania kruhovitých zvitkov. Na základe získaných výsledkov predpokladáme, že odlišná morfológia vytvorených inzulínových fibríl je výsledkom postupnej väzby Chobimaltu na rôzne väzbové miesta v čiastočne rozbalenom inzulíne. Metódy malouhlového rozptylu neutrónov (SANS) a X-lúčov (SAXS) ukázali, že v prítomnosti inzulínových fibríl tvorených samostatne a v prítomnosti nízkej koncentrácie chobimaltu (1:0.05 a 1:0.1) dochádza k rozptylu na veľkých fibrilárnych útvaroch (*power-law behavior with  $I(q) \sim q^{-1.8}$* ). Postupným zvyšovaním koncentrácie Chobimaltu dochádzalo k morfologickej zmene fibríl, čo sa prejavilo aj zmenou „power-law behavior with  $I(q) \sim q^{-1}$ “. Pri vysokých koncentráciách Chobimaltu bol detegovaný hlavne rozptyl na micelárnych útvaroch Chobimaltu, ktoré prekryli signál pochádzajúci z fibríl [A5]. V širokom koncentračnom rozsahu boli rozptylovými metódami študované aj samotné micelárne útvary detergentu Chobimaltu, ktoré preukázali formovanie sférických až mierne elipsových útvarov. Na základe získaných údajov bolo určené agregáčné číslo, ktoré je v rozsahu 200-300 a k tvorbe miciel dochádza v koncentrácii 2.5-3  $\mu\text{M}$ , pričom sa ukázalo, že pH nemá vplyv na morfológiu tvorených micelárnych útvarov [A6]. Získané údaje taktiež odhalili, že veľkosť miciel nie je ovplyvnená koncentráciou Chobimaltu.

## Ciele na rok 2024

Po modernizácii infraštruktúry ILL a úspešnom obnovení programu používateľov neutrónových spektrometrov je plánované prejsť k práci reaktora rozdelenej na 3 cykly v roku.

### **OPERATING REACTOR SCHEDULE FOR THE USER PROGRAMME**

Year				Operating days	
2024			POLAR CRANE	110	
2025	POLAR CRANE			CRANE C	160
2026		CRANE C			160
2027					160/170
2028					160/170
2029					160/170
2030					160/170

THE EUROPEAN NEUTRON SOURCE



5

### Liečivá a farmaceutické aplikácie

V problematike štúdia pľúcneho surfaktantu je cieľom upresniť lokalizáciu liečiva, kortikosteroidu budesonid v lipidovej dvojvrstve. S týmto zámerom bol podaný návrh na experiment na spektrometri D16. Na projekt bol pridelený merací čas v prvom polroku 2024 (6 dní). Ďalší výskum bude orientovaný na štúdium interakcií lipidových dvojvrstiev s molekulami antivirových v súlade so zámerom grantovo podporených projektov riešených na FaF UK.

### *Magnetické nanočastice pre biomedicínske aplikácie*

V roku 2024 je plánované bližšie sa zamerať na štúdium vnútornej štruktúry pripravených funkcionalizovaných nanočastíc metódami rozptylu neutrónov pod malými uhlami (SANS). V budúcich experimentoch sa plánujú využiť nanočastice s ďalšími modifikáciami povrchu ako aj variácie v pH prostredia, čo môže zvýšiť afinitu RNA molekúl k povrchu nanočastíc.

### *Kolektívne usporiadanie magnetických nanočastíc v nematickom kvapalnom kryštáli*

Plánovaný je návrh na experiment, ktorý v prípade pridelenia riadneho meracieho času prispeje významným spôsobom k objasneniu a detailnejšiemu pozorovaniu vplyvu odlišného postupu prípravy vzoriek. V súčasnej štúdií boli vzorky naplnené do kyviet v nematickej fáze pri izbovej teplote. V budúcnosti plánujeme pripraviť vzorky, ktoré budú naplnené v izotropnej fáze a následne rýchlo schladené, s cieľom porovnania prítomnosti agregátov. Z tohto dôvodu, sú ďalšie experimentálne štúdie nevyhnutné na lepšie pochopenie toho, ako rôzne podmienky naplňania experimentálnych kyviet ovplyvňujú správanie týchto hybridných systémov.

### *Biologické materiály*

V rámci dlhodobého výskumu syntézy nanočastíc na báze  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  boli pripravené častice typu „jadro-obal“, pozostávajúce z magnetitového  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  jadra, ktoré bolo obalené rôznou vrstvou redox aktívnych  $\text{CeO}_2$ . Pre tieto častice bol pozorovaný výrazný vplyv na procesy amyloidnej agregácie, avšak bez popísania presného mechanizmu účinku. Rozptylovými metódami sa plánuje študovať morfológiu nanočastíc typu jadro-obal, ale aj ich interakciu s proteínmi a proteínovými amyloidnými fibrilami. Pre tieto merania bol pridelený merací čas v rámci CERIC-ERIC podpory a štúdium bude doplnené aj o experimenty v ILL; hlavne na zariadeniach D11 a D33.

### *Anomálny priebeh nízko-teplotnej vodivosti v sklách typu As-S*

Na koniec roka 2024 bol naplánovaný experiment na spektrometri D4 v ILL. Cieľom tohto projektu je overiť predpoklad, že univerzálne anomálne nízko-teplotné vlastnosti skiel môžu mať pôvod v rôznych typoch nanoklastrov, prítomných v amorfnej matici As-S. V závislosti od zloženia vzorky je možné meniť zastúpenie jednotlivých nanoklastrov charakterizovaných rôznymi veľkosťami, topológiou a množstvom bodov napojenia na amorfnú maticu. Pre štúdium boli vybrané ako limitný prípad pre indikáciu dominantného nanoklastra, vzorka bohatá na síru (As29S71) a vzorka bohatá na arzén (As50S50). In-situ experimenty s rozptylom neutrónov pri nízkej teplote (5-30 K), pokrývajúce rozsah  $q$  až do  $q_{\max} = 22,5 \text{ 1/\AA}$ , sa uskutočnili na prístroji D4. Tepelne indukované zmeny v lokálnej atómovej štruktúre budú sledované pomocou párovej distribučnej funkcie (PDF). Štruktúra skiel As-S pri rôznych teplotách bude modelovaná pomocou techniky Reverznej Monte Carlo (RMC) simulácie. Očakáva sa, že to poskytne vysvetlenie štruktúrneho pôvodu pozorovaných anomálnych nízko-teplotných vlastností skiel As-S.

## **Publikačné výstupy:**

### **A. Publikácie výsledkov v medzinárodných odborných časopisoch**

1. Ivankov O., Kondela T., Dushanov E., Ermakova E., Murugova T., Soloviov D., Kuklin A., Kučerka N.; Cholesterol and melatonin regulated membrane fluidity does not affect membrane's breakage triggered by amyloid-beta peptide. *Biophysical Chemistry* 298 (2023) 107023:1-8.
2. Fandrei F., Havrišák T., Opálka L., Engberg O., Smith A.A., Pullmannová P., Kučerka N., Ondrejčková V., Demé B., Nováková L., Steinhart M., Vávrová K., Huster D.; The Intriguing Molecular Dynamics of Cer[EOS] in Rigid Skin Barrier Lipid Layers Requires Improvement of the Model. *Journal of Lipid Research* 64/5 (2023) 100356:1-17.
3. V. Lackova, M. A. Schroer, M. Hahsler, K. Zakutanska, S. Behrens, P. Kopcansky, N. Tomasovicova, The collective ordering of magnetic nanoparticles in a nematic liquid crystal, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 2023, available online, doi.org/10.1016/j.jmmm.2023.171616.
4. Balejčíková, L.; Zolochovská, K.; Tomasovicova, N.; Nagornyi, A.; Tomchuk, O.; Petrenko, V.I.; Garamus, V.M.; Almásy, L.; Timko, M.; Kopcansky, P. Variations in the Structural and Colloidal Stability of Magnetoferritin under the Impact of Technological Process Modulations. *Crystals* 2023, 13, 1493. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/cryst13101493>.
5. K.Siposova, V.I.Petrenko, I.Garcarova, D.Sedlakova, L.Almásy, O.A.Kyzyma, M.Kriechbaum, A.Musatov. The intriguing dose-dependent effect of selected amphiphilic compounds on insulin amyloid aggregation: Focus on a cholesterol-based detergent, Chobimalt. *Front. Mol. Biosci.* (2022) 9:955282. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.955282>.
6. O.P.Artykulnyi, K.Siposova, M.Kriechbaum, A.Musatov, L.Almásy, V.Petrenko. Micelle formation in aqueous solutions of the cholesterol-based detergent chobimalt studied by small-angle scattering. *Molecules* 28(4) (2023) 1811. <https://doi.org/10.3390/molecules28041811>.

### **B. Práce vydané vo forme preprintov a v nekarentovaných časopisoch**

1. Uhríková D.: Phospholipid bilayers of pulmonary surfactant: the effect of lipopolysaccharide and Polymyxin B - continuation. ILL experimental report 2023.
2. Búcsi A., Čelková A., Klacsová M., Martínez J.C., Uhríková D.: Interaction of boceprevir with model membranes. 21st Conference of Czech and Slovak Physicists Proceedings, September 4 – 7, 2023, Bratislava, Slovakia, p. 65-66, ISBN 978-80-89855-21-6.

### **C. Práce prezentované na rôznych medzinárodných konferenciách**

1. Čelková A., Búcsi A., Klacsová M., Martínez J.C., Uhríková D.: Effect of boceprevir on the lipid mesophases. 12th International Conference Structure and Stability of Biomacromolecules, SSB2023, September 5 – 7, 2023, Košice, Slovakia. Book of

- Contributions, p. 66-67, ISBN: 978-80-89656-26-4 (poster).
2. Keshavarzi A., Shirazi A.A., Klacsová M., Martínez J.C, Uhríková D.: Effect of remdesivir on the exogenous pulmonary surfactant. 12th International Conference Structure and Stability of Biomacromolecules, SSB2023, September 5 – 7, 2023, Košice, Slovakia. Book of Contributions, p. 81-82, ISBN: 978-80-89656-26-4 (poster).
  3. Shirazi A.A., Královič N., Keshavarzi A., Klacsová, M., Martínez J.C., Uhríková D.: Effect of Polymyxin B on the pulmonary surfactant bilayer. 12th International Conference Structure and Stability of Biomacromolecules, SSB2023, September 5 – 7, 2023, Košice, Slovakia. Book of Contributions, p. 96-97, ISBN: 978-80-89656-26-4 (poster).
  4. P. Hrubovčák, A. Zelenáková, P. Gutfreund, N. Paracini. Investigation of interactions between magnetic nanoparticles and model cell membranes. ICPAMS 15, Sharm-el-Sheikh, Egypt, November 19.-26. 2023.
  5. P. Kopcansky: Neutrons- useful tool for structural study of magnetic nanoparticles in magnetic fluids and their composites. ICMF, Granada, Spain: Jún 12-16, 2023, prednáška.
  6. V. Lackova: The collective ordering of the magnetic nanoparticles and their influence on the liquid crystal matrix. ICMF, Granada, Spain: Jún 12-16, 2023, prednáška.
  7. Maksym Karpets Characterization and structural studies of magnetic fluids / <http://scyr.kpi.fei.tuke.sk/?fbclid=IwAR3aXIygCem7CQW85pk9Vb8jUclmY1tDwdnwpJoVvIBPFA-4K7Xppx4s1Gs...> - 2023. In: 23rd Scientific Conference of Young Researchers : proceedings from conference. - Košice (Slovensko) : Technická univerzita v Košiciach s. 154-155 . - ISBN 978-80-553-4377-8.

#### **D. Práce prijaté resp. zaslané do medzinárodných odborných časopisov**

1. Královič-Kanjaková N., Hubčík L., Shirazi A.A., Klacsová M., Keshavarzi A., Martínez J.C., Combet S., Teixeira J., Uhríková D.: Polymyxin B – enriched exogenous lung surfactant: thermodynamics and structure. *Langmuir*.
2. Čelková A., Búcsi A., Klacsová M., Fazekas T., Martínez J.C., Uhríková D.: Oseltamivir phosphate interaction with model membranes. *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*.

#### **E. Učebnice a monografie**

1. P. Kopcansky, L. Balejčikova, M. Molcan, O. Strbak, I. Safarik, E. Baldikova, J. Prochazkova, R. Angelova, K. Z. Pospiskova, M. Rajnak, K. Paulovicova, M. Karpets, M. Timko, N. Tomasovicova, K. Zakutanska, V. Lackova, P. Bury; Magnetic Nanoparticles Change the Properties of Traditional Materials and Open up New Application Possibilities, (2023) *Material Aspects of Ferrofluids*, pp. 214-249., DOI: 10.1201/9781003274247-11, Book Chapter
2. Dielectric and Magnetic Properties of Nanofluids / Milan Timko ... [et al.] Spôsob prístupu: <https://doi.org/10.1039/9781839166457-00301...> - 2023. In: *Fundamentals and Transport Properties of Nanofluids*. - Londýn (Veľká Británia) : The Royal Society of Chemistry s. 301-313 . - ISBN 978-1-83916-419-4 [TIMKO, Milan - KOPČANSKÝ, Peter - RAJŇÁK, Michal - KARPETS, Maksym - PAULOVIČOVÁ, Katarína - KOVALCHUK, O.V. - BULAVIN, Leonid A.] Book Chapter



## **F. Organizácia konferencií a editovanie zborníkov**

## **G. Obhájené vedecké práce**

1. Fejerčák M.: Research and development of new thermoelectric materials. Dissertation thesis, PF UPJŠ v Košiciach, 2023, Školitelia: doc. Ing. Karel Saksl, DrSc (FMMR TUKE) a Dr. Michael Marek Koza (ILL).
2. Karpets M.: Impact of magnetic and electric field on structure of magnetic fluids / Vplyv magnetického a elektrického poľa na štruktúru magnetických kvapalín. PhD thesis, Technická Univerzita Košice, 2023, Školiteľ: RNDr Milan Timko CSc (UEF SAV vvi).

### **Správu vypracoval:**



**Mgr. Norbert Kučerka, DrSc.  
Akademický garant SR v konzorciu CENI  
KFChL FaFUK v Bratislave**