



FZU

Fyzikální ústav
Akademie věd
České republiky

Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2023

Zpracovatel:

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
IČO: 68378271

Sídlo:

Na Slovance 1999/2 182 00 Praha 8
tel.: (+420) 266 052 110
fax.: (+420) 266 052 255
e-mail: secretary@fzu.cz
www.fzu.cz

Zřizovatel:

Akademie věd ČR

Radou pracoviště se souhlasem projednáno dne 24. 6. 2024
Dozorčí radou pracoviště schváleno dne 25. 6. 2024
V Praze dne 25. 6. 2024

Úvodní slovo



Na přelomu let 2022 a 2023 byly naše vyhlídky dosti černé. Ceny energií narostly do nevídaných výšin, v zemi vládla dvouciferná inflace, rozpočet Akademie věd ČR (AV ČR) na rok 2023 se ve srovnání s rokem 2022 efektivně snížil. Stáli jsme před rozhodnutím, zda ušetřit tím, že neprodloužíme některé pracovní poměry zaměstnanců Fyzikálního ústavu AV ČR (FZÚ), anebo zda budeme solidární a pokusíme se ušetřit na mzdách plošně, ovšem za cenu jejich nezvyšování a za cenu významného snížení objemu odměn. Ve shodě s odborovou organizací FZÚ jsme se rozhodli jít druhou cestou a při zpětném ohlédnutí se zdá, že šlo o správné rozhodnutí. Kritický rok 2023 se nám podařilo překlenout a vyhlídky do roku 2024 jsou již opět mnohem optimističtější.

Co nás mohlo na začátku roku 2023 těšit, byla výborně zvládnutá a hladce provedená transformace laserového centra ELI Beamlines – původně sekce 9 FZÚ. Od 1. 1. 2023 ELI Beamlines zmizelo z organizační struktury FZÚ a stalo se součástí evropského výzkumného konsorcia ELI ERIC. Převeden byl i majetek ELI Beamlines včetně budov a pozemků. Stalo se tak něco, k čemu jsme společně více než deset let směřovali. Sám jsem hrdý na to, že FZÚ mohl poskytnout nenahraditelnou službu při vzniku této špičkové evropské infrastruktury. Po oddělení ELI Beamlines se FZÚ samozřejmě scvrkl, z více než 1200 FTE (FTE = full-time equivalent, přepočtený úvazek) měl FZÚ na začátku roku 2023 necelých 900 FTE. I tak FZÚ zůstává výrazně největším ústavem celé AV ČR.

Úsporná opatření měla samozřejmě též dopad na celkové průměrné mzdy za rok 2023. Oproti stavu v roce 2022 došlo ve většině kvalifikačních stupňů v roce 2023 dokonce k poklesu průměrné mzdy, typicky o několik procent. Část tohoto poklesu ovšem vychází z toho, že opět ve většině kategorií měli kolegové z ELI mzdy nad průměrem a po jejich odchodu tak průměr o trochu poklesl.

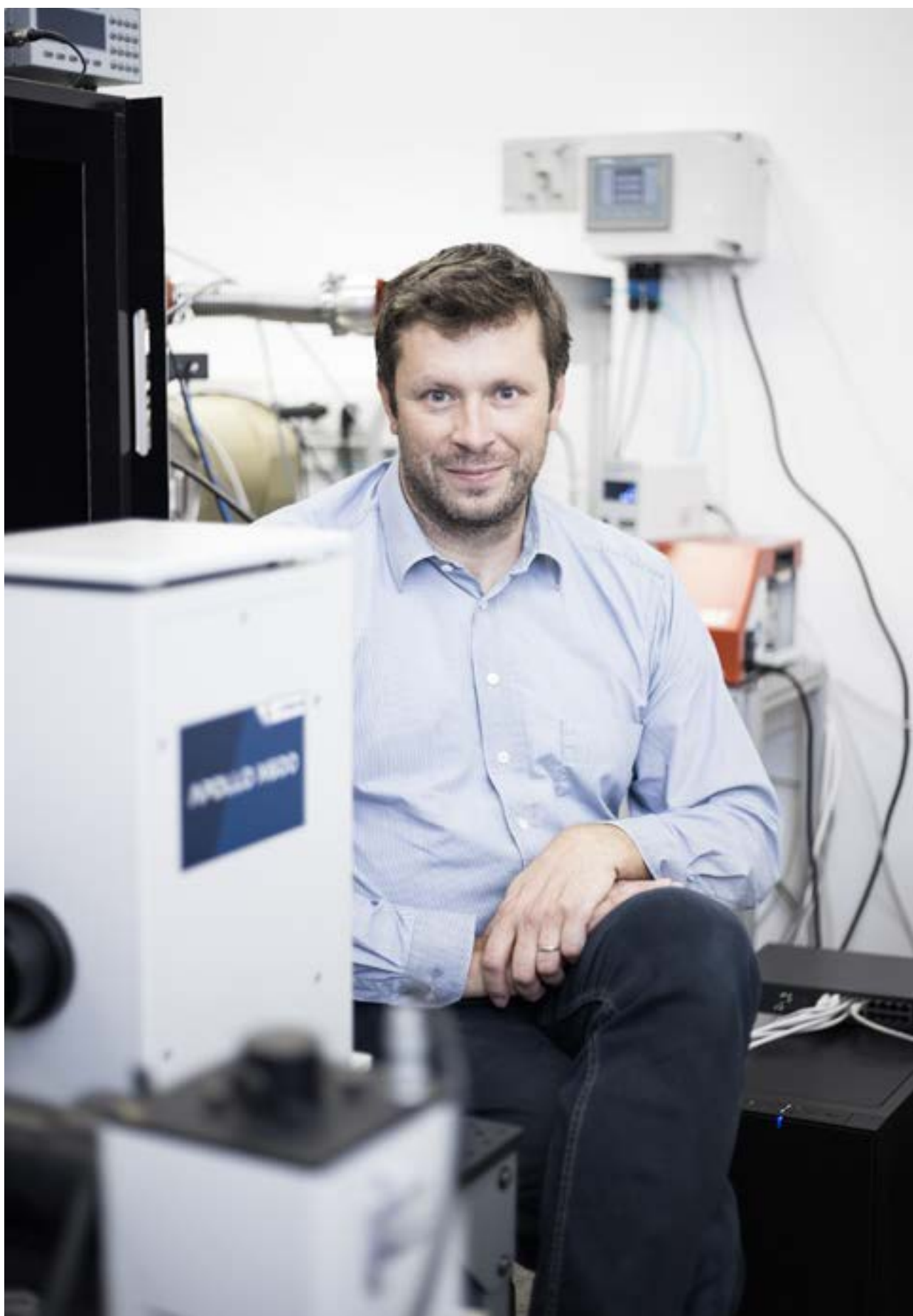
Zajímavý je trend ve složení zaměstnanců. Již několik let jako doktorandi i postdoktorandi přicházejí

primárně kolegyně a kolegové ze zahraničí, a zejména v těchto kategoriích tak podíl zahraničních zaměstnanců rychle stoupá. V roce 2023 ve FZÚ působilo již 54 % doktorandů a 52 % postdoktorandů ze zahraničí. I zde je třeba podotknout, že v ELI byl v těchto kategoriích podíl zahraničních kolegyní a kolegů ještě výraznější, takže i zde je statistika poněkud zkreslena transformací a odchodem ELI Beamlines z FZÚ.

I přes nepříznivý výchozí stav se podařilo v roce 2023 dotáhnout některé pro FZÚ důležité projekty a procesy. V roce 2023 skončily poslední projekty v předchozím operačním programu OP VVV (Operační program Věda, výzkum a vzdělávání), včetně projektu SOLID21, na jehož konci má FZÚ špičkově vybavenou novou budovu, která nyní již plnohodnotně žije vynikající vědeckou aktivitou, a FZÚ tak získal řadu mimořádně kvalitních laboratoří. Jako skvělý se ukázal velký přednáškový sál, který jsme v závěru našich oslav 70 let FZÚ, o kterých píšu níže, pojmenovali po profesorce Adéle Kochanovské a který využíváme k organizaci mnoha setkání, workshopů a konferencí, a to nejen pro FZÚ, ale jsme schopni pomoci a sál nabídnout i našim partnerským organizacím.

V listopadu roku 2023 velmi úspěšně skončil také veliký projekt HiLASE Centre of Excellence, v němž byly kombinovány zdroje z evropského programu Teaming a zdroje z OP VVV. Jsem přesvědčen, že hlavní cíl tohoto projektu se podařilo bezezbytku naplnit. Za pomoci velmi pokročilého partnera, což zde bylo britské CLF – Central Laser Facility, jako součást STFC (Science and Technology Facilities Council), se povedlo v rámci HiLASE vytvořit nejen špičkové a unikátní lasery, ale i celému centru napomoci, aby se probouvalo mezi vedoucí organizace v oboru v rámci celé Evropy.

Dále bych chtěl vypíchnout i úspěšný rozjezd inovačního centra Brain for Industry – B4I, včetně dokončení a otevření nové budovy v Dolních Břežanech. Provoz inovačního centra je pro FZÚ zcela novou aktivitou a dlouhodobým závazkem, ale mám za to, že spo-





lupráce převážně s malými a středními firmami v regionu je pro nás již nyní radostí a ve spojení s nástroji Evropského digitálního inovačního hubu (EDIH) půjde o oboustranně výhodnou a úspěšnou spolupráci.

Z nových projektů, které jsme v roce 2023 zahájili, stojí na jedné z čelních pozic projekt P4F (Physics for Future) ve výzvě MSCA (Marie-Sklodowska Curie Actions) COFUND. V průběhu realizace projektu přijmeme dvakrát 30 špičkových postdoků, kterým budeme vyplácet mzdy na evropské úrovni. V roce 2023 se nám sešlo necelých 120 přihlášek do programu, z nichž komise zahraničních expertů postupně začaly vybírat třicítku nejlepších. Postdokové k nám do FZÚ nastoupí od dubna 2024 do ledna 2025.

Mimořádným úspěchem roku 2023 ve FZÚ je pak i zisk již druhého(!) ERC Advanced projektu pro profesora Tomáše Jungwirtha. Projekt s rozpočtem 2,5 milionu eur napomůže dalšímu rozvoji spintroniky ve FZÚ a potvrzuje tak mimořádné postavení Tomáše Jungwirtha v tomto oboru na světové scéně.

V druhé polovině roku 2023 jsme se pak důkladně věnovali i výročí 70 let vzniku FZÚ. Ústav byl formálně založen k 1. 1. 1954, což je poněkud nepraktické datum, takže zlatým hřebem bylo společenské setkání v Rudolfinu 24. 11., kterému předcházela série historických přednášek o vývoji jednotlivých vědeckých sekcí i celého ústavu. Krásné fotografie z těchto setkání najdete zde ve výroční zprávě. Též bych rád doporučil vynikající seriál o historii FZÚ, který připravuje profesor Jan Valenta a který vychází v Československém časopise pro fyziku.

V druhé polovině roku pak přišly klíčové dobré zprávy pro rok 2024 a pro další rozvoj FZÚ. Byl potvrzen prorůstový rozpočet AV ČR, který vzrostl meziročně asi o 7 % a většina tohoto navýšení byla promítnuta do přidělů jednotlivých ústavů. První výsledky největší výzvy OP JAK (Jan Amos Komenský) „Špičkový výzkum“ byly vyhlášeny v srpnu a zbylé výsledky pak na začátku listopadu. FZÚ byl v této výzvě nanejvýš úspěšný.

Ze tří projektů, které podával přímo FZÚ, byly financovány všechny tři – FORTE zaměřený na částicovou a astročásticovou fyziku, TERAFIT zaměřený na fyziku pevných látek a SENDISO zaměřený na senzory a detektory. Z dalších projektů, kde byl FZÚ v roli partnera, byly financovány další tři – LASAPP zaměřený na laserové technologie a jejich aplikace (pod vedením Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR), FERRMION zaměřený na feroelektrika (pod vedením Ústavu termomechaniky AV ČR) a AMULET zaměřený na multiškálové materiály (pod vedení Ústavu fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského AV ČR). V projektech LASAPP a FERRMION je přitom podíl FZÚ skutečně zásadní. Celkem tak FZÚ získá pro svůj rozvoj v rámci těchto projektů do roku 2028 včetně přes 1,2 miliardy korun, z toho asi 40 % v investičních prostředcích. Potvrdilo se tak, že i pro následující roky jsou pro nás prostředky z operačních programů naprosto zásadní. Z hlediska investic do přístrojového vybavení jsou pak tyto finance motorem, který nás přibližuje špičkové úrovni. Bez nich bychom v lepším případě stagnovali, či se spíše propadali. O to kritičtější pak pro nás bude situace po

roce 2028, kdy OP JAK skončí a z nového operačního programu již základní výzkum nebude financovatelný. Z tohoto hlediska je pro nás zásadní čím dál výraznější a důraznější orientace na evropské projekty.

Bohužel se zatím nepodařilo rozhybat stavbu nové pasivní budovy v areálu FZÚ Slovanka, která by vyřešila tísnivé podmínky mnoha i seniorních vědců i naší administrativy. Ministerstvo životního prostředí sice opakovaně slibovalo dotační výzvu dedikovanou pro výzkumné organizace, bohužel zůstalo jen u slibů, které se postupně posunuly až do poloviny roku 2025. Snad budu mít v tomto ohledu příznivější a konkrétnější zprávy za rok.

Mohu shrnout, že i přes naše počáteční obavy a objektivní nesnáze se nám podařilo se s výzvami roku 2023 vypořádat se ctí a závěr roku 2023 přinesl mnohem pozitivnější vyhlídky, než jsme doufali. Jsem nyní pevně přesvědčen, že FZÚ i v těžkém roce 2023 kráčet slušně velkými kroky vpřed po cestě, na jejímž konci je špičková, otevřená a mezinárodně propojená instituce na evropské úrovni. Moc děkuji všem zaměstnankyním a zaměstnancům FZÚ, že na této cestě společnými silami a v dobrém vzájemném souladu pomáhají naši instituci posouvat vpřed!

V Praze dne 26. 5. 2024

Michael Prouza
ředitel FZÚ

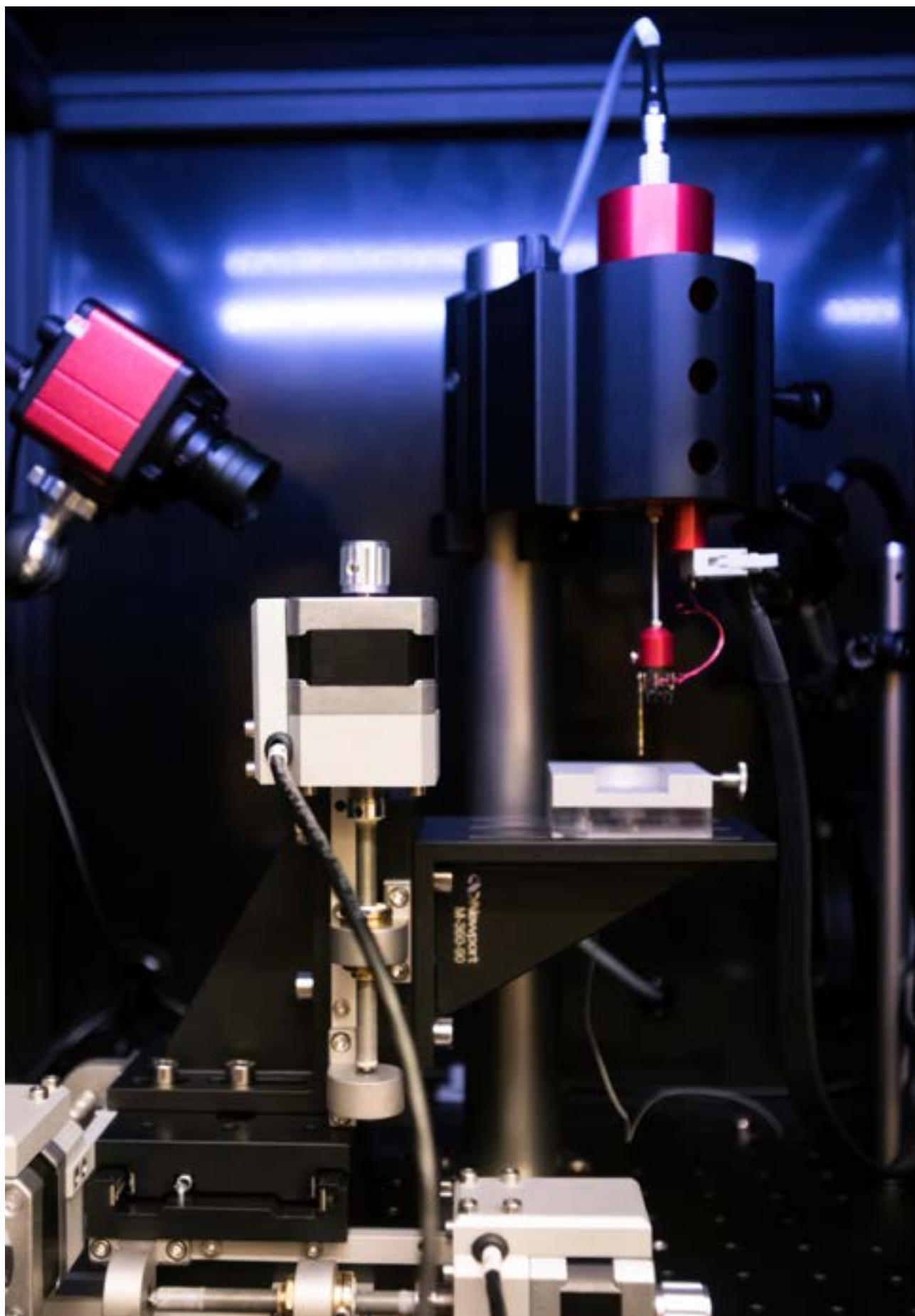
Obsah

	Úvodní slovo	1
4	1 Přehled vybraných ukazatelů FZÚ v roce 2023	13
	1.1 Struktura ústavu	14
	1.2 Stručně o FZÚ	16
	1.3 Fyzikální ústav slaví 70 let své existence	18
	1.4 Základní personální údaje	24
	1.5 Nejvýznamnější výsledky vědecké činnosti FZÚ za rok 2023	30
	1.6 Ocenění a úspěchy zaměstnanců	33
	1.7 Významné vědecké akce	38
	1.7.1 Akce s mezinárodní účastí	38
	1.7.2 Dvořáková přednáška v podání Marko Topiče	40
	1.8 Publikační činnost	44
	1.9 Projekty	45
	2 Výzkumná činnost	47
	Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2023	48
	2.1 Sekce fyziky elementárních částic v roce 2023	50
	Oddělení astročásticové fyziky	52
	Oddělení experimentální fyziky částic	53
	Oddělení teorie elementárních částic	55
	Oddělení vývoje detektorů a zpracování dat	56
	Oddělení kosmologie a gravitační fyziky	57



2.2	Sekce fyziky kondenzovaných látek	58
	Oddělení magnetických měření a materiálů	61
	Oddělení dielektrik	62
	Oddělení Materiálové analýzy	63
	Oddělení funkčních materiálů	65
	Oddělení teorie kondenzovaných látek	66
	Oddělení chemie	67
2.3	Sekce fyziky pevných látek	68
	Oddělení povrchů a molekulárních struktur	70
	Oddělení polovodičů	71
	Oddělení spintroniky a nanoelektroniky	72
	Oddělení strukturní analýzy	73
	Oddělení magnetik a supravodičů	75
	Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur	77
2.4	Sekce optiky	80
	Oddělení optických a biofyzikálních systémů	82
	Oddělení nízkoteplotního plazmatu	88
	Oddělení analýzy funkčních materiálů	89
2.5	Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE v roce 2023	92
	Vývoj pokročilých laserů	94
	Oddělení průmyslových aplikací laserů	95
	Oddělení vědeckých aplikací laserů	97
	Oddělení radiační a chemické fyziky (Centrum PALS)	99
3	Spolupráce	101
3.1	Spolupráce s vysokými školami	102
3.2	Výuka studentů	106
3.2.1	Uzavřené dílčí dohody o spolupráci s VŠ při uskutečňování DSP	106
3.2.2	Výchova postgraduálních studentů	106
3.2.3	Výchova pregraduálních studentů	106
3.2.4	Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti zaměstnanců pracoviště	106
3.2.5	Pedagogická činnost zaměstnanců pracoviště	107
3.2.6	Vzdělávání středoškolské mládeže	107

3.3	Mezinárodní spolupráce FZÚ	108
3.4	Popularizace vědy	112
3.4.1	Mediální prezentace	112
3.4.2	Popularizace vědy pro studující, vyučující i širokou veřejnost	113
4	Orgány FZÚ	125
4.1	Ředitel a vedení ústavu	126
4.2	Rada pracoviště	127
4.2.1	Složení rady pracoviště	127
4.2.2	Zasedání Rady FZÚ AV ČR	128
4.3	Dozorčí rada pracoviště	129
4.4	Mezinárodní poradní sbor	131
5	Další informace	133
5.1	Předpokládaný vývoj pracoviště*	134
5.2	Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů*	135
5.3	Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí*	136
5.4	Poskytování informací za období od 1. 1. – 31. 12. 2023**	137
5.5	Informace o změnách zřizovací listiny	138
6	Ekonomická část	141
6.1	Rozvaha	142
6.2	Výkaz zisku a ztráty	146
6.3	Příloha k účetní závěrce v plném rozsahu k 31. 12. 2023	148
7	Zpráva auditora	161
7.1	Zpráva nezávislého auditora pro Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.	162





Konference Senátu Parlamentu České republiky připomněla 25. února výročí 60 let existence Evropské jižní observatoře a zapojení České republiky jako první členské země ze střední a východní Evropy do této instituce. Setkání proběhlo za účasti generálního ředitele observatoře profesora Xaviera Barconse. Podíl českých vědců na plánované observatoři Cherenkov



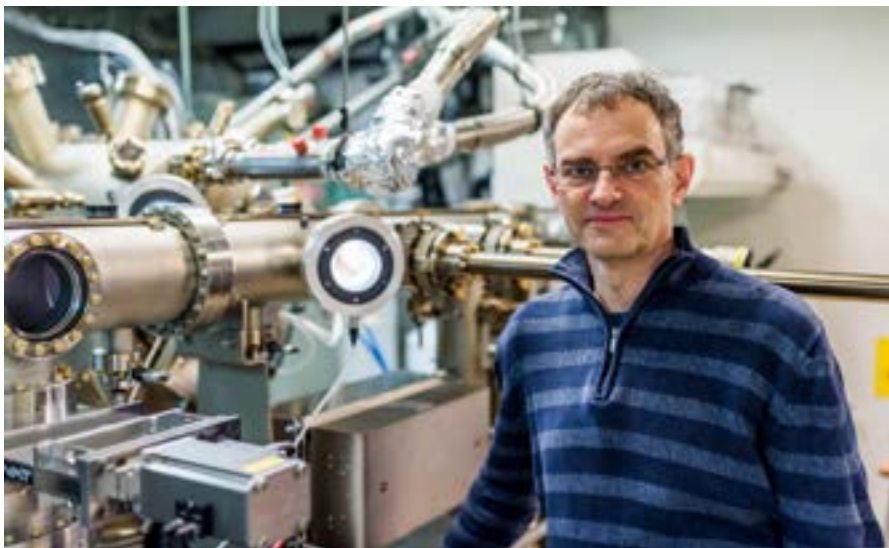
Telescope Array (CTA) umístěné v blízkosti Paranal v Chile prezentoval Dušan Mandát. Česká skupina byla již od samotného počátku projektu CTA zapojena do aktivit hledání ideální lokace budoucí CTA observatoře, kde bude studovat kvalitu atmosféry pomocí vlastních zařízení, čímž přispěje ke zpřesnění simulací a budoucí analýzy dat z teleskopů CTA.

8



Renomovaný fyzik Luca Volpe přednášel ve FZÚ o nejnovějších objevech v oblasti jaderné fúze s lasery a souvisejících vědních oborech. Přednáška s názvem Od nedávného průlomu v centru NIF (National Ignition Facility neboli Národním zážehovém zařízení) k nové evropské cestě pro jadernou fúzi s laserem v EU se věnovala průlomu v NIF, ke kterému došlo 5. prosince 2022. Během tzv. National Ignition Campaign dosáhli vědci celkového energetického zisku 3 MJ, což představuje významný milník pro komunitu zabývající se laserovou fúzí.

Získat grant Evropské výzkumné rady se daří přibližně jednomu procentu vědců v Evropě, avšak profesor Tomáš Jungwirth obstál ve velké konkurenci již podruhé. S projektem Altermagnetismus a spintronika bez magnetizace a relativity se mu po dvanácti letech podařilo opět uspět v kategorii ERC Advanced Grant a získat nejvyšší možnou podporu ve výši 2,5 milionu eur. Úspěšnost podaných žádostí u tohoto typu grantů byla přitom v roce 2022 pouhých 13,2 %.



Přesně 341 dní od poklepání na základní kámen se 12. července otevřely dveře nové budovy inovačního centra Brain4Industry v Dolních Břežanech. Slavnostní přestřižení pásky proběhlo za účasti ředitele Fyzikálního ústavu AV ČR Michaela Prouzy, předsedkyně Akademie věd ČR Evy Zažímalové a dalších významných hostů. Nové centrum vybavené nejmodernějšími technologiemi zejména z oblasti 3D tisku vzniklo v těsné blízkosti laserových center HiLASE a ELI Beamlines, postavených Fyzikálním ústavem v Dolních Břežanech téměř před deseti lety.



Profesor Chien-Cheng Kuo a skupina 14 nadaných studentů z Národní tchajwanské univerzity podnikli cestu do Fyzikálního ústavu. Hlavní motivací pro zařazení návštěvy do programu bylo poskytnout studentům obohacující kontakt se špičkovým fyzikálním výzkumem nad rámec toho, co se učí ve třídě. „Zkušenosti s reálnými aplikacemi a výzkumnými procesy studentům pomáhají překlenout propast mezi teorií a praxí. Akademie věd České republiky se svou pověstí průkopníka výzkumu byla pro takovou zkušenost přirozenou volbou,“ uvedl profesor Chien-Cheng Kuo.

Ve srovnání s předchozím rokem došlo ve výzvě MSCA PF 2022 k překvapivému vývoji, zatímco počet žádostí podaných do evropské soutěže poklesl, rozpočet pro tuto výzvu narostl o 15 milionů eur oproti roku 2021 na celkových 257 milionů eur. Fyzikální ústav uspěl ve čtyřech případech a propracoval se tak v konkurenci 171 předložených žádostí mezi úspěšných 15 projektů českých institucí. Ty zahrnovaly 11 European Postdoctoral Fellowships (FZÚ se tak podařilo získat tři) a čtyři Global Postdoctoral Fellowships. Celková úspěšnost českých institucí se téměř zdvojnásobila oproti předcházejícímu roku (z 6,67 % na 11,4 %).

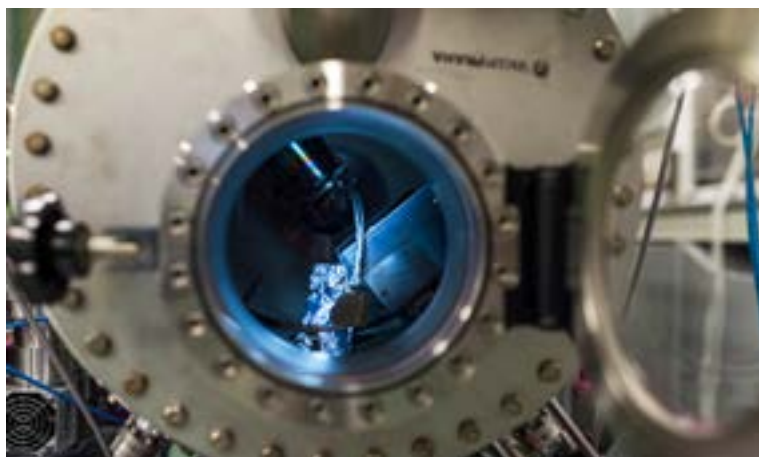


Foto: Profimedia



Areal v Cukrovarnické oslavil 22. září 2023 sto let od založení. Komplex několika budov bývalého Výzkumného ústavu československého průmyslu cukrovarnického navrhl významný český architekt a pedagog Antonín Mendl a vystavěla ho firma stavitele Josefa Záruby-Pfeffermanna. Zaměstnanci si dějiny budov připomněli historickou přednáškou Vladimíra Míky.



Fyzička pevných látek Helena Reichlová založila od 1. října 2023 ve Fyzikálním ústavu centrum Dioscuri pro spintronicu a magnoniku. Na české straně je centrum součástí oddělení spintroniky a nanoelektroniky, které patří mezi přední mezinárodní vědecká pracoviště v oboru antiferomagnetické a altermagnetické spintroniky, a na německé straně je centrum podporováno profesorem Sebastianem T. B. Goennenweinem, světově uznávaným odborníkem v oboru spintronicy a magnoniky.

Dne 14. září pořádal Fyzikální ústav za účasti více než 130 hostů zahajovací setkání projektu Physics for Future. Ústředním posláním projektu, spolufinancovaného z Marie Skłodowska-Curie COFUND, je nábor 60 výjimečně talentovaných postdoktorandů. Předsedkyně Akademie věd ČR profesorka Eva Zažímalová vyzdvihla nepopíratelný význam projektu Physics for Future pro českou vědu i světovou fyzikální komunitu. „Jsem přesvědčena, že tento projekt vytvoří pevné základy pro budoucnost. Výraz ‚pevný‘ používám nejen metaforicky, ale i v doslovném významu, neboť se scházíme v budově, která se jmenuje SOLID,“ uvedla Zažímalová.

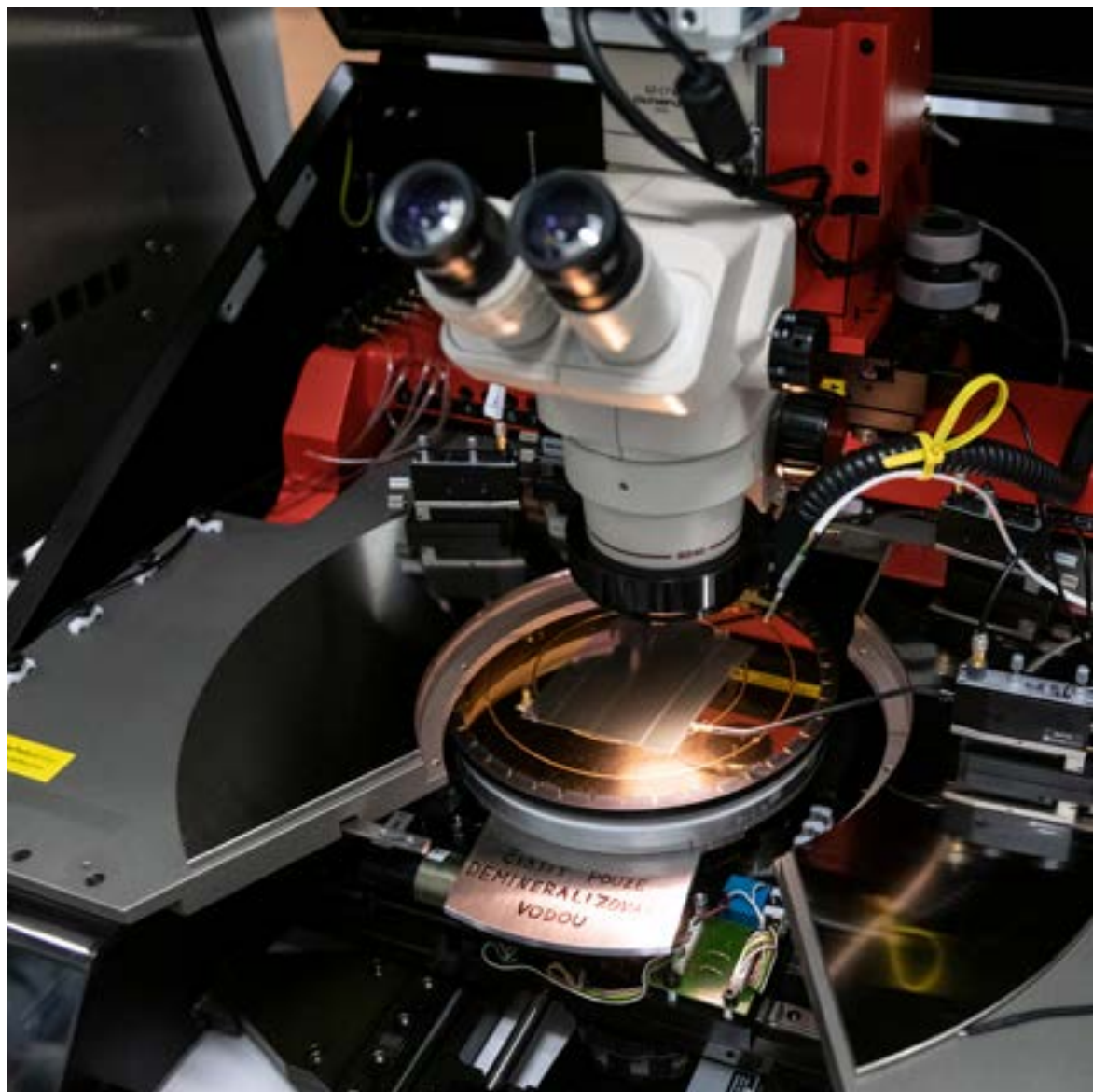




Společnost Maxe Plancka oznámila rovněž financování druhého česko-německého Dioscuri centra ve Fyzikálním ústavu. Jeho budoucí vedoucí Barbora Špačková se zaměří na vývoj nových technologií otevírajících pohled do biologického nanovesmíru. Centrum zahájí činnost v létě 2024. Program Dioscuri iniciovala Společnost Maxe Plancka a obě centra budou financována částkou až 1,5 milionu eur po dobu pěti let. Náklady si rovným dílem dělí německé Spolkové ministerstvo pro vzdělávání a výzkum a české Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.

Koncem roku se Fyzikální ústav rozhodl pomoci druhým – konkrétně dětem a tetám z Klokánku v Praze 8 a onkologicky nemocným z denního stacionáře z Ústavu péče o matku a dítě v Praze 4. V jejich prospěch jsme uspořádali první vánoční věcnou sbírku.



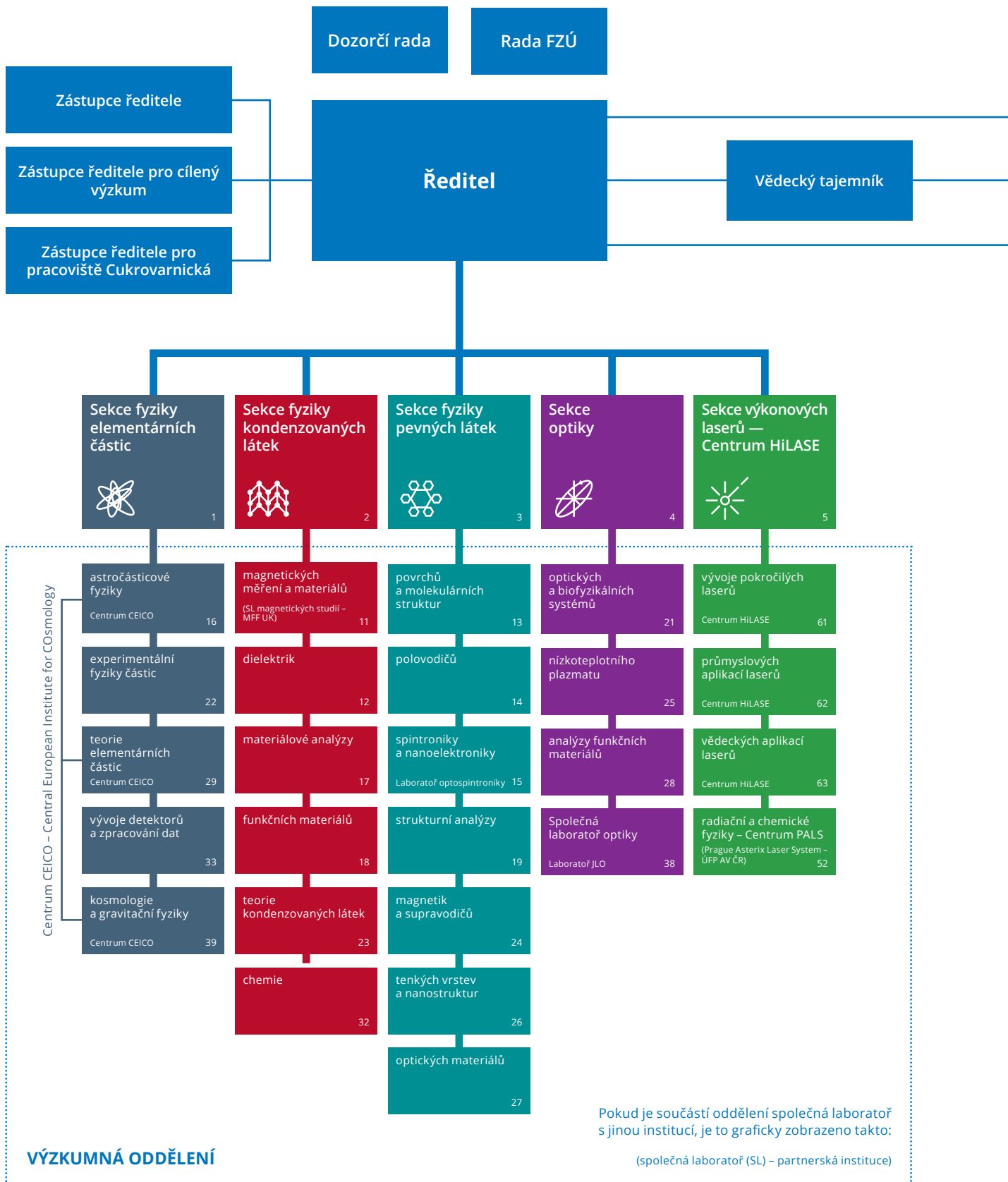




1

Přehled vybraných ukazatelů FZÚ v roce 2023

1.1 Struktura ústavu





ADMINISTRATIVNÍ A PODPŮRNÁ ODDĚLENÍ

CENTRÁLNÍ ÚSEK [6]

Interní auditor

BOZP a PO

Sekretariát ředitele

10

Oddělení síťování
a výpočetní techniky

20

vědecká knihovna
Na Slovance

71

ADMINISTRATIVNÍ ÚSEK CUKROVARNICKÁ [8]

vědecká knihovna
v Cukrovarnické

72

THS v Cukrovarnické

44

TECHNICKO-HOSPODÁŘSKÁ SPRÁVA (THS) [7]

technicko-provozní

34

finanční účtárny

40

provozní
účtárny a rozpočtu

41

personální a mzdové

42

zásobování a dopravy

43

podpory THS

49

PODPŮRNÁ ODDĚLENÍ SEKČÍ

optické a mechanické
dílny Na Slovance

31

technické podpory
center PALS a HiLASE

55

inženýrské
a technické podpory
(Centrum HiLASE)

57

řízení projektů
(Centrum HiLASE)

58

1.2 Stručně o FZÚ

16

Fyzikální ústav AV ČR je s více než 1100 zaměstnanci největší veřejnou výzkumnou institucí zaměřenou na základní a aplikovaný výzkum v oblasti fyziky v naší republice. FZÚ je součástí evropského a světového fyzikálního výzkumu, na kterém se naši pracovníci podílejí zejména při řešení mezinárodních a evropských programů.

Hrajeme důležitou roli i ve vzdělávání další generace vědců. V roce 2023 naši vědečtí pracovníci školili několik stovek doktorských studentů. Na výzkumné stáže k nám dochází magisterští, bakalářští i středoškolské studenti.

Aktuální vědecká činnost ústavu stojí na pěti pilířích: fyzice elementárních částic, kondenzovaných systémů a pevných látek, dále na optice a laserové fyzice.

V oblasti výzkumu elementárních částic získáváme poznatky o vlastnostech, struktuře a interakcích hmoty v rámci mezinárodních spoluprací s CERN, FERMIILAB či s Observatoří Pierra Augera. Podílíme se na výstavbě nové generace observatoře nejenergičtějších fotonů – Cherenkov Telescope Array a spolupracujeme na experimentech k detekci gravitačních vln v projektu LISA. Specializovaný tým fyzikálních teoretiků se zaměřuje na částicovou fyziku související se strunovou teorií a kosmologií.

Ve fyzice kondenzovaných látek provádíme experimentální studium pevných látek a jejich vlastností. Jedná se o multiferoické, piezoelektrické a spintroické materiály, fázové přechody, kapalně krystalové a biodegradovatelné kovy. Náš výzkum umožňuje vývoj pokročilých materiálů, například s řízenými mikrostrukturami. Společenský přínos našeho interdisciplinárního výzkumu je patrný v medicíně, dopravě a energetice.

Náš interdisciplinární výzkum v optice zkoumá potenciál funkčních optických struktur, optických materiálů a biofyziky. Inovujeme plazmové a laserové optické technologie, vyvíjíme nástroje pro manipulaci s buňkami a vytváříme materiály a povrchy s unikát-

ními vlastnostmi pro průmyslové využití. Společná laboratoř optiky se zaměřuje na vědecký výzkum v oblastech kvantové a nelineární optiky, laserových a optických technologií, nanotechnologií povrchů a vrstev, experimentální částicové a astročásticové fyziky a vlnové a statistické optiky.

Posouváme hranice laserových technologií, zejména vývoj diodově buzených pevnolátkových laserů s vysokým středním výkonem pro průmyslové a interdisciplinární aplikace. Úspěšně provozujeme laserový systém BIVOJ, který produkuje nanosekundové pulzy o výkonu v řádech kilowattů. V našich laboratořích jsme pro komerční využití vyvinuli kompaktní laserovou platformu PERLA® s pikosekundovými pulzy. Zlepšujeme životnost a odolnost materiálů, přesné mikroobrábění a povrchovou funkční úpravu optických ploch. Zabýváme se výzkumem v oblasti radiační a chemické fyziky a spolupracujeme na provozu laserového centra PALS ve spolupráci s Ústavem fyziky plazmatu.



Projektová podpora, cílený a smluvní výzkum

Výzkumná činnost a provoz FZÚ byly v roce 2023 finančně zajišťovány projekty podporovanými domácími poskytovateli (GA ČR – 59, MŠMT ČR – 12, TA ČR – 18, MV ČR – 1) a 25 evropskými projekty financovanými ze zahraničí. Více informací o projektech řešených ve FZÚ v roce 2023 je uvedeno v kapitole 1.9.

Část aktivit FZÚ v současnosti směřuje také do tzv. cíleného výzkumu. Rozvoji této oblasti významně napomáhá skupina Transferu znalostí a technologií. V roce 2023 FZÚ uzavřel s externími subjekty 116 obchodních smluv, popř. objednávek, v celkovém objemu 12,62 mil. Kč bez DPH.

Centrum HiLASE rozvíjí spolupráci s českými a zahraničními firmami prostřednictvím společných projektů a zakázek smluvního výzkumu v oblasti vývoje laserových technologií a aplikací, aktivně se podílí na činnosti Českého optického klastru a poskytuje přístup na unikátní laserová zařízení externím uživatelům v režimu Open Access. V roce 2023 byl úspěšně dokončen významný projekt HiLASE Centre of Excellence.

NCK MATCA realizuje spolupráci s průmyslovými podniky v aplikovaném výzkumu v oblasti aditivní výroby, vývoje materiálů pro aditivní výrobu, plazmatických a laserových technologiích. Na tyto úspěchy navazuje

nově vybudované inovační centrum Brain4Industry v Dolních Břežanech, které portfolio doplňuje o digitalizaci, optimalizaci, senzoriku, 3D tisk a služby a aplikace primárně pro české malé a střední podniky.

1.3 Fyzikální ústav slaví 70 let své existence

18

Fyzikální ústav AV ČR oslavil 70 let své existence řadou akcí a přednášek, které reflektovaly bohatou historii a úspěchy instituce. Oslavy proběhly v průběhu celého roku 2023, přičemž vrcholem bylo slavnostní setkání 24. listopadu 2023 v pražském Rudolfinu.

V průběhu října a listopadu 2023 se uskutečnila série tematických přednášek, které pokrývaly různé oblasti fyziky a jejich historický vývoj ve FZÚ. Představily také nejdůležitější vědní obory, které ústav rozvíjí. Pět obořově zaměřených příspěvků završila finální přednáška ředitele Michaela Prouzy, která shrnula celou historii ústavu a nastínila jeho budoucí směřování.

„Fyzikální ústav vždy hrál klíčovou roli ve vývoji české vědy a výzkumu. Naše minulost je plná významných objevů a inovací a jsem přesvědčen, že nás čeká stejně úspěšná budoucnost,“ uvedl Michael Prouza.

Akce přilákaly širokou veřejnost i odborníky z různých vědních oborů, což podtrhlo význam FZÚ jako předního výzkumného pracoviště v České republice. „Oslavy byly skvělou příležitostí k tomu, abychom se ohlédlí zpět a zároveň se podívali dopředu. Jsme hrdí na naši minulost a těšíme se na budoucnost plnou dalších vědeckých objevů,“ uzavřel Michael Prouza.

Akce

- 24. 11. – Slavnostní setkání k 70. výročí založení FZÚ (Rudolfinum)
- 21. 2. – ELI: 15 years of Extreme Light Infrastructure
- 11. 10. – 70 let fyziky elementárních částic ve FZÚ
- 20. 10. – Kořeny fyziky pevných látek na Slovance
- 31. 10. – Několik pohledů na počátky fyziky pevných látek v Cukrovarnické
- 7. 11. – Kvantová optika, tenké vrstvy a biočipy – historický vývoj
- 10. 11. – Co zvládlo deset ředitelů za 70 let?
- 13. 11. – Dějiny laserového výzkumu na FZÚ
- 20. 11. – 70 years of FZU





FZU

Fyzikální ústav Akademie
věd České republiky
Institute of Physics of the
Czech Academy of Sciences

70



Přednášky o historii a budoucnosti FZÚ

ELI: 15 years of Extreme Light Infrastructure

Fyzikální ústav AV ČR si letos připomněl 15 let od zahájení projektu ELI Beamlines v Dolních Břežanech. U této příležitosti se 21. února 2023 konalo setkání významných osobností, které stály u jeho zrodu. Mezi účastníky byla předsedkyně Akademie věd Eva Zajímalová, bývalý ředitel ELI Beamlines Vlastimil Růžička a další vědeckí pracovníci. Úvodní přednášku o hlavních milnících projektu přednesl Daniele Margarone, současný ředitel pro vědu a provoz. Přednáška obsahovala i historické fotografie přibližující významné okamžiky výstavby centra a instalace laserů. Následovala diskuse o významu a budoucnosti projektu moderovaná Romanem Hvězdou.



20

70 let fyziky elementárních částic ve FZÚ

V rámci oslav se 11. října 2023 konala přednáška o vývoji fyziky elementárních částic ve FZÚ. Jiří Chýla a Alexander Kupčo představili historický vývoj oboru, začínající malou skupinou fyziků kosmického záření a pokračující až po současný rozsáhlý výzkumný program. Zdůraznili roli spolupráce s CERN, klíčové experimenty v SSSR, CERN a DESY a přínosy mezinárodnímu vědeckému prostředí. Přednáška zahrnovala také obraz vývoje výzkumného programu v posledních dvaceti letech, s důrazem na aktivity v CERN a FERMI-LAB, astročásticovou fyziku a teoretickou fyziku včetně kosmologie a teorie strun.



Kořeny fyziky pevných látek na Slovance

Významný výzkum v oblasti fyziky pevných látek, historicky prováděný na pracovištích Slovanka a Cukrovarnická, připomněla přednáška, která se konala 20. října 2023. Přiblížila nedávnou minulost prostřednictvím vzpomínek Pavla Lejčka, Miloše Jirsy a Jana Petzelty, kteří se podíleli na výzkumu kovů, magnetismu a dielektrik. Petr Šittner, současný vedoucí Sekce fyziky kondenzovaných látek, promluvil o aktuální situaci a plánech pro budoucnost. Akce zdůraznila, že je cílem FZÚ stále zlepšovat prostředí pro kvalitní výzkum v přátelské atmosféře, a to v časech dobrých i zlých.



Několik pohledů na počátky fyziky pevných látek v Cukrovarnické

Čtyři samostatné historické části se spojily do přednášky pronesené 31. října 2023 Eduardem Huliciusem, Janem Kočkou, Vladimírem Nekvasilem, Antonínem Šimůnkem a Michalem Duškem. Kořeny Sekce fyziky pevných látek v Cukrovarnické ulici sahají do výzkumného pracoviště Škodových závodů z let 1932–1934, založeného profesorem Václavem Dolejškem. Jeho žáci, zejména Adéla Kochanovská, Jindřich Bačkovský a Miroslav Rozsíval, stáli u zrodu Ústředního ústavu fyzikálního, který získal budovy v Cukrovarnické ulici v roce 1951. Řečníci přiblížili počátky fyziky pevných látek v Cukrovarnické a překážky, jaké museli tehdejší vědci překonávat. Navzdory obtížím tehdejší výzkumníci položili základy současných úspěšných fyzikálních oborů, a význam jejich práce a odkazu tak přetrvává dodnes.



Kvantová optika, tenké vrstvy a biočipy – historický vývoj

Přednášející Ondřej Haderka, Petr Pokorný, Hana Lísalová a Alexandr Dejnek představili 7. listopadu 2023 význam optiky jako interdisciplinární vědy. Ta propojuje různé oblasti fyziky, jako jsou kvantová optika, materiálový výzkum, technologie tenkých vrstev, fyzika plazmatu a biofyzika. Sekce optiky je v těchto výzkumných oblastech klíčovým hráčem na mezinárodní úrovni.

Historie kvantové optiky se datuje od 60. let 20. století a výrazně se rozvinula v Olomouci díky Janu Peřinovi. Výzkum optických materiálů, který vedl Čestmír Barta, se zaměřil na krystalické materiály a zahrnoval i pokusy na oběžné dráze během letu prvního československého kosmonauta v roce 1978. Nová budova SOLID umožnila sekci rozvinout pokročilé depoziční

techniky a přispěla k inovacím v tenkých vrstvách a nanostrukturách. Sekce optiky dnes propojuje optiku, technologii tenkých vrstev, biologii, medicínu a plně využívá inovační potenciál.



Dějiny laserového výzkumu ve FZÚ

Historický přehled Karla Rohlena a Tomáše Mocka se zaměřil 13. listopadu 2023 na přínos Fyzikálního ústavu v oblasti laserových technologií, jejich historický vývoj a zkoumání interakcí laserů s hmotou. Politické změny před pěti desetiletími vedly k přesměrování vědeckého úsilí oddělení plynových výbojů, které završil vývoj jódového fotodisociačního laseru. Významným milníkem byl přechod od laseru PERUN k výkonnějšímu systému PALS, což je modernizovaná verze terawattového laseru ASTERIX IV původně vyvinutého v Ústavu Maxe Plancka pro kvantovou optiku v Německu. Řečníci zdůraznili významné úspěchy dosažené ve výzkumném centru PALS a zapojení divize do vývoje chemického kyslíko-jódového laseru. Na závěr se prezentace soustředila na činnost Centra HiLASE, které se

specializuje na vývoj a aplikace pevnolátkových laserových technologií s vysokým středním výkonem a je klíčovým střediskem pro pokročilé laserové aplikace.





Co zvládlo deset ředitelů za 70 let?

Historie Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR se oficiálně začala psát 1. ledna 1954, avšak složité události, které jeho vzniku za velmi proměnlivých politických okolností předcházely, přiblížil ve své přednášce současný ředitel Michael Prouza. Poodhalil zajímavé detaily klíčových okamžiků historie týkající se „nové“ budovy na Slovance před 50 lety, sjednocení Fyzikálního ústavu s Ústavem fyziky pevných látek v roce 1979 nebo vzniku moderních laserových center v Dolních Břežanech v předchozím desetiletí. Vývoj ústavu dokumentoval i na klíčových vědeckých tématech v průběhu času a na osobnostech všech deseti ředitelů, jimiž byli: Čestmír Šimáně, Luděk Pekárek, Jaroslav Sedlák, Bohumil Kvasil, Aleš Tříška, Svatopluk Krupička, Vladimír Dvořák, Karel Jungwirth, Jan Řídký a Michael Prouza. Součástí prezentace byly i dobové fotografie, osobní vzpomínky a zaznamenané projevy ředitelů.



1.4 Základní personální údaje

24

Přehled oddělení a skupin

vědeckých sekcí	5
podpůrných oddělení	15
výzkumných oddělení	26
společných laboratoří	7

Počet zaměstnanců – stav k 31. 12. 2023

Výzkumní pracovníci	506
studenti doktorského studia	128
odborní pracovníci výzkumu a vývoje	77
ostatní odborní pracovníci	258
dělníci	62
administrativní pracovníci	72
počet zaměstnanců celkem	1103

1. Členění zaměstnanců podle věku a pohlaví – stav k 31. 12. 2023 (fyzické osoby)

věk	muži	ženy	celkem	%
0–20	2	1	3	0,3 %
21–30	117	49	166	15,0 %
31–40	215	101	316	28,6 %
41–50	155	101	256	23,2 %
51–60	90	66	156	14,1 %
61–70	76	31	107	9,7 %
71–999	86	13	99	9,0 %
celkem	741	362	1103	
%	67,2 %	32,8 %		



2. Celkový údaj o vzniku a skončení pracovních a služebních poměrů zaměstnanců v roce 2023

	výzkumní pracovníci	studenti a doktorandi	odborní pracovníci VaV	dělníci	administrativa	celkem
nástupy	32	21	41	3	2	99
odchody*	61	15	51	9	3	139

3. Trvání pracovního a služebního poměru zaměstnance – stav k 31. 12. 2023

doba trvání	muži	ženy	celkem	procent (celkem)
0–5	288	169	457	41,43 %
6–10	140	67	207	18,77 %
11–15	95	50	145	13,15 %
16–20	53	20	73	6,62 %
21–25	48	22	70	6,35 %
26–30	29	11	40	3,63 %
nad 30 let	88	23	111	10,06 %
Celkem	741	362	1103	100,00 %

4a. Systemizace výzkumných pracovníků – stav k 31. 12. 2023

Na dobu určitou

sekce/pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			celkem
	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	
Sekce fyziky elementárních částic	24	21	3	3	3	0	23	22	1	14	14	0	64
Sekce fyziky kondenzovaných látek	39	25	14	8	6	2	34	24	10	11	10	1	92
Sekce fyziky pevných látek	46	31	15	16	8	8	41	31	10	24	23	1	127
Sekce optiky	17	9	8	18	14	4	19	16	3	13	9	4	67
Sekce výkonových laserů	21	17	4	7	5	2	24	21	3	5	4	1	57
Centrální úsek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Technicko-hospodářská správa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administrativní úsek Cukrovarnická	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	147	103	44	52	36	16	141	114	27	68	61	7	408

4a. Systemizace výzkumných pracovníků – stav k 31. 12. 2023

Na dobu neurčitou

sekce/pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			celkem
	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	
Sekce fyziky elementárních částic	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10	8	2	11
Sekce fyziky kondenzovaných látek	0	0	0	1	1	0	10	9	1	22	20	2	33
Sekce fyziky pevných látek	0	0	0	2	2	0	7	6	1	22	20	2	31
Sekce optiky	0	0	0	1	1	0	4	3	1	8	8	0	13
Sekce výkonových laserů	0	0	0	0	0	0	3	2	1	6	5	1	9
Centrální úsek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Technicko-hospodářská správa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administrativní úsek Cukrovarnická	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	0	0	0	4	4	0	25	20	5	69	62	7	98

Na dobu určitou a neurčitou celkem

sekce/pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			celkem
	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	celkem	muži	ženy	
Celkem	147	103	44	56	40	16	166	134	32	137	123	14	506



4b. Systemizace ostatních vysokoškolsky vzdělaných pracovníků – stav k 31. 12. 2023

kategorie	třída	počet celkem	muži	ženy
odborný pracovník výzkumu a vývoje	201	77	54	23
doktorand	202	128	91	37
Celkem	x	205	145	60

4c. Systemizace ostatních pracovníků – stav k 31. 12. 2023

kategorie	třída	počet celkem	muži	ženy
odborný pracovník s VŠ	300	155	71	84
odborný pracovník se SŠ, VOŠ	500	29	23	6
odborný pracovník výzkumu a vývoje se SŠ, VOŠ	500	29	23	6
THP pracovník	700	72	14	58
dělník	800	59	41	18
provozní pracovník	900	3	2	1
Celkem	x	392	196	196

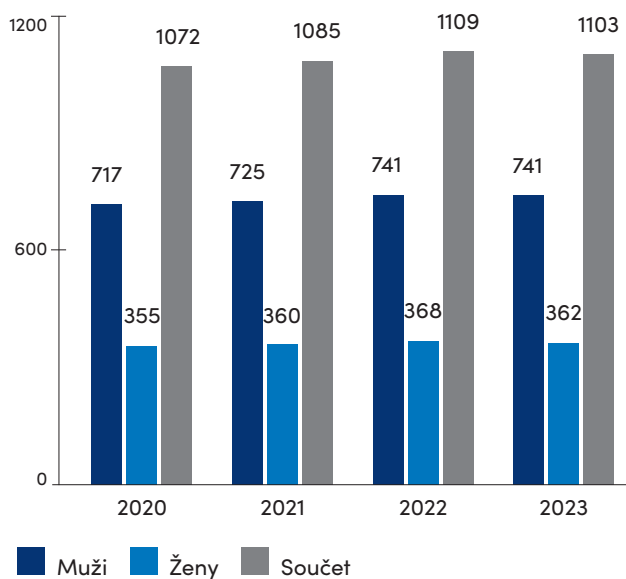
5. Průměrná měsíční mzda za rok 2023

a) institucionální mzdové prostředky / přepočtený stav zaměstnanců pracoviště / 12 v Kč		
Průměrný přepočtený stav zaměstnanců		532,61
Průměrná měsíční mzda		53 417
b) Institucionální + grantové mzdové prostředky bez OON / přepočtený stav zaměstnanců pracoviště / 12 v Kč		
Průměrný přepočtený stav zaměstnanců		871,75
Průměrná měsíční mzda		54 204
c) průměrná měsíční mzda (i z grantů) v jednotlivých tarifních třídách		
	třída	mzda
odborný pracovník výzkumu a vývoje	201	48 019
doktorand	202	35 344
postdoktorand	103	57 644
vědecký asistent	104	48 761
vědecký pracovník	105	62 286
vedoucí vědecký pracovník	106	85 892
odborný pracovník s VŠ	300	54 986
odborný pracovník se SŠ, VOŠ	400	43 934
odborný pracovník výzkumu a vývoje se SŠ, VOŠ	500	37 693
THP pracovník	700	51 045
dělník	800	29 763
provozní pracovník	900	41 790

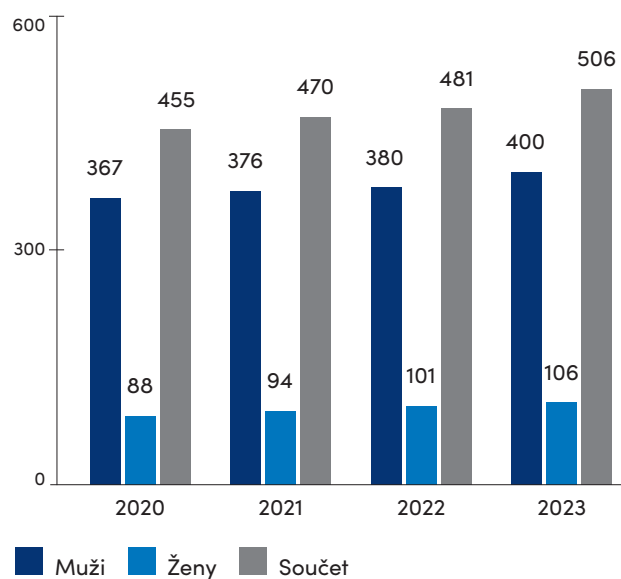
6. Srovnání počtu zaměstnanců za období roku 2020 až 2023

(v letech 2020–2022 jsou počty uvedeny bez tehdejší sekce 9 – Centra ELI Beamlines, v roce 2023 již tato sekce nebyla součástí FZU, ale stala se součástí ELI ERIC)

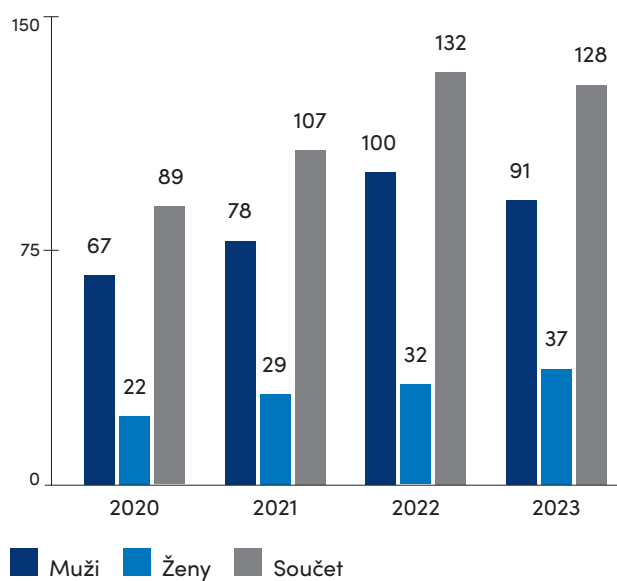
Celkem



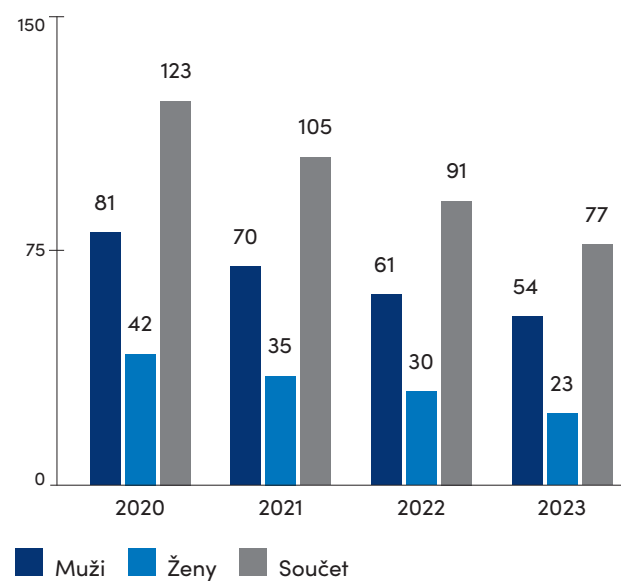
výzkumní pracovníci



studenti doktorského studia

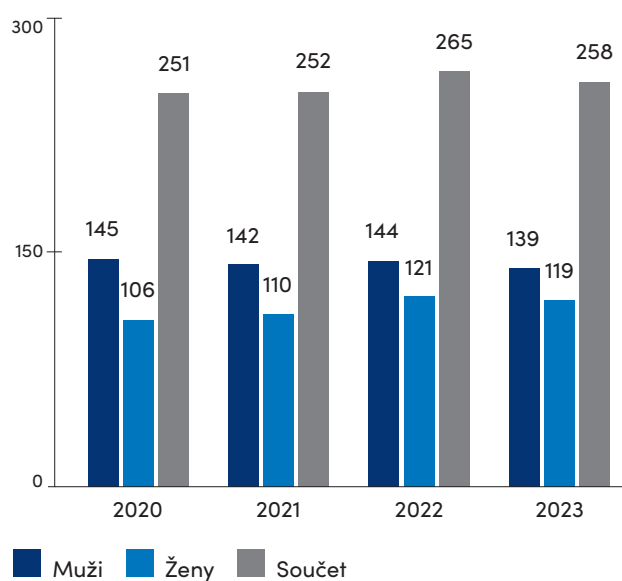


odborní pracovníci výzkumu a vývoje

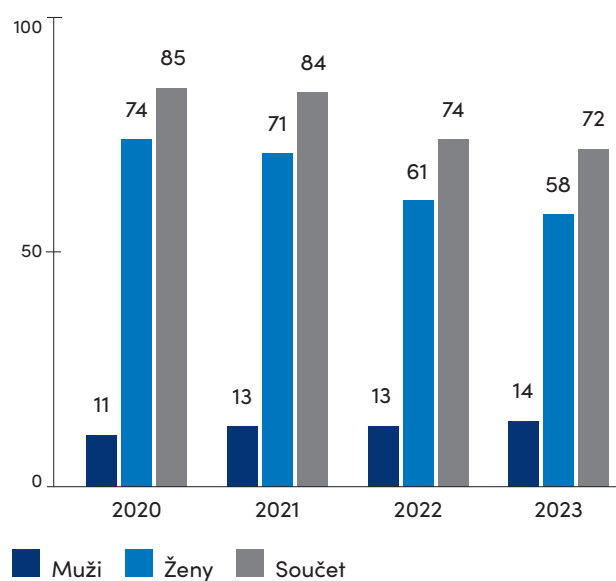




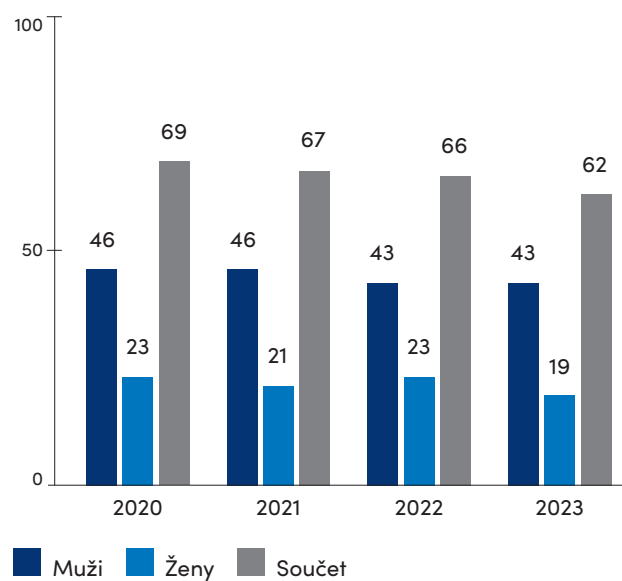
ostatní odborní pracovníci



administrativní pracovníci



dělník



1.5 Nejvýznamnější výsledky vědecké činnosti FZÚ za rok 2023



Sekce fyziky elementárních částic

30

1. G. Aad *et al.* (ATLAS Collaboration), (z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Latoňová, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, P. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Observation of electroweak production of two jets and a Z-boson pair, *Nat. Phys.* **19** (2023) 237–253.
<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01757-y>
2. S. Abe *et al.* (CTA-LST Project, z FZÚ: J. Juryšek, D. Mandát, M. Pech, M. Prouza, P. Trávníček), Multiwavelength study of the galactic PeVatron candidate LHAASO, J2108+5157, *Astron. Astrophys.* **673** (2023) A75.
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202245086>
3. E. Babichev, D. Gorbunov, S. Ramazanov, R. Samanta, A. Vikman, NANOGrav spectral index $\gamma=3$ from melting domain walls, *Phys. Rev. D* **108** (2023) 123529.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.108.123529>
4. H. Gomez, R. Lipinski Jusinskas, C. Lopez-Arcos, A. Quintero Velez, One-Loop Off-Shell Amplitudes from Classical Equations of Motion, *Phys. Rev. Lett.* **130** (2023) 081601.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.081601>



Sekce fyziky kondenzovaných látek

1. O. Molnárová, M. Klinger, J. Duchoň, H. Seiner, P. Šittner, Plastic deformation of B19' monoclinic martensite in NiTi shape memory alloys: HRTEM analysis of interfaces in martensite variant microstructures, *Acta Mater.* **258** (2023) 119242.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.119242>
1. H. Seiner, P. Sedlák, M. Frost, P. Šittner, Kinking as the plastic forming mechanism of B19' NiTi martensite, *Int. J. Plast.* **168** (2023) 103697.
<https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2023.103697>
1. T. Troha, F. Klimovič, T. Ostatnický, F. Kadlec, P. Kužel, H. Němec, Ultrafast Long-Distance Electron-Hole Plasma Expansion in GaAs Mediated by Stimulated Emission and Reabsorption of Photons, *Phys. Rev. Lett.* **130** (2023) 226301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.226301>
1. L. Havela, D. Legut, J. Kolorenč, Hydrogen in actinides: electronic and lattice properties, *Rep. Prog. Phys.* **86** (2023) 056501.
<https://doi.org/10.1088/1361-6633/acbe50>
1. P. Ashcheulov, A. Otake, K. Akai, A. Taylor, L. Klimša, P. Hubík, J. More Chevalier, Y. Einaga, Surface morphology-assisted electrochemical conversion of carbon dioxide to formic acid via nanocrystalline boron-doped diamond electrodes, *J. Chem. Eng.* **473** (2023) 145463.
<https://doi.org/10.1016/j.ccej.2023.145463>



Sekce fyziky pevných látek

1. O. J. Amin, S. F. Poole, S. Reimers, L. X. Barton, F. Maccherozzi, S. S. Dhese, V. Novák, F. Křížek, J. S. Chauhan, R. P. Campion, A. W. Rushforth, T. Jungwirth, O. A. Tretiakov, K. W. Edmonds, P. Wadley, Antiferromagnetic half-skyrmions electrically generated and controlled at room temperature, *Nat. Nanotechnol.* **18** (2023) 849–853.
<https://doi.org/10.1038/s41565-023-01386-3>
2. P. B. Klar, Y. Krysiak, H. Xu, G. Steciuk, J. Cho, X. Zou, L. Palatinus, Accurate structure models and absolute configuration determination using dynamical effects in continuous-rotation 3D electron diffraction data, *Nat. Chem.* **15** (2023) 848–855.
<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01186-1>
3. R. D. Gonzalez Betancourt, J. Zubáč, R. J. Gonzalez-Hernandez, K. Geishendorf, Z. Šobáň, G. Springholz, K. Olejník, L. Šmejkal, J. Sinova, T. Jungwirth, S. T. B. Goennenwein, A. Thomas, H. Reichlová, J. Železný, D. Kriegner, Spontaneous anomalous Hall effect arising from an unconventional compensated magnetic phase in a semiconductor, *Phys. Rev. Lett.* **130** (2023) 036702.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.036702>
4. M. De Bastiani, R. Jalmood, J. Liu, Ch. Ossig, A. Vlk, K. Vegso, M. Babics, F. H. Isikgor, A. S. Selvin, R. Azmi, E. Ugur, S. Banerjee, A. J. Mirabelli, E. Aydin, T. G. Allen, A. Ur Rehman, E. Van Kerschaver, P. Siffalovic, M. E. Stuckelberger, M. Ledinsky, S. De Wolf, Monolithic Perovskite/Silicon Tandems with >28 % Efficiency: Role of Silicon-Surface Texture on Perovskite Properties, *Adv. Funct. Mater.* **33** (2023) 2205557.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202205557>
5. B. Mallada, M. Ondráček, M. Lamanec, A. Gallardo, A. Jiménez-Martín, B. de la Torre, P. Hobza, P. Jelínek, Visualization of π -hole in molecules by means of Kelvin probe force microscopy, *Nat. Commun.* **14** (2023) 4954.
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-40593-3>



Sekce optiky

1. A. Pilipenco, M. Forinová, H. Mašková, V. Hönig, M. Palus, N. Scott Lynn Jr, I. Víšová, M. Vrabcová, M. Houska, J. Anthi, M. Spasovová, J. Mustacová, J. Štěrba, J. Dostálek, Ch.-P. Tung, A.-S. Yang, R. Jack, A. Dejneka, J. Hajdu, H. Vaisocherová-Lísalová, Negligible risk of surface transmission of SARS-CoV-2 in public transportation, *J. Travel Med.* **30** (2023) taad065.
<https://doi.org/10.1093/jtm/taad065>
2. A. Olshtrem, I. Panov, S. Chertopalov, K. Zaruba, B. Vokata, P. Sajdl, J. Lancok, J. Storch, V. Církva, V. Svorcik, M. Kartau, A. S. Karimullah, J. Vana, O. Lyutakov, Chiral Plasmonic Response of 2D Ti3C2Tx Flakes: Realization and Applications, *Adv. Funct. Mater.* **33** (2023) 2212786.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202212786>
3. M. Uzhytchak, B. Smolková, M. Lunova, A. Frtús, M. Jirsa, A. Dejneka, O. Lunov. Lysosomal nanotoxicity: Impact of nanomedicines on lysosomal function. *Adv. Drug Deliv. Rev.* **197** (2023) 114828.
<https://doi.org/10.1016/j.addr.2023.114828>
4. S. P. Harrison, R. Siller, Y. Tanaka, M. E. Chollet, M.E. de la Morena-Barrio, Y. Xiang, B. Patterson, E. Andersen, C. Bravo-Pérez, H. Kempf, K. S. Åsrud, O. Lunov, A. Dejneka, M. C. Mowinckel, B. Stavik, P. M. Sandset, E. Melum, S. Baumgarten, F. Bonanini, D. Kurek, S. Mathapati, R. Almaas, K. Sharma, S. R. Wilson, F. S. Skottvoll, I. C. Boger, I. L. Bogen, T. A. Nyman, J. J. Wu, A. Bezrouk, D. Cizkova, J. Corral, J. Mokry, R. Zweigerdt, I. H. Park, G. J. Sullivan. Scalable production of tissue-like vascularized liver organoids from human PSCs. *Exp. Mol. Med.* **55** (2023) 2005–2024.
<https://doi.org/10.1038/s12276-023-01074-1>



Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

1. O. Slezák, D. Vojna, J. Pilař, M. Divoký, O. Denk, M. Hanuš, P. Navrátil, M. Smrž, A. Lucianetti, T. Mocek, Faraday isolator for a 100 J/10 Hz pulsed laser, *Opt. Lett.* **48** (2023) 3471–3474.
<https://doi.org/10.1364/OL.489878>
2. M. Divoky, J. Phillips, J. Pilar, M. Hanus, P. Navratil, O. Denk, T. Paliesek, P. Severova, D. Clarke, M. Smrz, T. Butcher, C. Edwards, J. Collier, T. Mocek, Kilowatt-class high-energy frequency conversion to 95 J at 10 Hz at 515 nm, *High Power Laser Sci. Eng.* **11** (2023) e65.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2023.60>
3. J. Chalupský, V. Vozda, J. Hering, J. Kybic, T. Burian, S. Dziarzhyski, K. Frantálková, V. Hájková, Š. Jelínek, L. Juha, B. Keitel, Z. Kuglerová, M. Kuhlmann, B. Petryshak, M. Ruiz-Lopez, L. Vyšín, T. Wodzinski, E. Plönjes, Deep learning for laser beam imprinting, *Opt. Express* **31** (2023) 19703–19721.
<https://doi.org/10.1364/OE.481776>
4. V. Istokskaia, M. Tosca, L. Giuffrida, J. Psikal, F. Grepl, V. Kantarelou, S. Stancek, S. Di Siena, A. Hadjikyriacou, A. McIlvenny, Y. Levy, J. Huynh, M. Cimrman, P. Pleskunov, D. Nikitin, A. Choukourov, F. Belloni, A. Picciotto, S. Kar, M. Borghesi, A. Lucianetti, T. Mocek, D. Margarone, A multi-MeV alpha particle source via protonboron fusion driven by a 10-GW tabletop laser, *Commun. Phys.* **6** (2023) 27.
<https://doi.org/10.1038/s42005-023-01135-x>
5. N. Medvedev, R. Voronkov, A. E. Volkov, Metallic water: Transient state under ultrafast electronic excitation, *J. Chem. Phys.* **158** (2023) 074501.
<https://doi.org/10.1063/5.0139802>



1.6 Ocenění a úspěchy zaměstnanců

Ocenění jsou uvedeni v abecedním pořadí.

- **Mgr. Maksym Buryj, Ph.D.**
Cena
Medaile Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (bronzová)
Oceněná činnost
Vědecká a pedagogická
Ocenění udělilo
Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
- **Thibault Derrien, Ph.D.**
Cena
IT4I-OPEN-29-56
Oceněná činnost
15 million of core-hours at the supercomputer IT4I for 1 year
Ocenění udělilo
IT4Innovation
- **Dr. Dražen Glavan**
Cena
Best Speaker Award Talk
Oceněná činnost
Příspěvek Even photons break de Sitter symmetry na konferenci Cosmology and the Quantum Vacuum
Ocenění udělil
Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
- **RNDr. Jiří Grygar, CSc.**
Cena
Medaile Za zásluhy I. stupně za zásluhy o stát v oblasti vědy
Oceněná činnost
Celoživotní vědecké dílo s přesahem k široké veřejnosti
Ocenění udělil
Prezident ČR
- **Ing. Petr Hauschwitz, Ph.D., MBA**
Cena
Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
Příspěvek vynikajícími výsledky k rozvoji vědeckého poznání Akademie věd ČR
Ocenění udělila
Akademie věd ČR
- **Ing. Matěj Hývl, Ph.D.**
Cena
Cena za nejlepší poster Nanocon 2023
Oceněná činnost
Contact Force in Current-Detecting Atomic Force Microscopy – Moving Towards C-AFM Tomography in Photovoltaic Research
Ocenění udělil
Nanocon 2023
- **Ing. Jiří Kamarád, CSc.**
Cena
Čestná oborová medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách
Oceněná činnost
Za celoživotní přínos v oboru fyziky pevných látek, za ojedinělý přístup ve studiu vlastností materiálů prostřednictvím experimentálního zkoumání za extrémních podmínek (vysokých tlaků), za popularizaci vědy
Ocenění udělila
Akademie věd ČR
- **Mykhailo Khytko, M.Sc.**
Cena
Pamětní grant Martiny Roeselové
Oceněná činnost
Podpora pro mladé vědce pečující o dítě předškolního věku
Ocenění udělil
Nadační fond IOCB Tech



Foto: MŠMT

Mgr. Maksym Buryj, Ph.D. (uprostřed)



Foto: Libor Fojtik

Mykhailo Khytko, M.Sc. (uprostřed)



Foto: Profimedia

Jiří Grygar přebírá Medaili Za zásluhy z rukou prezidenta ČR Petra Pavla



Foto: AV ČR

Ocenění medailemi Akademie věd ČR s vedením Akademie věd ČR (z FZU Jiří Kamarád, Jindřich Musil a Antonín Šimůnek – 1., 2. a 3. zleva v třetí řadě)



- **Ing. Michal Kočí**
Cena
Cena za nejlepší poster Nanocon 2023
Oceněná činnost
Contact Force in Current-Detecting Atomic Force Microscopy – Moving Towards C-AFM Tomography in Photovoltaic Research
Ocenění udělil
Nanocon 2023
- **Ing. Filip Křížek, Ph.D.**
Cena
Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
Příspěvek vynikajícími výsledky k rozvoji vědeckého poznání Akademie věd ČR
Ocenění udělila
Akademie věd ČR
- **RNDr. Denisa Kubániová**
Cena
Cena Henriho Becquerela (3. místo)
Oceněná činnost
Za doktorskou práci Magnetic nanoparticles of iron oxides for medicine
Ocenění udělilo
Velvyslanectví Francie v České republice
- **Dr. Eva Maria Martins dos Santos**
Cena
Auger Impact Award 2023
Oceněná činnost
Za mimořádné úsilí při koordinaci Monte Carlo simulací a mimořádně vstřícný přístup orientovaný na službu ostatním
Ocenění udělila
Pierre Auger Collaboration
- **Ing. Filip Matějka**
Cena
Cenu za nejlepší studentskou přednášku
Oceněná činnost
Přednáška Unlocking the Limits of Plasma-Activated Liquids and Plasma Synthesis of Silicon Nanoparticles
Ocenění udělila
Materials Research Society
- **Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.**
Cena
Ocenění za mimořádný přínos odbornému časopisu High Power Laser Science and Engineering
Oceněná činnost
Za vynikající výsledky a významný přínos publikaci
Ocenění udělil
Časopis High Power Laser Science and Engineering
- **prof. Ing. Jindřich Musil, DrSc.**
Cena
Čestná oborová medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách
Oceněná činnost
Ocenění za práci ve fyzice tenkých vrstev a plazmatu
Ocenění udělila
Akademie věd ČR
- **Ing. Tomáš Neuman, Ph.D.**
Cena
Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
Příspěvek vynikajícími výsledky k rozvoji vědeckého poznání Akademie věd ČR
Ocenění udělila
Akademie věd ČR
- **Anna Radochová** (studentka Otevřené vědy pod vedením Ing. Alexeje Bubnova, Ph.D., a Ing. Věry Hamplové, CSc.)
Cena
Cena UNIVERSUM „Člověk a exaktní vědy“ České hlavičky
Oceněná činnost
Práce Vlastnosti nově syntetizovaných kapalných krystalů
Ocenění udělily
České hlavičky
- **Libor Šmejkal, Ph.D.**
Cena
Falling Walls Science Breakthroughs of the Year 2023
Oceněná činnost
Breaking the Wall to Magnetic Quantum Matter
Ocenění udělila
Falling Walls Foundation
- **Ing. Martin Smrž, Ph.D.**
Cena
Ocenění za mimořádný přínos odbornému časopisu High Power Laser Science and Engineering
Oceněná činnost
Za vynikající výsledky a významný přínos publikaci
Ocenění udělil
Časopis High Power Laser Science and Engineering
- **Gwladys Steciuk, Ph.D.**
Cena
Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
Příspěvek vynikajícími výsledky k rozvoji vědeckého poznání Akademie věd ČR
Ocenění udělila
Akademie věd ČR



Foto: Česká hlava

Anna Radochová (studentka Otevřené vědy pod vedením Ing. Alexeje Bubnova, Ph.D., a Ing. Věry Hamplové, CSc.)



Foto: Falling Walls Foundation

Libor Šmejkal, Ph.D.

36



Foto: AV ČR

Ocenění Prémii Otto Wichterleho v roce 2023 s vedením AV ČR (z FZU Petr Hauschwitz – 7. zprava, Filip Křížek – 6. zprava, Tomáš Neuman – 8. zleva, Gwladys Steciuk – 9. zleva a Andrea Školáková – 7. zleva)



Foto: AV ČR

Ing. Jakub Vícha, Ph.D. (uprostřed)



- **Ing. Andrea Školáková, Ph.D.**
Cena
 Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
 Příspěvek vynikajícími výsledky k rozvoji
 vědeckého poznání Akademie věd ČR
Ocenění udělila
 Akademie věd ČR
- **RNDr. Antonín Šimůnek, CSc.**
Cena
 Čestná oborová medaile Ernsta Macha za zásluhy
 ve fyzikálních vědách
Oceněná činnost
 Ocenění za celoživotní přínos ve vědě
Ocenění udělila
 Akademie věd ČR
- **Ing. Jan Šmaus**
Cena
 Cena Josefa Hlávky
Oceněná činnost
 Kombinace úspěchů během magisterského studia
Ocenění udělilo
 Nadání Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových
- **Mgr. Jan Tomáščík, Ph.D.**
Cena
 Nejlepší poster (1. místo)
Oceněná činnost
 Poster
Ocenění udělilo
 23rd Materials Technology Colloquium

Cena
 Křišťálová lupa, kategorie Zájmové weby (9. místo)
Oceněná činnost
 Webová stránka Vědátor, zaměřená na
 popularizaci vědy
Ocenění udělila
 Křišťálová lupa, Cena českého Internetu
- **Ing. Pavel Veverka, Ph.D.**
Cena
 Ocenění pracovních zásluh
Oceněná činnost
 Ocenění pracovních zásluh při dovršení 50 let
 věku
Ocenění udělil
 Fyzikální ústav AV ČR
- **Ing. Jakub Vícha, Ph.D.**
Cena
 Lumina quaeruntur
Oceněná činnost
 Zobecněný přístup k problémům fyziky
 kosmického záření nejvyšších energií
Ocenění udělila
 Akademie věd ČR
- **Ing. David Vojna**
Cena
 Nejlepší studentský příspěvek (2. místo)
Oceněná činnost
 Faradayův izolátor pro 100J/10Hz pulzní laser
Ocenění udělil
 Optica Laser Congress
- **doc. Vitaliy Zablotskyy, DrSc.**
Cena
 PIFI Fellow
Oceněná činnost
 Revealing the mechanisms of biological effects of
 high and ultrahigh magnetic fields
Ocenění udělila
 The Chinese Academy of Sciences

1.7 Významné vědecké akce

1.7.1 Akce s mezinárodní účastí

Akce pořádané Fyzikálním ústavem AV ČR:

38

CEICO seminar

Koná se jednou týdně po celý rok.

POČET ÚČASTNÍKŮ: 30

Closing meeting of CA-17112: Prospective European Drug-Induced Liver Injury Network

9.–10. 3. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 50, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 40

5th BIATRI workshop

17. 4. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 20, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 5

Holography at Prague 2023

16.–19. 5. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 104, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 83

All Lambdas Holography@Prague

16.–19. 5. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 39, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 26

EBSD seminar

5. 6. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 25, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 3

Perspectives on Large Scale Structure

28.–29. 6. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 33, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 19

FAST Collaboration Meeting in Olomouc

29. 8. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 25, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 3

CALICE Collaboration meeting

27.–29. 9. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 74, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 25

9th SWGO Collaboration meeting

1.–4. 10. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 80

Prague Autumn 2023: CAS-JSPS-IBS CTPU-CGA Workshop in Cosmology, Gravitation and Particle Physics

9.–14. 10. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 34, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 9

The Laser Safety for Industrial Applications workshop

1. 11. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 20, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 2

The 45th Ad Hoc Workshop on Jans2020 – Standard, modulated and magnetic structures

23.–24. 11. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 9, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 8

SST-1M meeting

18. 12. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 30, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 15



Fyzikální ústav v roli spolupořadatele:

Tříkrálová konference

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika

5. 1. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 40, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 30

HERCULES

Pořadatel: Université Grenoble Alpes (UGA), Francie

27.–31. 1. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 100, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 100

RECFA visit to the Czech Republic

Výbor ČR při ECFA komisi

31. 3. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 103, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 31

Summer School on Mathematical Crystallography

Pořadatel: Université de Lorraine

12.–16. 6. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 20, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 20

IBS CTPU-CGA 2023 Workshop on Modified Gravity

Pořadatel: Masahide Yamaguchi

19.–23. 6. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 18, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 15

Electron Crystallography – A deep dive into nanocrystals

Pořadatel: L'Associazione Italiana di Cristallografia

3.–6. 7. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 50, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 49

DMSRE32–2023, Development of Materials Science in Research and Education

Pořadatel: Československá společnost pro růst krystalů

4.–8. 9. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 66, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 20

CAS-JSPS-IBS CTPU-CGA 2023 Summer Workshop on Cosmology, Gravity and Particle Physics

Pořadatel: Masahide Yamaguchi

28. 8.–1. 9. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 23, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 20

19th European Conference on Thermoelectrics (ECT 2023)

Univerzita Pardubice

17.–21. 9. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 250, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 240

JANA2020 Workshop @ MLZ

Pořadatel: Technical University of Munich, Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ)

18.–20. 10. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 20, Z TOHO ZAHRANIČNÍCH: 20

AVS-69 The AVS International Symposium and Exhibition

Pořadatel: American Vacuum Society

5.–10. 11. 2023

POČET ÚČASTNÍKŮ: 1200



1.7.2 Dvořákova přednáška v podání Marko Topiče

Solární fotovoltaika nabízí vizi světa poháněného ze 100 % elektřinou z obnovitelných zdrojů a právě této tematice se věnovala třináctá Dvořákova přednáška profesora Marko Topiče z Univerzity v Lublani. Slovinský profesor Marko Topič představil úspěšný příběh Laboratoře fotovoltaiky a optoelektroniky (LPVO), která začínala se dvěma doktorandy a nyní se rozrostla na mnoho výzkumných pracovníků, manažerů a podnikatelů. Laboratoř je největší výzkumnou skupinou v oblasti fotovoltaiky v zemi. Práce výzkumníků pokrývá celý optimalizační cyklus, který zahrnuje modelování, optoelektronickou analýzu, výrobu a po-

kročilou charakterizaci perovskitových solárních článků (PSC) s vysokou účinností. Profesor zmínil dopad práce LPVO na průmysl a uvedl příklad společnosti BISOL, jednoho z pěti největších výrobců fotovoltaických (FV) modulů v Evropě, která z laboratoře vzešla. Vytváří řešení pro monitorování fotovoltaických modulů i malých solárních článků.

Úloha fotovoltaiky při dosahování cílů v oblasti čisté energie

Solární fotovoltaika stojí v čele cílů Evropské unie v oblasti čisté energie a úsilí o zmírnění globálních změn klimatu. V loňském roce překročil celosvětový instalovaný výkon jeden terawatt (1 TW = 1000 GW) a solární fotovoltaika tak vstupuje do éry terawattů. Tento milník odráží obrovský potenciál růstu a zvyšující se uznání solární fotovoltaiky jako významného přispěvatele k čistým a udržitelným energetickým systémům.

Fotovoltaika je považována za klíčové řešení pro snížení emisí CO² a je ekonomicky i ekologicky konkurenceschopná

Náklady na elektřinu vyrobenou fotovoltaikou se za posledních pět desetiletí podstatně snížily, a tak se fotovoltaika stala nejlevnějším nově instalovaným zdro-





jem elektřiny. Trh s fotovoltaikou rychle roste, přičemž kumulativní výkon se za pouhý rok zvýšil o 20 %.

Vize pro rok 2050 počítá s tím, že fotovoltaika pokryje dvě třetiny obnovitelných zdrojů energie, a to nejen přímou výrobou elektřiny, ale také prostřednictvím syntetických paliv. Zdůrazňuje se, že vyčkávat nelze a fotovoltaika musí nadále růst tempem 25 % ročně, aby se podařilo dosáhnout cílů v oblasti změny klimatu. Cíl instalovat ročně 1 terawatt fotovoltaických zdrojů by měl být dosažitelný v příštích 4–5 letech bez výrazných překážek.

Jednou z klíčových výhod fotovoltaiky je všudypřítomná dostupnost slunečního světla. Na Zemi dopadá obrovské množství slunečního záření, což z něj činí hojný a prakticky neomezený zdroj energie. Schopnost využívat tuto energii i v oblastech s relativně nižší úrovní slunečního záření se díky pokroku ve fotovoltaické technologii výrazně zlepšila.

Optická optimalizace a analýza energetického výtěžku

Technikami optické optimalizace by se mohla maximalizovat účinnost tandemových solárních článků perovskit-křemík. Tyto články kombinují komplementární absorpční vlastnosti perovskitu a křemíku, aby bylo dosaženo vyšší celkové účinnosti přeměny energie. Analýza energetického výtěžku jednopřechodových





a tandemových perovskitových článků navíc poskytuje poznatky o jejich výkonnosti v různých podmínkách prostředí a pomáhá optimalizovat jejich konstrukci pro reálné aplikace.

Na závěr přednášky odpovídal profesor Topič na otázky. Hovořil o pokroku v oblasti tandemových solárních článků, o jejich potenciálu pro vyšší účinnost a o výzvách při rozšiřování a zlepšování stability.

Topič vyjádřil optimismus ohledně návratu výroby fotovoltaických článků do Evropy a zdůraznil potřebu politické podpory, financování a dobře zavedeného výzkumného ekosystému. Zmínil také význam řešení pro skladování energie, jako jsou baterie a technologie syntetických paliv, za účelem řešení problému kolísavé výroby energie ze solárních článků. Celkově přednáška poskytla vhled do práce laboratoře LPVO, do výzev a pokroku v technologiích solárních článků a do kolaborativního úsilí potřebného k podpoře růstu fotovoltaiky.



prof. Dr. Marko Topič

Marko Topič je od roku 2006 řádným profesorem a vedoucím Laboratoře fotovoltaiky a optoelektroniky a od roku 2017 vedoucím Katedry elektroniky na Univerzitě v Lublani. V roce 2011 se stal přidruženým profesorem na Coloradské státní univerzitě. Je spoluautorem více než 170 článků v recenzovaných mezinárodních časopisech s více než 9000 citacemi, 3 patentů a více než 250 příspěvků v mezinárodních konferenčních sbornících a hlavním řešitelem mnoha národních, bilaterálních a evropských projektů.

Jeho výzkumný zájem se zaměřuje na fotovoltaiku, ale zahrnuje také tenkovrstvé polovodičové materiály, elektronová zařízení, optoelektroniku, elektronické obvody a spolehlivostní inženýrství. V letech 2014 až 2022 působil profesor Topič jako předseda Evropské technologické a inovační platformy pro fotovoltaiku.

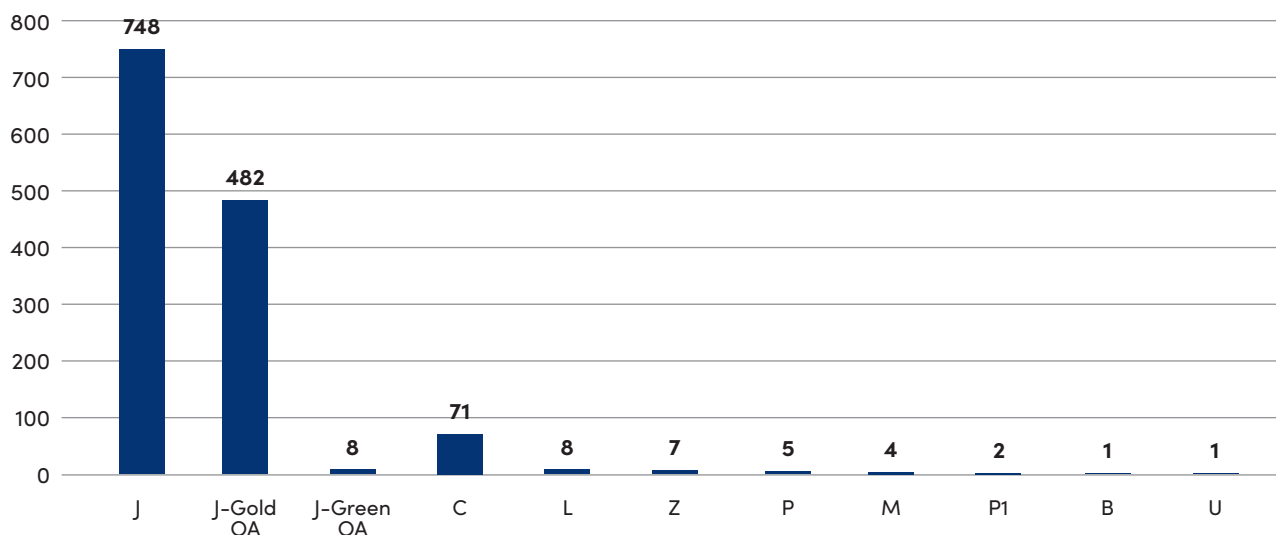
V roce 2000 získal výzkumné stipendium Nadace Alexandra von Humboldta a v roce 2008 Zoisovu nagradu (nejvyšší ocenění ve Slovinské republice za vědecké a výzkumné úspěchy). Je členem Slovinské technické akademie a Slovinské akademie věd a umění a přidruženým členem Mezinárodní technické akademie. V roce 2022 byl vyhlášen laureátem Ceny Alexandra Edmonda Becquerela za mimořádný přínos v oblasti fotovoltaiky.

1.8 Publikační činnost

Podíl otevřených článků (gold open access) činí téměř 65 % z celkového počtu článků v odborných periodikách.

Publikační činnost FZÚ v roce 2023

	celkem
Článek v odborném periodiku	748
Článek v odborném periodiku – GOLD OPEN ACCESS	482
Článek v odborném periodiku – GREEN OPEN ACCESS (tzn. počet do ASEPu vložených autorských postprintů, které budou zpřístupněny po uplynutí embarga)	8
Konferenční příspěvek (zahraniční konf.)	71
Prototyp, funkční vzorek	8
Funkční vzorek – poddruh	7
Patentový dokument	5
Část monografie knihy	4
Užitný vzor, průmyslový vzor	2
Monografie kniha jako celek	1
Prototyp – poddruh	1

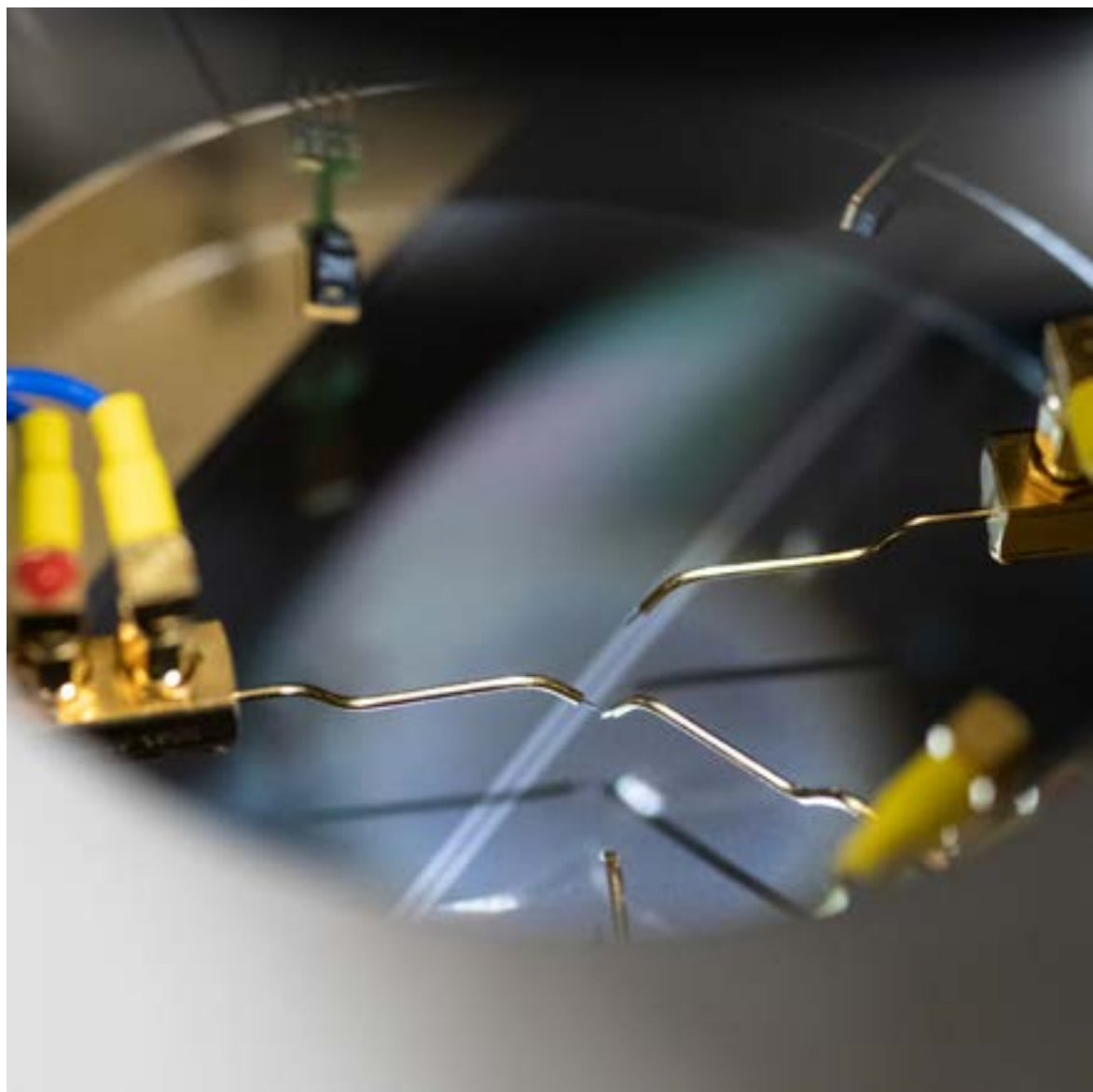


*J: článek v odborném periodiku, C: konferenční příspěvek (zahraniční konf.), L: prototyp, funkční vzorek, Z: funkční vzorek – poddruh, P: patentový dokument, M: část monografie knihy, P1: užitný vzor, průmyslový vzor, B: monografie kniha jako celek, U: prototyp – poddruh

1.9 Projekty



Poskytovatel	Celkový počet projektů	Čerpáno mil. Kč
GAČR	73	170,05
MŠMT	17	88,41
Projekty OP	10	107,57
TAČR	18	70,66
EU projekty	26	57,07
Ostatní (MPO ČR, MV ČR, MK ČR)	3	4,75
Komerční zakázky	116	12,62
Celkem	263	511,13





2

Výzkumná činnost

Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2023

48



Sekce fyziky elementárních částic

Oddělení astročásticové fyziky
Oddělení experimentální fyziky částic
Oddělení teorie elementárních částic
Oddělení vývoje detektorů a zpracování dat
Oddělení kosmologie a gravitační fyziky

doc. Alexander Kupčo, Ph.D.

RNDr. Petr Trávníček, Ph.D.
Mgr. Marek Taševský, Ph.D., DSc.
Mgr. Martin Schnabl, Ph.D.
RNDr. Jiří Chudoba, Ph.D.
Dr. Constantinos Skordis



Sekce fyziky kondenzovaných látek

Oddělení magnetických měření a materiálů
Oddělení dielektrik
Oddělení materiálové analýzy
Oddělení funkčních materiálů
Oddělení teorie kondenzovaných látek
Oddělení chemie

RNDr. Petr Šittner, CSc.

Oleg Heczko, Dr.
Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
Mgr. Daniel Šimek, Ph.D.
RNDr. Petr Šittner, CSc.
Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D.
Ing. Věra Hamplová, CSc.



Sekce fyziky pevných látek

Oddělení povrchů a molekulárních struktur
Oddělení polovodičů
Oddělení spintroniky a nanoelektroniky
Oddělení strukturní analýzy
Oddělení magnetik a supravodičů
Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur
Oddělení optických materiálů

RNDr. Michal Dušek, CSc.

doc. Ing. Pavel Jelínek, Ph.D.
RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.
Tomáš Jungwirth, Ph.D.
RNDr. Michal Dušek, CSc.
Ing. Jiří Hejtmánek, CSc.
RNDr. Antonín Fejfar, CSc.
doc. Ing. Martin Nikl, CSc.



Sekce optiky

Oddělení analýzy funkčních materiálů
 Oddělení optických a biofyzikálních systémů
 Oddělení nízkoteplotního plazmatu
 Společná laboratoř optiky

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Ing. Ján Lančok, Ph.D.

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Mgr. Zdeněk Hubička, Ph.D.

doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.



Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

Oddělení radiační a chemické fyziky (Centrum PALS)
 Oddělení vývoje pokročilých laserů (Centrum HiLASE)
 Oddělení průmyslových aplikací laserů (Centrum HiLASE)
 Oddělení vědeckých aplikací laserů (Centrum HiLASE)

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

Ing. Libor Juha, CSc.

Ing. Martin Smrž, Ph.D.

Ing. Jan Brajer, Ph.D.

prof. Dr. Sci. Nadezhda M. Bulgakova, Ph.D.

2.1 Sekce fyziky elementárních částic v roce 2023



50

„Rok 2023 byl pro naši sekci úspěšný, ať už jde o výsledky, nebo získané nové projekty. ATLAS experiment publikoval dvě měření, na kterých jsme spolupracovali. Podařilo se dokončit vybavení laboratoře pro testování křemíkových fotonásobičů pro neutrinový experiment DUNE. Elektronické komponenty, které jsme ve FZÚ testovali pro modernizaci observatoře AUGER, byly instalovány v Argentině a úspěšně pracují. Máme velký podíl na prvním publikovaném výsledku z observatoře CTA založeném na datech z velkého teleskopu LST. Díky kvalitním výzkumným týmům se nám podařilo v roce 2023 získat dva prestižní projekty: Prémii Lumina quaeruntur a Projekt FORTE v rámci OP JAK výzvy Špičkový výzkum.“

doc. Alexander Kupčo, Ph.D.

Hlavním rysem výzkumného programu Sekce fyziky elementárních částic je zapojení našich pracovních skupin do velkých mezinárodních experimentů na urychlovačích a projektech zkoumajících vysokoenergetické částice v kosmickém záření. Cílem je studovat základní zákony mikrosvěta včetně toho, jak ovlivňují vývoj vesmíru. Jedná se o následující projekty:

Experimenty v CERN (Evropská organizace pro jaderný výzkum) na urychlovači LHC

Experiment ATLAS zkoumá vlastnosti hmoty na velmi malých vzdálenostech řádu 10^{-19} m a hledá nové jevy ve srážkách vstřícných svazků protonů či těžkých iontů. V roce 2023 pokračovalo nabírání dat z proton-pro-

tonových srážek při těžišťové energii 13,6 TeV v rámci tzv. Run3. Cílem Run3 je do konce roku 2025 zdvojnásobit data nabraná do konce roku 2018. To umožní přesněji proměřit parametry Standardního modelu včetně podrobnějšího studia vlastností Higgsova bosonu a zvýší objevitelský potenciál LHC. V menší míře se podílíme i na experimentu TOTEM, zabývajícím se výzkumem pružného rozptylu a mnoha typů difrakčního rozptylu. Cílem experimentu ALICE je zkoumání srážek těžkých iontů.

Experimenty ve Fermilab (Fermiho národní laboratoř u Chicaga)

Experimenty NOvA a DUNE zkoumají vlastnosti neutrin, především tzv. oscilaci neutrin – jev, při němž dochází k přeměně jednoho typu neutrin na jiný – zvláště



Foto: Martin Mašek

přechod mionového neutrina na elektronové, jakož i hierarchii hmotností neutrin a přítomnost narušení CP symetrie v oscilacích neutrin. Zatímco NOvA nabírá v současnosti data a získané výsledky jsou průběžně prezentovány, mezinárodní projekt DUNE je ve fázi výstavby. V něm se účastníme testování prototypů detektorů a jejich provozu v rámci Neutrinové platformy laboratoře CERN.

Experimenty v astročásticové fyzice

Astročásticová fyzika se zabývá výzkumem částic přilétajících na Zemi z kosmu. Sekce se soustřeďuje především na aktivity spojené s Observatoří Pierra Augera

v Argentině, Cherenkov Telescope Array (CTA) a Southern Wide-field Gamma-ray Observatory (SWGO). Vědecké týmy jsou významně zapojeny i do přípravy celoblohového dalekohledu Observatoře Very Rubinové a do projektu Evropské vesmírné agentury LISA zaměřeného na detekci gravitačních vln.

Nedílnou součástí našeho programu je všestranný teoretický výzkum. Základními směry výzkumu, probíhajícího v rámci Středoevropského centra pro kosmologii a fundamentální fyziku (CEICO), jsou kvantová teorie pole a teorie strun a kosmologie včetně studia gravitace.

Oddělení astročásticové fyziky

Oddělení se soustředilo na vědecké aktivity na Observatoři Pierra Augera, Cherenkov Telescope Array, projektu SWGO, observatoři Vera C. Rubin a v projektu LISA. Analyzovala se data z teleskopů SST – 1M v Ondřejově a rozvíjela se i fenomenologie spršek kosmického záření. Laboratoř astročásticové fyziky dokončila testování nové elektroniky pro Observatoř Pierra Augera (viz obr. 2.1.1). Členové oddělení se účastnili prestižní konference ICRC 2023, pro kterou připravili historicky rekordních 8 příspěvků jako hlavní autoři.

Oddělení se podílelo na pracích spojených s designem příští observatoře pro detekci ultra energetických částic z vesmíru, jako je projekt zjednodušeného fluorescenčního detektoru FAST nebo projekt zaměřený na rádiovou detekci GRAND.

Za zásadní publikaci lze považovat práci [1], kterou připravil a prosadil Jakub Juryšek pro celou mezinárodní spolupráci CTA-LST. Studie se zabývá nedávno objeveným vesmírným zdrojem velmi energetických fotonů v oblasti petaelektronvoltů a je vůbec první vědeckou prací zabývající se multispektrální analýzou nějakého zdroje a využívající reálná data teleskopu CTA. K nejvýznamnějším výsledkům roku 2023 patří i studium vlivu magnetického pole Galaxie na velkoškálové anizotropie kosmického záření ultravysokých energií [2]. Data z teleskopů FRAM a práce členů oddělení výrazně přispěly k unikátnímu výsledku [3] publikovanému v Nature Astronomy. Jedná se o studium optického dosvitu vzácného mimořádně jasného a současně velmi vzdáleného gama záblesku.

Pod vedením oddělení běžely prvním rokem v rámci nového hodnotícího období projekty infrastruktur AUGER-CZ a CTA-CZ. Získali jsme oba související in-



Obr. 2.1.1 M. Kubátová a P. Tobiška při práci v Laboratoři astročásticové fyziky během testování modulů nové elektroniky pro Observatoř Pierra Augera.



vestiční projekty z prostředků OP JAK, které zahájí činnost v roce 2024. Jakub Vícha obdržel Prémii Lumina quaeruntur a Alexey Yushkov standardní projekt GA ČR. Aktivita v rámci LISA jsou podporovány projekty ESA PRODEX.

Členové oddělení uspořádali poradou experimentu SWGO, na kterou přijelo více než 80 odborníků z celého světa. V rámci Observatoře Pierra Augera získala Eva Santos prestižní ocenění AUGER Impact Award za svou dlouhodobou nezištnou práci na produkci Monte Carlo knihoven kosmického záření pro celou mezinárodní spolupráci.

LITERATURA:

- [1] S. Abe et al. (CTA-LST Project, z FZÚ: J. Juryšek, D. Mandát, M. Pech, M. Prouza, P. Trávníček), Multiwavelength study of the galactic PeVatron

candidate LHAASO J2108+5157 Astron. Astrophys. 673 (2023) A75(1).

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202245086>

- [2] A. Bakalová, J. Vícha, P. Trávníček Modification of the dipole in arrival directions of ultra-high-energy cosmic rays due to the Galactic magnetic field, J. Cosmol. Astropart. Phys. 2023 (2023) 016(1) – 016(22).

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08766>

- [3] G. Oganesyan, S. Karpov, O. Salafia, M. Jelínek, G. Beskin, S. Ronchini, B. Banerjee, M. Branchesi, J. Štrobl, C. Polášek, R. Hudec, E. Ivanov, E. Katkova, A. Perkov, A. Biryukov, N. Lyapsina, V. Sasyuk, M. Mašek, P. Janeček, J. Ebr, J. Juryšek, R. Cuniffe, M. Prouza Exceptionally bright optical emission from a rare and distant gamma-ray burst Nat. Astron. 7 (2023) 843–855.

<https://doi.org/10.1038/s41550-023-01972-4>

Oddělení experimentální fyziky částic

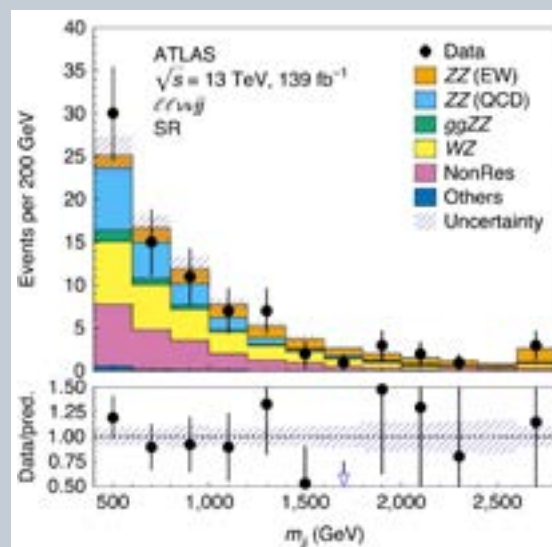
Oddělení experimentální částicové fyziky se zaměřuje na zpracování velkých objemů dat z experimentů na velkých urychlovačích (zejména experiment ATLAS na LHC), s podpůrnými úkoly, jako např. kalibrace či údržba detektorů. Cílem je jednak testovat předpovědi Standardního modelu (SM), jednak hledat signály Nové fyziky (NF), které SM předpovědět neumí. V roce 2022 se po plánované odstávce znovu rozeběhl urychlovač LHC a rok 2023 byl již plně zaměřen na nabírání dat. Naše oddělení se v něm podílelo na hladkém chodu detektoru ATLAS a na analýze předchozích i nových dat. Vědečtí pracovníci a doktorandi z FZÚ jsou členové a vedoucí pracovních skupin zkoumajících fyziku kvarků bottom a top a fyziku silných a elektroslabých interakcí.

V oblasti provozu detektoru ATLAS viditelně přispíváme koordinací integrace softwarových algoritmů triggeru vyšší úrovně do celkového triggeru a do systému sběru dat a evaluací jejich výkonnosti.

V roce 2023 jsme opublikovali analýzu případů se dvěma top kvarky v koncovém stavu v detektoru ATLAS, a to ve formě velmi širokých jetů s vysokými příčnými hybnostmi [1]. Tým z FZÚ měl zcela zásadní a vůdčí roli v mezinárodní analyzační skupině ATLAS. Obsáhlá práce předčila dosavadní publikace na toto téma přesností a širší soubor zkoumaných proměnných. Z citačního ohlasu je patrné, že výsledky mají potenciál stát se nepostradatelnými v budoucích globálních analýzách.

Další významným výsledkem experimentu ATLAS, na kterém jsme se přímo podíleli, je pozorování elektroslabé párové produkce bosonů Z asociované s párovou produkcí jetů ZZjj [2], obr. 2.1.2. Do tohoto procesu přispívají přímé interakce mezi vektorovými bosony a ty jsou zase ve SM interně spjaty s Higgsovým mechanismem.

Významně přispíváme v oblasti dopředné fyziky v experimentu ATLAS i mimo něj. FZÚ se v minulosti podílel na vývoji a instalaci detektoru dopředných protonů (AFP) a nyní máme na starost tzv. globální alignment. Kromě zpracování dat z AFP se věnujeme i jeho fyzikální motivaci. V roce 2023 byly opublikovány dvě fenomenologické studie na téma exkluzivní produkce axionů [3] a instantonů [4] a přispěli jsme do knihy o budoucnosti LHC [5].



Obr. 2.1.2 Pozorované a očekávané rozdělení invariantní hmoty dvojice jetů v signální oblasti. Při nejvyšších hmotnostech je dominantním kanálem elektroslabá (EW) produkce ZZjj.





Podílíme se také na simulacích a vývoji kalibračních metod některých detektorů experimentů DUNE a ProtoDUNE. V roce 2023 jsme pomocí simulací mio-nů z kosmického záření studovali odezvy detektoru DUNE s vertikálním driftem elektronů a možnosti kombinované kalorimetrie pro LArTPC detektor v ProtoDUNE.

Důležitý je i náš přínos k managementu experimentu ATLAS. V roce 2023 jsme zastávali několik důležitých funkcí s vysokou zodpovědností, včetně koordinátora skupiny SM, která čítá 450 vědců, či koordinátora podskupiny Účinný průřez produkce top kvarků a předsedy Institucionálního výboru dopředných detektorů.

LITERATURA:

- [1] G. Aad et al. (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šícho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Differential $t\bar{t}$ cross-section measurements using boosted top quarks in the all-hadronic final state with 139 fb⁻¹ of ATLAS data JHEP 04 (2023) 080.
[https://doi.org/10.1007/JHEP04\(2023\)080](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2023)080)
- [2] G. Aad et al. (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Latoňová, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šícho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Observation of electroweak production of two jets and a Z-boson pair Nature Physics volume 19, pages 237–253 (2023).
<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01757-y>
- [3] L.A. Harland-Lang and M. Tasevsky, New calculation of semiexclusive axionlike particle production at the LHC Phys.Rev.D 107 (2023) 3, 033001.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.10526>
- [4] M. Tasevsky, V. A. Khoze, D. Milne and M. G. Ryskin, Searches for QCD instantons with forward proton tagging, Eur.Phys.J.C 83 (2023) 1, 35.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-023-11178-7>
- [5] M. Deile and M. Taševský, Chapter 18: High Luminosity Forward Physics in book The Future of the Large Hadron Collider, edited by O. Brüning, M. Klein, L. Rossi and P. Spagnolo, ISBN: 978-981-12-8017-7, published by World Scientific,
https://doi.org/10.1142/9789811280184_0018

Oddělení teorie elementárních částic

V rámci oddělení Teorie elementárních částic se věnujeme především teorii strun, kde se pokoušíme objasnit fungování našeho vesmíru na subatomárních škálách, ale rozvíjíme i holografický přístup k teorii gravitace. Významná je i naše skupina věnující se alternativním modelům gravitace, která je zapojena do řady mezinárodních projektů v oblasti astronomie, kosmologie a gravitačních vln. Výzkumná činnost oddělení byla v roce 2023 financována především z grantů EXPRO (Martin Schnabl), OP VVV (Constantinos Skordis) a projektů Junior Star a Lumina (Ippokratis Saltas).

Teorie strun a kvantové gravitace

V oblasti teorie strunového pole jsme zkoumali řešení klasických pohybových rovnic pro pole otevřených strun na pozadí popsaném $SU(2)_k$ Wess-Zumino-Wittenovým modelem. Ukázali jsme, že kromě známých boundary stavů zachovávajících symetrii teorie lze našimi numerickými metodami nalézt i nové exotické stavy narušující $SU(2)$ symetrii [1]. V práci [2] jsme z více formálního hlediska zkoumali možnost deformace strunového tri-vertex pomocí dodatečného proužku světloplchy, která vede k novému typu sy-

metrie popsanému homotopicky asociativní algebrou zvanou A_{∞} .

V semiklasické limitě kvantové gravitace by měly do dráhového integrálu přispívat nejen reálné, ale i některé komplexní metriky. V kontextu třídímní gravitace a quazi euklidovských BTZ metrik jsme zkoumali Wittenovo kritérium pro admisibilitu komplexních metrik [3]. Nalezli jsme též kompletní lagrangián a pravidla supersymetrické transformace pro čtyřrozměrnou supergravitaci s $N = 4$ (polovina maximální) spojenou s libovolným počtem vektorových multiplétů [4].

Alternativní teorie gravitace

Navrhli jsme nové testy gravitace a základní fyziky, přičemž jsme využili nedávných průlomových poznatků v observační astrofyzice. Podrobněji jsme rozvinuli novou převratnou alternativu k paradigmatu černých děr v podobě bosonové hvězdy s využitím pozorování družice GAIA [5]. Dále jsme vyvinuli nejmodernější teoretické a numerické nástroje pro modelování gravitačních vln z astrofyzikálních zdrojů – zejména jsme pokročili v teoretických výpočtech gravitačních vln [6] a také jsme vytvořili vysoce výkonný kód pro sta-

tistické analýzy takových systémů [7]. Zkoumali jsme kompatibilitu standardního modelu částicové fyziky s obecnými teoriemi gravitace jdoucími za rámec Einsteinovy obecné relativity [8].

LITERATURA:

- [1] M. Kudrna, JHEP 03 (2023) 228
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2023\)228](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2023)228)
- [2] M. Schnabl, G. Stettinger, JHEP 07 (2023) 032
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2023\)032](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2023)032)
- [3] I. Basile, A. Campoleoni, J. Raeymaekers, JHEP 03 (2023) 187
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2023\)187](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2023)187)
- [4] G. Dall'Agata, N. Liatsos, R. Noris, M. Trigiante, JHEP 09 (2023) 071
[https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2023\)071](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2023)071)
- [5] Pombo A. M., Saltas I. D. – Mon.Not.Roy.Astron. Soc. 524, 3 (2023)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stad2151>
- [6] Trestini D. – arXiv: 2401.06844 (2023)
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.06844>
- [7] Saltas I.D., et al – arXiv: 2311.17174 (2023)
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.17174>
- [8] Ventagli G. et al – Phys.Rev.D 109 4, 044002 (2024)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.109.044002>

Oddělení vývoje detektorů a zpracování dat

Výzkumná skupina vývoje a testování polovodičových detektorů částic v roce 2023 pokračovala v produkčním testování křemíkových stripových senzorů vyvinutých pro projekt ATLAS Inner Tracker (ITk). Měření elektrických a mechanických vlastností senzorů bylo již dokončeno na více než 2500 senzorech. Bylo ozařeno a v naší laboratoři změřeno několik stovek stripových testchipů. Skupina se také významně podílela na testbeam a ozařovacích kampaních projektu ATLAS ITk. Testbeam kampaně v DESY již využily nový robotický systém pro přesné umístění vzorků do svazku vysokoenergetických částic, kompletně vyvinutý a zkonstruovaný ve FZÚ. Výzkumná skupina se také věnovala studiu nových polovodičových senzorů s extrémní radiční odolností, jejichž vývoj je zásadní pro konstrukci detektorů na budoucím urychlovači FCC.

Zvýšené náklady na elektřinu ovlivnily Výpočetní středisko. Vyrovnali jsme se s nimi vypnutím starších serverů a dalším zefektivněním využití instalované kapacity. Nově se i clustery Phoebe a Koios, určené primárně pro lokální uživatele, začaly v době nižšího zatížení využívat pro gridovou produkci experimentu ATLAS. V národním superpočítačovém středisku IT4Innovations se nám podařilo získat rekordní výpočetní čas na superpočítači Karolina, a tak více než vyrovnat kapacitu odstavených lokálních serverů. Kapacita připojení Výpočetního střediska do obecného internetu vzrostla na 100 Gbps a spolu se 100Gbps připojením do sítě LHCONe nyní poskytuje dostatečnou kapacitu. Tyto sítě jsou plně využívány, během rekordních přenosů experimentu ATLAS k nám přiteklo přes 1 PB dat za necelé tři dny.

Pokračovali jsme v měření senzorů SiPM v naší laboratoři při kryogenních teplotách. Na základě naměřených výsledků sdílených v rámci konsorcia byl proveden výběr dvou nejlepších kandidátů. Z těchto

SiPM jsou konstruovány moduly pro druhý prototyp detektoru ProtoDUNE-HD Phase II. Na podzim roku 2023 jsme zahájili masivní testování fotodetektorů SiPM. Významně jsme modernizovali naši laboratoř ve FZÚ (v nové místnosti s Faradayovou klecí, foto na obr. 2.1.3) novým vybavením a měřicími přístroji. Kva-



Obr. 2.1.3 Nově modernizovaná laboratoř pro měření křemíkových fotonásobičů (SiPM) za kryogenních teplot.



lifikovali jsme se jako jedna z pěti laboratoří pro tento klíčový výstup konsorcia PDS. Podařilo se nám provést již 46 měření, každé se 120 senzory SiPM. V následujících dvou letech budeme v těchto měřeních pro projekt DUNE pokračovat.

Oddělení kosmologie a gravitační fyziky

Naše práce v oddělení kosmologie a gravitační fyziky se zaměřuje na základní otázky kosmologie a gravitace, jako je například to, jak vznikl vesmír, jaké jsou složky hmoty, jakou roli hrála gravitace a jaká je povaha temného sektoru, který podle standardního obrazu tvoří většinu obsahu vesmíru. Náš výzkumný program zahrnuje širokou škálu témat z oblasti kosmologie a gravitace, od kosmologické fenomenologie a testování modelů pomocí kosmologických pozorování, kosmologie pozdního vesmíru a formování kosmických struktur, kosmologie raného vesmíru, temné hmoty, kosmického záření, gravitačních vln, kvantové teorie pole aplikované na kosmologii a gravitaci a konečně různých aspektů teorie gravitace – jak obecné relativity a jejich různých rozšíření, tak teorií popisujících temný sektor.

V roce 2023 jsme pokračovali v práci na několika tématech týkajících se fyziky raného vesmíru. Vypočítali jsme kvantové korekce na propagátor fotonu, včetně modelu s Higgsovým bosonem v roli diváka, během inflační éry ve velmi raném vesmíru. Několik našich studií se týkalo produkce gravitačních vln a jejich využití ke zkoumání fyziky v raném vesmíru prostřednictvím jejich propojení s produkcí temné hmoty, QCD axionů, primordiálních černých děr, pravotočivých neutrin a kosmických strun.

Zkoumali jsme možnost detekce rozpadu gravitonů na fotony budoucími observatořemi pro gama záření. Rozšířili jsme naše teoretické studie rozšíření obecné relativity s výhledem na popis temného sektoru a prohloubili jsme studium teorií, v nichž dynamická pole se zápornou kinetickou energií nevedou na rozdíl od standardního přístupu k nestabilitám. Testovali jsme možnost stochastické variace Newtonovy vazební konstanty u binárních hvězdných systémů. Pokračovali jsme ve spolupráci na projektu Telescope Array, kde jsme dále zdokonalili naši metodu omezování složení kosmického záření o ultravysokých energiích pomocí křížových korelací s kosmologickou velkoškálovou strukturou.

Ve spolupráci se zahraničními spolupracovníky jsme navrhli nový model „tání“ kosmických doménových stěn, jejichž napětí, obdobně jako červený posun světla, klesá s rozpínáním vesmíru. V důsledku toho doménové stěny vyzařují gravitační vlny, jejichž spektrální tvar je rovněž upřednostňován daty získa-

nými v průběhu 15 let kolaborací NANOGrav. Ukázali jsme, že takový model lze realizovat prostřednictvím konkrétního scénáře fyziky vysokých energií zahrnujícího slabě spřažené skalární pole, které slouží také jako kandidát na ultralehkou temnou hmotu v rozsahu hmotností, který lze testovat pomocí plánovaných pozorování rotujících černých děr [1].

V roce 2023 jsme uspořádali několik mezinárodních akcí. Na v pořadí druhém hybridním workshopu Holography@Prague (<https://holography-prague.fzu.cz/>) vystupovali přední světoví odborníci, kteří přednášeli o holografii a kosmologické konstantě. Uspořádali jsme workshop Perspectives on large scale structure (<https://lss-prague.fzu.cz/>), kdy po přednáškách probíhaly velmi živé diskuse s předními světovými kosmology. V rámci workshopu vystupoval profesor Pedro Ferreira (University of Oxford) v České televizi. Uspořádali jsme také 2. ročník workshopu CAS-JSPS o kosmologii, gravitaci a částicové fyzice (<https://cosmograv-autumn23.fzu.cz/>), zahrnující bilaterální spolupráci s Tokijským technologickým institutem a Kjótskou univerzitou.

Podařilo se nám získat finanční prostředky nejen pro oddělení, ale i pro celou divizi, čímž jsme zajistili pokračování a posílení naší výzkumné základny. Za tímto účelem jsme získali projekt FORTE, který přinesl oddělení přibližně 270 milionů Kč, jeden grant GA ČR na přesné testy temného sektoru, jeden grant GA ČR na axionová pole v kosmologii a jeden grant Inter-COST na výzkum spin-2 ultralehké temné hmoty.

LITERATURA:

- [1] E. Babichev, D. Gorbunov, S. Ramazanov, R. Samanta and A. Vikman NANOGrav spectral index $\gamma=3$ from melting domain walls Phys. Rev.D 108, 123529 (2023).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.108.123529>

2.2 Sekce fyziky kondenzovaných látek



58

„V roce 2023 jsme dále pokročili v budování experimentálního zázemí v nových laboratořích Solid21, zahájili omezený provoz v čistých prostorách a zprovozili většinu zde plánovaných experimentálních zařízení. V oddělení teorie zahájili nově přijatí mladí vědečtí pracovníci své výzkumné projekty. Připravili jsme projekt Feroické multifunkcionality zaměřený na výzkum a vývoj technických aplikací feroických materiálů a získali pro něj podporu z programu OP JAK strukturálních fondů EU.“

RNDr. Petr Šittner, CSc.

Předmětem výzkumu sekce je teoretické a experimentální studium struktury a vlastností kondenzovaných látek, především multiferoických, piezoelektrických a spintronických materiálů, kapalných krystalů, moderních kovových materiálů s řízenou mikrostrukturou, biodegradabilních kovů, diamantových povlaků, magnetických a multiferoických materiálů s martenzitickou transformací, tenkých vrstev a funkčních technických materiálů, jako jsou slitiny s tvarovou pamětí.

V oblasti teoretického výzkumu se zabýváme především rozбором magnetických, elektrických a transportních vlastností pevných látek na základě jejich mikroskopické elektronové struktury a dále studiem transportních a termodynamických vlastností modelových systémů v silně nerovnovážných stavech. Studujeme změny struktury a fyzikálních vlastností pevných látek v souvislosti se strukturními, magnetickými a dielektrickými fázovými přechody.

Pracovníci centrálních laboratoří (LEM, ROTAN, SLMS, GDOES a Chemie) rozvíjejí experimentální metody s využitím svěceného nákladného experimentálního vybavení, školí vědecké pracovníky a PhD. studenty z vědeckých týmů a poskytují vědeckým týmům

výzkumné služby v oborech elektronové mikroskopie, rentgenových metod, spektroskopických metod, fyzikálních měření v magnetických polích a analytické chemie. Experimentální možnosti laboratoře ROTAN se rozšířily o aparaturu ke studiu maloúhlového rozptylu (SAXS) využívanou k charakterizaci nanoskopických objektů, inkluzí a povrchových struktur. Investovali jsme do rozšíření analytických možností zpracování dat získaných pomocí metod orientační mikroskopie (ASTAR, EBSD), což nám umožnilo mnohem efektivněji využívat tyto nové charakterizační metody.

V roce 2023 jsme uvedli do plného provozu většinu experimentálních zařízení v nových laboratořích Solid21 a zahájili omezený provoz zařízení v čistých prostorách. Nové laboratoře v pavilonu nám otevřely vynikající možnosti pro výzkum, například pro rozvoj práškové metalurgie a metod 3D tisku kovů, termomechanické zkoušky materiálů při vysokých teplotách, rozvoj nových technologií přípravy tenkých vrstev, nebo nanotermomechanické zkoušky v elektronových mikroskopech.

Pracovníci sekce se aktivně zapojili do přípravy návrhů nových výzkumných projektů, včetně evropských



projektů a projektů podporovaných ze strukturálních fondů EU v programu OP JAK (projekty Feroické multifunkcionality – FerrMion a Teraferoika pro ultravysokou kapacitu, rychlost a energetickou úspornost informačních technologií – TERAFIT), které se nám podařilo získat.

Projekt FerrMion, vedený profesorem Hanušem Seinerem z Ústavu termomechaniky AV ČR, je zaměřen na výzkum a vývoj technických aplikací feroických materiálů, jako jsou feroelastické slitiny s tvarovou pamětí či multiferoika kombinující jejich jedinečné elektrické, magnetické a mechanické vlastnosti. Plánovaný výzkum pokrývá široké spektrum fyzikálních a technických oborů a slibuje aplikace v energetice, lékařství či robotice. V rámci projektu zprovozníme v areálu akademických ústavů v Praze Na Slovance jedinečné zařízení pro charakterizaci materiálů 3D atomární sondou, které bude první instalací tohoto typu v České republice. Projekt je řešen ve třech ústavech Akademie věd (Ústavu termomechaniky, Fyzikálním ústavu a Ústavu jaderné fyziky) a na dvou univerzitách (Univerzitě Karlově a Českém vysokém učení technickém v Praze).

Náš výzkum pro projekt TERAFIT, vedený profesorem Tomášem Jungwirthem ze Sekce fyziky pevných látek, přispěje k vývoji aplikací, které umožní dosáhnout průlomů směrem k nové generaci informačních technologií. Řešitelé projektu jsou z Fyzikálního ústavu AV ČR, Univerzity Karlovy a Vysokého učení technického v Brně.

Pracovníkům oddělení teorie se podařilo získat evropský projekt QuantERA v prudce se rozvíjející oblasti kvantových technologií, který vhodně doplňuje již běžící projekt GA ČR Junior Star zaměřený na výpočetně motivované návrhy syntézy molekulárních obvodů. Oba projekty jsou řešeny mladými vědeckými pracovníky, kolem kterých vznikají perspektivní vědecké týmy.

V sekci se stále více prosazuje nová generace mladých vědeckých pracovníků, kteří v roce 2023 řešili pět postdoktorandských PPLZ projektů, Andrea Školáková získala cenu Prémie Otto Wichterleho 2023, dva postdoktorandi z Indie zahájili stáže podporované z Evropských projektů MSCA. Talentovaná studentka Anna Radochová získala první cenu v kategorii UNIVERSUM v rámci soutěže České hlavičky 2023 za projekt inspirovaný její stáží ve FZÚ. Podílela se na výzkumu v oddělení dielektrik, kde v rámci programu Otevřená věda pracovala na tématu Vlastnosti nových fotosenzitivních kapalných krystalů.

Oddělení magnetických měření a materiálů

Magnetické materiály jsou klíčovou součástí udržitelné a energeticky úsporné společnosti. Hlavním úkolem oddělení je fyzikální poznání a vyhledávání takových materiálů. Dalším úkolem je zajištění komplexních magnetických měření pro širší fyzikální komunitu ve Společné magnetické laboratoři, která je nyní součástí Velké výzkumné infrastruktury ČR, a provoz Mössbauerovské laboratoře společně s Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy.

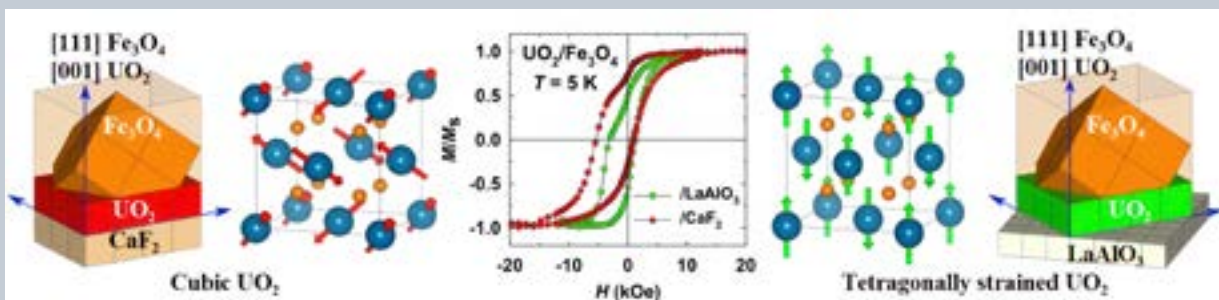
Oddělení se zaměřuje především na výzkum v oblasti jevů magnetické tvarové paměti, vysokoteplotních supravodičů a relativně exotických materiálů při hledání nových permanentních magnetů. Jádrem výzkumné činnosti zůstává ve zkoumání fenoménu magnetické tvarové paměti (MSM), kde jsme publikovali několik článků, které významným způsobem přispívají k porozumění fyzikálním principům a vlastnostem materiálů s magnetickou tvarovou pamětí [1,2]. Tyto publikace také dobře ilustrují schopnosti našeho oddělení široce a efektivně spolupracovat jak na národní, tak na mezinárodní úrovni.

Dalším směrem výzkumu je vliv neutronového záření na vlastnosti komerčních supravodivých RE-BaCuO pásků [3] pro použití v připravovaném zkušebním termonukleárním reaktoru ve Francii.

Ve snaze porozumět magnetickému chování tvrdých magnetických materiálů jsme se zaměřili na vrstvy na bázi uranu. Výzkum byl korunován publikací důležité práce, ve které jsme zkoumali potenciál manipulace směrů spinů mezi různými antiferomagnetickými stavy v tenkých vrstvách UO_2 pomocí napětí indukovaného substrátem, jak ilustruje obrázek 2.2.1.

LITERATURA:

- [1] P. Cejpek, D. Drozdenko, K. Mathis, R. H. Colman, M. Dopita, L. Straka, O. Heczko (2023). Exceptionally small Young modulus in 10M martensite of Ni-Mn-Ga exhibiting magnetic shape memory effect. *Acta Materialia*, 257, 119133. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.11913>
- [2] M. Vinogradova, A. Sozinov, L. Straka, P. Veřtát, O. Heczko, M. Zelený, R. Chulist, E. Lähderanta, K. Ullakko (2023). Constant plane shift model: structure analysis of martensitic phases in $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{27}\text{Ga}_{22}\text{Fe}_1$ beyond non-modulated building blocks. *Acta Materialia*, 255, 119042. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.119042>
- [3] M. Jirsa, M. Rameš, L. Viererbl, J. Duchoň, I. Ďuran, S. Entler, Exceptional structural and functional stability of Zr-doped REBaCuO tapes with respect to neutron irradiation and overheating *Supercond. Sci. Technol.* **36** (2023) 075005 (8) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6668/acd229>
- [4] E. A. Tereshina-Chitrova, L. V. Pourovskii, S. Khmelevskiy, L. Horak, Z. Bao, A. Mackova, P. Malinsky, T. Gouder, R. Caciuffo, 2024. Strain-driven Switching Between Antiferromagnetic States in Frustrated Antiferromagnet UO_2 Probed by Exchange Bias Effect. *Advanced Functional Materials*, p.2311895. <https://doi.org/10.1002/adfm.202311895>



Obr. 2.2.1 Ilustrace epitaxních vztahů v magnetických dvojrstvách $(111)\text{Fe}_3\text{O}_4\|(001)\text{UO}_2\|(001)\text{LAO}$ a $(111)\text{Fe}_3\text{O}_4\|(001)\text{UO}_2\|(001)\text{CaF}_2$ a odpovídajících magnetických konfigurací v krystalové struktuře UO_2 . Velké symboly jsou magnetické atomy (uranu) a malé symboly jsou atomy kyslíku.



Oddělení dielektrik

Oddělení se zaměřilo na magneto-elektrické jevy v pevných a kapalných krystalech, skyrmiony, kvantové kritické jevy v dipolárních systémech, ultrarychlý transport v polovodičových nanostrukturách či na nabitě doménové stěny. S podporou GA ČR se rozběhly dva nové směry výzkumu – v týmu Alexeje Bubnova výzkum holografických fotonických krystalů a v týmu Hynka Němce studium tunelování elektronů v polovodičových nanostrukturách.

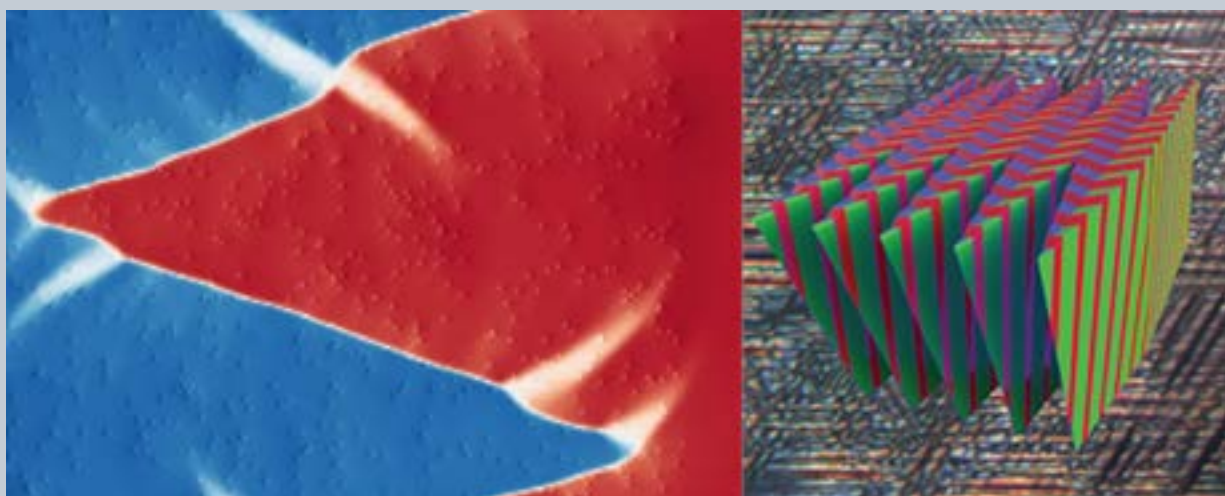
Ve společné laboratoři s Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy MGML jsme ve spolupráci s oddělením dielektrik zprovozili nízkoteplotní aparaturu pro zkoumání multiferoických materiálů v magnetickém poli do 9 Tesla. Aparatura sestává ze speciálně navrženého kryostatu, který pořídila MFF UK, námi pořízeného přenosného obvodového analyzátoru ve frekvenčním oboru 10 MHz – 50 GHz a našich transmisních měřicích cel (koplanární vlnovod a mikropáskové vedení). To nám po dlouhé době umožní podrobně studovat relaxace a feromagnetické rezonance.

Nejpozoruhodnějším výsledkem bylo pozorování ultrarychlého šíření elektron-děrového plazmatu v polovodičích s přímým zakázaným pásem. Ukázalo se, že za podmínek silné excitace materiálu světelným impulzem s energií fotonů jen málo přesahující zakázaný pás lze v důsledku fundamentální elektron-fotonové interakce na vzdálenostech až 100 μm dosáhnout rychlostí až $c/10$. To je o řád rychlejší než doposavad známý transport v polovodičích tohoto typu [1]. Zásadní posun a výsledky přinesl také experimentální a teoretický výzkum elektrických nabitých doménových stěn ve feroelektrických perovskitech [2, 3], obrázek 2.2.3. Stěny představují rekonfigurovatelné vodivé nanospoje v nevodivém prostředí.

V roce 2023 se podařilo ve spolupráci s Univerzitou Friedricha Schillera v Jeně navrhnout nové heterostruktury [4].

LITERATURA:

- [1] [1] T. Troha, F. Klimovič, T. Ostatnický, F. Kadlec, P. Kužel, H. Němec, Ultrafast long-distance electron-hole plasma expansion in GaAs mediated by stimulated emission and reabsorption of photons, *Phys. Rev. Lett.* 130 (2023) 226301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.226301>
- [2] P. Bednyakov, J. Hlinka, Charged domain walls in BaTiO₃ crystals emerging from superdomain boundaries, *Adv. Electron. Mater.* 9 (2023) 2300005.
<https://doi.org/10.1002/aeml.202300005>
- [3] P. Marton, a kol., Zigzag charged domain walls in ferroelectric PbTiO₃, *Phys. Rev. B* 107 (2023) 094102.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.094102>
- [4] T. Rauch, P. Márton, S. Botti, J. Hlinka, Band alignment at the strontium germanate interface with silicon, *Phys. Rev. B* 107 (2023) 115303.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.115303>



Obr. 2.2.3 Elektricky nabitě doménové stěny v perovskitových feroelektrikách [2, 3]. (a) Predikce tvaru klikaté nabitě stěny v prostředí kompenzačních defektů náhodně rozprostřených v pásu v krystalu PbTiO₃ (b) pozorování (na pozadí) a idealizace (v popředí) struktury precipitátů feroelektrické fáze BaTiO₃ spojených s tvorbou nabitých doménových stěn v elektrickém poli.

Oddělení materiálové analýzy

Oddělení materiálové analýzy se věnuje podpoře materiálově-výzkumných týmů FZÚ, ale také spolupráci s týmy z jiných výzkumných institucí a s průmyslovou sférou, výzkumu v oblasti analytických metod a jejich rozvoji. Dělí se do tří laboratoří podle experimentálních metod.

Rentgenová laboratoř Rotan

Laboratoř se zabývá rtg. difrakcí a tomografií. V uplynulém roce spolupracovala na purifikaci sintrovaných prekurzorů Y-Al granátů při vývoji nových krystalů pro detektory, soustředila se na fázové přechody v doménové struktuře feroelektrických vrstev PbTiO_3 pro mikroelektroniku.

Tomografie se využila například k in-situ zkoumání postupu koroze biodegradabilních materiálů ($\text{Zn}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{Sr}$) [1]. Experimentální možnosti laboratoře jsme rozšířili o malouhlový rozptyl (SAXS) vhodný k velikostní charakterizaci nano-objektů, inkluzí a povrchových struktur.

Laboratoř emisní spektroskopie

Laboratoř se věnuje přesné prvkové analýze pomocí optické emisní spektroskopie s doutnavým výbojem (GDOES). V roce 2023 jsme pokračovali v analýzách diamantovaných vrstev, vodíkem syceného materiálu Ti-6Al-4V, včetně vývoje příslušné metodiky. Teoretická studie týkající se excitace v doutnavém výboji [2] měla za účel zlepšení přesnosti interpretace dat.

Laboratoř elektronové mikroskopie (LEM)

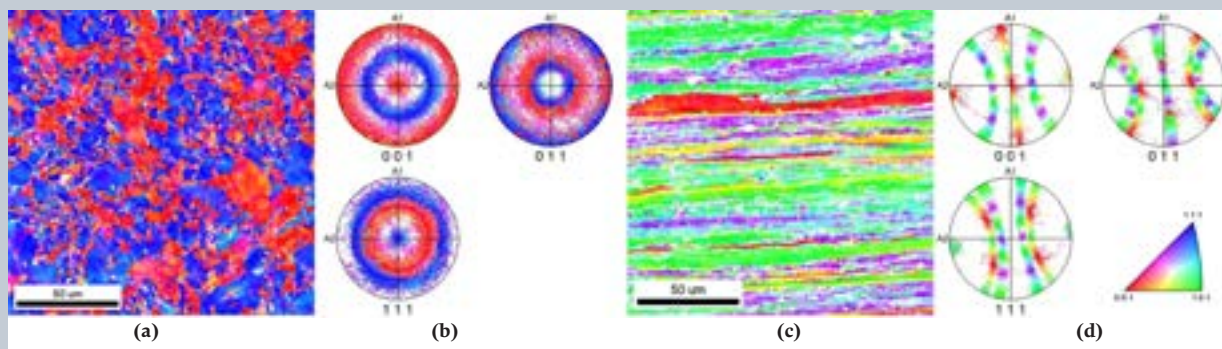
LEM se zabývá mikro(nano)strukturní a mikromechanickou charakterizací materiálů, např. slitin s tvarovou pamětí NiTi a NiMnGa, biodegradabilních Mg-Zn-Sr nebo slitin s vysokou entropií pro využití v reaktorech pro jadernou fúzi. Studovali jsme nanodiamantové povlaky pro povrchovou úpravu jaderných palivových článků, magnetické hexaferrity $\text{Sr}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{28}\text{O}_{46}$ pro uklá-

dání dat, nanotrubičky TiO_2 pro fotokatalytickou degradaci organických látek.

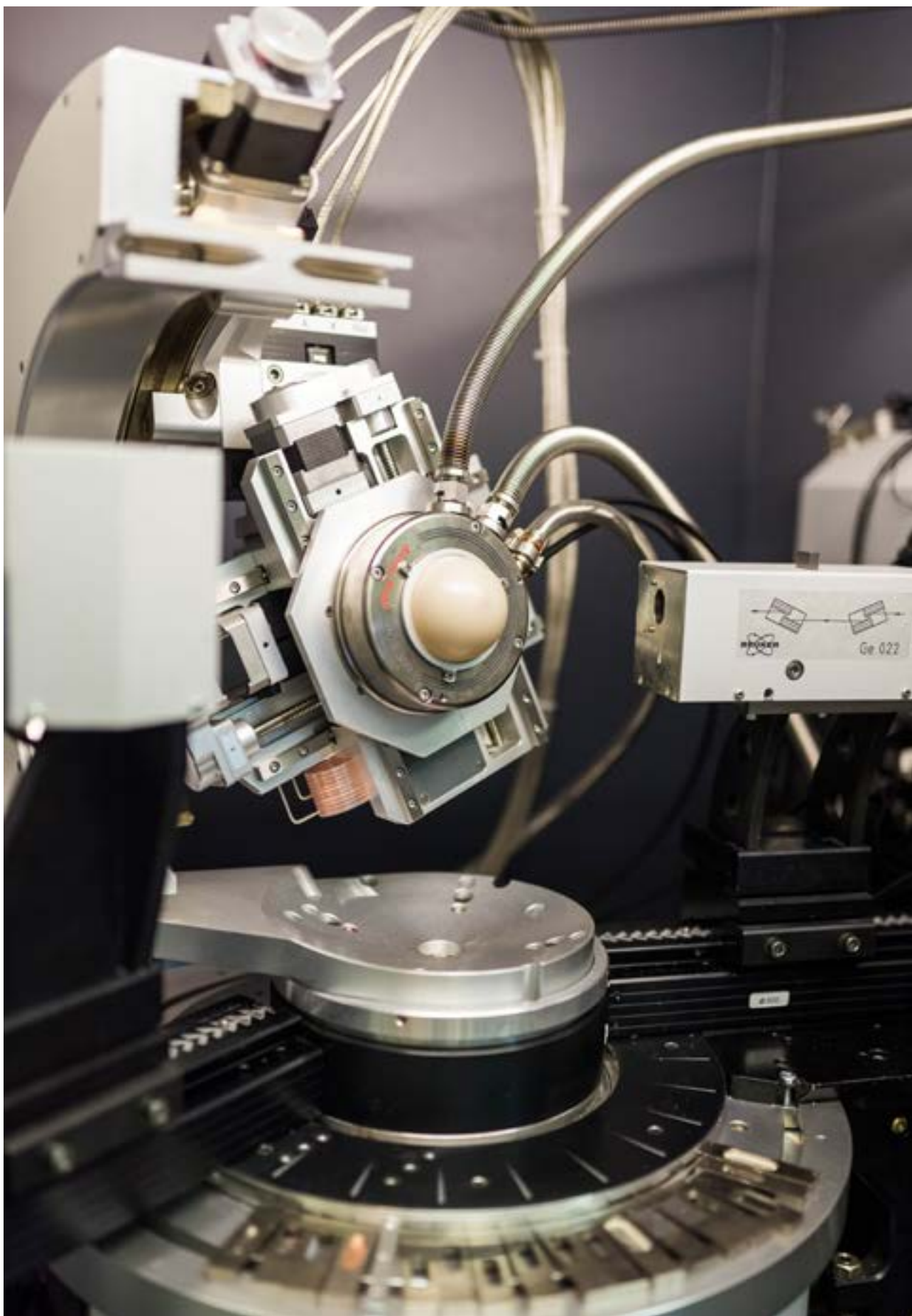
V rámci projektu Nanodvojčata, funkční vlastnosti řízené značnou plastickou deformací jsme zkoumali rotačně kovanou měď [3] (viz obrázek 2.2.4) a pokračoval i vývoj analytického programu CrystTBox, aby umožnil pokročilé charakterizace materiálů s tvarovou pamětí.

LITERATURA:

- [1] J. Pinc, A. Školáková, V. Hybášek, Š. Msallamová, P. Veřtát, P. Ashcheulov, M. Vondráček, J. Duchoň, I. McCarroll, M. Hývl, S. Banerjee, J. Drahekoupil, J. Kubásek, D. Vojtěch, J. Čapek: A detailed mechanism of degradation behaviour of biodegradable as-ECAPed Zn-0.8Mg-0.2Sr with emphasis on localized corrosion attack, *Bioactive Materials* 27 (2023) 447–460.
<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2023.04.012>
- [2] Z. Weiss, Assessing the role of asymmetric charge transfer reactions in analytical glow discharges in argon, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 207 (2023) 106756.
<https://doi.org/10.1016/j.sab.2023.106756>
- [3] J. Kopeček, L. Bajtošová, P. Veřtát, D. Šimek, (Sub)structure Development in Gradually Swaged Electroconductive Bars, *Materials* 16 (2023) 5324–1 – 5324–12.
<https://doi.org/10.3390/ma16155324>



Obr. 2.2.4 Měď kovaná v kryo podmínkách má silně texturovanou mikrostrukturu. Elektrická vodivost tohoto materiálu je díky protaženým zrnům v ose kování vyšší než v konvenčně žíhaném materiálu.



Oddělení funkčních materiálů

Výzkum v oddělení funkčních materiálů je zaměřen na studium fázových transformací a termomechanických vlastností slitin s tvarovou pamětí, přípravu a charakterizaci nanodiamantových vrstev připravených metodou CVD, studium struktury a vlastností pokročilých kovových materiálů připravených 3D tiskem, přípravou a charakterizací nových senzorů plynů na bázi spin-crossover komplexů přechodných kovů.

Fázové transformace ve slitinách s tvarovou pamětí

V oblasti výzkumu slitin s tvarovou pamětí jsme publikovali výsledky několikaletého výzkumu z předchozích let, spočívající především v odhalení dosud neznámého mechanismu plastické deformace monoklinického martenzitu ve slitinách s tvarovou pamětí NiTi [1, 2]. Publikace shrnující tyto výsledky byla vybrána editory časopisu Shape Memory and Superelasticity jako nejlepší práce publikovaná v tomto časopise v roce 2023.

CVD diamantové vrstvy

V rámci výzkumu nanodiamantových vrstev jsme se zaměřili na zkoumání elektrochemické aktivity borem

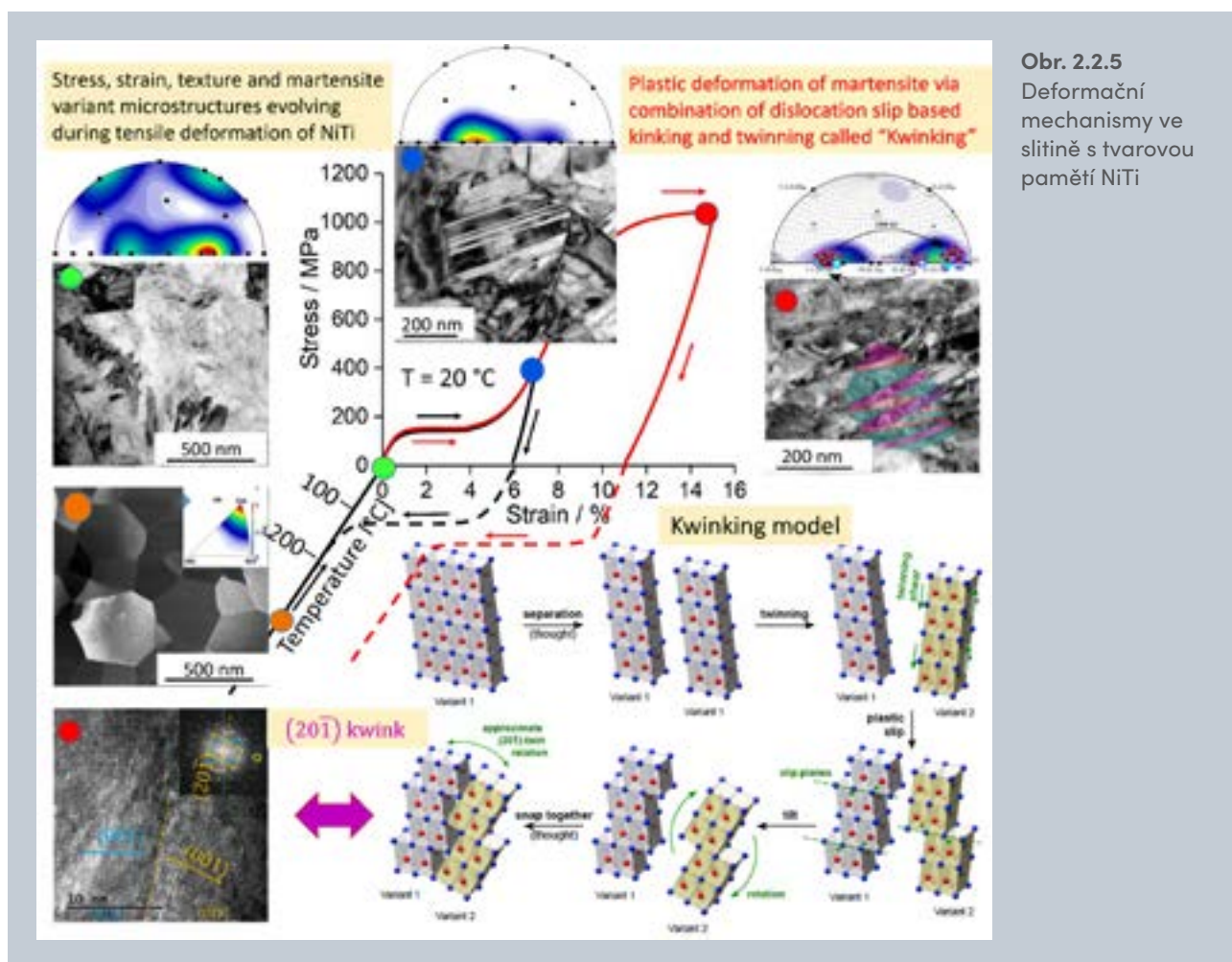
dopovaných diamantových elektrod při redukcí CO_2 [3]. Publikovali jsme srovnávací studii ke stanovení koncentrace borových dopantů v borem dopovaných diamantových vrstvách pomocí různých technik [4].

Materiály s řízenou mikrostrukturou

V oblasti výzkumu biodegradabilních kovových materiálů na bázi zinku jsme se zaměřili především na výzkum metod povrchového zpracování zinkových biodegradabilních materiálů (metody laserového vyklepávání (LSP) a chemických modifikací povrchu), naší snahou bylo dosáhnout zlepšení funkčních vlastností těchto materiálů [5].

Sensory plynů a funkční materiály

V rámci výzkumu senzorů jsme pokračovali ve výzkumu spin-crossover materiálů a jejich potenciálu v senzorech plynů. Věnovali jsme se studiu reverzibilního protonem indukovaného spinového stavu komplexu Fe(III) v roztoku, ke kterému dochází při pokojové teplotě [6].



LITERATURA:

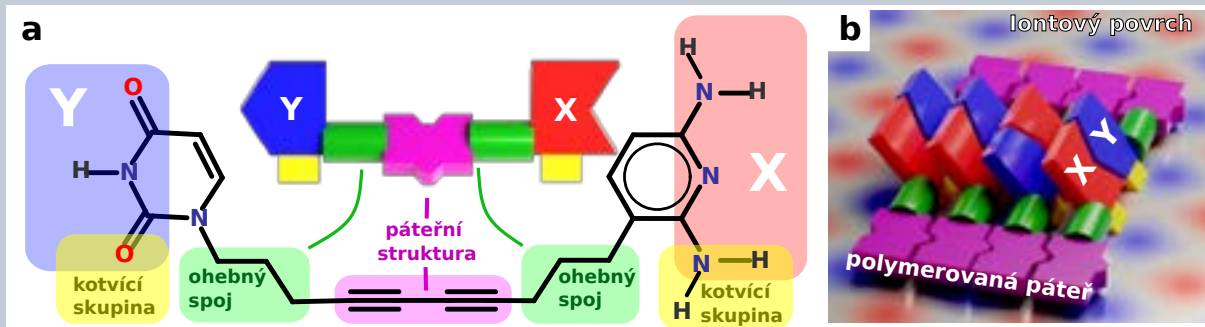
- [1] O. Molnárová, M. Klinger, J. Duchoň, H. Seiner, P. Šittner, Plastic deformation of B19' monoclinic martensite in NiTi shape memory alloys: HRTEM analysis of interfaces in martensite variant microstructures, *Acta Materialia* 258, (2023) 119242. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.119242>
- [2] H. Seiner, P. Sedlák, M. Frost, P. Šittner, Kinking as the plastic forming mechanism of B19' NiTi martensite, *Int. Journal of Plasticity* 168(2023) 103697. <https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2023.103697>
- [3] P. Ashcheulov, A. Otake, K. Akai, A. Taylor, L. Klimša, P. Hubík, J. More-Chevalier, Y. Einaga, Surface morphology-assisted electrochemical conversion of carbon dioxide to formic acid via nanocrystalline boron-doped diamond electrodes, *Chemical Engineering Journal* 473 (2023) 145463(1)-145463(13). <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145463>
- [4] A. Taylor, P. Ashcheulov, P. Hubík, Z. Weiss, L. Klimša, J. Kopeček, J. Hrabovský, M. Veis, J. Lorinčík, I. Elantjev, V. Mortet, Comparative determination of atomic boron and carrier concentration in highly boron doped nanocrystalline diamond, *Diamond and Related Materials* 135 (2023) 109837(1)-109837(8). <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2023.109837>
- [5] J. Pinc, A. Školáková, V. Hybášek, Š. Msallamová, P. Veřtát, P. Ashcheulov, M. Vondráček, J. Duchoň, I. McCarroll, M. Hývl, S. Banerjee, J. Drahekoupil, J. Kubásek, D. Vojtěch, J. Čapek, A detailed mechanism of degradation behaviour of biodegradable as-ECAPed Zn-0.8Mg-0.2Sr with emphasis on localized corrosion attack, *Bioactive Materials* 27 (2023), pp. 447–46. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2023.04.012>
- [6] C. T. Kelly, S. Dunne, I. A. Kühne, A. Barker, K. Esien, S. Felton, H. Müller-Bunz, Y. Ortin, G. G. Morgan, Proton-Induced Spin State Switching in an FeIII Complex, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 62 e202217388. <https://doi.org/10.1002/ange.202217388>

Oddělení teorie kondenzovaných látek

Výzkum v oddělení je zaměřen na kvantově-mechanické a stochastické výpočty vlastností materiálů a dalších substancí, včetně aktivních („živých“) systémů s aplikacemi v biofyzice. Jedná se o vlastnosti v rovnováze, o jevy vyvolané silnými elektromagnetickými poli nebo o dynamiku daleko od rovnováhy. Řešíme samostatné teoretické projekty z oblasti základního výzkumu i projekty navržené ve spolupráci s experimentálními skupinami z FZÚ i z jiných institucí. Jedním z cílů výzkumu je optimalizace nových materiálů a jevů v nich pro použití v různých odvětvích lidské činnosti.

V roce 2023 bylo pod vedením Vladislava Pokorného zahájeno řešení projektu GA ČR, jehož cílem je

podrobné pochopení nerovnovážných dějů probíhajících v mikroskopických spojích nanometrových rozměrů umístěných mezi supravodivými elektrodami. Výzkum v rámci tohoto projektu probíhá ve spolupráci s Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy, s Univerzitou Marie Curie-Skłodowské v Lublinu a Univerzitou Adama Mickiewicze v Poznani. Vedle toho jsme v loňském roce pokračovali v řešení projektů zaměřených na návrh metod syntézy molekulárních obvodů na površích iontových krystalů (obrázek 2.2.6), na magnetismus uranových sloučenin (ve spolupráci s MFF UK) a na vývoj detektorů specifických látek využívajících polovodičové supermřížky (v rámci



Obr. 2.2.6 Návrh foto-polymerizovatelného analogu DNA pro tvorbu šablon řídicích sestavování molekulárních obvodů na povrchu iontových krystalů: (a) chemická struktura s funkčními bloky, (b) schematické znázornění trojrozměrné struktury vytvořené na povrchu krystalu.



evropského projektu ODYSSEUS). Na konci roku 2023 Katarzyna Roszak získala evropský projekt v rámci výzvy QuantERA II zaměřené na výzkum a zdokonalování kvantových technologií. Na řešení tohoto projektu se budou kromě FZÚ podílet čtyři instituce v zahraničí (dvě v Německu a po jedné v Polsku a Itálii).

V roce 2023 nedošlo k žádným významným změnám ve výzkumných tématech zpracovávaných v oddělení, některé výzkumné týmy ale byly posíleny příchodem mladých pracovníků: k oddělení se připojili dva postdoktorandi a hned čtyři studenti doktorských studijních programů na MFF UK a FJFI ČVUT.

Mezi výsledky publikované v roce 2023 patří přehledový článek diskutující fyzikální vlastnosti aktinoidových, především uranových hydridů [1], dále studie jevů, ke kterým dochází při procesu kvantové teleportace [2] nebo rozbor tepelných vlastností nerovnovážných systémů tvořených aktivními částicemi [3].

LITERATURA:

- [1] L. Havela, D. Legut, J. Kolorenč, Hydrogen in actinides: electronic and lattice properties, Rep. Prog. Phys. 86 (2023) 056501.
<https://doi.org/10.1088/1361-6633/acbe50>
- [2] K. Roszak, J. Korbicz, Purifying teleportation, Quantum 7 (2023) 923.
<https://doi.org/10.22331/q-2023-02-16-923>
- [3] P. Dolai, Ch. Maes, K. Netočný, Calorimetry for active systems, SciPost Phys. 14 (2023) 126.
<https://doi.org/10.21468/SciPostPhys.14.5.126>

Oddělení chemie

Skupina přípravy organických materiálů se věnuje syntetickým pracím v rámci výzkumu samoorganizujících se materiálů a hybridních organicko-anorganických systémů na nich založených. Podařilo se nám připravit vlastní tzv. feroelektrické nematkové materiály [1], které jsou vzhledem k obrovskému aplikačnímu potenciálu v optice a elektronice považovány za jeden z největších objevů v celé historii kapalných krystalů.

Výsledkem práce na hybridních organicko-anorganických systémech v rámci konsorcia MAGNELIQ je vznikající evropská patentová přihláška pro nově vyvinuté magneto-elektrické kapaliny.

Pokračujeme ve vývoji samoorganizujících se materiálů citlivých na světlo i elektrické pole a jejich chirálních analogů založených na přírodních zdrojích chiralit. Nové sloučeniny jsme ve spolupráci se zahraničními partnery využili k formulaci fotocitlivých materiálů, ze kterých lze připravit funkční prvky optoelektronických a fotonických zařízení.

Skupina pěstování krystalů se zabývá přípravou oxidických a sulfidických materiálů ve formě monokrystalů, prášků a keramik. Czochralského metodou byly ve skupině pěstovány velkoobjemové monokrystalové vícesložkové granáty. Ve spolupráci s FJFI ČVUT jsme se zabývali vlivem koncentrace Er^{3+} v krystalech GGAG na laserové a spektroskopické vlastnosti. Ve spolupráci s oddělením optických materiálů jsme se zabývali efektivní ultrarychlou scintilací KLuS2:Pr^{3+} . Ve formě prášků byly reakcemi v pevné fázi připraveny vzorky scintilátorů použité ke studiu přenosu a zachycení náboje [2].

Laboratoř analytické chemie metodami vysokoúčinné chromatografie kontrolovala čistotu nově syntetizovaných fotosenzitivních esterů kyseliny skořicové a azo látek a studovala kinetiku jejich fotoizomerizace během ozařování. Participovali jsme v rámci projektu

MAGNELIQ na stabilizaci magnetických nanočástic přípravou jejich směsí s nanočásticemi. Zabývali jsme se stanovením obsahů příměsí kovů ve slitinách a nanovrstvách a podíleli se na výzkumu v rámci programu Udržitelná energetika.

LITERATURA

- [1] M. Cigl, N. Podoliak, T. Landovský, D. Repček, P. Kužel, V. Novotná, Giant permittivity in dimethylamino-terminated ferroelectric nematogens, J. Mol. Liq. 385 (2023) 122360(1)-122360(7).
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.122360>
- [2] V. Laguta, L. Havlák, V. Babin, J. Bárta, J. Pejchal, M. Nikl, Charge Transfer and Charge Trapping Processes in Ca- or Al-Co-doped Lu_2SiO_5 and $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ Scintillators Activated by Pr^{3+} or Ce^{3+} Ions, Materials 16 (2023) 4488(1)-4488(14).
<https://doi.org/10.3390/ma16124488>

2.3 Sekce fyziky pevných látek



68

„Naše sekce koordinuje projekt OP JAK s názvem TERA FIT, který integruje klíčová pracoviště s cílem dosáhnout významného průlomů ve spintronice. Uspěli jsme také v infrastrukturních výzvách CzechNanolab a MGML. Díky těmto projektům můžeme zmodernizovat přístrojovou základnu a akcelarovat náš výzkum.“

RNDr. Michal Dušek, CSc.

Sekce fyziky pevných látek integruje vědecké obory a vytváří zázemí k výzkumu pevných látek od teoretických základů po aplikace. Našimi tématy jsou spintronika, studium nízkodimenzionálních molekulárních struktur, výzkum termoelektrických jevů, vývoj detektorů založených na scintilačních a luminiscenčních materiálech, výzkum křemíkových a diamantových vrstev a strukturní analýza.

V roce 2023 jsme ukázali experimentální způsob, jak vytvářet a elektricky ovládat topologické nanotextury (tzv. merony) v antiferomagnetu. Dále jsme experimentálně prokázali přítomnost spontánního anomálního Hallova jevu v altermagnetu a teoreticky předpověděli chirální štěpení magnonových spekter v altermagnetu.

Podarilo se nám vyvinout nové experimentální a teoretické nástroje umožňující charakterizaci elektronové struktury silně korelovaných molekul na površích a zobrazení anizotropního náboje v jedné molekule. Zahájili jsme práce na evropském projektu UNICORN zabývajícím se vývojem rychlých nanokompozitních scintilátorů.

Spolu s firmou CRYTUR jsme patentovali technologii přípravy monokrystalu těžkého hliníkového perovskitu, jehož příprava a využití pro scintilační detektory v životním prostředí jsou tématem nově uděleného projektu TAČR. Věnovali jsme se energetickým přeměnám v křemíkových strukturách a v hybridních pe-

rovskitech pro fotovoltaiku, v grafenových pěnách pro akumulaci energie a v křemíkových a diamantových nanostrukturách pro fotoniku a kvantovou optiku.

Navrhli jsme novou morfologii rozhraní AlGaIn/GaN, která brání interakci elektronů s oblastmi krystalu kolem dislokací, a zvyšuje tak pohyblivost elektronů v tranzistorových strukturách, což nabízí využití ve vysokofrekvenčních tranzistorech.

Studovali jsme anomální Nernstův jev (ANE) v chemicky inertních, netoxických nitridech železa, včetně teoretické predikce chemické substituce s vysokým ANE. Připravili jsme magnetické nanočástice umožňující molekulární rozpoznávání a stanovení vybraných analytů pomocí povrchově zesílené Ramanovy spektroskopie. Ve vývoji metod strukturní analýzy jsme se zaměřili na posouvání hranic možností elektronové krystalografie v určování chiralidy organických molekul.

Helena Reichlová získala podporu od společnosti Maxe Plancka k založení centra Dioscuri pro spinkaloritroniku a magnoniku. Tomáš Jungwirth získal ERC Advanced Grant s projektem Altermagnetismus a spintronika bez magnetizace a relativity.

Naše budova v Cukrovarnické oslavila 22. 9. 2023 sto let.



Oddělení povrchů a molekulárních struktur

V roce 2023 zahájila svoji vědeckou činnost skupina Teorie světla a hmoty vedená Tomášem Neumanem, nositelem prémie Lumina quaeruntur. Skupina se převážně zabývala elektro- a fotoluminiscencí organických molekul v rastrovací tunelovací mikroskopii. Konkrétně se jednalo o studium elektroluminiscence molekuly adsorbované na hrot mikroskopu, která by v budoucnu mohla sloužit jako molekulární optická sonda.

Skupina skenovací luminiscenční mikroskopie se v roce 2023 zabývala souvislostmi mezi tvarem Ramanova spektra a elektron-spinovým stavem jednomolekulárního kontaktu tvořeným derivátem perylenu (viz obr. 2.3.1). Skupina se dále zabývala v rámci mezinárodní spolupráce charakterizací elektronové struktury perspektivních 2D materiálů [1].

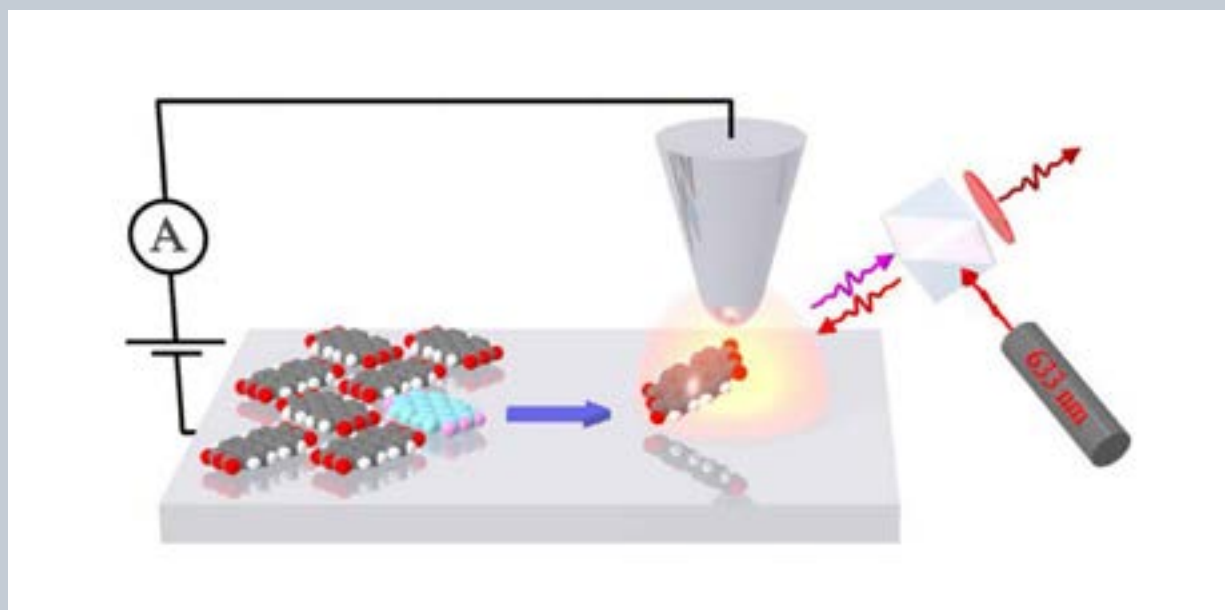
Skupina molekulárního transportu studovala molekulární kontakty založené na benzimidazolu ve spolupráci s kolegy z USA [2]. Silná π - π interakce mezi benzimidazoly způsobuje jejich samouspořádávání do dimerů. Naše simulace ukázaly, že přítomnost π - π interakce upřednostňuje paralelní uspořádání molekul v molekulárních kontaktech s vyšší vodivostí než u geometrií monomerů. Tato práce definuje novou třídu elektronicky transparentních molekulárních kontaktů na bázi derivátů imidazolu.

Výzkumná skupina NANOSURF se zaměřila na studium syntézy polyradikálových polyaromatických uhlovodíků na površích pevných látek. Vyvinuli jsme nové experimentální a teoretické nástroje umožňující pokročilou charakterizaci elektronové struktury silně korelovaných molekul na površích [3]. Testovali jsme

nové metody Kelvinovy sondy umožňující zobrazení anizotropního náboje v molekule [4].

LITERATURA:

- [1] [1] P. Lyu, J. Sødequist, X. Sheng, Z. Qiu, A. Tadich, Q. Li, M. T. Edmonds, M. Zhao, J. Redondo, M. Švec, P. Song, T. Olsen, J. Lu, Gate-Tunable Renormalization of Spin-Correlated Flat-Band States and Bandgap in a 2D Magnetic Insulator, *ACS Nano*. 17 (2023) 15441. <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c01038>
- [2] [2] X. Pan, E. Montes, W. Y. Rojas, B. Lawson, H. Vázquez and M. Kamenetska, Cooperative self-assembly of dimer junctions driven by π -stacking leads to conductance enhancement, *Nano Lett.* 23 (2023) 6937. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.3c01540>
- [3] [3]. E. C. Rascon, A. Riss, A. Matěj, A. Wiengarten, P. Mutombo, D. Soler, P. Jelínek, W. Auwärter, On-Surface Synthesis of Square-Type Porphyrin Tetramers with Central Antiaromatic Cyclooctatetraene Moiety *J. Am. Chem. Soc.* 145 (2023) 967. <https://doi.org/10.1021/jacs.2c10088>
- [4] [4] B. Mallada, M. Ondráček, M. Lamanec, A. Gallardo, A. Jiménez-Martín, B. de la Torre, P. Hobza, P. Jelínek, Visualization of π -hole in molecules by means of Kelvin probe force microscopy, *Nat. Commun.* 14 (2023) 4954. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40593-3>



Obr. 2.3.1 Schematický popis kombinace rastrovací sondy a Ramanovy rozptylové spektroskopie se zesíleným hrotem, aplikované na jednu molekulu PTCDA umístěnou mezi hrotem mikroskopu a povrchem stříbra.

Oddělení polovodičů

Oddělení polovodičů se v současnosti zabývá výzkumem polovodičů se širokým zakázaným pásem, zejména nitridových polovodičů a diamantových vrstev a nanočástic. Klíčové aktivity zahrnují návrh a přípravu heterostruktur nitridových polovodičů a diamantových hybridních kompozitů pro elektronické i optoelektronické, luminiscenční, senzorické a katalytické aplikace.

V rámci výzkumu nitridových polovodičů byla v roce 2023 zprovozněna nová čistá laboratoř organokovové epitaxe se dvěma technologickými aparaturami zahrnutá do projektu CzechNanolab. Výzkum je zaměřen na pochopení souvislostí mezi přípravou nitridových polovodičů, vznikem vlastních defektů (především vakancí a jejich komplexů) a vlastnostmi nitridových heterostruktur [1], vývoj tranzistorových heterostruktur pro vysokofrekvenční a vysokovýkonové aplikace [2] a vývoj rychlých scintilačních heterostruktur s InGaN/GaN kvantovými jámami pro aplikaci v elektronové mikroskopii a v TOF PET.

Výzkum diamantových vrstev a nanočástic lze shrnout do následujících oblastí: příprava diamantových nanočástic a kompozitů a studium jejich fyzikálně-chemických interakcí s okolím [3], příprava diamantových vrstev a heterostruktur a studium optoelektronických jevů na jejich rozhraních [4, 5], studium fyzikálních jevů na plazmaticky modifikovaných diamantových nanosloupcích [6], studium procesů na rozhraní pevné látky a bioprostředí [7].

V teoretické skupině oddělení se podařilo navrhnout vysvětlení šíření akčního potenciálu nervem, které je založeno na jevu kvantové difúze Na^+ a K^+ iontů [8]. Skupinou bylo navrženo nové možné využití klasického Hallova jevu pro řešení letitého problému – tzv. „ukrytého elektromagnetického momentu“.

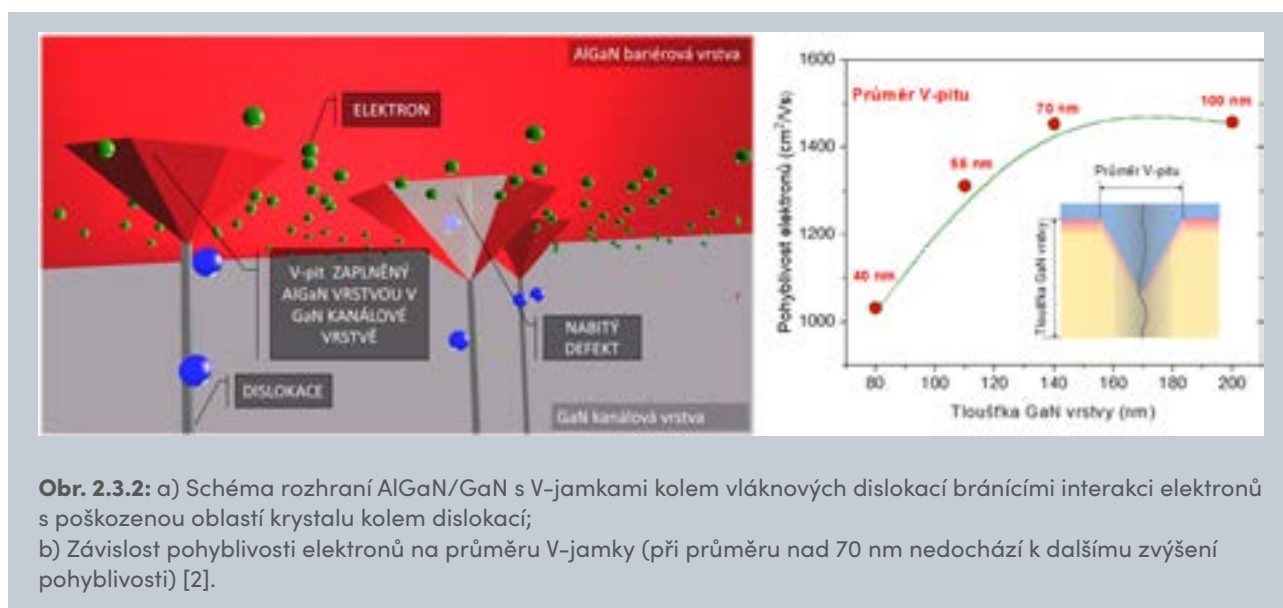
Ve výzkumu spolupracujeme s řadou zahraničních pracovišť, např. s Univerzitou Friedricha Schillera v Jeně, Council of Scientific and Industrial Research –

Institute of Minerals and Materials Technology (Bhubaneswar, Indie), Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk (Varšava), Elektrotechnickým ústavem Slovenské Akademie Věd, Fakultou elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Fachhochschule Vorarlberg (Dornbirn), Ruđer Bošković Institute (Záhřeb), Nanoelectronics Materials Laboratory (Dražďany) a s řadou českých partnerů, např. Středoevropským technologickým institutem (CEITEC) a Vysokým učením technickým v Brně, Matematicko-fyzikální a Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy, Fakultou elektrotechnickou Českého vysokého učení technické v Praze, Fyziologickým ústavem a Ústavem organické chemie a biochemie AV ČR.

Výsledky výzkumu oddělení jsme v roce 2023 publikovali ve 28 impaktovaných publikacích. Jedním z nejzajímavějších aplikačních výsledků je studie zaměřená na transport elektronů ve dvoudimenzionálním elektronovém plynu na rozhraní AlGaIn/GaN, v níž se podařilo zvýšit pohyblivost elektronů v tranzistoru pomocí nově navržené morfologie rozhraní (obr. 2.3.2) [2].

LITERATURA:

- [1] F. Hájek, V. Jarý, T. Hubáček, F. Dominec, A. Hospodková, K. Kuldová, J. Oswald, J. Pangráč, T. Vaněk, M. Buryi, G. Ledoux, C. Dujardin, Donor-Acceptor Pairs Recombination as the Origin of the Emission Shift In InGaIn/GaN Scintillator Heterostructures Doped with Zn, ECS J. Solid State Sci. Technol. 12 (2023) 066004. <https://doi.org/10.1149/2162-8777/acda62>
- [2] A. Hospodková, F. Hájek, T. Hubáček, Z. Gedeonová, P. Hubík, M. Hývl, J. Pangráč, F. Dominec, T. Košutová, Electron Transport Properties in HEMT structures improved by V-pit formation on AlGaIn/GaN interface, ACS



- Applied Materials and Interfaces 15 (2023) 19646–19652.
<https://doi.org/10.1021/acsami.3c00799>
- [3] D. Miliatieva, A. Sokeng-Djoumessi, J. Čermák, K. Kolářová, M. Schaal, F. Otto, E. Shagieva, O. Romanyuk, J. Pangrác, J. Kuliček, V. Nádaždy, Š. Stehlík, A. Kromka, H. Hoppe, B. Rezek, Absolute energy levels in nanodiamonds of different origins and surface chemistries, *Nanoscale Adv.* 5 (2023) 4402–4414.
<https://doi.org/10.1039/D3NA00205E>
- [4] M. Kočí, T. Izsák, G. Vanko, M. Sojková, J. Hrdá, O. Szabó, M. Husák, K. Végső, M. Varga, A. Kromka, Improved Gas Sensing Capabilities of MoS₂ / Diamond Heterostructures at Room Temperature, *ACS Applied Materials and Interfaces* 10.1021 (2023) A – I.
<https://doi.org/10.1021/acsami.3c04438>
- [5] J. Kuliček, M. Marek, N. Kumar, J. Fait, Š. Potocký, Š. Stehlík, A. Kromka, B. Rezek, Kelvin Probe Characterization of Nanocrystalline Diamond Films with SiV Centers as Function of Thickness, *phys. status solidi a* x (2023) x – x.
<https://doi.org/10.1002/pssa.202300459>
- [6] S. Suman, D. K. Sharma, S. Sain, O. Szabo, S. K. Sethy, B. Rakesh, U. Balaji, M. Marton, M. Vojs, S. S. Roy, R. Sakthivel, K. J. Sankaran, A. Kromka, Nanoscale Investigation on the Improvement of Electrical Properties of Boron-Doped Diamond Nanostructures for High-Performance Plasma Displays, *ACS Appl. Electron. Mater.* 5 (2023) 4946–4958.
<https://doi.org/10.1021/acsaelm.3c00713>
- [7] J. Budil, P. Štenclová, A. Kromka, P. Lišková, Development of the *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* Biofilm Monitored in Real Time Using Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Measurements in a Flow Cell Chamber, *Appl. Spectrosc.* 77(5) (2023) 500–512.
<https://doi.org/10.1177/00037028231165057>
- [8] J. J. Mareš, V. Špička, P. Hubík, On physical processes controlling nerve signalling *Eur. Phys. J.-Spec. Top.* 232 (2023) 3561–3576.
<https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-023-01045-7>

Oddělení spintroniky a nanoelektroniky

Oddělení spintroniky a nanoelektroniky je světově uznávané ve výzkumu feromagnetických polovodičů, relativistických jevů transportu včetně anomálních a spinových Hallových jevů, lineární a nelineární magnetorezistence a elektrického a ultrarychlého terahertzového a optického přepínání feromagnetů a anti-feromagnetů. V nedávné době byl výzkum zásadně rozšířen o nový základní typ magneticky uspořádaných látek – tzv. altermagnetů, které byly oddělením identifikovány a popsány.

Oddělení pokrývá výzkum od formulace teoretických základů přes přípravu a charakterizaci materiálů ve formě epitaxních tenkých vrstev až po konstrukci konkrétních experimentálních spintronických součástek. Takto široký a ucelený soubor výzkumných činností v rámci jedné kompaktní vědecké skupiny je ojedinělý i ve světovém měřítku. Kromě základních fyzikálních objevů je výzkum anti-feromagnetů a altermagnetů v oddělení motivován dlouhodobou vizí orientovanou na vývoj nových digitálních a neuro-morfních informačních technologií s ultravysokou kapacitou, rychlostí a energetickou účinností, které nejsou dosažitelné v rámci zavedených polovodičových a feromagnetických technologií.

Z řady výsledků dosažených v roce 2023 zmíníme experimentální pozorování a manipulaci anti-feromagnetických topologických nanotextur při pokojové teplotě [1], experimentální detekci spontánního anomálního Hallova jevu v polovodivém altermagnetu MnTe

[2] (obr. 2.3.3) a teoretickou předpověď chirálně rozštěpených magnonů v altermagnetech [3].

Topologicky chráněné magnetické textury jsou slibnými kandidáty pro nosiče informací v budoucích paměťových zařízeních. Tyto textury zahrnují skyrmiony, poloviční skyrmiony (merony) a jejich anti-částice. Ukázali jsme, že anti-feromagnety obsahují verze těchto textur, které mají vysoký potenciál pro časovou a prostorovou škálovatelnost. V práci jsme demonstrovali detekci a elektrickou manipulaci meronů a antimeronů v tenkovrstvém semimetalickém anti-feromagnetu CuMnAs, který je testovacím systémem pro spintronické aplikace [1].

Dříve bylo známo, že anomální Hallův jev může pocházet z narušení symetrie časové inverze vnitřní makroskopickou magnetizací ve feromagnetech nebo nekolineárním magnetickým uspořádáním. V naší experimentální práci jsme demonstrovali spontánní anomální Hallův jev v nepřítomnosti vnějšího magnetického pole v altermagnetu MnTe, který má kolineární antiparalelní uspořádání magnetických momentů na atomech Mn se zanedbatelnou celkovou magnetizací [2]. Jedná se o jedno z prvních experimentálních ověření nové altermagnetické třídy kolineárních magnetů.

Magnony ve feromagnetech mají jednu chiralitu a typicky jsou v rozsahu GHz a mají kvadratickou disperzi blízko nulového vlnového vektoru. Naproti tomu magnony v anti-feromagnetech obsazují energetické pásy s oběma chiralitami, které jsou degenerované v rozsahu THz a mají lineární disperzi okolo středu

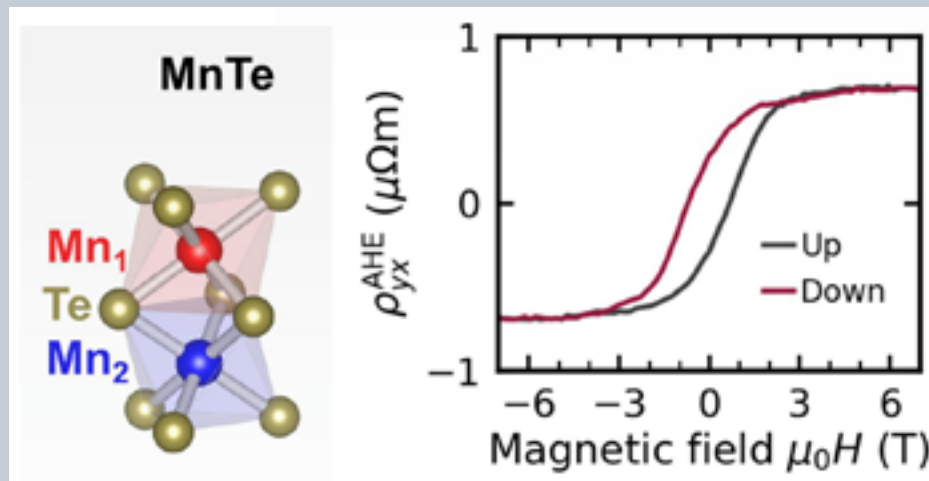
Brillouinovy zóny. V naší práci jsme teoreticky předpověděli novou třídu magnonů v altermagnetech [3]. Altermagnetické magnonové pásy mají střídavé chirální štěpení, jsou v THz oblasti a mají lineární disperzi. Jedná se tak o ideální kombinaci vlastností pro magnoniku – tedy obor využívající magnony místo elektronů pro přenos a zpracování informace.

LITERATURA:

- [1] O. J. Amin, S. F. Poole, S. Reimers, L. X. Barton, F. Maccheronzi, S. S. Dhesi, V. Novák, F. Křížek, J. S. Chauhan, R. P. Campion, A. W. Rushforth, T. Jungwirth, O. A. Tretiakov, K. W. Edmonds, P. Wadley, Antiferromagnetic half-skyrmions electrically generated and controlled at room temperature, *Nature Nanotech.* 18 (2023) 849–853.
<https://doi.org/10.1038/s41565-023-01386-3>
- [2] R. D. Gonzalez Betancourt, J. Zubáč, R. J. Gonzalez-Hernandez, K. Geishendorf, Z. Šobáň, G. Springholz, K. Olejník, L. Šmejkal, J. Sinova, T. Jungwirth, S. T. B. Goennenwein, A. Thomas, H. Reichlová, J. Železný, D. Kriegner, Spontaneous anomalous Hall effect arising from an unconventional compensated magnetic phase in a semiconductor, *Phys. Rev. Lett.* 130 (2023) 139860(1) – 139860(11).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.036702>
- [3] L. Šmejkal, A. Marmodoro, Kyo-Hoon Ahn, Rafael Gonzalez-Hernandez, Ilja Turek, Sergiy Mankovsky, Hubert Ebert, Sunil W. D'Souza, O. Šipr, J. Sinova, T. Jungwirth, Chiral magnons in altermagnetic RuO₂, *Phys. Rev. Lett.* 131 (2023) 256703(1) – 256703(6).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.256703>



Obr. 2.3.3 Obrázek ukazuje krystal MnTe s opačnými magnetickými momenty na atomech Mn znázorněnými červenou a modrou barvou, které vedou k nulové celkové magnetizaci, a změřený anomální Hallův jev.



Oddělení strukturní analýzy

Oddělení strukturní analýzy se zabývá výpočty modulovaných a magnetických struktur, vývojem metod analýzy nanokrystalů pomocí elektronové difrakce a mineralogickou krystalografií.

Naším největším úspěchem byla publikace článku [1], který je vyvrcholením několikaleté práce posouvající hranice možností elektronové krystalografie především v určování chiralit organických molekul. Z nových zahraničních spoluprací v oblasti elektronové difrakční analýzy organických materiálů je zvláště zajímavá kooperace se skupinou profesora Barta Kahra (New York University) v analýze insekticidních materiálů krystalizujících z nasycených polyetylenových sítí [2]. Tato technologie je využívána pro hubení komárů v malarických oblastech a její lepší pochopení a zvládnutí má potenciál zachránit mnoho životů.

V oblasti studia magnetických struktur jsme pokračovali v syntéze nových materiálů a charakterizaci

magnetických modulací. Poprvé byla vyřešena nesouměřitelně modulovaná struktura Ho₃Co pomocí superprostorového přístupu implementovaného v programu Jana2020 [3]. Magnetické přechody indukované polem ve vysoce anizotropním ErFe₅Al₇ byly studovány pomocí rentgenového magnetického dichroismu ve vysokém poli (XMCD), přičemž byla odhalena koherentní rotace Er 4f a Fe 3d momentů a objasněna úloha Er 5d elektronů při spřažení Er 4f a Fe 3d momentů [4].

V rámci pokračující dlouhodobé úspěšné spolupráce s Ústavem anorganické chemie v Řeži jsme pomocí monokrystalové a práškové difrakce charakterizovali několik nově objevených látek HS-syn-B₁₈H₂₁. Prokázalo se, že krystalická forma syn-B₁₈H₂₂ isomeru vykazuje modrou fluorescenci a stává se fosforescenční po substituci SH skupinou na různých místech klastru [5]. Studium organokovových komplexů vedlo k publikacím zabývajícím se biologickou aktivitou heteroleptických karboenových komplexů stříbra a zlata [6] a anti-

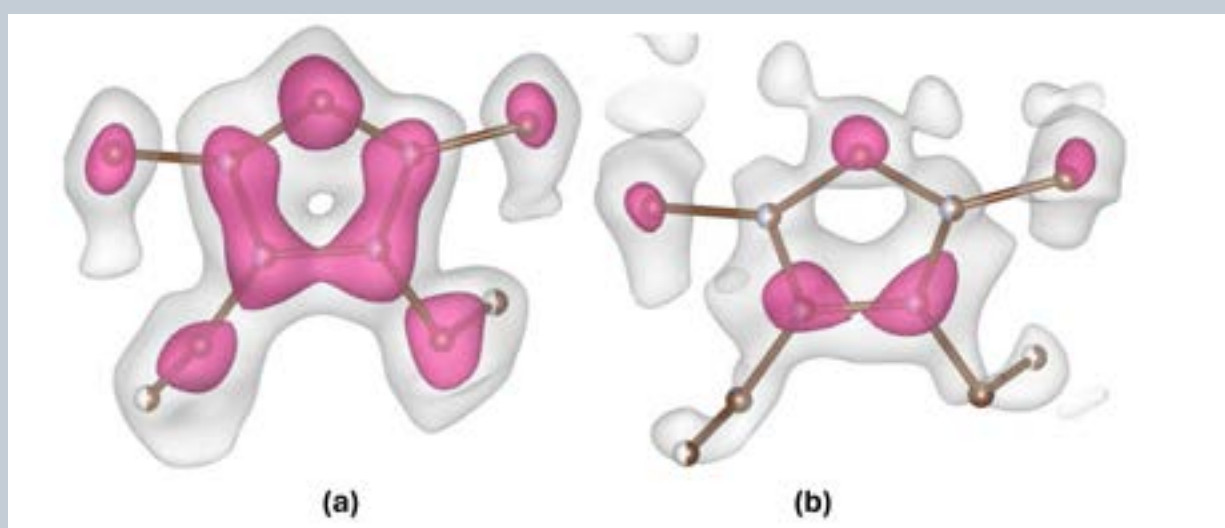
bakteriální aktivitou komplexu zinku, kadmia a rtuti s Schiffovými bázemi [7].

Souběžně probíhal vývoj programu Jana2020, kde stále vylepšujeme grafické rozhraní pro jednodušší editaci strukturních modelů. Program již dosáhl takové stability, že jsme mohli zveřejnit základní publikaci o programu [8]. Připravujeme kroky pro komercializaci programu.

Pro udržitelnost našeho výzkumu bylo důležité získání dvou nových projektů GAČR a zapojení do úspěšných projektových žádostí OP JAK TERA FIT, CzechNanolab a MGML, které v příštím roce umožní modernizovat naše přístroje. Pokračujeme v řešení běžícího projektu EXPRO.

LITERATURA:

- [1] P. B. Klar, Y. Krysiak, H. Xu, G. Steciuk, J. Cho, X. Zou & L. Palatinus, Accurate structure models and absolute configuration determination using dynamical effects in continuous-rotation 3D electron diffraction data, *Nat. Chem.* 15 (2023) 848–855.
<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01186-1>
- [2] R. Aronin, P. Brázda, L. N. Smith, C. J. Zhang, J. B. Benedict, Z. Y. Marr, B. Rybtchinski, H. Weissman, A. G. Shtukenberg, B. Kahr (2024): Chlorfenapyr Crystal Polymorphism and Insecticidal Activity, *Cryst. Growth Des.*, Early Access,
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.cgd.3c01257>
- [3] S. Goswami, M. Henriques, V. Petricek et al., The incommensurate magnetic structure and magnetism under pressure in Ho₃Co, PRB (under revision)
- [4] S. Yamamoto et al., Field-induced magnetic transitions of the highly anisotropic ErFe₅Al₇ studied by high-field x-ray magnetic dichroism, PRB (accepted for publication)
- [5] D. Kumar Patel, B. S. Sooraj, K. Kirakci, J. Macháček, M. Kučeráková, J. Bould, M. Dušek, M. Frey, C. Neumann, S. Ghosh, A. Turchanin, T. Pradeep & T. Base, Macropolyhedral syn-B₁₈H₂₂, the „Forgotten“ Isomer, *J. Am. Chem. Soc.* 145 (2023) 17975–17986.
<https://doi.org/10.1021/jacs.3c05530>
- [6] A. Neshat, A. Mahdavi, M. R. Yousefshahi, M. Cheraghi, V. Eigner, M. Kučeráková, M. Dušek, F. Rezaie, B. Kaboudin, Heteroleptic Silver(I) and Gold(I) N-Heterocyclic Carbene Complexes: Structural Characterization, Computational Analysis, Tyrosinase Inhibitory, and Biological Effects. *Inorg. Chem.* 2023, 62 (41), 16710–16724.
<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.3c01759>
- [7] Y. A. Tyula, H. Goudarziafshar, S. Yousefi, M. Dušek, V. Eigner, V. Template synthesis, characterization and antibacterial activity of d10 (Zn²⁺, Cd²⁺, Hg²⁺) Schiff base complexes: A novel supramolecular Cd²⁺ complex with two 1D helical chains, and its Hirshfeld surface analysis. *J. Mol. Struct.* 2023, 1272, 13405.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134051>
- [8] V. Petříček, L. Palatinus, J. Plášil & M. Dušek, JANA2020 – a new version of the crystallographic computing system JANA, *Z. Kristallogr.* 238(7–8) (2023) 271–282.
<https://doi.org/10.1515/zkri-2023-0005>



Obr. 2.3.4 Rozdílová mapa elektrostatického potenciálu odhaluje molekulu 2-ethyl-1,3,4-trimethyl-imidazolium ve struktuře zeolitu STW_HPM-1 publikované v práci [19–1]. (a) Mapa získaná nově vyvinutou metodou s využitím tzv. dynamické teorie difrakce; (b) mapa získaná standardní méně přesnou metodou s využitím kinematické teorie difrakce.

Oddělení magnetik a supravodičů

Oddělení magnetik a supravodičů se soustřeďuje na synergické experimentální a teoretické studium souvislostí mezi mikroskopickou podstatou magnetismu a dalšími fyzikálními vlastnostmi materiálů ve formě nanočástic, monokrystalů, keramik a tenkých vrstev, a to zejména ve vztahu k extrémním vnějším fyzikálním stimulům (extrémnímu tlaku, velmi nízké teplotě).

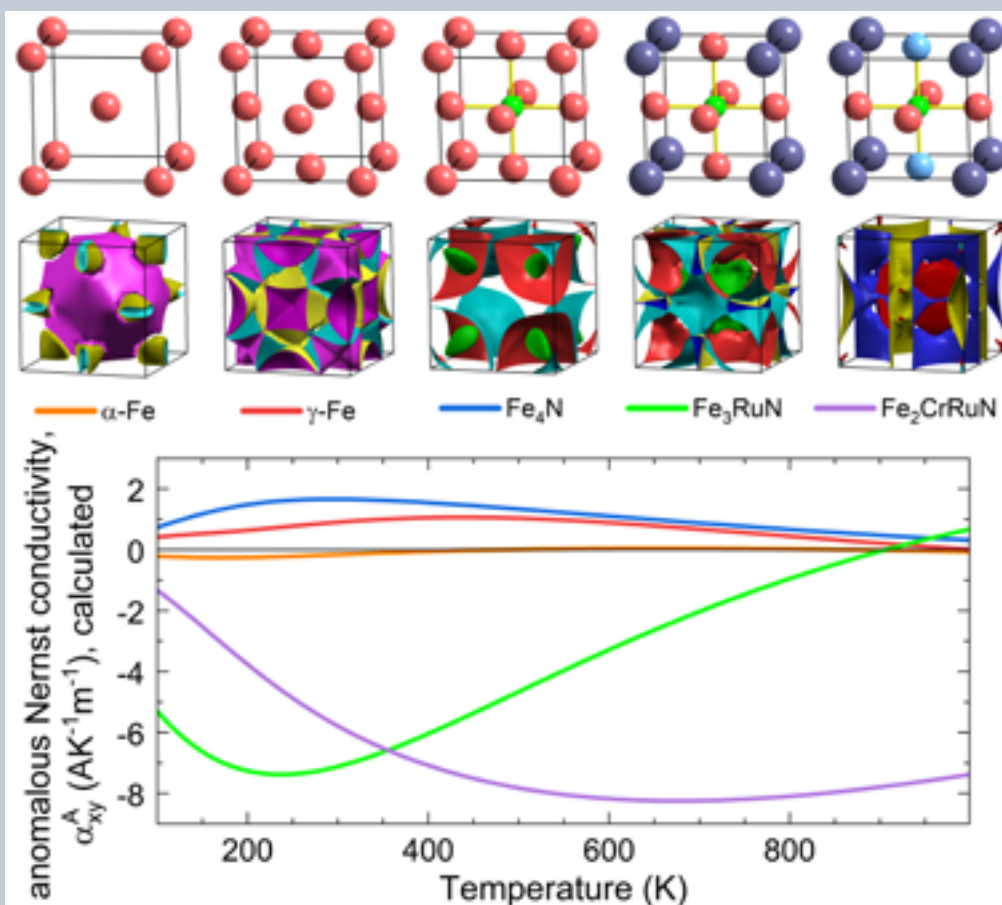
Společně s dlouhodobě spolupracujícím pracovištěm (Fakultou chemicko-technologickou Univerzity Pardubice) jsme organizovali v září 2023 evropskou termoelektrickou konferenci. Jako editoři jsme se podíleli na speciálním vydání časopisu Solid State Science (Elsevier – „Recent advances and perspectives of thermoelectric energy conversion“).

Studium tenkých vrstev v rámci mezinárodního německo-českého projektu (Technická Universita Darmstadt – FZÜ) je orientováno na nitridy železa a jejich výjimečné magnetické a thermo-magneto-galvanické vlastnosti, především anomální Nernstův jev (ANE). Maximalizace ANE v oblasti vyšších teplot prostřednictvím vhodných substitucí a s preferencí netoxických a dostupných prvků je podložena výpočty elektronových struktur a tzv. Berryho křivostí, která je jedním z hlavních zdrojů vysokého ANE. Z první série výpočtů

jsme jako slibné kandidáty vytipovali nitridy s antiperovskitovou strukturou o složení Fe_3RuN a Fe_2CrRuN , viz obrázek 2.3.5 [1]. Na základě dosud získaných poznatků připravujeme návrh evropského projektu cíleného na využití ANE pro monitorování tepelného toku, případně jako miniaturního zdroje elektrické energie.

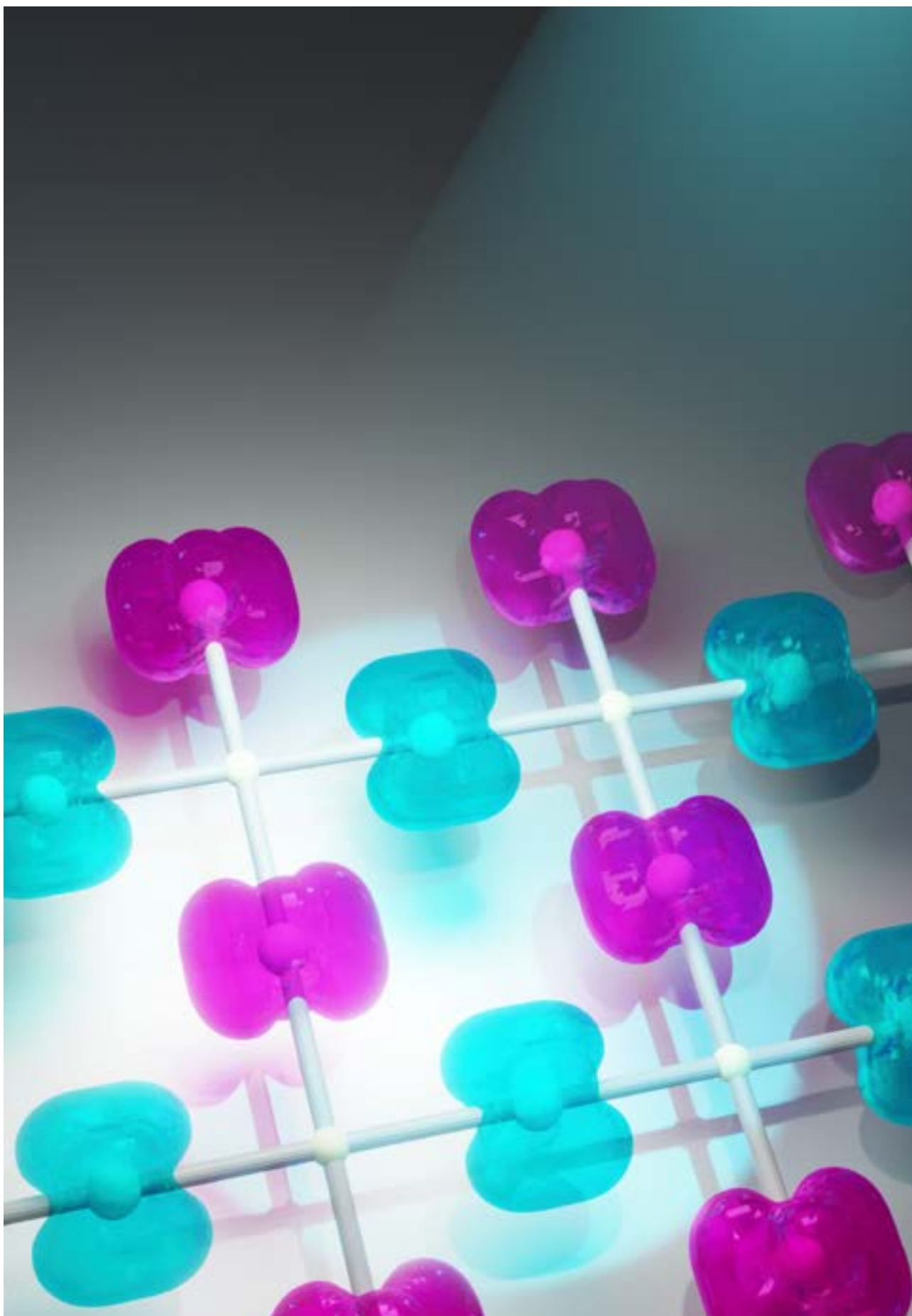
Exotický magnetismus, který se stabilizuje během ochlazení pod 160 K spolu se snížením symetrie v Heuslerově slitině $\text{Ni}_{2.01}\text{Mn}_{1.58}\text{Sn}_{0.41}$, jsme díky frekvenčně závislé magnetické susceptibilitě charakterizovali jako klastrové spinové sklo [2]. Kvantově mechanické výpočty vycházející ze strukturních superbuněk s rozdílným uspořádáním atomů Mn a Sn naznačují, že lokální chemické variace poskytují nejpravděpodobnější scénář k objasnění magnetických vlastností.

Analýza měrného tepla a tepelné vodivosti feromagnetického izolantu CdCr_2Se_4 umožnila jasně oddělit příspěvky feromagnetických magnonů a kmitů mřížky k tepelné kapacitě. Nízkoteplotní závislost měrného tepla na silném magnetickém poli byla konfrontována s ab-initio výpočty fononových a magnonových spekter a rozdíly mezi experimentem a teorií byly vysvětleny existencí magnetických domén a jako důsledek fonon-magnonové interakce, která vzniká v průsečíku obou spekter [3].



Obr. 2.3.5

Krystalové struktury, vypočtené Fermiho plochy a teplotně závislý anomální Nernstova vodivost (α_{xy}^A) of α -Fe, γ -Fe, Fe_4N , Fe_3RuN , Fe_2RuCrN , kde příslušné atomy jsou zobrazeny jako (●) N, (●) Fe, (●) Ru, a (●) Cr.



Protože nitridové nanočástice, navíc bez obsahu „toxických kovů“, překonávají díky své vysoké magnetizaci tradiční feritová jádra, je součástí našeho projektu i syntéza a studium nanočástic Fe_xN s cílem jejich využití v medicínálních aplikacích. S vývojem pokročilých nanočástic souvisí naše práce zaměřená na zlaté nanoobaly s magnetickými jádry a komplexní organickou funkcionalizací, která umožňuje molekulární rozpoznávání vybraných analytů a jejich detekci pomocí povrchově zesílené Ramanovy spektroskopie (SERS) [4].

LITERATURA:

- [1] K. Ahn, J. Vít, M. Pashchenko & K. Knížek, Iron nitrides substituted with transition metals: DFT study of promising systems for anomalous Nernst effect, *Phys. Rev. B* 108 (2023) 075123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.075123>
- [2] J. Kaštil, J. Kamarád, M. Friák, M. Míšek, U. Dutta, P. Král, O. Kaman, Z. Arnold, Cluster spin glass in off-stoichiometric $\text{Ni}_{2.01}\text{Mn}_{1.58}\text{Sn}_{0.41}$ alloy, *Intermetallics* 161 (2023) 107995. <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2023.107995>
- [3] K. Ahn, Z. Jiráček, K. Knížek, P. Levinský, M. Soroka, L. Beneš, J. Zich, J. Navrátil, J. Hejtmánek, Heat capacity and thermal conductivity of CdCr_2Se_4 ferromagnet: magnetic field dependence, experiment and calculations, *J. Phys. Chem. Solids* 174 (2023) 111139. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2022.111139>
- [4] D. T. Bui, L. Kubičková, J. Kuličková, P. Bouř, J. Kessler, P. Řezanka, O. Kaman, Gold nanoshells with magnetic cores and a urea-based receptor for SERS sensing of fluoride anions: experimental and computational study, *Analyst* 148 (2023) 5070. <https://doi.org/10.1039/D3AN00625E>

Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur

Oddělení se tematicky zabývá přeměnami a uchováváním energie v širokém spektru nových materiálů, které připravujeme a vyvíjíme.

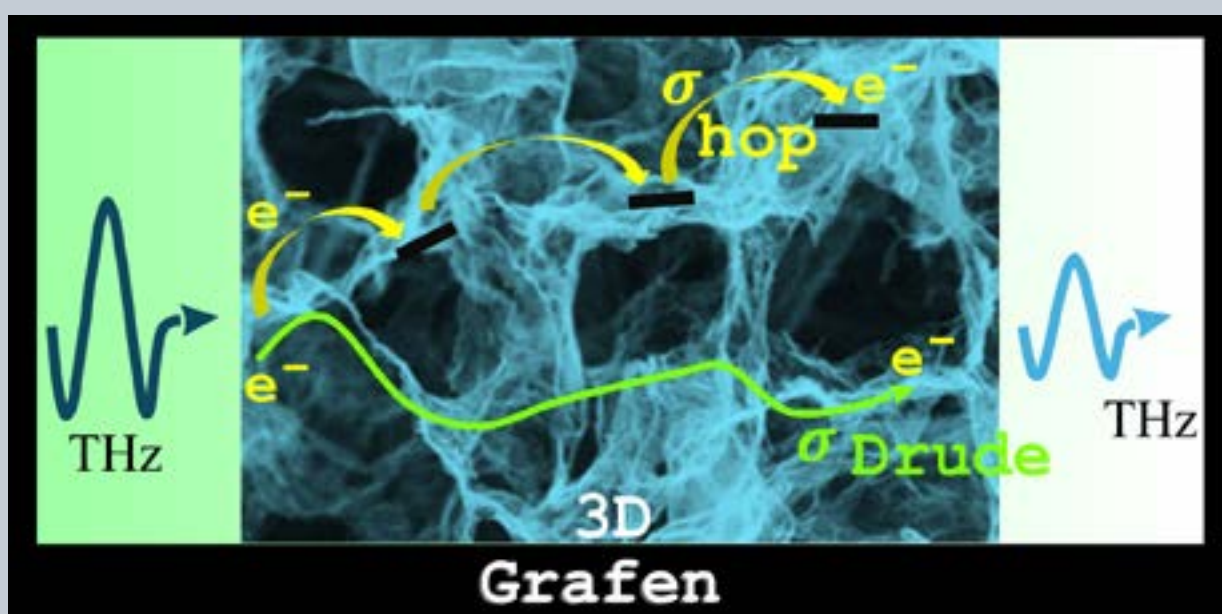
Grafenové aerogely, nově vyvinuté týmem Dr. Červenky pro ultrarychlé širokopásmové hmatové senzory, jsme podrobně zkoumali pokročilými metodami terahertzové spektroskopie a zjistili jsme pro grafen zcela netypický typ vodivosti [1].

Jiným studovaným materiálem je polykrystalický diamant se zabudovanými SiV centry, vhodný pro kvantovou komunikaci a biosenzory. Spolupráce

s Univerzitou Karlovou ukázala, že takovýto polykrystalický diamant má optické vlastnosti srovnatelné s monokrystalickým diamantem, přestože je mnohem levnější a jednodušší na výrobu [2].

V rámci široké spolupráce s průmyslem jsme zkoumali i použití termálního plazmatu na extrakci vodíku a fosforu z odpadních vod [3]. Naše optická měření [4] byla využita v rámci nové spolupráce s VŠCHT při vývoji fotokatalyzátorů pro dekontaminaci vod.

Činnost oddělení je zajištěna širokou škálou grantů, od *evropského projektu* Pilatus zaměřeného na slu-



Obr. 2.3.6 Dva typy transportu v grafenových aerogelech studované terahertzovou spektroskopií.

neční články přes běžící grant Lumina quaeruntur řešící kvantovou nanofotoniku až po několik grantů Grantové agentury ČR. Oddělení také koordinuje účast FZÚ na velké výzkumné infrastruktuře CzechNanoLab.

LITERATURA:

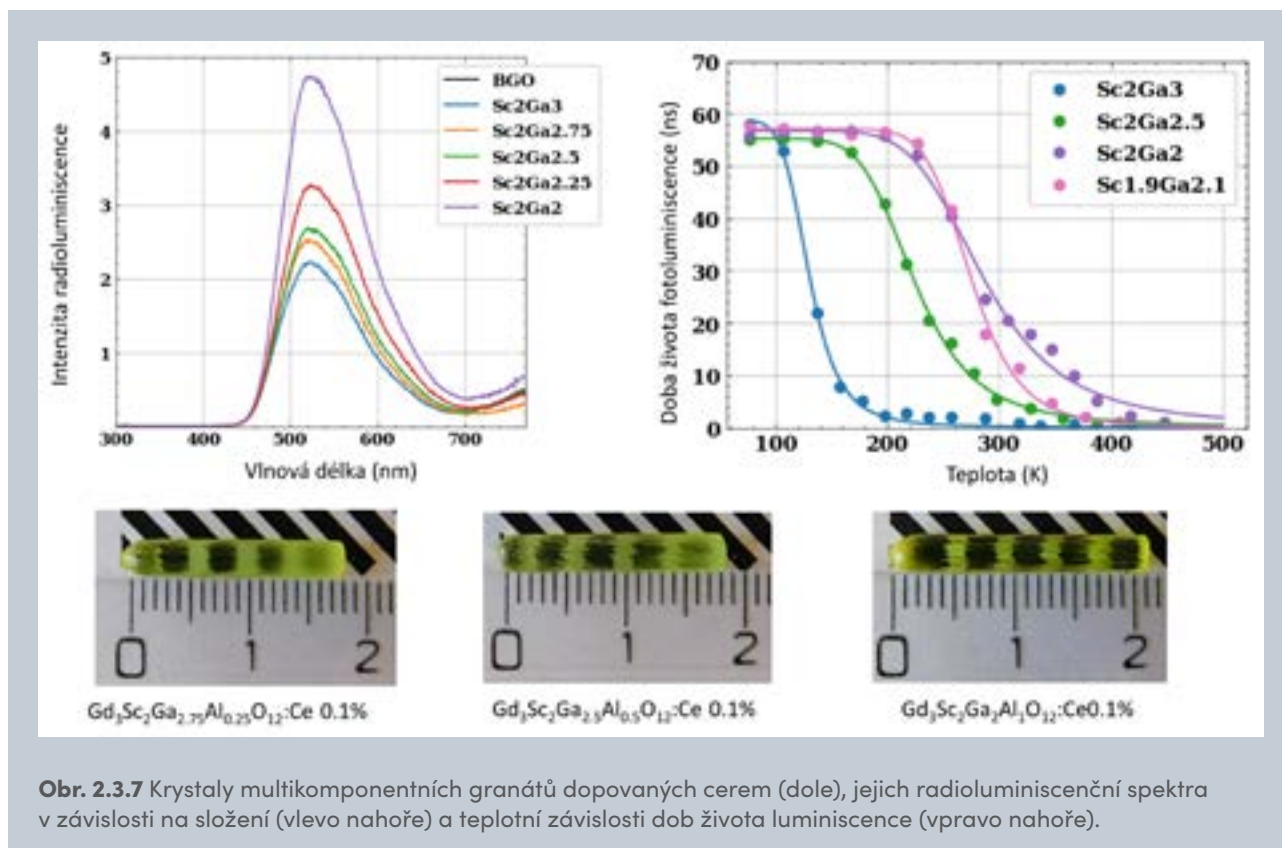
- [1] P. Kumar, M. Šilhavík, M. R. Parida, H. Němec, J. Červenka & P. Kužel, Terahertz charge transport dynamics in 3D graphene networks with localization and band regimes, *Nanoscale Adv.* 5 (2023) 2933–2940.
<https://doi.org/10.1039/D2NA00844K>
- [2] F. Trojánek, K. Hamráček, M. Hanák, M. Varga, A. Kromka, O. Babčenko, L. Ondič, P. Malý, Light emission dynamics of silicon vacancy centers in a polycrystalline diamond thin film, *Nanoscale* 15 (2023) 2734–2738.
<https://doi.org/10.1039/D2NR05470A>
- [3] V. S. Sikarwar, A. Mašláni, G. Oost, J. Fathi, M. Hlína, T. Mates, M. Pohořelý, M. Jeremiáš, Integration of thermal plasma with CCUS to valorize sewage sludge, *Energy* 288, 129896.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129896>
- [4] N. Ishak, D. Martynek, J. Velu, R. Bleha, P. Galář, M. Šooš, Revolutionizing photocatalytic water treatment: An in-depth exploration of g-C₃N₄ iron oxide and carbon-mediated upgrading for an optimal decontamination of Vltava river water, *Colloid Surf. A-Physicochem. Eng.* 677 (2023) 132292(1) – 132292(12).
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2023.132292>

Oddělení optických materiálů

Oddělení optických materiálů vyvíjí technologie přípravy objemových a tenkovrstvých materiálových systémů, u kterých je potenciál využití převážně v optických aplikacích. K měření charakteristik těchto a dalších externě získávaných materiálů se v oddělení používá široká paleta experimentálních technik z ob-

lasti optických, magnetických a fotoelektronových spektroskopii. V náplni oddělení jsou i aktivity teoretické z oblasti kinetiky nukleace a růstu krystalické fáze a kinetiky luminiscence.

Ve skupině Luminiscenčních a scintilačních materiálů se v roce 2023 rozběhly dva projekty GAČR, jeden TAČR TREND a evropský projekt UNICORN ve výzvě EIC Pathfinder Horizon Europe. Projekt GA ČR



Scintilační multimodální materiály a kvantové heterostrukтуры studuje nanostrukтуры a nanokompozity pro biomedicínské aplikace zajišťující „chytré“ doručení, terapii a diagnostiku a také ultrarychlou scintilační detekci, která je tématem i v projektu UNICORN: Hybridní nanokompozitní scintilátory pro průlomová řešení radiační detekce ve výzkumu neutrin. V rámci projektu GAČR Pokročilé anorganické nanokompozity pro distribuované senzory škodlivého záření se zkoumají nanočástice Zn_2SiO_4 ve sklo-keramické matici na bázi $\text{Na}_2\text{O-ZnO-SiO}_2$ ve formě vlákna, s využitím pro poziční radiometrii. Projekt TAČR Detektory ionizujícího záření v životním prostředí využívá patentovaný monokrystal těžkého perovskitu pro scintilační detekci v životním prostředí. Publikovali jsme ultrarychlý scintilační materiál $\text{KLuS}_2:\text{Pr}^{3+}$ [1] s potenciálem pro aplikace vyžadující rychlé časování (např. TOF-PET).

Skupina přípravy optických materiálů a termické analýzy se převážně zaměřuje na pěstování oxidových a halogenidových krystalů metodou micro-pulling-down a Bridgmanovou metodou. Fyzikálně-chemické vlastnosti připravovaných materiálů jsou studovány pomocí různých metod termické analýzy. Podařilo se nám vypěstovat krystaly cerem dopovaných multikomponentních granátů (obr. 2.3.7) a prostudovat jejich luminiscenční a scintilační vlastnosti v závislosti na koncentraci Ga a Sc. Laděním koncentrace Ga a kodo-pováním Mg^{2+} se podařilo významně zlepšit scintilační vlastnosti [2].

Skupina fotoelektronové spektroskopie se zabývá měřeními koncentračních profilů vrstevnatých struktur III–V polovodičů využitím iontového odprašování pomocí klastrového iontového děla (GCIS) a metody XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) [3]. Ukázalo se, že kombinace GCIS-XPS využívající k buzení fotoelektronů čáru Ag L_α dává realistické, prášením neovlivněné informace o hloubkovém složení vrstev AlN , $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ krystalů.

Skupina pokročilých optických nanomateriálů a kompozitů se zaměřuje na syntézu a charakterizaci různých optických oxidových a halogenidových nanomateriálů s velkým aplikačním potenciálem (ultrarychlé scintilátory, světelné diody, fotokatalyzátory a fotovoltaická zařízení). Hydrotermální metodou jsme připravili molybdenem (Mo) dopovaný (1 až 30 % hm.) oxid zinečnatý (ZnO) ve formě nanosloupků [4]. Mo byl zabudován do ZnO nanosloupků a jeho energetické hladiny se objevily v pásové struktuře. Ty se podílely na luminiscenčních procesech souvisejících s V_{Zn} a superrychlou excitonovou luminiscencí, která má potenciál pro ultrarychlou scintilační detekci.

LITERATURA:

- [1] V. Jarý, L. Havlák, J. Bárta, E. Mihóková, R. Kučerková, M. Buryi, V. Babin, P. Průša, T. Vrba, A. Kotlov, M. Nikl. Efficient Ultrafast Scintillation of $\text{KLuS}_2:\text{Pr}^{3+}$ Phosphor: A Candidate for Fast-Timing Applications. *Physical Review Applied* 19 (2023) 034092. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.19.034092>.
- [2] O. Zapadlík, J. Pejchal, F. Levchenko, R. Kučerková, A. Beitlerová, V. Vaněček, K. Jurek, M. Nikl, The Ga-admixed GSAG:Ce single crystal scintillator: Composition tuning, *Journal of Luminescence* 263 (2023) 119984. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2023.119984>
- [3] O. Romanyuk, J. Brault, I. Gordeev, E. Ukrainsev, J. Houdková, P. Jiříček, Depth profiling of AlN and $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ crystals by XPS using $\text{Al K}\alpha$ and $\text{Ag L}\alpha$ line excitation and Ar ion gas cluster ion source, *J. Appl. Phys.* 133 (2023) 035301. <https://doi.org/10.1063/5.0125938>
- [4] M. Buryi, N. Neykova, M. G. Brik, Yu-Min Wang, Z. Remeš, K. Ridzoňová, V. Babin, M. Davydova, J. Drahokoupil, S. Chertopalov, L. Landová, O. Pop-Georgievski, Hydrothermally grown molybdenum doped ZnO nanorod arrays. The concept of novel ultrafast nanoscintillator Opt. Mater. 145 (2023) 114445. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2023.114445>.



2.4 Sekce optiky



80

„Jsme úspěšní na poli vědy i průmyslové spolupráce, a to díky dobře rozvinuté interdisciplinaritě a využívání vzájemných synergií. Svou energii nyní zaměřujeme na rozvoj mladých talentovaných vědců a vědkyň. Právě oni jsou klíčem k budoucím úspěchům české vědy i průmyslu. Děkuji celému týmu Sekce optiky, že v tomto úsilí táhneme za jeden provaz.“

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Pro Sekci optiky je charakteristický interdisciplinární výzkum s důrazem na průmyslovou spolupráci a aplikační potenciál. Součástí výzkumných týmů sekce jsou kromě fyziků se zaměřením na klasickou a kvantovou optiku také specialisté na biofyziku, fotoniku, chemii, medicínu, umělou inteligenci i odborníci na materiálový výzkum a vývoj a aditivní technologie. Vzájemně těží ze svých znalostí, zkušeností a mezinárodních kontaktů, které dále prohlubují.

Celé řady úspěchů jsme dosáhli na poli základního i aplikovaného výzkumu včetně průmyslové spolupráce. Patří sem mimo jiné výzkum v oblasti jaterních organoidů, využití biočipů v oblasti péče o veřejné zdraví, odhalení nových mechanismů pro epitaxní stabilizaci, povrchové modifikace 2D MXénových materiálů i studium plazmatických depozic polovodičových tenkých vrstev. V rámci mezinárodního projektu FAST jsme představili nový typ fluorescenčního teleskopu, který je kompaktnější a výrazně levnější než ty stávající.

Podařilo se nám získat prestižní projekt, v jehož rámci vznikne v polovině roku 2024 centrum vědecké excelence Dioscuri, specializované na jednomolekulární optiku.

Spolupráci s průmyslem jsme mohli dále prohlubovat díky úspěšnému dokončení stavby inovačního centra Brain4Industry (www.brain4industry.cz) a jeho otevření v polovině roku. Centrum je zaměřeno pře-

devším na aditivní technologie, digitalizaci a související služby. Sídli v něm experti, kteří pomáhají českým malým a středním podnikům se zaváděním moderních výrobních postupů a nastavením digitálního prostředí, a tím pádem se zvyšováním přidané hodnoty jejich výroby a konkurenceschopnosti.

NCK MATCA (www.matca.cz) zahájilo druhé, šestileté projektové období, do něž bylo Technologickou agenturou ČR vybráno jako jeden z 18 projektů. Jeho hlavním tématem je strojírenství pro 21. století. Českému strojírenství pomáhá při realizaci aplikovaných projektů využívajících nejnovějších poznatků z oblasti laserových, plazmatických a aditivních technologií. Zároveň pokračuje ve výzkumu a vývoji pokročilých materiálů a nanotechnologií.

Rozvojovým centrem Radius (www.centrumradius.cz), multioborovou platformou sdružující 14 institucí a soukromých firem z ČR nabízející stáže vysokoškolským studentům, v loňském roce prošlo několik desítek studentů a studentek z ČR i dalších zemí Evropské unie.

Pokračovala spolupráce na projektu Strategie AV21 – Průlomové technologie budoucnosti, kde vedeme téma s názvem Sensorika pro AI budoucnosti, v rámci něhož jsme na konci roku uspořádali studentskou konferenci. Svůj výzkum na ní prezentovali studentky a studenti napříč ústavu AV ČR.



Oddělení optických a biofyzikálních systémů

Oddělení rozvíjí výzkum v několika multidisciplinárních směrech propojujících oblasti materiálového inženýrství, optiky, biofyziky, chemie a medicíny. Důležitých výsledků jsme dosáhli v široké škále vědeckých oborů od vytváření buněčných 3D struktur přes epitaxní stabilizace tenkých vrstev až po vývoj a nasazení biosenzorů v oblasti ochrany veřejného zdraví. Do portfolia oddělení patří také intenzivní spolupráce s průmyslem, za jejíž realizaci odpovídá NCK MATCA a od roku 2023 i nově vybudované inovační centrum Brain4Industry v Dolních Břežanech.

Laboratoř biofyziky

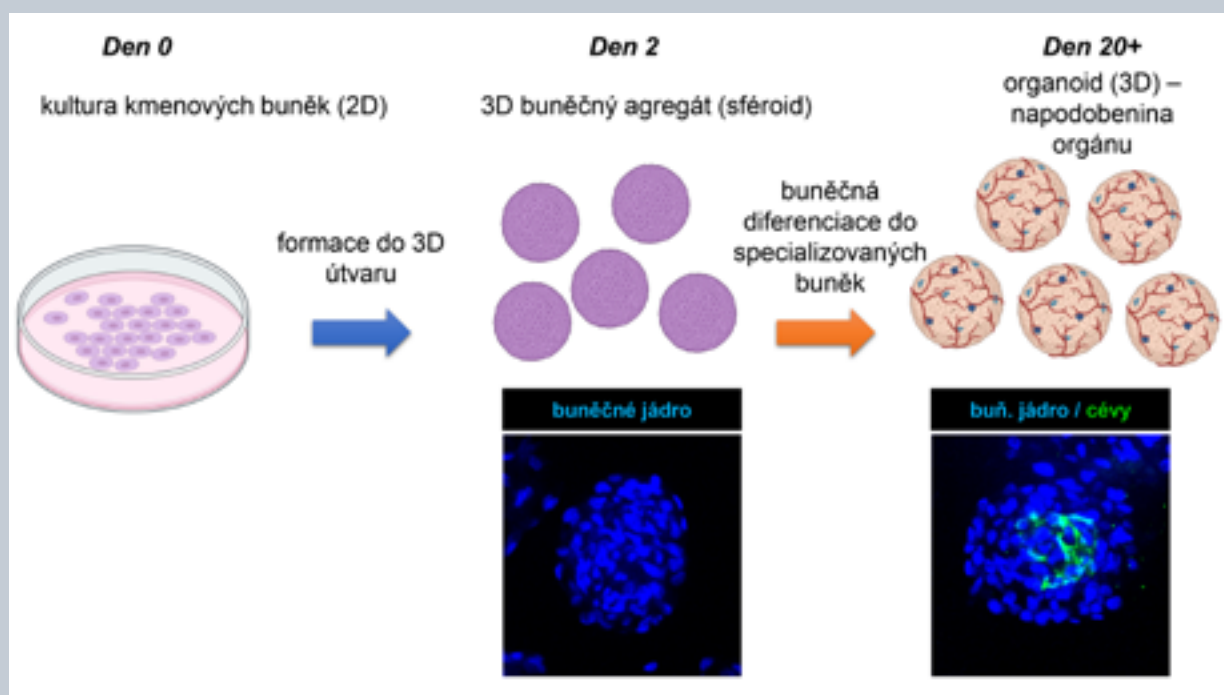
Oblast biofyziky se v uplynulém roce zaměřila na nový výzkumný směr vývoje 3D modelů in vitro buněčných kultur napodobujících in vivo uspořádání, jako jsou například organoidy [1], [2]. Takový výzkum dává příslib širokého využití pro různé aplikace v biomedicině a slibuje překonání přetrvávajících bariér ve vývoji a testování léčiv. Podařilo se nám nalézt nový způsob vytváření buněčných 3D struktur, které napodobují jaterní tkáň bez použití specifických předloh a bez závislosti na konkrétních materiálech, kde k napodobení procesu vývoje jater jsou používány malé molekuly. Lze tak vytvořit struktury, které jsou játrům podobné. Studií jednotlivých buněk a použitím speciálních zobrazovacích technik se nám podařilo prokázat, že tyto struktury obsahují podobné buňky jako skutečná játra, a to s pokročilými strukturami, jako jsou prostory

podobné krevním cévám a skupina speciálních buněk nazývaných Kupfferovy buňky. Tento výzkum probíhá v rámci mezinárodního konsorcia Prospective European Drug-Induced Liver Injury Network. Dále Laboratoř biofyziky pokračovala výzkumem, který odhaluje, jak vnější fyzikální faktory, například nanomateriály [2, 4], magnetická pole [3] a mechanické síly [5], ovlivňují klíčové buněčné funkce na úrovni buňky a subbuněčně.

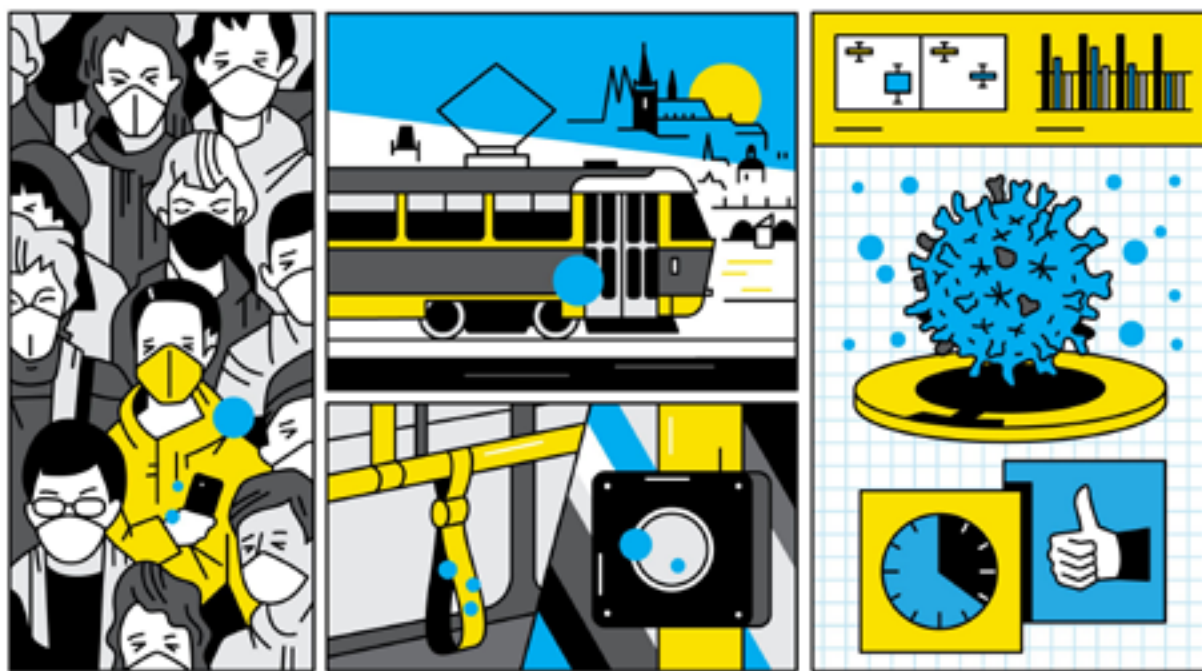
Laboratoř funkčních biorozhraní

Výzkum funkčních biorozhraní se věnoval novým přístupům pro sledování molekulárních interakcí s antifoulingovými polymerními nanovrstvami a jejich aplikacemi v biosenzorech. Ve spolupráci s Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR jsme navrhli nový postup analýzy funkčních polymerních nanovrstev pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie. Takové inovativní metodologické postupy byly využity při návrhu a ověřování nově vyvíjených antifoulingových materiálů.

Významným milníkem v oblasti moderních bioanalytických technologií je udělení evropského patentu EP 4149984. V oblasti biosenzorů také došlo k úspěšnému ověření inovativní antifoulingové nanovrstvy pro rychlou a účinnou detekci viru SARS-CoV-2 v komplexních vzorcích, a to při analýze 482 vzorků stěrů z povrchů odebraných během pandemie COVID-19 v pražské městské hromadné dopravě. Tento rozsáhlý multidis-



Obr. 2.4.1 Schematický přehled diferenciace jaterních organoidů z kmenových buněk. Vytvořeno pomocí BioRender.com.



Obr. 2.4.2 Biosenzor pro rychlé a účinné monitorování rizik šíření viru SARS-CoV-2 ve veřejné dopravě. Vzorky byly odebrány za plného provozu z tramvají, autobusů, vozů a stanic metra během jedné z vln epidemie COVID-19 v době, kdy byl jeden ze 240 obyvatel diagnostikován jako pozitivní na COVID-19. Sběr vzorků zahrnoval frekventované trasy a lokality pražského systému veřejné dopravy. Výsledky senzorové analýzy ukázaly více než 98 % shody s qRT-PCR metodou.

ciplinární výzkum byl prováděn ve spolupráci s BC AV ČR, PříF Jihočeské univerzity v ČB, ELI ERIC a dalšími partnery. Výsledky dosáhly více než 98 % shody s konvenční PCR metodou [6]. Inovativní práce v této oblasti si vysloužila uznání i na světové scéně, neboť se dostala mezi 30 semifinalistů prestižní soutěže Tech Innovation Excellence Award (TIE Award) 2023.

Laboratoř biofotoniky

V nedávno vybudovaném směru biofotoniky došlo k dalšímu rozvoji a rozšiřování portfolia mezinárod-

ní spolupráce. Výzkum v této oblasti byl zaměřen na několik klíčových směrů, které představují špičku v oblasti bioanalytických technologií, nanotechnologií a monitorování životního prostředí. Mezi tyto směry patří vývoj pokročilých plazmonických biosenzorů [7], rozvoj rychlých nanofluidických ventilů, studium biomolekul ve specifických filmových strukturách [8] a vývoj univerzálních metod amplifikace signálu pro detekci jednotlivých molekul v tekuté biopsii [9].

Dalším novým směrem je monitorování kvality vody s cílem vývoje nových technologií pro zajištění čistoty vodních zdrojů. Tento výzkum je klíčový pro



Obr. 2.4.3 V oblasti vývoje tenkovrstvých materiálů pokračujeme ve studiu mechanismů odpovědných za růst a vlastnosti multifunkčních vrstev oxidů kovů především s perovskitovou strukturou. Pro pokročilou syntézu takových materiálů jsme vyvíjeli nové technologické postupy na bázi metody pulzní laserové depozice. Také jsme pracovali na vývoji experimentálních postupů v kombinaci s teoretickými výpočty umožňujících co nejlepší charakterizaci nově vytvořených materiálů. Mezi nejzajímavější výsledky dosažené v loňském roce patří odhalení nového mechanismu pro epitaxní stabilizaci. Znalost tohoto

mechanismu otvírá nové možnosti úpravy optických a elektronických vlastností materiálů v širokém měřítku. Součástí výzkumu bylo také odhalení mechanismů, jak epitaxní kontrola vnitřního pnutí řídí domény a elastické vlastnosti. Dalším výzkumným směrem bylo pokročilé studium nikelanových filmů.





ochranu životního prostředí a veřejného zdraví. Každý z těchto směrů představuje významný krok vpřed v aplikaci vědeckých poznatků pro řešení globálních výzev v oblasti zdravotnictví a ochrany životního prostředí [10]. Součástí rozvoje směru biofotoniky bylo rozdělení výzkumné skupiny a založení nového Centra jednomolekulární optiky Dioscuri pod vedením Barbory Špačkové, které bylo v roce 2023 v přípravě fázi.

Laboratoř tenkovrstvých materiálů

V oblasti vývoje tenkovrstvých materiálů pokračujeme ve studiu mechanismů odpovědných za růst a vlastnosti multifunkčních vrstev oxidů kovů především s perovskitovou strukturou [11], [12]. Pro pokročilou syntézu takových materiálů jsme vyvíjeli nové technologické postupy na bázi metody pulzní laserové depozice.

Také jsme pracovali na vývoji experimentálních postupů v kombinaci s teoretickými výpočty umožňujícími co nejlepší charakterizaci nově vytvořených materiálů [13]. Mezi nejzajímavější výsledky dosažené v loňském roce patří odhalení nového mechanismu pro epitaxní stabilizaci. Znalost tohoto mechanismu otvírá nové možnosti úpravy optických a elektronických vlastností materiálů v širokém měřítku. Součástí výzkumu bylo také odhalení mechanismů, jak epitaxní kontrola vnitřního pnutí řídí domény a elastické vlastnosti. Dalším výzkumným směrem bylo pokročilé studium nikelanových filmů [14], [15].

NCK MATCA

Spolupráce s průmyslem a aplikovaný výzkum probíhají zejména pod hlavičkou Národního centra kompetence MATCA (www.matca.cz) a vědecko-průmyslového konsorcia Brain4Industry (www.brain4industry.cz).

Nově rozvíjeným směrem NCK MATCA je výzkum a vývoj v oblasti biokompatibilních materiálů na bázi

beta-titanových slitin s vysokou hodnotou tažnosti a plasticity, tzv. GUM metals.

Další zajímavý směr aplikovaného výzkumu byl spojen s digitalizací průmyslových podniků. V této oblasti se podařilo dokončit instalaci měřicích zařízení a vyvinout modely pro sběr a vyhodnocování výrobních dat ve společnosti Beneš a Lát, na jejichž základě aktuálně realizujeme vývoj prediktivní údržby slévarenských strojů a automatické řízení odstávek.

Po úspěchu ve druhé výzvě NCK (Národních center kompetence) se nám podařilo uspět také v získání rozšiřujícího projektu v rámci Národního plánu obnovy zaměřeného na pokročilou senzorku. Kompetence našich expertů jsou také aktuálně využívány pro řešení nového interdisciplinárního projektu Telemedicínské samovyšetření řeči a paměti pro rychlou detekci kognitivních poruch metodami strojového učení, který spadá do programu TAČR SIGMA DC3.

Dalším milníkem v průmyslové spolupráci se stalo červencové slavnostní otevření inovačního centra Brain4Industry v Dolních Břežanech. Centrum je zaměřené na pomoc malým a středním podnikům v oblasti digitalizace s využitím aditivních technologií. Disponuje několika moderními 3D tiskárnami včetně zázemí pro postprocessing vytištěných dílů. Zároveň slouží firmám jako testbed technologií, které si mohou vyzkoušet před tím, než se rozhodnou pro jejich pořízení do firmy.

V rámci projektu EDIH Brain4Industry centrum získalo možnost poskytovat malým a středním podnikům plnění ve formátu de minimis. V roce 2023 zrealizovalo projekty se 22 zákazníky v celkové výši 384 000 EUR.

Konsorcium dále pokračuje v rozšiřování vztahů s výrobními podniky, partnerskými organizacemi v zahraničí a pracuje na spuštění vzdělávací Akademie Brain4Industry.



Obr. 2.4.4 Po úspěchu ve druhé výzvě NCK (Národních center kompetence) se nám podařilo uspět v získání i rozšiřujícího projektu v rámci Národního plánu obnovy zaměřeného na pokročilou senzorku. Kompetence našich expertů jsou také aktuálně využívány pro řešení nového interdisciplinárního projektu Telemedicínské samovyšetření řeči a paměti pro rychlou detekci kognitivních poruch metodami strojového učení, který spadá do programu TAČR SIGMA DC3.

LITERATURA:

- [1] S. P. Harrison, R. Siller, Y. Tanaka, M. E. Chollet, M. E. de la Morena-Barrio, Y. Xiang, B. Patterson, E. Andersen, C. Bravo-Pérez, H. Kempf, K. S. Åsrud, O. Lunov, A. Dejneka, M. C. Mowinckel, B. Stavik, P. M. Sandset, E. Melum, S. Baumgarten, F. Bonanini, D. Kurek, S. Mathapati, R. Almaas, K. Sharma, S. R. Wilson, F. S. Skottvoll, I. C. Boger, I. L. Bogen, T. A. Nyman, J. J. Wu, A. Bezrouk, D. Cizkova, J. Corral, J. Mokry, R. Zweigerdt, I. H. Park, and G. J. Sullivan, Scalable production of tissue-like vascularized liver organoids from human PSCs, *Exp. Mol. Med.* 55 (2023) 2005–2024. <https://doi.org/10.1038/s12276-023-01074-1>
- [2] M. Uzhytchak, M. Lunova, B. Smolková, M. Jirsa, A. Dejneka, and O. Lunov, Iron oxide nanoparticles trigger endoplasmic reticulum damage in steatotic hepatic cells, *Nanoscale Adv.* 5 (2023) 4250. <https://doi.org/10.1039/D3NA00071K>
- [3] M. Uzhytchak, B. Smolková, A. Frtús, A. Stupakov, M. Lunova, F. Scollo, M. Hof, P. Jurkiewicz, G. J. Sullivan, A. Dejneka, and O. Lunov, Sensitivity of endogenous autofluorescence in HeLa cells to the application of external magnetic fields, *Sci. Rep.* 13 (2023) 10818. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38015-x>
- [4] M. Uzhytchak, B. Smolková, M. Lunova, A. Frtús, M. Jirsa, A. Dejneka, and O. Lunov, Lysosomal nanotoxicity: Impact of nanomedicines on lysosomal function, *Adv. Drug Deliv. Rev.* 197 (2023) 10.1016/j.addr.2023.114828. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2023.114828>

- [5] A. Frtús, B. Smolková, M. Uzhytchak, M. Lunova, M. Jirsa, Y. Petrenko, A. Dejneka, and O. Lunov, Mechanical regulation of mitochondrial dynamics and function in a 3D-engineered liver tumor microenvironment, *ACS Biomater. Sci. Eng.* 9 (2023) 2408–2425. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.2c01518>

LITERATURA FUNKČNÍ BIOROZHRANÍ:

- [6] A. Pilipenco, M. Forinová, H. Mašková, V. Hömig, M. Palus, N. S. Lynn, I. Vísavá, M. Vrabcová, M. Houska, J. Anthi, M. Spasovová, J. Mustacová, J. Sterba, J. Dostálek, C.-P. Tung, A.-S. Yang, R. Jack, A. Dejneka, J. Hajdu, and H. Vaisocherová-Lisalová, Negligible risk of surface transmission of SARS-CoV-2 in public transportation, *J Travel Med.* 30(5), 2023, <https://academic.oup.com/jtm/article/30/5/taad065/7150697>. <https://doi.org/10.1093/jtm/taad065>

LITERATURA BIOFOTONIKA:

- [7] R. Hasler, M.-H. Steger-Polt, C.Reiner-Rozman, S. Fossati, S. Lee, P. Aspermair, Ch. Kleber, M. Ibáñez, J. Dostalek, and W. Knoll, Optical and electronic signal stabilization of plasmonic fiber optic gate electrodes: towards improved real-time dual-mode biosensing, *Frontiers in Physics*, 2023, 10.3389/fphy.2023.1202132. <https://doi.org/10.3389/fphy.2023.1202132>
- [8] S. Alberti, S. Schmidt, S. Hageneder, P. C. Angelome, G. J. A. A. Soler-Illia, Ph. Vana, J. Dostalek, O. Azzaroni and, W. Knoll, Large-pore mesoporous silica: template design, thin film preparation and biomolecule infiltration,



Obr. 2.4.5 Další milník v průmyslové spolupráci znamenal otevření inovačního centra Brain4Industry v Dolních Břežanech. Centrum je zaměřené na pomoc malým a středním podnikům v oblastech digitalizace a aditivních technologií.

- Mater. Chem. Front., 2023, 10.1039/d3qm00378g.
<https://doi.org/10.1039/D3QM00378G>
- [9] F. Wiesner (née Diehl), Ch. Petri, S. Hageneder, C. Kunzler, S. Klees, P. Frank, M. Pertiller, J. Dostalek, W. Knoll and, U. Jonas, Thermoresponsive and Photocrosslinkable Poly(2-alkyl-2-oxazoline) Toolbox – Customizable Ultralow-Fouling Hydrogel Coatings for Blood Plasma Environments, *Macromolecular Rapid Communications*, 2023, 10.1002/marc.2300549.
<https://doi.org/10.1002/marc.202300549>
- [10] F. Kolb, M. El Gemayel, I. Khan, J. Dostalek, R. Trattng, Ch. Sommer and, E. JW List-Kratochvil, The impact of plasmonic electrodes on the photocarrier extraction of inverted organic bulk heterojunction solar cells, *Applied Physics A*, 2023, 129, 3,1–16.
<https://doi.org/10.1007/s00339-023-06492-6>
- LITERATURA TENKÉ VRSTVY:
- [11] M. Tyunina, L. L. Rusevich, M. Savinov, E. A. Kotomin, A. Dejneka and, Dielectric behaviour of nitrogen doped perovskite SrTiO₃–δN_δ films, *J. Mater. Chem. C* **11** (2023) 16689.
<https://doi.org/10.1039/D3TC03757F>
- [12] N. Nepomniashchaia, V. Vetokhina, D. Chvostova, Z. Bryknar, M. Tyunina and, A. Dejneka, Effect of doping SrTiO₃ with Nb studied with wide-range spectroscopic ellipsometry, *J. Appl. Phys.* **134** (2023) 034102.
<https://doi.org/10.1063/5.0155121>
- [13] Y. M. Fomichov, P. Yudin, M. Tyunina and, A. Dejneka, Theory for anisotropic local ferroelectric switching, *Nanotechnology* **35** (2024) 04LT01.
<https://doi.org/10.1088/1361-6528/ad0595>
- [14] M. Tyunina, M. Savinov, O. Pachero, A. Dejneka, Small-polaron transport in perovskite nickelates, *Sci. Rep.* **13** (2023) 12493OPEN IF5.5.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-39821-z>
- [15] Stupakov, T. Kocourek, V. Vetokhina, J. More-Chevalier, H. Chmelíčková, A. Dejneka, M. Tyunina, Optical triggering of a metal-insulator transition in neodymium nickelate films, *Mater. Res. Bull.* **165** (2023) 10.1016/j.materresbull.2023.112305.
<https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2023.112305>

Oddělení nízkoteplotního plazmatu

Oddělení se dlouhodobě zabývá výzkumem různých komplexních zdrojů nízkoteplotního plazmatu, které jsou vhodné pro vytváření různých typů tenkých vrstev a vícevrstevných struktur. Velká pozornost je věnována studiu fyzikálních procesů v tomto plazmatu, které jsou klíčové pro fyzikální parametry takto deponovaných tenkých vrstev.

V roce 2023 jsme věnovali velkou pozornost studiu plazmatických depozic polovodivých tenkých vrstev ve formě jednoduchých a ternárních oxidů a optimalizaci jejich fyzikálních parametrů pro konkrétní aplikace. Tyto vrstvy se ukazují být velice vhodné pro tenkovrstvé fotoanody a fotokatody použitelné pro fotoelektrochemický solární rozklad vody a generaci vodíku. Jejich další úspěšnou aplikací v loňském roce byly XUV polovodivé detektory, kde vynikala jejich citlivost a rychlost v pikosekundové oblasti.

Začali jsme se intenzivně věnovat plazmatické depozici sulfidů a selenidů v reaktivním plazmatu – jde například o vrstvy MoS₂, Lu₂S₃:Ce, WS₂. K tomu jsme využili nové unikátní plazmatické zařízení pořízené v rámci projektu SOLID 21.

Nejvýznamnějších výsledků výzkumu jsme dosáhli při studiu pulzního reaktivního naprašování vrstev WO₃ s různou délkou plazmatického pulzu. Využívali jsme experimentální studium parametrů plazmatu a modelování pevné fáze, která se vytvářela na povrchu

wolframového terče v plazmatu. Výsledky jsme publikovali v [1]. Dalším významným výsledkem výzkumu, publikovaným v [2], byla úspěšná depozice fotokatod CuFeO₂ se strukturou delafositu.

Realizovali jsme i dva projekty smluvního výzkumu s firmou LAVAT a. s. V rámci nich jsme vyvinuli novou plazmatickou techniku pro zlepšení výrobního postupu vakuových měrek.

Zahájili jsme realizaci nového projektu TAČR Tenzometrické tenkovrstvé senzory s vysokou citlivostí a životností, připravované pomocí magnetronové depozice (Senzor). Tento projekt se ve spolupráci s průmyslovým partnerem HVM Plazma zabývá vývojem plazmatické přípravy tenkovrstvého tenzometrického senzoru.

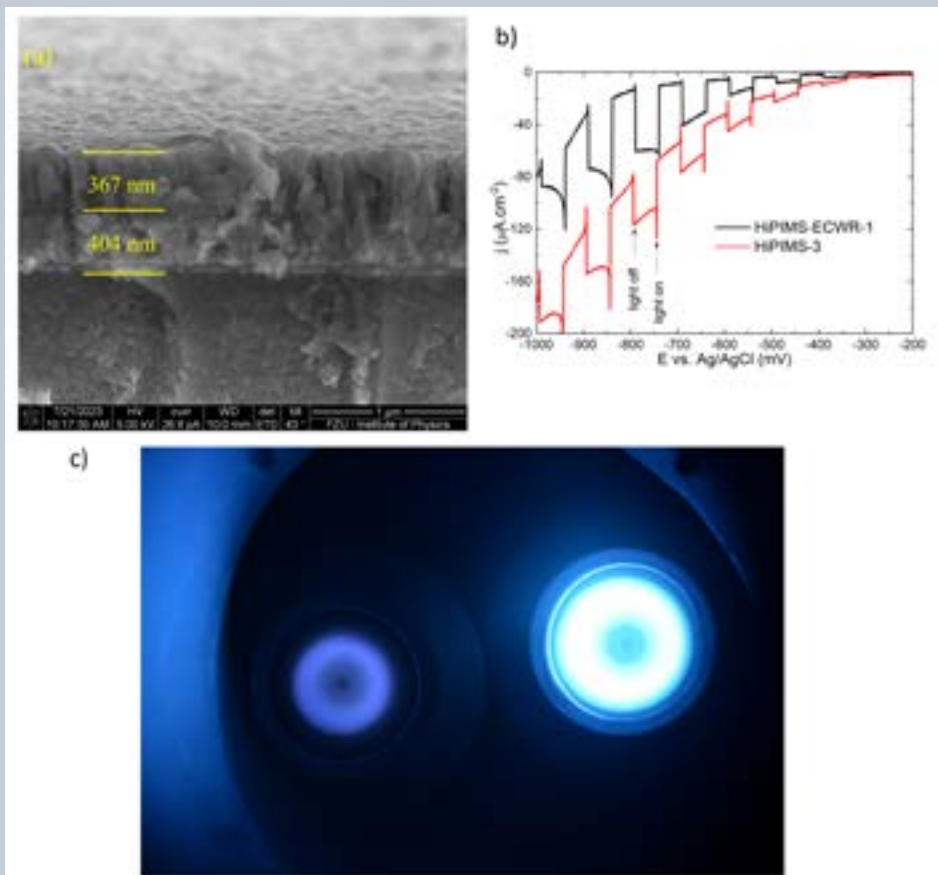
Rozvinula se zahraniční spolupráce s Univerzitou Osaka Japonsko se skupinou profesora Nobuhika Sarukury, a to v oblasti výzkumu rychlých tenkovrstvých detektorů XUV záření. Na našem pracovišti byly v jejím rámci připraveny v plazmatu vrstvy TiO₂ a ZnO, které mají velice unikátní fotonické vlastnosti.

LITERATURA:

- [1] R. Hippler, M. Čada, A. Mütze, and Z. Hubicka, Pulse length dependence of a reactive high power impulse magnetron (HiPIMS) discharge, *Plasma Sources Sci. Technol.* **32** (2023) 055013.
<https://doi.org/10.1088/1361-6595/acd5fc>

- [2] A. Písaříková, J. Olejníček, I. Venkrbcová, L. Nožka, S. Cichoň, A. Azinfar, R. Hippler, C. A. Helm, M. Mašláň, L. Machala and, Z. Hubička, CuFeO₂ prepared by electron cyclotron wave resonance-assisted reactive

HiPIMS with two magnetrons and radio frequency magnetron sputtering, J. Vac. Sci. Technol. A 41, 063005 (2023).
<https://doi.org/10.1116/6.0002902>



Obr 2.4.6 Výsledky depozic tenkovrstvých fotokatod ternárního oxidu CuFeO₂ pro solární rozklad vody a generaci vodíku. a) Fotografie dvoumagnetronového depozičního systému. b) Příklad standardního fotoelektrochemického měření vrstev CuFeO₂ v katodickém režimu. c) Fotografie řezu CuFeO₂ vrstvy pořízené na elektro- novém SEM mikroskopu deponované na vodivé elektrodě SnO₂:F

Oddělení analýzy funkčních materiálů

Oddělení se věnuje interdisciplinárnímu výzkumu pokročilých funkčních materiálů pro aplikace v elektronice, optice, optoelektronice, chemických senzorech plynů a medicíně s vysokým inovačním a průmyslovým potenciálem. Zaměřujeme se také na teoretický a praktický vývoj technik pro přípravu tenkovrstvých materiálů fyzikálními metodami.

Povrchová modifikace 2D MXénových materiálů pomocí plazmonové rezonance

2D karbidy přechodných kovů souhrnně označovaných jako MXény nacházejí významné uplatnění jako katalyzátory pro štěpení vody. Vykazují nicméně silnou tendenci k oxidaci, zejména ve vodném prostředí a za přítomnosti kyslíku. Protože oxidace MXénových vložek běžně začíná od okrajů a poté postupuje k bazálním rovinám, může je v oxidačních podmínkách významně ochránit silné kovalentní blokování jejich

hran. Dojde tím také k prodloužení životnosti vložek bez ztráty jejich katalytické aktivity. Tuto prostorově selektivní a přesnou modifikaci hran vložek Ti₃C₂T_x jsme provedli ve spolupráci s VŠCHT v Praze pomocí kombinace chemie s asistencí plazmonu a elektrochemie (obr. 2.4.7) [1].

Spojením plazmonově aktivních, ale nechirálních vložek MXénů jsme metodou roubování s chirálními molekulami helicenů poprvé demonstrovali přípravu chirálního a plazmonově aktivního 2D materiálu, který vykazuje absorpci citlivou na vnitřní kruhovou polarizaci světla v rozsahu plazmonových vlnových délek [2].

Monosulfid cínu SnS je vrstevnatý van der Waalsův polovodič typu p vhodný pro fotovoltaické a senzorové aplikace s možností přípravy dobře definovaných p-n přechodů. Metodami pokročilé fotoelektronové spektroskopie byl studován vliv dopace tohoto materiálu atomy Fe. Zatímco v nativním SnS převládají akceptorové vakance Sn, v případě dopování atomy Fe před-

nostně obsazují donorová intersticiální místa v těsné blízkosti defektů [3].

V rámci projektu bezpečnostního výzkumu s Kriministickým ústavem Policie ČR jsme zahájili nový druh výzkumu zabývajícího se zviditelňováním daktyloskopických stop pomocí PVD technologií. V prvním roce řešení byly navrženy a realizovány dva vakuové systémy vhodné pro předměty, jako jsou nábojnice a dlouhé palné zbraně.

LITERATURA:

- [1] A. Olshtrem, E. Miliutina, P. Sajdl, V. Burtsev, M. Erzina, M. Vondráček, P. Postnikov, J. Lančok, V. Svorcik, S. Chertopalov and, O. Lyutakov, Plasmon-assisted spatially selective grafting of $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ flakes for prevention of MXene oxidation and stability increase, Chem. Eng. J. 476 (2023). 10.1016/j.cej.2023.146399. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.146399>
- [2] A. Olshtrem, I. Panov, S. Chertopalov, K. Zaruba, B. Vokata, P. Sajdl, J. Lančok, J. Storch, V. Církva, V. Svorcik, M. Kartau, A. S. Karimullah, J. Vana and, O. Lyutakov, Chiral Plasmonic Response of 2D $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ Flakes: Realization and Applications, Adv. Funct. Mater. 33- (2023). 10.1002/adfm.2212786. <https://doi.org/10.1002/adfm.202212786>

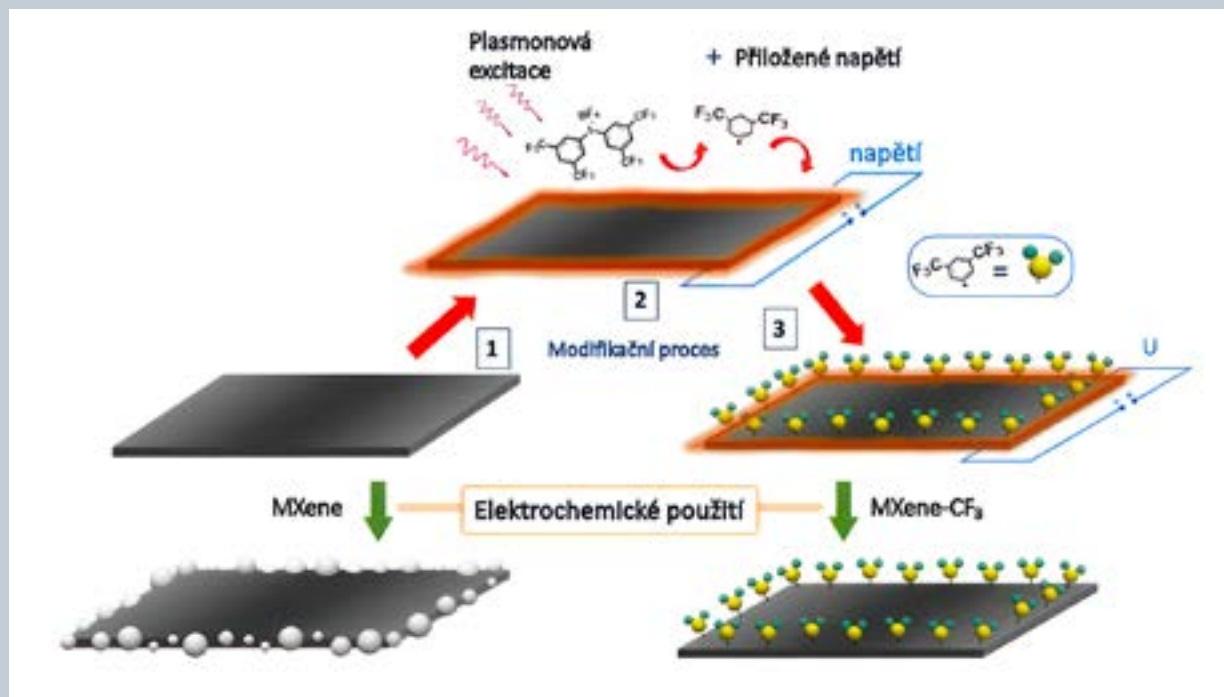
- [3] D. Yesilpinar, M. Vondráček, P. Čermák, H. Mönig, J. Kopeček, O. Caha, K. Carva, Č. Drašar, and J. Honolka, Defect pairing in Fe-doped SnS van der Waals crystals: a photoemission and scanning tunneling microscopy study, Nanoscale 15 (2023) 13110. <https://doi.org/10.1039/D3NR01905E>

Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR

Společná laboratoř optiky provádí základní i aplikovaný výzkum v oblastech kvantové a nelineární optiky, fyziky povrchů a tenkých vrstev, aplikované optiky a podílí se na řadě velkých vědeckých kolaborací v oblastech částicové fyziky a astrofyziky.

Významných výsledků jsme dosáhli v oblasti vývoje nových plazmonických vrstev pro aplikace v detekci pomocí povrchově zesílené Ramanovské spektroskopie (SERS) [1] ve spolupráci s týmem univerzity ve Varšavě. Pro tyto účely jsme na naprašovací aparatuře připravili vzorky z materiálů TiN [2, 3], ZrN a HfN.

V oblasti kvantové optiky jsme pokročili ve studiu hierarchií kvantových korelací získaných pomocí kolektivních měření bez využití tomografie kvantového stavu [4]. V rámci této práce jsme využili experimentální data získaná na platformě lineární optiky a ukázali jsme schopnost správně klasifikovat typ kvantových korelací daného stavu z těchto měření.



Obr. 2.4.7 Schematický popis navrženého experimentálního konceptu: elektrochemické roubování hran MXénů s asistencí plazmonu a související ochrana hran vloček proti poškození oxidací během katalytických procesů. Při využití připraveného MXénu Ti_3C_2 (1) dochází během jeho použití pro elektrochemii k jeho degradaci a vytvoření oxidu TiO_2 na hranách vloček (vlevo dole). S využitím elektrochemických procesů a plazmonové rezonance (2) je možné selektivně modifikovat hrany vloček pomocí kovalentních a stabilních vazeb (3). Takto modifikované vločky zůstávají i po elektrochemických procesech beze změny a odolávají oxidaci.

Významně pokročil také vývoj nových měřicích technik a související instrumentace pro optické technologie určené pro aplikace v oblasti částicové fyziky [5] nebo pro deflektometrii s měřením fáze (PMD), která funguje jako optický 3D senzor pro měření tvaru objektu s opticky hladkým (zrcadlovým) povrchem [6]. V rámci kolaborace FAST byl představen nový typ fluorescenčního teleskopu [7], který by se mohl stát součástí budoucích observatoří pro výzkum kosmického záření o extrémních energiích.

LITERATURA:

- [1] E. Dumiszewska; A. Michalowska; L. Nozka; D. Czolak; J. Krajczewski: Plasmonic Modification of Epitaxial Nanostructures for the Development of a Highly Efficient SERS Platform, *Crystals* 13 (2023), 1539. <https://doi.org/10.3390/cryst13111539>.
- [2] J. Krajczewski; A. Michalowska; R. Ctvrtlik; L. Nozka; J. Tomastik; L. Vaclavek; S. Turczyniak-Surdacka; K. Bienskowski; R. Solarska: The battle for the future of SERS – TiN vs Au thin films with the same morphology, *Appl. Surf. Sci.* 618 (2023), 156703. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.156703>.
- [3] T. Barman; L. Nozka; V. Prochazka; A. Michalowska; S. Turczyniak-Surdacka; R. Ctvrtlik; J. Krajczewski: Morphology tuned plasmonic TiN nanostructures formed by angle-dependent sputtering process for SERS measurements, *J. Mater. Sci.* (2023), 0. <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08921-6>.
- [4] S. Abo; J. Soubusta; K. Jirakova; K. Bartkiewicz; A. Cernoch; K. Lemr; A. Miranowicz: Experimental hierarchy of two-qubit quantum correlations without state tomography, *Sci Rep* 13 (2023), 8564. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35015-9>.
- [5] L. Nozka; G. Avoni; E. Banas; A. Brandt; K. Cerny; P. M. Davis; S. D. Pinto; V. Georgiev;; M. Hrabovsky; T. Komarek; K. Korcyl; I. Lopez-Paz; M. Milovanovic; G. Mladenovic; D. A. Orlov; M. Rijssenbeek; P. Schovanek; T. Sykora; M. Trzebinski; V. Urbasek; J. Zich: Upgraded Cherenkov time-of-flight detector for the AFP project, *Opt. Express* 31 (2023), 3998. <https://doi.org/10.1364/OE.480624>.
- [6] P. Pavlicek; E. Palickova: Measurement uncertainty of phase measuring deflectometry, *Appl. Optics* 62 (2023), 1769. <https://doi.org/10.1364/AO.483720SLO>.
- [7] <https://www.fzu.cz/aktuality/revolucni-teleskop-fast-se-pred-cestou-do-argenty-bude-testovat-v-ondrejove>.

**Obr. 2.4.8**

Pohled do nitra nové generace teleskopu FAST

Foto: O. Blahoušek

2.5 Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE v roce 2023



92

„Podařilo se! Jako první na světě jsme vyvinuli a úspěšně otestovali optický izolátor na bázi Faradayova jevu, který je schopen spolehlivě ochránit soustavu laserových zesilovačů produkujících nanosekundové pulzy s energií 100 J a opakovací frekvencí 10 Hz.“

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

S ohledem na dynamický trend vývoje technologií a laserových aplikací jsme začátkem roku 2023 identifikovali pět klíčových oblastí pro rozvoj HiLASE v následující dekádě. Patří sem pokročilé laserové zpracování, laserové technologie ve vesmíru, chytrá a bezpečná řešení pro laserové systémy, laserová nanotechnologie a laserové technologie pro kompaktní zdroje částic a záření.

Například v oblasti vesmírných aplikací bude klíčovou výzvou výzkum a vývoj laserových zdrojů pro vesmírné použití, integrace optických technologií a elektroniky schopných provozu za extrémních podmínek a využívání prvků umělé inteligence. Pokročilé laserové zpracování a výrobní technologie budou zase využívat moderní sensoriku, zpětnovazební řízení a strojové učení pro tvorbu funkčních povrchů, zvyšování odolnosti kovů nebo výrobu součástí hybridními technologiemi.

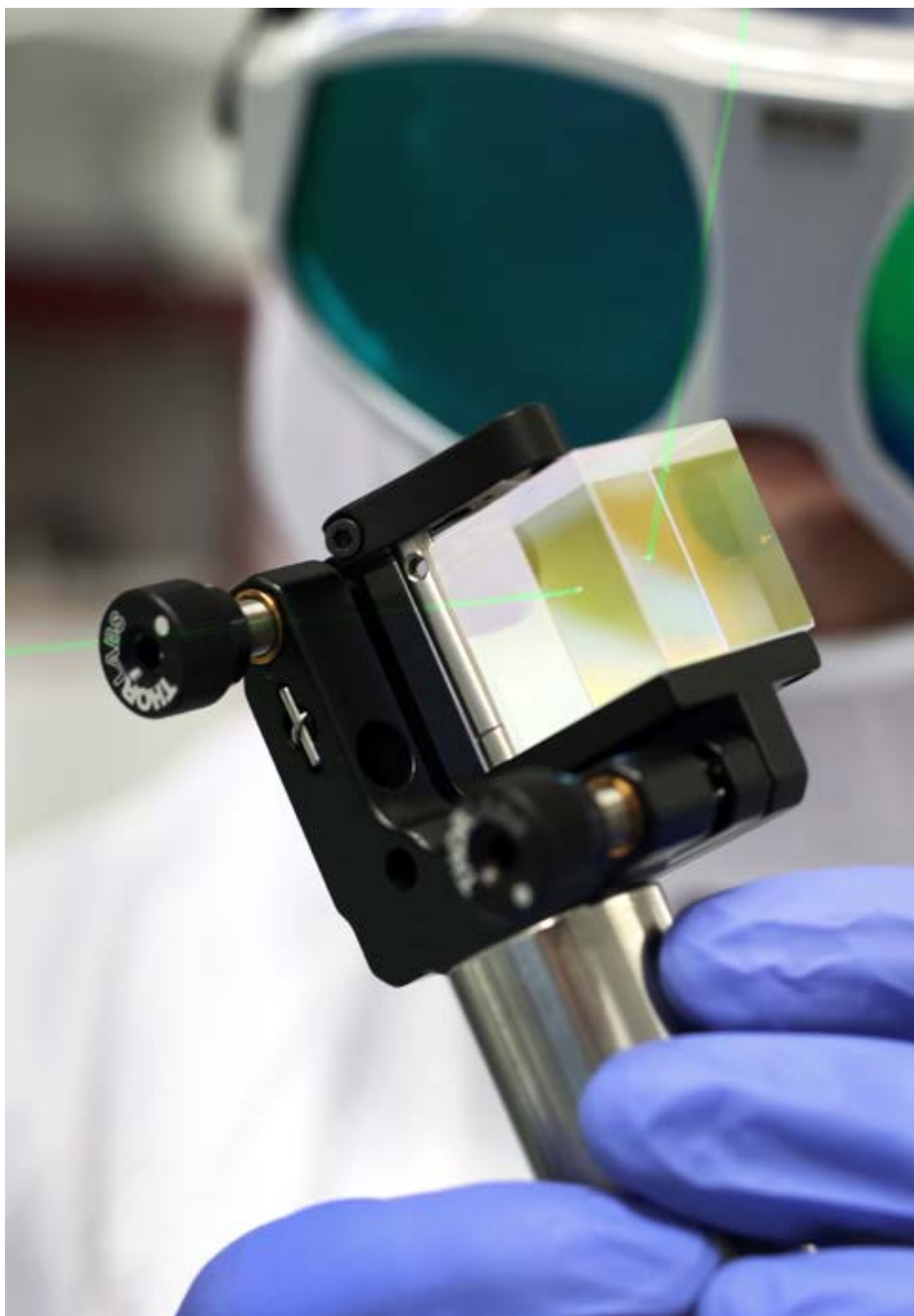
V roce 2023 byly úspěšně dokončeny významné projekty HiLASE Centre of Excellence (OP VVV + H2020) a BIATRI (OP VVV). Dalším velkým úspěchem bylo, že čtyři z pěti výše uvedených strategických témat budou rozvíjena v rámci nově získaných projektů ve výzvě Špičkový výzkum v Operačním programu Jan Amos Komenský (OP JAK): Průlomové laserové technologie pro chytrou výrobu, vesmírné a biotechnologické ap-

likace (LasApp) a Senzory a detektory pro informační společnost budoucnosti (SenDISo), které byly na podzim 2023 schváleny k financování.

V jarním období 2023 jsme dokončili vývoj unikátního Faradayova izolátoru pro pulzní laser s energií 100 J při opakovací frekvenci 10 Hz. Izolátor dosáhl izolačního poměru 30,46 dB během hodinového testu při plném výkonu. Jedná se o vůbec první demonstraci nerezipročního optického zařízení provozovaného s tak výkonným laserovým svazkem, což otevírá nové možnosti využití tohoto typu laserů pro řadu průmyslových a vědeckých aplikací, jejichž provedení by bylo příliš riskantní bez použití optické izolace.

V rámci společného projektu HiLASE Centre of Excellence s STFC Central Laser Facility (Velká Británie) byl úspěšně dokončen laserový systém KAZI, generující nanosekundové pulzy o energii 10 J s opakovací frekvencí 100 Hz. Systém dosahuje desetinásobného zvýšení opakovací frekvence ve srovnání se starším modelem BIVOL a je určen pro průmyslové a vědecké aplikace.

Strategická spolupráce mezi HiLASE a ELI Beamlines Facility přinesla první experimentální demonstraci de facto kontinuálního zdroje alfa částic z proton-boronové fúze s využitím kompaktního 10GW laseru PERLA. Tento výsledek naznačuje začátek nové éry



výzkumu laserové fúze s kompaktními zdroji a otevírá cestu k praktickým a ekonomicky dostupným aplikacím.

Na Optica Laser Congress (Tacoma, USA) v říjnu 2023 obdržel David Vojna ocenění za druhý nejlepší studentský příspěvek na téma Faradayova izolátoru pro 100J/10Hz pulzní laser. Tomáš Mocek a Martin Smrž byli oceněni za mimořádný přínos časopisu High Power Laser Science and Engineering v jeho desetileté historii.

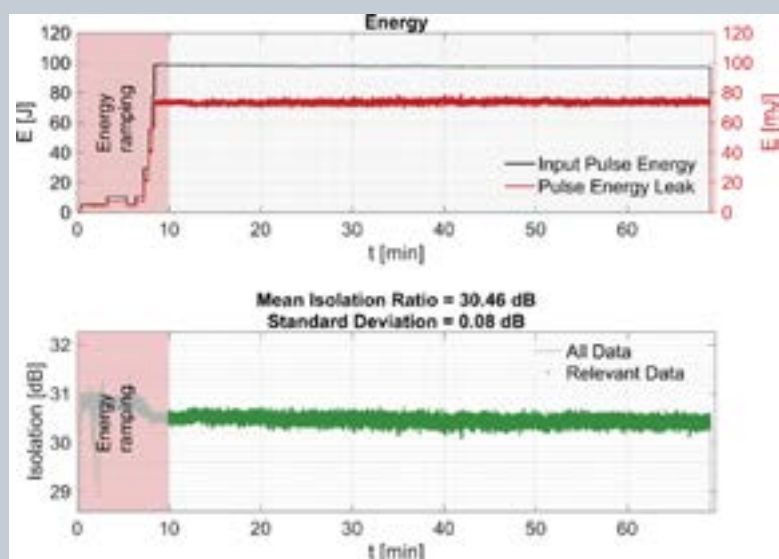
Vývoj pokročilých laserů

V roce 2023 jsme úspěšně otestovali světově unikátní Faradayův magnetooptický izolátor pro laserový systém BIVÓJ [1]. Izolátor byl navržen pro střední výkon záření 1 kW, supergaussovský optický svazek velikosti $59 \times 59 \text{ mm}^2$ a energii pulzu 100 J. Hustota energie pulzu s dobou trvání 10 ns je tedy přibližně rovna 3 J/cm^2 .

Izolátor je založen na páru krystalů TGG (terbium galium garnet) s tloušťkou každého krystalu 3,6 mm, mezi něž je vložen křemenný rotátor kompenzující teplem indukovanou anizotropii v monokrystalech TGG. Celá sestava je vložena do kryogenně chlazeného magnetu s magnetickou indukcí 3 T.

Mezi krystaly křemene a TGG jsou navrženy kanálky s nuceným oběhem vzduchu, který odvádí deponované teplo. Požadavek na minimální bezpečnou hodnotu izolace 20 dB byl překonán o řád, dlouhodobě dosahovaná hodnota optické izolace pro pulsy s energií 100 J a opakovací frekvencí 10 Hz je $> 30 \text{ dB}$ bez degradace (viz obrázek 2.5.1 vlevo).

V první polovině roku 2023 jsme rovněž dosáhli rekordních hodnot energie na druhé harmonické frekvenci (515 nm) systému BIVÓJ. Díky předchozí práci našeho oddělení jsme vyvinuli unikátní techniku měření a kompenzace teplem indukované anizotropie ve výkonových zesilovačích laserových systémů. Díky ní jsme dosáhli ztrát depolarizací laserového



Obr. 2.5.1 Testování dlouhodobé stability a izolačního poměru Faradayova rotátoru (vlevo) spolu s fotografií zařízení v laboratoři centra HiLASE (vpravo). Převzato z [1].

svazku $< 4 \%$. Lineárně polarizovaný výstupní svazek byl konvertován v krystalech LBO ($60 \times 60 \times 14 \text{ mm}^3$) s konverzní účinností $73,8 \%$ z 1030 na 515 nm , přičemž výstupní výkon dosahoval 489 W a energie pulzu $48,9 \text{ J}$. Výstup byl dlouhodobě stabilní, fluktuace energie pulzu byla $< 0,5 \%$ (rms).

Na laserovém systému Perla B proběhl ve spolupráci s ELI-Beamlines společný experiment demonstrující generování alfa částic pomocí kompaktního zdroje záření s dobou trvání pulzu $< 1,5 \text{ ps}$, opakovací frekvencí 1 kHz a energií pulzu $< 20 \text{ mJ}$ (cca 10 mJ na terči, tj. 10 GW špičkový výkon) [2]. Fokusací gausovského svazku na $2,6 \text{ }\mu\text{m}$ bylo na terči dosaženo intenzity $2 \times 10^{16} \text{ W/cm}^2$, což umožnilo generovat částice s energií $1\text{--}4,5 \text{ MeV}$ s maximem v oblasti $3,5 \text{ MeV}$. Laser je založen na technologii Yb:YAG tenkých disků (platforma Perla), kompletně vyvinuté v našem oddělení. Experiment prokázal, že i kompaktní průmyslový laser se středním výkonem 20 W má v budoucnu potenciál sloužit jako zdroj generující sekundární částice a fotony s vysokou energií.

LITERATURA

- [1] O. Slezák, D. Vojna, J. Pilař, M. Divoký, O. Denk, M. Hanuš, P. Navrátil, M. Smrž, A. Lucianetti, and T. Mocek, Faraday isolator for a 100 J/10 Hz pulsed laser, *Opt. Lett.* 48 (2023) 3471–3474.
<https://doi.org/10.1364/OL.489878>
- [2] V. Istokskaia, M. Tosca, L. Giuffrida, J. Psikal, F. Grepl, V. Kantarelou, S. Stancek, S. Di Siena, A. Hadjikyriacou, A. McIlvenny, Y. Levy, J. Huynh, M. Cimrman, P. Pleskunov, D. Nikitin, A. Choukourov, F. Belloni, A. Picciotto, S. Kar, M. Borghesi, A. Lucianetti, T. Mocek & D. Margarone, A multi-MeV alpha particle source via proton-boron fusion driven by a 10-GW tabletop laser, *Commun Phys* 6 (2023) 27.
<https://doi.org/10.1038/s42005-023-01135-x>



Oddělení průmyslových aplikací laserů

Na začátku roku 2023 jsme uvedli do provozu nové robotické pracoviště LSP2 využívající komerční laserový systém Litron. V průběhu roku jsme pak do stanice instalovali ochrannou klec, která slouží k oddělení citlivé optiky od pracovního prostoru a k zefektivnění odtahu vzduchu. Dále jsme vyvinuli laserovou hlavu s pohyblivou optikou, která umožňuje zachovat konstantní pracovní vzdálenost mezi vzorkem a optickým stolem. A v neposlední řadě jsme centralizovali řízení laseru, diagnostiky a podpůrných systémů do jednoho integrovaného UI.

Publikační činnost se podobně jako minulý rok zaměřovala zejména na účinky LSP procesu na 3D tištěné materiály [1]. Dalším významným úspěchem byla experimentální kampaň zaměřená na účinky LSP na korozní praskání heterogenních svarů.

V průběhu roku 2023 došlo k dalšímu významnému rozvoji v našich laboratořích, kde jsme se zaměřili na integraci a aplikaci pokročilých technologií pro mikro- a nanostrukturování. Dokončili jsme instalaci specializovaného vybavení umožňujícího efektivní kombinaci vícesvazkových laserových technologií a precizního pětiosého obrábění na jednotné pracovní platformě.

Tento krok nám pomohl rozšířit možnosti v oblasti výzkumu a vývoje funkčních povrchů s významným potenciálem v biotechnologických a průmyslových aplikacích. Zároveň to laboratoři umožnilo realizovat řadu komerčních zakázek, zejména v oblasti zpracování těžkoobrobitelných materiálů pro vesmírné aplika-

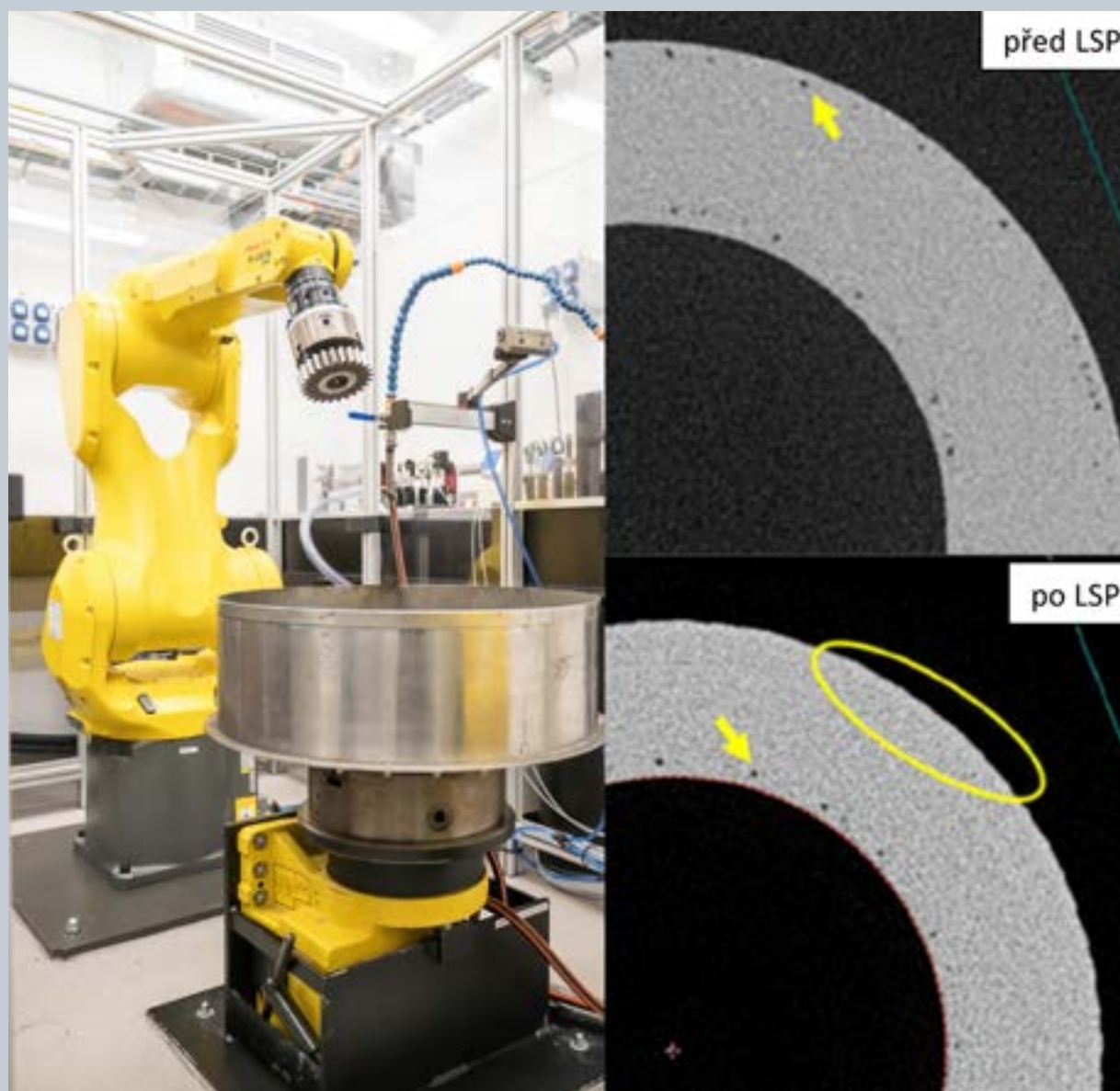
ce, kde byla pro firmu AxisTech vyvinuta technologie vrtání velmi úzkých a hlubokých otvorů v grafitu a keramice.

Skupina prahu poškození způsobeného laserem v roce 2023 úspěšně dokončila práce na projektu Přenos ultrakrátkých vysoce energetických laserových pulzů mikrostrukturním vláknem, vedeným firmou SQS vláknová optika. Ve spolupráci s kolegy z oddělení výzkumu a vývoje pokročilých laserových systémů se zdařilo s vysokou účinností navázat tyto pulzy do komerčně dostupného vlákna se vzduchovým jádrem typu „kagome“ a demonstrovat tak využití přenášené energie pro laserové mikroobrábění.

V rámci projektů Centrum pokročilé elektronové a fotonové optiky a Pokročilá optika pro aplikace ultrakrátkých laserových pulzů ve vlnové oblasti DUV, VIS a NIR spolupracujeme s firmami Meopta, TTS (Tenkovrstvý technologický servis) a Crytur na vývoji vysoce odolných optických prvků pro lasery v hluboké UV oblasti. Pro popularizaci a zpřístupnění testovacích kapacit v UV oblasti pro průmyslové a výzkumné partnery jsme zorganizovali soutěž pro výrobce optiky s názvem LIDT Challenge 2023. Účastníci si mohli nechat otestovat své optické komponenty vybavené protiodrazivými vrstvami na vlnové délce 343 nm a ultrakrátkých pulzech. Vítěze této výzvy, litevskou firmu EKSMa Optics, jsme slavnostně vyhlásili na workshopu českého optického klastru na veletrhu Laser World of Photonics v Mnichově v červnu 2023.

LITERATURA:

- [1] S. Pathak, M. Bohm, J. Kaufman, J. Kopecek, S. Zulic, O. Stranský, A. Shukla, J. Brajer, L. Beranek, J. Radhakrisnan, D. Rostohar, T. Mocek, Surface integrity of SLM manufactured meso-size gears in laser shock peening without coating, J. Manuf. Process. 85 (2023) 764–773.
<https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.12.011>



Obr. 2.5.2 Experimentální stanice LSP2 po uvedení do provozu (vlevo) a ukázka účinku LSP na porozitu 3D tištěného hliníku (vpravo).

Oddělení vědeckých aplikací laserů

Aktivita oddělení lze rozdělit do několika směrů, kde jsou lasery využity ke strukturování a funkcionalizaci povrchů, objemové modifikace optických skel pro optoelektroniku a mikrofluidiku, syntéze nanomateriálů (tenkých vrstev / nanočástic pro zobrazování a katalýzu) či ke studiu laserem indukované plazmy pro různé laserové aplikace.

V roce 2023 jsme rozpracovali dva nové směry se zaměřením na laserové žhání polovodičových nanostruktur pro mikroelektroniku a syntézu hybridních nanočástic s využitím v biomedicině. Mezi hlavní výstupy řadíme metodu přesné povrchové sp^3/sp^2 konverze uhlíku na tenkých, borem dopovaných diamantových (BDD) vrstvách s využitím infračervených laserových zdrojů (obrázek 2.5.3 vlevo). Takto připravené elektrody následně mohou sloužit k detekci elektrochemických procesů a sledování neurochemické aktivity neuronů.

Výsledky jsou dobrým příkladem spolupráce mezi naším oddělením a dalšími skupinami na Univerzitě Karlově a Českém vysokém učení technickém v Praze. Laserovou ablaci s využitím ultrakrátkých pulzů jsme využili i k přípravě hybridních AuSi nanočástic (NH) metodou ozařování zlatého terčíku ve vodném roztoku s obsahem křemíkových nanočástic (NČ). Připravené NH jsou dále vzhledem ke svým plazmonickým a paramagnetickým vlastnostem vhodné pro přípravu nových detektorů (obrázek 2.5.3 vpravo).

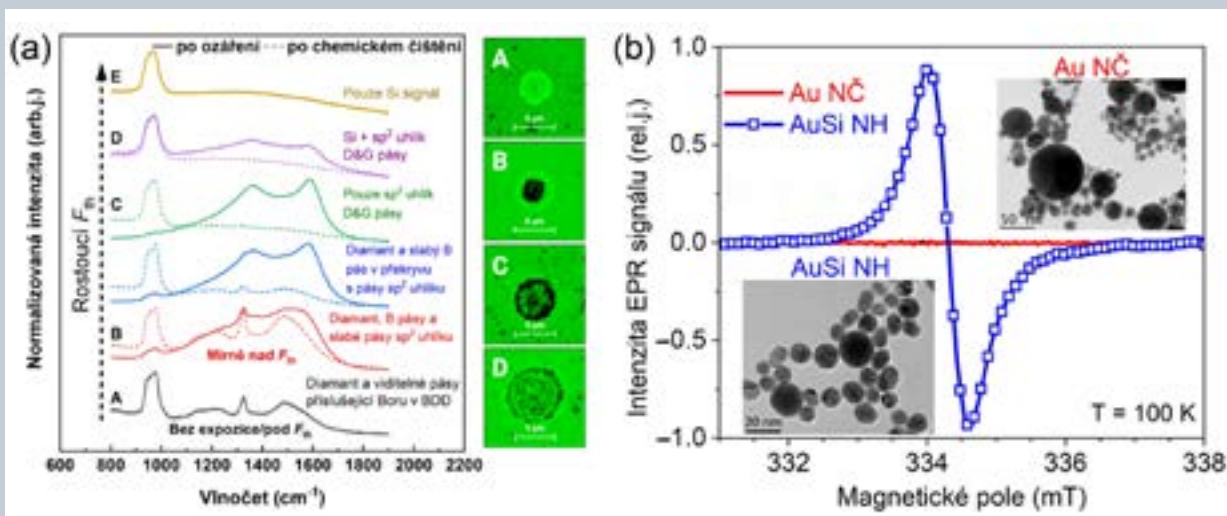
Vyvinutá technika a zařízení blistrového laserem indukovaného přenosu (BB-LIFT) umožňující sestavení materiálových nanostruktur jsme úspěšně patentovali pro oblasti Evropské unie a USA. Použití BB-LIFT metody k přenosu materiálu v kombinaci s optickým systémem tak umožňuje přesné sestavování různých

mikroskopických a nanoskopických struktur včetně 2D materiálů a biomolekul na povrchu substrátu, aniž by docházelo k poškození jejich charakteristické struktury.

V minulém roce jsme úspěšně ukončili projekt Pokročilé navrhování funkčních materiálů: od mono- a bi- a trichromatické excitaci s využitím specifických laserových pulzů (BIATRI, podpořeno v rámci OP VVV, MŠMT). Souběžně pokračuje společný GAČR – DFG projekt s partnerským pracovištěm v německém Wuppertalu (skupina prof. Bilala Gökceho), který je zaměřen na syntézu nanočástic z vysoko entropických slitin s využitím laserové ablace v kapalinách. Naše oddělení se podílelo na úspěšné žádosti projektu SenDiSo v rámci programu MŠMT OP JAK.

LITERATURA:

- [1] J. Hrabovsky, M. Zelensky, J. Sladek, M. Zukerstein, J. Fischer, K. Schwarzova-Peckova, A. Taylor, M. Veis, S. Mandal, O. A. Williams, and N. M. Bulgakova, Laser-patterned boron-doped diamond electrodes with precise control of sp^2/sp^3 carbon lateral distribution, *Appl. Surf. Sci.* 639 (2023) 158268. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.158268>
- [2] M. Flimelová, Y. V. Ryabchikov, J. Behrends, and N. M. Bulgakova, Environmentally friendly improvement of plasmonic nanostructure functionality towards magnetic resonance applications, *Nanomater.* 13 (2023) 764. <https://doi.org/10.3390/nano13040764>



Obr. 2.5.3 Vlevo: Laserem modifikované BDD elektrody s přesnou a kontrolovanou povrchovou $sp^3 \rightarrow sp^2$ konverzí uhlíku pro elektrochemii [1].

Vpravo: Porovnání EPR odezvy připravených nanomateriálů Au (NČ) a AuSi (NH) zobrazených s využitím TEM [2].





Oddělení radiační a chemické fyziky (Centrum PALS)

Vzhledem k pokroku dosaženému nedávno v oboru inerciální fúze (ICF – inertial confinement fusion) indukované laserovým zářením na zařízení National Ignition Facility v Livermore není příliš překvapivá vysoká priorita ICF v našem výzkumu.

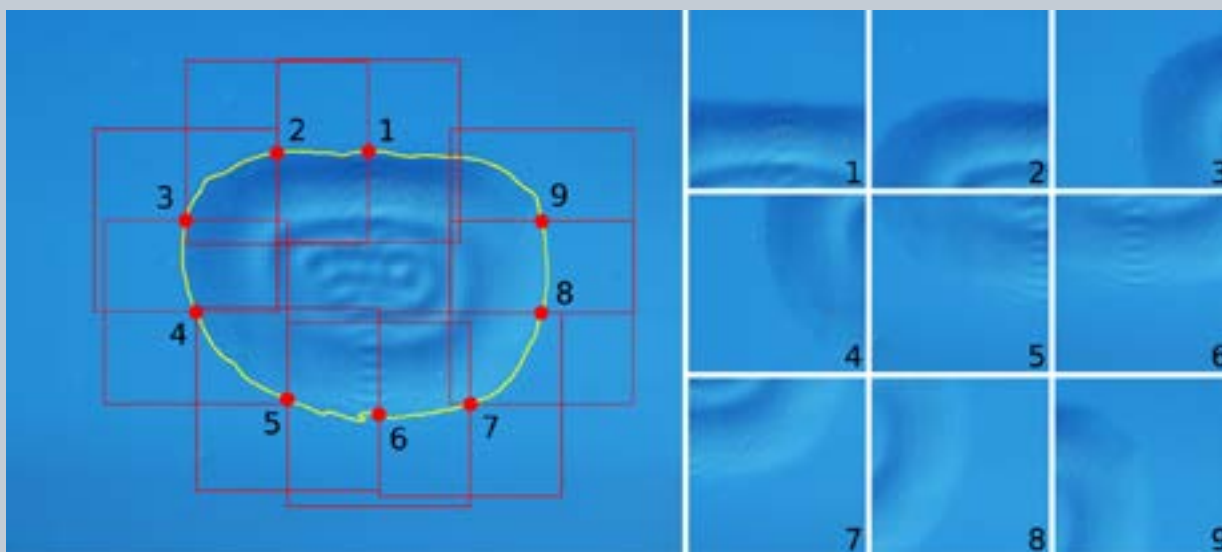
V roce 2023 jsme dosáhli pokroku především při studiu mechanismů generace rychlých elektronů v režimu rázového zážehu (shock ignition) termojaderného paliva. Tento způsob zážehu je první volbou v připravovaném evropském projektu HiPER+. V Centru PALS jsme v roce 2023 studovali řadu procesů, které mají pro tento projekt klíčový význam. Kromě již zmíněné generace rychlých elektronů jde o sledování rozvoje parametrických nestabilit interakce laserového záření s plazmatem pomocí stimulovaného Ramanova rozptylu (SRS – stimulated Raman scattering) a potlačení hydrodynamických nestabilit využitím pěnových terčů. Dále jsme věnovali pozornost vylepšování vazby výkonového laserového svazku na terč, hlavně rovnoměrnosti ozáření. Ta je pro úspěšné zvládnutí tohoto přímo indukovaného (direct drive) ICF procesu rozhodující.

Projekt HiPER+ by měl vyústit až v návrh rázově zažehovaného repetitivního (10 Hz) ICF reaktoru s výhledem na na něj navazující fúzní elektrárny. Naše oddělení se tedy zabývá také testováním odolnosti vnitřních stěn (first wall) takového reaktoru. Testujeme různé radiačně a tepelně odolné materiály, např. wolfram a jeho slitiny, žáruvzdorné karbidy lehkých prvků aj. Paralelně probíhá výzkum poškození koncové optiky (final optics) laserového systému pro ICF. Využíváme zkušeností a nástrojů jak teoretických, tak experimentálních, vyvinutých v našem oddělení

pro sledování odolnosti optických prvků XUV/rtg laserů. Ten ostatně pokračuje na rtg laseru s volnými elektrony v European X-Ray Free-Electron Laser (European XFEL) v německém Schenefeldu. Vzhledem k tomu, že veškeré práce zaměřené na realizaci rázově zažehovaného fúzního procesu vyžadují emisí fotonů a nabitých částic z hustého horkého plazmatu, stává se velmi náročným i zabezpečení diagnostických nástrojů proti velmi silnému elektromagnetickému impulzu (EMP – electromagnetic pulse). Charakterizace a možnosti potlačení EMP generovaného v interakční komoře jsme v roce 2023 v Centru PALS intenzivně studovali. Výrazného pokroku jsme dosáhli také při automatizaci sledování interakčních podmínek využívajících postupů umělé inteligence, především hlubokého učení (deep learning), viz obrázek 2.5.4.

LITERATURA:

- [1] J. Chalupský, V. Vozda, J. Hering, J. Kybic, T. Burian, S. Dziarzhytski, K. Frantálková, V. Hájková, Š. Jelínek, L. Juha, B. Keitel, Z. Kuglerová, M. Kuhlmann, B. Petryshak, M. Ruiz-Lopez, L. Vyšín, T. Wodzinski, and E. Plönjes, Deep learning for laser beam imprinting, *Opt. Express* 31 (2023) 19703 <https://doi.org/10.1364/OE.481776>



Obr. 2.5.4 Ilustrace použití dlaždicového algoritmu ke zpracování velkých vstupních obrázků, zde ablačních otisků svazku měkkého rtg laseru s volnými elektrony FLASH (Free-electron LASer in Hamburg, DESY) do PMMA. Vlevo je zobrazen původní otisk s naznačeným obrysem a vyříznutými čtverci. Postupně zpracovávané výřezy jsou na pravé straně obrázku. Převzato z [1].





3

Spolupráce

101



3.1 Spolupráce s vysokými školami

Akreditované programy

102

Název VŠ	Součást vysoké školy	Název doktorského programu
České vysoké učení technické v Praze	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská	Aplikace přírodních věd
České vysoké učení technické v Praze	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská	Applications of Natural Sciences
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics of Condensed Matter and Materials Research
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Biophysics, Chemical and Macromolecular Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics of Condensed Matter and Materials Research
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics of Nanostructures and Nanomaterials
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika nanostruktur a nanomateriálů
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Biophysics, Chemical and Macromolecular Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Particle and Nuclear Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Částicová a jaderná fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Theoretical Physics, Astronomy and Astrophysics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Quantum Optics and Optoelectronics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Kvantová optika a optoelektronika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics of Surfaces and Interfaces
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika povrchů a rozhraní
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics of Plasmas and Ionized Media
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics



Název oboru	Jazyk výuky	Datum platnosti akreditace
Fyzikální inženýrství	Česky	31. 12. 2024
Physical Engineering	Anglicky	31. 12. 2024
	Anglicky	23. 11. 2032
	Česky	23. 11. 2032
	Anglicky	23. 11. 2032
	Česky	23. 11. 2032
	Anglicky	28. 11. 2032
	Česky	28. 11. 2032
	Anglicky	28. 11. 2028
	Česky	28. 11. 2028
	Anglicky	28. 11. 2032
	Česky	28. 11. 2032
	Anglicky	28. 11. 2032
	Česky	28. 11. 2032
	Anglicky	28. 11. 2028
	Česky	28. 11. 2028
	Anglicky	28. 11. 2028
	Česky	28. 11. 2028
	Anglicky	28. 11. 2028
	Česky	28. 11. 2028
	Anglicky	28. 11. 2028
	Česky	28. 11. 2028
Theoretical Physics, Astronomy and Astrophysics	Anglicky	31. 12. 2024
Subnuclear Physics	Anglicky	31. 12. 2024
Quantum Optics and Optoelectronics	Anglicky	31. 12. 2024

Název VŠ	Součást vysoké školy	Název doktorského programu
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Physics
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika
Univerzita Karlova	2. lékařská fakulta	Microbiology
Univerzita Karlova	2. lékařská fakulta	Mikrobiologie
Univerzita Karlova	1. lékařská fakulta	Microbiology
Univerzita Karlova	1. lékařská fakulta	Mikrobiologie
Univerzita Karlova	Přírodovědecká fakulta	Microbiology
Univerzita Karlova Uni Palackého	Přírodovědecká fakulta	Mikrobiologie
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemistry and Technology of Materials
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemie a technologie materiálů
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemistry
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemie
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemistry and Technology of Materials
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemistry and Technology of Materials
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemie a technologie materiálů
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemické technologie	Chemie a technologie materiálů
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemicko-inženýrská	Molecular Chemical Physics and Sensorics
Vysoká škola chemicko- -technologická v Praze	Fakulta chemicko-inženýrská	Molekulární chemická fyzika a sensorika



Název oboru	Jazyk výuky	Datum platnosti akreditace
Physics of Surfaces and Interfaces	Anglicky	31. 12. 2024
Physics of Plasma and Ionized Media	Anglicky	31. 12. 2024
Physics of Nanostructures	Anglicky	31. 12. 2024
Physics of Condensed Matter and Materials Research	Anglicky	31. 12. 2024
Biophysics, Chemical and Macromolecular Physics	Anglicky	31. 12. 2024
Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika	Česky	31. 12. 2024
Subjaderná fyzika	Česky	31. 12. 2024
Kvantová optika a optoelektronika	Česky	31. 12. 2024
Fyzika povrchů a rozhraní	Česky	31. 12. 2024
Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí	Česky	31. 12. 2024
Fyzika nanostruktur	Česky	31. 12. 2024
Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum	Česky	31. 12. 2024
Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika	Česky	31. 12. 2024
	Anglicky	23. 10. 2029
	Česky	23. 10. 2029
	Anglicky	23. 10. 2029
	Česky	23. 10. 2029
	Anglicky	23. 10. 2029
	Česky	23. 10. 2029
	Anglicky	29. 09. 2029
	Česky	29. 09. 2029
	Anglicky	29. 09. 2029
	Česky	29. 09. 2029
Metallurgy	Anglicky	31. 12. 2024
Materials Engineering	Anglicky	31. 12. 2024
Metalurgie	Česky	31. 12. 2024
Materiálové inženýrství	Česky	31. 12. 2024
	Anglicky	17. 12. 2029
	Česky	17. 12. 2029

3.2 Výuka studentů

106

3.2.1 Uzavřené dílčí dohody o spolupráci s VŠ při uskutečňování DSP

Celkový počet uzavřených dohod pracoviště AV ČR k 31. 12. 2023. 12

3.2.2 Výchova postgraduálních studentů

	Počet nově přijatých v r. 2023	Počet absolventů v r. 2023	Počet předčasně ukončených v r. 2023	Celkový počet doktorandů k 31. 12. 2023
Celkový počet doktorandů (studenti DSP)	27	14	4	202
- z toho počet doktorandů ze zahraničí	13	6	2	48

3.2.3 Výchova pregraduálních studentů

	Počet nově přijatých v r. 2023	Počet absolventů v r. 2023	Počet předčasně ukončených v r. 2023	Celkový počet pregrad. studentů k 31. 12. 2023
Celkový počet pregraduálních studentů	36	18	0	64

3.2.4 Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti zaměstnanců pracoviště

	Vědecko-pedagog. hodnost k 31. 12. 2023	Z toho uděleno v roce 2023
profesor	23	1
docent	27	2
Vědecká hodnost nebo titul k 31. 12. 2023		
DrSc.	27	0
DSc.	6	0
CSc., Ph.D., Dr.	556	12



3.2.5 Pedagogická činnost zaměstnanců pracoviště

	Letní semestr 2022/2023			Zimní semestr 2023/2024		
Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ v programech bakalářských/magisterských/doktorských	644	570	191	1153	1039	468
Počet semestrálních cyklů přednášek/seminářů/cvičení v bakalářských programech	389	81	203	499	72	582
Počet semestrálních cyklů přednášek/seminářů/cvičení v magisterských programech	501	85	218	837	82	202
Počet zaměstnanců pracoviště působících na VŠ v programech bakalářských/magisterských/doktorských	38	41	12	48	55	15

1 vyučovací hodina = 45 min

DSP – doktorské studijní programy

3.2.6 Vzdělávání středoškolské mládeže

	Pololetí ve škol. roce 2022/2023		Pololetí ve škol. roce 2023/2024	
Počet odpřednášených hodin	983		983	
Počet vedených prací (např. SOČ)	25		24	
Počet organizovaných/spoluorganizovaných soutěží	0	4	1	2

3.3 Mezinárodní spolupráce FZÚ

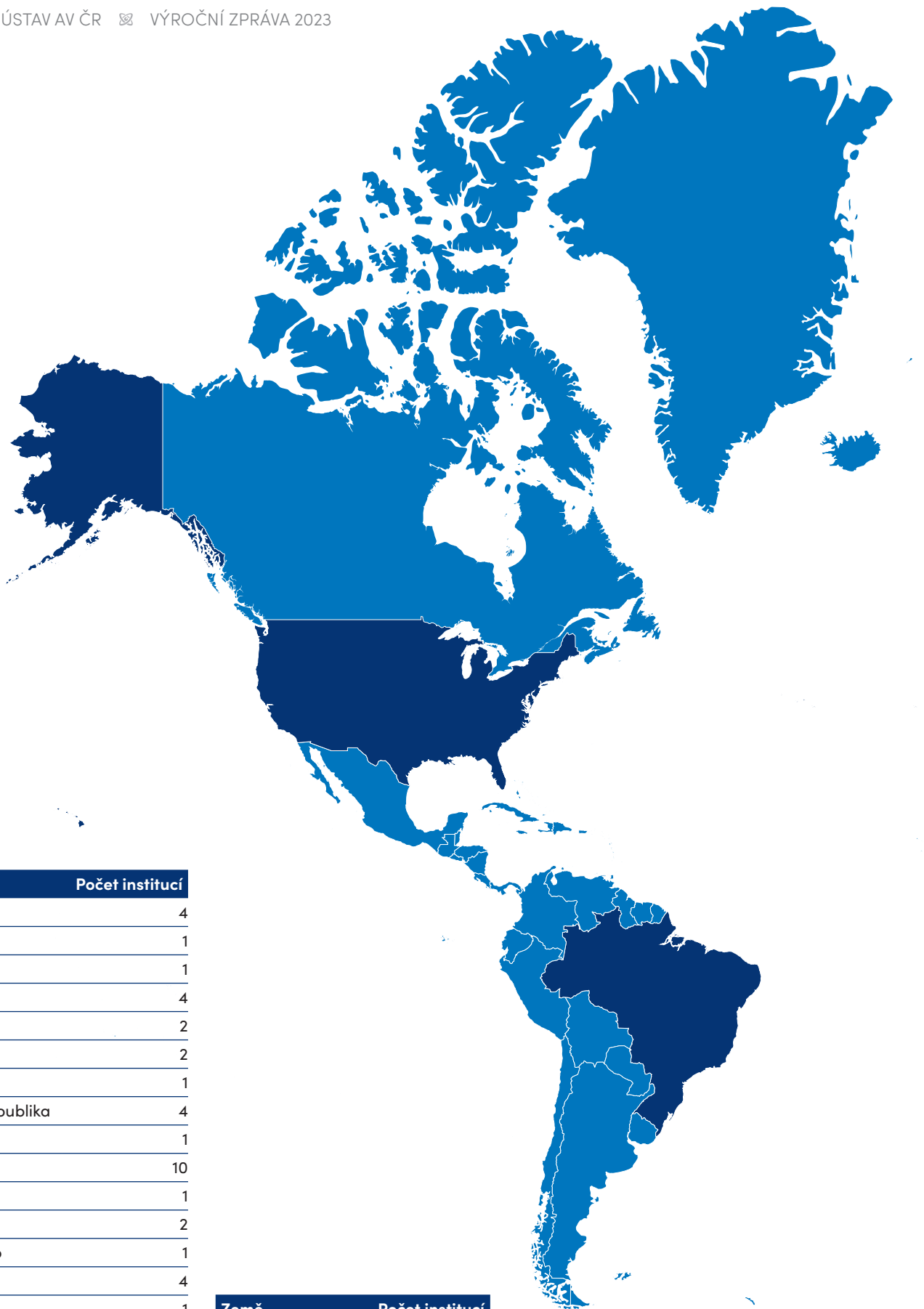
108

Fyzikální ústav dlouhodobě spolupracuje s významnými institucemi a univerzitami z celého světa na výzkumné, vývojové a inovační činnosti. V roce 2023 měl Fyzikální ústav uzavřenou dvoustrannou dohodu s 63 mezinárodními institucemi.

Země	Instituce
Belgie	Xeryon
Belgie	Katholieke Universiteit Leuven
Belgie	QinetiQ
Belgie	Space N.V.
Brazílie	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Física Teórica
Čína	Čínská akademie věd, Shanghai Institute of Ceramics
Francie	Ecole Polytechnique, Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces
Francie	Université de Lorraine, Institut Jean Lamour
Francie	Université Lyon 1, Institute of Light and Matter,
Francie	University of Strasbourg, Strasbourg Astronomical Observatory
Indie	Fabrimech Engineers Pvt. Ltd.
Indie	Vellore Institute of Technology, Chennai
Itálie	Fondazione Bruno Kessler, Center for Materials and Microsystems
Itálie	Politecnico di Milano
Japonsko	Tohoku University, The Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences
Korejská republika	Advanced Photonics Research Institute
Korejská republika	Center for Theoretical Physics of the Universe
Korejská republika	Hanyang University, BK21 FOUR ERICA-ACE Center
Korejská republika	Korea Institute of Machinery and Materials
Litva	Center for Physical Sciences and Technology
Německo	Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Německo	Fraunhofer Institute of Optoelectronics, System Technologies and Image Exploitation IOSB, Karlsruhe
Německo	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institute for Surface Science and Corrosion
Německo	Fusion Bionic GmbH



Země	Institute
Německo	InfraTec GmbH Infrarotsensorik und Messtechnik
Německo	Ruhr-University Bochum, Chair of Applied Technologies
Německo	Technische Universität Darmstadt
Německo	Technische Universität Kaiserslautern
Nizozemsko	European Space Agency
Norsko	University of Oslo, Institute of Theoretical Astrophysics
Polsko	Polská akademie věd, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika
Polsko	University of Białystok
Portugalsko	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores para os Microsistemas e Nanotecnologias
Rakousko	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Rakousko	Innotonix GmbH
Rakousko	Medizinische Universität Innsbruck
Rakousko	Universität Wien
Řecko	Hellenic Mediterranean University
Srbsko	University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences
Španělsko	Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Španělsko	The Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures
Španělsko	University of Zaragoza
Švédsko	Univerzita v Uppsale
Švýcarsko	Evropská organizace pro jaderný výzkum (CERN)
Tchaj-wan	Academia Sinica
Tchaj-wan	Taiwan Instrument Research Institute, National Applied Research Laboratories
USA	Arizona State University
USA	Fermi National Accelerator Laboratory, Fermi Research Alliance, LLC
USA	Large Synoptic Survey Telescope, INC.
USA	Lockheed Martin Aeronautics Company
USA	Stanford University, SLAC National Accelerator Laboratory
USA	University of Central Florida, Research Foundation
USA	University of Connecticut
Velká Británie	Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Collaboration
Velká Británie	GlaxoSmithKline Research & Development Limited
Velká Británie	Science and Technology Facilities Council
Velká Británie	UK Research and Innovation
Velká Británie	The University of Liverpool
Velká Británie	University of Nottingham, Nottingham Centre of Gravity
Vietnam	Research and Development Center Saigon Hi-Tech Park
Vietnam	Vietnamská akademie věd a technologií, Ho Chi Minh City Institute of Physics
Vietnam	Vietnamská akademie věd a technologií, Institute of Applied Material Science



Země	Počet institucí
Belgie	4
Brazílie	1
Čína	1
Francie	4
Indie	2
Itálie	2
Japonsko	1
Korejská republika	4
Litva	1
Německo	10
Norsko	1
Polsko	2
Portugalsko	1
Rakousko	4
Řecko	1
Španělsko	3
Srbsko	1
Švédsko	1
Švýcarsko	1

Země	Počet institucí
Tchaj-wan	2
USA	7
Velká Británie	6
Vietnam	3



3.4 Popularizace vědy

3.4.1 Mediální prezentace

112

Fyzikální ústav AV ČR věnuje velkou pozornost popularizaci výsledků vědeckého výzkumu a základem komunikace je pravidelná spolupráce s médii veřejné služby (Česká televize, Český rozhlas a Česká tisková kancelář). Od 1. ledna 2023 do 31. prosince 2023 zaznamenal monitoring 655 zpráv týkajících se FZÚ, což je průměrně jedna zpráva za den. Nejvíce zpráv (27) bylo publikováno 29. srpna 2023. Významné mediální pokrytí získalo FZÚ díky oznámení grantů Evropské výzkumné rady, kdy Tomáš Jungwirth se stal prvním českým vědcem, který získal ERC Advanced Grant podruhé.

Československý časopis pro fyziku

Časopis je nepostradatelným zdrojem informací a inspirace pro všechny, kteří se zajímají o svět fyziky. Přináší původní i přeložené články, aktuality, zprávy a recenze knih, uveřejňuje diskuse o filozofických aspektech fyziky, vědní politice, články z historie fyziky a také články o fyzikálním vzdělávání. V roce 2023 zařadil časopis jako novinku sérii článků o sociologii fyziky.

V roce 2023 tvořilo redakční kruh časopisu šestnáct vědkyň a vědců z České a Slovenské republiky, kteří přispěli k jeho vysoké úrovni.

Rekordní byl 73. ročník nejen svým rozsahem 501 stran, ale také počtem 89 článků. Elektronická verze časopisu, včetně archivu od roku 1993, je dostupná zdarma po registraci na webu časopisu (viz <https://ccf.fzu.cz/>).

Jemná mechanika a optika

Časopis je určen pro zájemce o současné dění v oborech jemná mechanika a optika. Odborný časopis publikuje původní vědecké a přehledové články, aktuality, zprávy a recenze knih. Zprostředkovává kontakty mezi

vědeckými pracovišti a průmyslem a přináší informace o současných tématech z obou oborů, včetně interdisciplinárních problémů. Informuje o konferencích, seminářích, výstavách a veletrzích, a přispívá ke vzdělávání a rozhledu odborné i laické veřejnosti.

V roce 2023 vyšlo v 68. ročníku celkem 12 čísel, z toho 3 dvojčísla, s celkovým počtem 276 stran. Časopis publikoval 87 příspěvků, které napsalo 69 autorů, včetně 10 zaměstnanců FZÚ a 12 autorů ze zahraničí. Redakční radu tvořilo 34 členů, z nichž 27 pocházelo z České republiky.



3.4.2 Popularizace vědy pro studující, vyučující i širokou veřejnost

Rok 2023 se nesl ve znamení vysokého zájmu o popularizační akce a iniciativy, které Fyzikální ústav pořádá či se na jejich realizaci podílí. Měsíčně jsme se s vyučujícími potkávali na diskusních setkáních. S nově vzniklou iniciativou Fyzikové do škol jsme se vydali do desítek škol po celé České republice a na popularizačních akcích nás navštívily desetitisíce návštěvníků. Níže s vámi sdílíme přehled těch nejvýznamnějších událostí.

3.4.2.1 Celoroční iniciativy

Fyzikové do škol

Zvědavost, touhu po poznání i povědomí o současné vědě podporují vědci a vědkyně z FZÚ výjezdy přímo za žáky v rámci programu Fyzikové do škol. Nabídka v roce 2023 zahrnovala devatenáct rozličných témat, z nichž si učitelky a učitelé volili v přihlašovacím formuláři. Obsah přednášky je možné přizpůsobit znalostem žáků a dalším požadavkům. Minulý rok se s krásami i palčivými otázkami současné fyziky seznámili žáci více než dvaceti škol nejen v Praze, ale po celé ČR.

Učitelé & Vědci

FZÚ se pravidelně otevírá vyučujícím SŠ a ZŠ se zájmem o aktuální fyzikální výzkum. Setkání jsou neformální a prezentují na nich výborné popularizátorky a výborní popularizátoři z řad FZÚ. U vybraných témat zveme učitelky a učitele na exkurze či workshopy v laboratořích a připravujeme pro ně pracovní listy pro využití ve výuce. Iniciativa Učitelé & Vědci úspěšně běží již od roku 2019, v minulém roce jsme uspořádali devět setkání.



V rámci programu Fyzikové do škol jsme uspořádali 22 výjezdů



Otevřená věda

Roční vědecké stáže pro talentované středoškoláky se konají ve špičkových pracovištích Akademie věd ČR, mezi které se FZÚ řadí, pod přímým vedením vědkyň a vědců. V roce 2023 jsme u nás vypsalí 14 stáží (tedy 14 vedoucích z řad vědkyň a vědců FZÚ), kterých se zúčastnilo 29 studentů.

Fotosoutěž

Již popáté se uskutečnila fotosoutěž FZÚ, tentokrát na téma Fyzika v každodenním životě. Teprve podruhé byla soutěž otevřena i studentům ZŠ/SŠ a umožnila jim tak zamyslet se nad rozličnými aspekty fyziky kolem nás. Vítězné studentské příspěvky zachycují polární záři, krásu ohně i povrchové napětí vodních kapek na okenní tabulce.



Vítězný snímek Kshitije Gurunga ve fotosoutěži zachycuje irizaci oblaků



3.4.2.2 Popularizační akce

Cyklus přednášek k 70. výročí FZÚ

Sedmdesáté výročí založení Fyzikálního ústavu je příležitostí ohlédnout se do historie a lépe pochopit, z čeho vycházíme a kam směřujeme. Jednotlivé sekce Fyzikálního ústavu mají odlišnou historii, která se zakládá na rozhodnutích a činnostech, jež se odehrály dávno před vznikem současného Fyzikálního ústavu. Zástupci všech pěti sekcí FZÚ v posledním čtvrtletí roku 2023 prezentovali vývoj od 50. let minulého století. Přednášky i navazující exkurze byly určeny pro odbornou veřejnost a zaměstnance FZÚ.

Laserový den pro vysokoškoláky

Jakými laserovými technologiemi disponujeme a k jakým účelům je využíváme? Jaké možnosti spolupráce vám nabízíme již během studií? Na tyto a další otázky dostanete během Laserového dne odpověď. Setkání (nejen) s našimi vědci je příležitostí si s nimi neformálně pohovořit o všem, co souvisí s HiLASE, lasery a jejich uplatněním v průmyslu, vědě a výzkumu.

Laserový den pro vysokoškoláky
přilákal 60 účastníků





Mezinárodní den světla

Na počest spuštění prvního laseru Theodorem Maimanem byl vyhlášen 16. květen jako Mezinárodní den světla. Při této příležitosti laserové centrum HiLASE každoročně připravuje ve spolupráci s ELI Beamlines v Dolních Břežanech atraktivní program pro děti i dospělé návštěvníky, sestávající z komentovaných prohlídek, workshopů, logických her a světelných instalací.





Veletrh vědy

Veletrh vědy je největší populárně-naučná akce v České republice, kterou od roku 2015 pořádá Akademie věd ČR. Fyzikální ústav již tradičně patří mezi největší vystavovatele v rámci Akademie, na akci je naším cílem zájemce přenést do světa fyziky a fyzikálního výzkumu. V roce 2023 jsme si pro malé i velké návštěvníky připravili desítky interaktivních ukázek napříč výzkumem ve FZÚ. Poprvé jsme na akci představili i projekt Fotovoltaický stan, který názorně ukazuje fotoelektrický jev pomocí míčků a světla.





118



VědaFest

VědaFest je největší venkovní populárně-naučná akce v ČR a je společným projektem vysokých škol, akademických pracovišť a volnočasových institucí již od roku 2011. U stánku Fyzikálního ústavu AV ČR se návštěvníci dozvěděli zajímavosti o scintilačních materiálech a ve Fotovoltaickém stanu se seznámili s principy fotovoltaiky.





Zažít město jinak

Na podzim se dvě pracoviště FZÚ (Cukrovarnická a Slovanka) zapojila do sousedských slavností pořádaných v rámci festivalu Zažít město jinak. Nejen našim sousedům jsme ukázali levitační vláček a supravodivost, fungování světelných spekter či newtonovskou kapalinu. Částečně přístupný byl i historický areál ústavu v Cukrovarnické, původně zbudovaný pro Výzkumný ústav cukrovarnický. Na budovu areálu jsme ve večerních hodinách promítali vizualizovaná data z atomárního mikroskopu.





Talentská akademie

Laserové centrum HiLASE v Dolních Břežanech v pravidelných intervalech nabízí středoškolským studentům možnost zapojit se do programu Talentská akademie a vyzkoušet si práci vědeckých pracovníků v profesionálních laboratořích. Tímto unikátním způsobem pomáhá toto špičkové vědecké pracoviště Fyzikálního ústavu AV ČR vychovávat další generaci vědců. Nejlepším účastníkům programu nabízí navazující spolupráci ve formě stáží, během kterých se studenti zapojují do reálných vědeckých projektů po boku předních laserových fyziků.



Noc vědců

Při neobvyklé atmosféře večerních a nočních hodin se v rámci celoevropské iniciativy Noc vědců již několikátým rokem otevíráme veřejnosti, v roce 2023 s tématem Tajemství. Návštěvníci mohli tento rok kromě obvyklých přednášek a exkurzí využít i možnosti navštívit mobilní digitální planetárium.





122



Dny otevřených dveří

I v tomto roce se Fyzikální ústav připojil k Týdnu Akademie věd, pravidelné popularizační akci AV ČR. Jako součást Týdne pořádáme každý rok Dny otevřených dveří. Připravili jsme celou řadu zajímavých přednášek a prohlídek laboratoří věnujících se nejrozličnějším tématům – od výzkumu vesmíru přes biofyziku až po lasery.



Kariérní dny

Fyzikální ústav se představil studentům a potenciálním budoucím vědcům na kariérních dnech Den firem na Matfyzu na MFF UK a Ulov si mě na Jaderce na FJFI ČVUT s nabídkou pracovních příležitostí, stáží i možností vedení závěrečných prací. Věnujeme se tak komunikaci s novou vědeckou generací od nejmenších (VědaFest, Veletrh vědy, Dny otevřených dveří, Zažít město jinak) po ty, kteří už se rozhodují o své nastávající kariéře ve vědě a výzkumu.

60
LASEROVÝ DEN PRO
VYSOKOŠKOLÁKY

9

SETKÁNÍ UČITELÉ
& VĚDCI

29 TALENTOVANÝCH STŘEDOŠKOLÁKŮ SE
ÚČASTNILO VĚDECKÉ STÁŽE OTEVŘENÁ VĚDA

1 POPRVÉ OTEVŘENA
FOTOSOUTĚŽ
STUDENTŮM ZŠ/SŠ

486
MEZINÁRODNÍ DEN SVĚTLA

12 TALENTOVÁ
AKADEMIE

46 000
VELETRH VĚDY

900
NOC VĚDCŮ

13 000
VĚDAFEST

1600
DNY OTEVŘENÝCH DVEŘÍ

300 ZAŽÍT
MĚSTO
JINAK







4

Orgány FZÚ

125



4.1 Ředitel a vedení ústavu

126

Ředitel FZÚ

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

Zástupci ředitele

RNDr. Antonín Fejfar, CSc.

RNDr. Michal Dušek, CSc.

prof. Ing. Martin Nikl, CSc.

Vědecký tajemník

Ing. Jiří Červenka, Ph.D.

Vedoucí výzkumných sekcí

doc. Alexander Kupčo, Ph.D.

RNDr. Petr Šittner, CSc.

RNDr. Michal Dušek, CSc.

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.



4.2 Rada pracoviště

V roce 2023 nedošlo ve složení Rady FZÚ ke změnám.

4.2.1 Složení rady pracoviště

Předseda:	prof. Ing. Martin Nikl, CSc.	FZÚ AV ČR
Místopředseda:	Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.	FZÚ AV ČR
Interní členové:	RNDr. Antonín Fejfar, CSc.	FZÚ AV ČR
	Ing. Alice Hospodková, Ph.D.	FZÚ AV ČR
	RNDr. Stanislav Kamba, CSc.	FZÚ AV ČR
	RNDr. Mariana Klementová, Ph.D.	FZÚ AV ČR
	doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.	FZÚ AV ČR
	Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.	FZÚ AV ČR
	RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	FZÚ AV ČR
	prof. Jan Řídký, DrSc.	FZÚ AV ČR
	doc. Ing. Václav Čuba, Ph.D.	FJFI ČVUT
	prof. RNDr. Zdeněk Doležal, CSc.	MFF UK
	Dr. Jindřich Houžvička	CRYTUR, spol. s r. o.
	prof. Mgr. Pavel Javorský, Dr.	MFF UK
	prof. Ing. Helena Jelínková, DrSc.	FJFI ČVUT
Tajemník:	RNDr. Jiří Rameš, CSc.	FZÚ AV ČR

4.2.2 Zasedání Rady FZÚ AV ČR

105. zasedání	21. 3. 2023
106. zasedání	25. 4. 2023
107. zasedání	22. 5. 2023
108. zasedání	18. 9. 2023
109. zasedání	27. 11. 2023

Rada dále projednala 12 návrhů formou per rollam.

Zápisy ze všech zasedání Rady FZÚ jsou zveřejněny na její webové stránce <https://www.fzu.cz/o-fzu/organizacni-struktura/vedeni-fzu/rada-fzu>.

Na zasedání Rady byli zváni:

prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.,
předseda Dozorčí rady FZÚ

prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.,
místopředseda Dozorčí rady FZÚ

Ing. Jiří Červenka, Ph.D.,
vědecký tajemník FZÚ

Významné projednané záležitosti

- Rada projednala a schválila rozpočet provozních nákladů a výnosů pro rok 2023, jakož i střednědobý výhled provozních nákladů a výnosů pro roky 2024 a 2025, viz zápis ze 106. zasedání.
- Rada schválila návrh ředitele na převedení zisku za rok 2022 do rezervního fondu, viz zápis ze 109. zasedání.
- Rada schválila Výroční zprávu o činnosti a hospodaření FZÚ za rok 2022, viz zápisy ze 107. a 108. zasedání.
- Rada projednala a schválila změny vnitřních předpisů FZÚ – Pravidel pro hospodaření se sociálním fondem a Vnitřního mzdového předpisu FZÚ, viz zápisy ze 105., 108. a 109. zasedání.
- Rada projednala návrhy na jmenování sedmi pracovníků FZÚ emeritním vědeckým pracovníkem AV ČR a vyslovila souhlas s podáním návrhů Akademické radě AV ČR, viz zápisy ze 105., 108. a 109. zasedání.
- Rada projednala a schválila návrhy na jmenování tří pracovníků FZÚ emeritním pracovníkem FZÚ, viz zápisy ze 105. a 109. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení Akademické prémie pracovníku FZÚ a vyjádřila souhlas s jeho podáním, viz zápis ze 105. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení čestné oborové medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách třem pracovníkům FZÚ a doporučila jejich podání, viz zápis ze 105. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení Prémie Otto Wichterleho a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápis ze 105. zasedání.
- Rada projednala a podpořila návrh na udělení Ceny Neuron za zásadní přínos světové vědě, viz zápis ze 105. zasedání.

- Rada projednala a podpořila návrh na udělení Ceny Neuron pro mladé nadějně vědce, viz zápis ze 105. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení prémie *Lumina quaeeruntur* a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápis ze 105. zasedání.
- Rada projednala a podpořila podání návrhů na mzdovou podporu postdoktorandů na pracovištích AV ČR v rámci v Programu na podporu perspektivních lidských zdrojů, viz zápisy ze 105. a 108. zasedání.
- Poté, co proběhla formou seminářů veřejná prezentace a obhajoba návrhů na nákup nákladných přístrojů a následně je projednala porada ředitele, projednala Rada jednotlivé návrhy a doporučila řediteli jejich podání v tom pořadí, v jakém byly Radě předloženy, viz zápis ze 107. zasedání.
- Rada projednala návrhy na zařazení projektů FZÚ do Programu rozvoje aplikací a komercializace AV ČR (PRAK) a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápisy ze 108. a 109. zasedání.
- Rada projednala návrhy projektů FZÚ přihlášené do veřejné soutěže GAČR a projektů podobného charakteru (v rámci programů TAČR, evropských projektů a dalších), viz zápis ze 106. zasedání.
- Rada projednala 10 návrhů dohod o spolupráci mezi FZÚ a dalšími institucemi nebo dokumentů podobného charakteru, viz zápisy ze 105., 107., 108., a 109. zasedání.

4.3 Dozorčí rada pracoviště



Složení Dozorčí rady

Předseda:	prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D., Ústav fyziky materiálů AV ČR, Kancelář AV ČR
Místopředseda:	prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc., FZÚ
Členové:	Ing. Jiří Plešek, CSc., Ústav termomechaniky AV ČR prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc., Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta doc. Ing. Stanislav Vítek, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická RNDr. Vladimír Wagner, CSc., Ústav jaderné fyziky AV ČR
Tajemník:	Ing. Miroslav Hořejší, FZÚ

Zasedání Dozorčí rady FZÚ v roce 2023

9. 6. 2023: 31. zasedání, přítomno 6 členů DR + tajemník DR + ředitel FZÚ

11. 12. 2023: 32. zasedání, přítomno 5 členů DR (omluven J. Plešek) + tajemník DR + ředitel FZÚ

Přehled hlasování *per rollam* Dozorčí rady Fyzikálního ústavu AV ČR v roce 2023

#	Datum	Věc	ano	ne
01	31. 1. 2023	Kupní smlouva systému SLM/SLS pro 3D tisk	6	0
02	25. 5. 2023	Smlouva o nájmu bytů Yuchen Chen a Akhil Bardwaj	6	0
03	25. 5. 2023	Smlouva o pronájmu nebytových prostor Pavel Hvodlík a Jakub Köhler	6	0
04	25. 5. 2023	Záměr pořídit zařízení Zkapalňovač helia	6	0
05*	9. 6. 2023	Vstup Fyzikálního ústavu AV ČR. v. v. i., jako člena do spolku Polovodičový klastr	5	0
06*	9. 6. 2023	Smlouva o pronájmu nebytových prostor s Ústavem fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i.	5	0
07*	9. 6. 2023	Posouzení Výroční zprávy FZÚ AV ČR, v. v. i. za rok 2022	5	0
08*	9. 6. 2023	Souhrnná roční zpráva o výsledcích veřejnosprávních kontrol v FZÚ v roce 2022	5	0
09*	9. 6. 2023	Hodnocení manažerských schopností ředitele pracoviště – vynikající, dle stupně hodnocení – 3	5	0
10	26. 6. 2023	Dodatek č. 2 ke Smlouvě o zhotovení stavby Brain4Industry – Inovační centrum č. S22/010F uzavřené dne 26. 1. 2022 mezi Fyzikálním ústavem AV ČR, v. v. i., a GEOSAN Group a. s.	6	0
11	31. 7. 2023	Smlouva o nájmu prostor sloužících k podnikání s firmou CARDAM, s. r. o.	6	0
12	25. 9. 2023	Dodatek č. 1 k Nájemní smlouvě – nebytový prostor, uzavřené s ÚFP, AV ČR, v. v. i.	6	0
13	25. 9. 2023	Kupní smlouva na plynárenské zařízení u ELI Beamlines a HiLASE od Pražské plynárenské, a. s.	6	0
14	25. 9. 2023	Kupní smlouva na plynárenské zařízení u ELI Beamlines a HiLASE	6	0
15	25. 9. 2023	Kupní smlouva na plynárenské zařízení u ELI Beamlines, budova ELI2, od Pražské plynárenské, a. s.	6	0
16	25. 9. 2023	Smlouva o bezúplatném převodu vnitropodnikového propoje plynu na organizaci ELI ERIC	6	0
17	31. 10. 2023	Smlouva o spolupráci a výpůjčce, uzavíraná se strategickým partnerem ELI ERIC	6	0
18	1. 11. 2023	Aktualizace Společenské smlouvy společností CARDAM, s. r. o.	6	0
19	1. 11. 2023	Nájemní smlouva prostor v Inovačním centru B4I, uzavíraná se společností CARDAM, s. r. o.	6	0
20	1. 11. 2023	Nájemní smlouva prostor v Inovačním centru B4I, uzavíraná se zapsaným ústavem STAR Research & Innovation Cluster	6	0
21*	11. 12. 2023	Dodatky k nájemním smlouvám na byty v bytovém domě Praha-Střížkov	6	0
22*	11. 12. 2023	Dodatky k nájemním smlouvám nebytových prostor dočasných staveb TESCO A, B, C a D v k. ú. Libeň	6	0
23	31. 12. 2023	Dodatek č. 2 ke Smlouvě o poskytování provozní podpory, údržby a rozvoje (ekonomického informačního systému) s firmou BBM, spol. s. r. o.	6	0
24	31. 12. 2023	Uzavření kupní smlouvy na nový zkapalňovač helia (spolu s MFF UK a ÚOCHB AV ČR)	6	0

*Hlasování proběhla prezenčně na zasedání DR, nikoli *per rollam*.

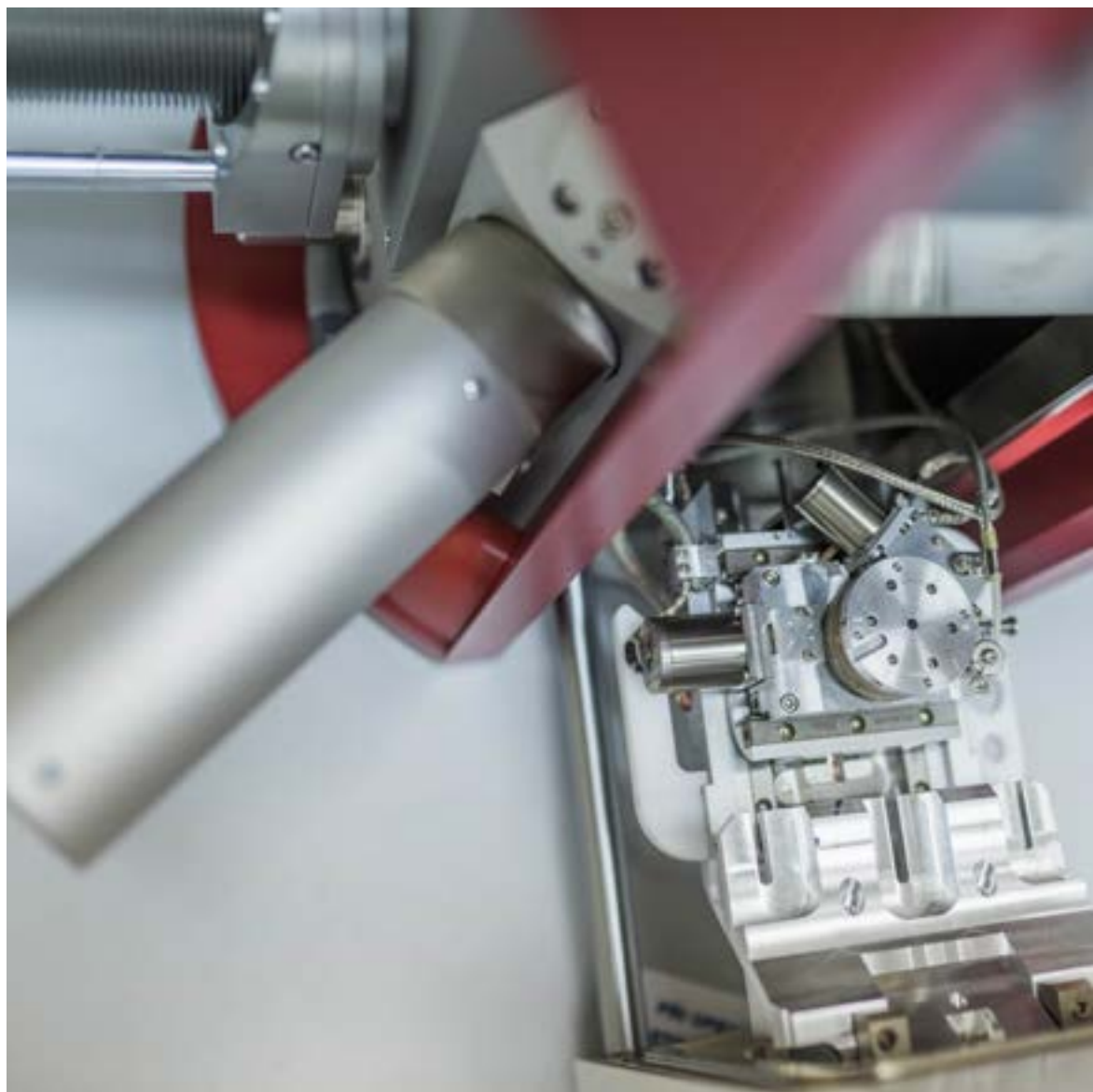


4.4 Mezinárodní poradní sbor

Předseda:	prof. Eckhard Elsen	Frankfurt Institute for Advanced Studies, Německo	
Členové:	prof. Stefan Blügel	Forschungszentrum Jülich, Německo	
	Dr. Colin Danson	Clarendon Laboratory, Oxford University, Velká Británie	
	prof. Lukas Eng	Technische Universität Dresden, Německo	
	prof. Hans-Joachim Freund	Fritz Haber Institute der Max Planck Gesellschaft, Německo	
	prof. Pietro Galinetto	University of Pavia, Itálie	
	prof. Simo-Pekka Hannula	Aalto University, Finsko	
	prof. Wolfgang Kautek	Universität Wien, Rakousko	
	Dr. Yulia Nevzorova	Complutense University of Madrid, Španělsko	do 30. 9. 2023
	prof. Francesco Pegoraro	University of Pisa, Itálie	
	prof. Mario Pimenta	Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics, Portugalsko	
	Dr. Frank Simon	Max Planck Institute für Physik (Werner Heisenberg Institut), Německo	
	prof. Martin Stutzmann	Technische Universität München, Německo	

V roce 2023 proběhlo jedno setkání Mezinárodního poradního sboru, a to v termínu: 2.–3. 11. 2023

„Vědecké úspěchy FZÚ v roce 2023 udělaly na MPS velký dojem. Vědecké portfolio je i nadále kvalitní a velmi široké. Členové MPS byli vskutku mile překvapeni dosaženými výsledky, navzdory různým a nepříznivým finančním podmínkám provozu v průběhu roku.“ (Zpráva MPS)





5

Další informace

133

5.1 Předpokládaný vývoj pracoviště *

134

Výzkumná činnost pracoviště bude probíhat v souladu s hlavní činností ústavu a projekty, na nichž se pracoviště podílí. Klíčové bude získání dalších grantů a dotací na výzkum, vývoj a inovace a na podporu rozvoje ústavu, především z národních zdrojů, Evropské unie a Evropských strukturálních a investičních fondů. Důraz bude kladen na další prohloubení mezinárodní spolupráce, do níž je zapojena většina pracovních týmů. Z hlediska dlouhodobější perspektivy je důležité dále rozšiřovat klíčovou experimentální infrastrukturu, podporovat špičkové výzkumné týmy a dále rozvíjet spolupráci s vysokými školami. V plánu je též příprava nové budovy v areálu na pracovišti Slovanka v Praze 8, která by měla do budoucna rozšířit prostorovou kapacitu ústavu. Snahou bude též posílení spolupráce s aplikační sférou a aplikovatelností vědeckých výsledků v oblastech s vysokým potenciálem pro uplatnění v praxi. Důraz bude kladen i na rozvoj kapacit v oblasti lidských zdrojů a optimalizaci administrativních a dalších podpůrných činností v ústavu.

V příštím roce bude zahájena realizace šesti významných projektů ve výzvě Špičkový výzkum v Operačním programu Jan Amos Komenský (OP JAK). Tato výzva patří mezi jednu z nejvýznamnějších českých grantových výzev s celkovou alokací 12,2 miliardy korun, která má za cíl umožnit českému výzkumu dosáhnout evropské a světové špičky. Fyzikální ústav dosáhl v této soutěži významného úspěchu a bude se podílet na řešení celkově šesti projektů v letech 2024–2028. Bude koordinovat tři projekty, které získal jako hlavní řešitel. Jedná se o projekty Výzkum základních stavebních kamenů hmoty s využitím špičkových technologií (FORTE), Teraferoika pro ultravysokou kapacitu, rychlost a energetickou úspornost informačních technologií (TERAFIT) a Senzory a detektory pro informační společnost budoucnosti (SenDISo). Dále se Fyzikální ústav bude podílet na dalších třech projektech v roli spoluřešitele v projektu Pokročilé víceškálové materiály pro nosné klíčové technologie (AMULET) koordinovaným Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského

AV ČR, v projektu Průlomové laserové technologie pro chytroou výrobu, vesmírné a biotechnologické aplikace (LasApp) koordinovaným Ústavem fotoniky a elektroniky AV ČR a projektu Feroické multifunkcionality (FerrMion) vedeným Ústavem termomechaniky AV ČR. Fyzikální ústav dosáhl též významného úspěchu v investiční výzvě Výzkumné infrastruktury I v OP JAK, kde je zapojen do celkem šesti financovaných výzkumných infrastruktur. Jedná se o infrastruktury Czech-NanoLab, MGML, PALS, CERN, AUGER a CTA. Díky těmto OP JAK projektům bude možné pořídit špičkové a jedinečné přístroje, podpořit excelentní vědecké týmy a dosáhnout excelentních výsledků na evropské i světové úrovni.

V roce 2024 bude zahájena realizace i několika nových významných mezinárodních projektů. Za zmínku stojí například vznik dvou nových Dioscuri center, která jsou financována společně německým Spolkovým ministerstvem pro vzdělávání a výzkum a českým Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Barbora Špačková otevře ve Fyzikálním ústavu nové Dioscuri centrum jednomolekulární optiky a Helena Reichlová nové Dioscuri centrum pro spinkaloritroniku a magnoniku. V následujícím roce bude též ve Fyzikálním ústavu probíhat realizace dvou nových excelentních projektů Evropské rady pro výzkum (ERC), kde Tim Verhagen se bude věnovat řešení ERC Starting Grantu a Tomáš Jungwirth ERC Advanced Grantu. Fyzikální ústav se v příštím roce také aktivně zapojí do dvou iniciativ Evropské rady pro inovace Pathfinder a dalších několika nových evropských projektů. Navíc Fyzikální ústav bude hostit 30 nových postdoktorandů v rámci projektu Physics for Future (P4F) spolufinancovaného z prestižního evropského programu Marie Skłodowska-Curie COFUND. Tento projekt představuje unikátní kariérní příležitost pro postdoktorandy a postdoktorandy k realizaci vlastních dvouletých výzkumných projektů na pracovištích Fyzikálního ústavu a ELI Beamlines, které významně přispějí k rozvoji fyzikálního výzkumu v České republice.



5.2 Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů *

- V roce 2023 jsme se v oblasti personálního řízení a rozvoje soustředili na poskytování kvalitní podpory vedoucím pracovníkům a vytváření vstřícného a podporujícího prostředí pro naše zaměstnance a zaměstnankyně. Zaměřili jsme se na několik klíčových oblastí.
- Pokračujeme v nastavování standardů dle HR Excellence in Research Award. Tyto standardy nám pomáhají postupně zkvalitňovat pracovní prostředí a podmínky ve FZÚ. V říjnu 2023 proběhl, jako součást přípravy na obhájení HR Excellence in Research Award, celoustavní průzkum názorů zaměstnanců. Průzkumu se zúčastnilo 56 % respondentů. Výsledky průzkumu nám pomohly vyhodnotit současný stav a posun ve sledovaných oblastech a stanovit úkoly a priority pro následující období.
- V oblasti náboru a výběru zaměstnanců byl i nadále kladen důraz na uplatňování otevřených a transparentních postupů (OTM-R principy). Kvalitu a jednotnost náboru a výběru zvyšujeme rozvojem dovedností vedoucích pracovníků při praktické realizaci výběrových pohovorů a také prostřednictvím e-learningového kurzu Jak na nábor a výběr zaměstnanců ve FZÚ. V průběhu roku jsme se zaměřili na upevňování nových postupů při zajištění adaptace nových zaměstnanců, jejichž cílem je poskytnout zvýšenou podporu v průběhu prvních tří měsíců v zaměstnání.
- V roce 2023 jsme pokračovali v poskytování široké nabídky vzdělávacích aktivit, které podporují osobní a profesní rozvoj. Na celoustavní úrovni proběhl praktický workshop První pomoc zážitkem, který podpořil praktické dovednosti při poskytování první pomoci jakož i mezitýmovou spolupráci. Workshopu se zúčastnilo téměř 200 zaměstnanců ústavu. Nadále realizujeme mentoringový program, prostřednictvím kterého propojujeme vědecké pracovníky na začátku kariéry se seniorními vědci.
- V roce 2023 byl úspěšně dokončen projekt Ministerstva práce a sociálních věcí ČR STOPPER, jehož

cílem je především prevence sociálněpatologických jevů na pracovišti a zkvalitňování pracovních podmínek a prostředí. Pro posílení prevence nevhodného chování na pracovišti jsme využili nový e-learningový kurz na téma rozpoznávání šikany a manipulace.

- V rámci aktivit, které se zaměřují na podporu respektujícího a inkluzivního pracovního prostředí pro všechny zaměstnance a zaměstnankyně jsme realizovali úkoly dle Plánu genderové rovnosti FZÚ. Pozornost jsme věnovali zejména tématům rovných podmínek a příležitostí a komunikaci zaměřené na odstraňování nevědomých předsudků v pracovním prostředí.

* Údaje požadované dle §21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

5.3 Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí*

136

Soustavný dohled nad radiační ochranou zajišťuje dohlížející osoba (dle zákona 263/2016 Sb.) Ing. Veronika Olšovcová, PhD., která je interním zaměstnancem FZÚ.

Kontrolním úřadem je SÚJB, Regionální centrum Praha. Zkoušky dlouhodobé stability uzavřených radionuklidových zářičů provádí firma ISOTREND spol. s r.o., Praha.

Nebezpečný odpad vyprodukovaný ve FZÚ odváží a zajišťuje jeho likvidaci odborná firma ECO VITA s.r.o., Zlatá Olešnice. Tato firma provádí průběžně několikrát v měsíci odvoz nebezpečného odpadu z nádob pro tento odpad určených (tonery, baterie, elektrický odpad aj.). Stejně tak jako v roce 2021 se zaměstnanci testovali antigenními testy na covid-19, tak i v roce 2023 se někteří zaměstnanci testovali a tento odpad vhazovali do nádob k tomu určených. Odpad byl každý týden likvidován.

Bioodpad z laboratoří vědeckých oddělení se soustřeďuje do speciálních nádob a dle požadavků uživatelů nebo nejpozději jednou za čtrnáct dní je odvezen a zlikvidován.

Firma ECO VITA s.r.o. provádí 2× ročně svoz a likvidaci nebezpečných látek včetně jejich obalů.

Zpracovává veškerou administrativu týkající se této oblasti a zajišťuje včasné hlášení do databáze Ministerstva životního prostředí ČR a Magistrátu hl. m. Prahy

Provádí školení zaměstnanců o nakládání s nebezpečným odpadem a bioodpadem.

FZÚ klade důraz na důsledné třídění odpadu. Sběr papíru, kartonových obalů a plastů je soustředěn do označených kontejnerů. V souladu s novými povinnostmi vyplývajícími ze zákona č.541/2020 Sb., o odpadech, jsme rozšířili možnost třídění využitelných složek z komunálního odpadu, což je kovový odpad (nápojové plechovky, plechovky od potravin apod.). Odvoz a likvidaci zajišťují společnosti FCC Česká republika, s.r.o. a Pražské služby, a.s. Praha.

Nepotřebné tlakové nádoby likviduje firma Pražské služby a.s., Pod Šancemi 444/1, Praha.

Kovový odpad je skladován na určeném místě a dle potřeb odvážen do sběrných surovin.

* Údaje požadované dle §21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.



5.4 Poskytování informací za období od 1. 1. – 31. 12. 2023 **

- | | |
|--|---|
| <p>1. Počet podaných žádostí o informace
6</p> <p>2. Počet vydaných rozhodnutí o odmítnutí žádosti o informace
1</p> <p>3. Počet podaných odvolání proti rozhodnutí
0</p> <p>4. Opis podstatných částí každého rozsudku soudu ve věci přezkoumání zákonnosti rozhodnutí povinného subjektu o odmítnutí žádosti o poskytnutí informace a přehled všech výdajů, které povinný subjekt vynaložil v souvislosti se soudními řízeními o právech a povinnostech podle tohoto zákona, a to včetně nákladů na své vlastní zaměstnance a nákladů na právní zastoupení
Nebyl vydán žádný rozsudek soudu.</p> <p>5. Výčet poskytnutých výhradních licencí včetně odůvodnění nezbytnosti poskytnutí výhradní licence
Nebyla podána žádná žádost o informaci, která by byla předmětem ochrany autorského práva a vyžadovala by poskytnutí licence.</p> | <p>6. Počet stížností podaných podle § 16a, důvody jejich podání a stručný popis způsobu jejich vyřízení
Nebyla podána žádná stížnost na postup při vyřizování žádosti o informace.</p> <p>7. Další informace vztahující se k uplatňování tohoto zákona
0</p> |
|--|---|

** Údaje požadované dle § 18 odst. 1 zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, a ve znění pozdějších předpisů.

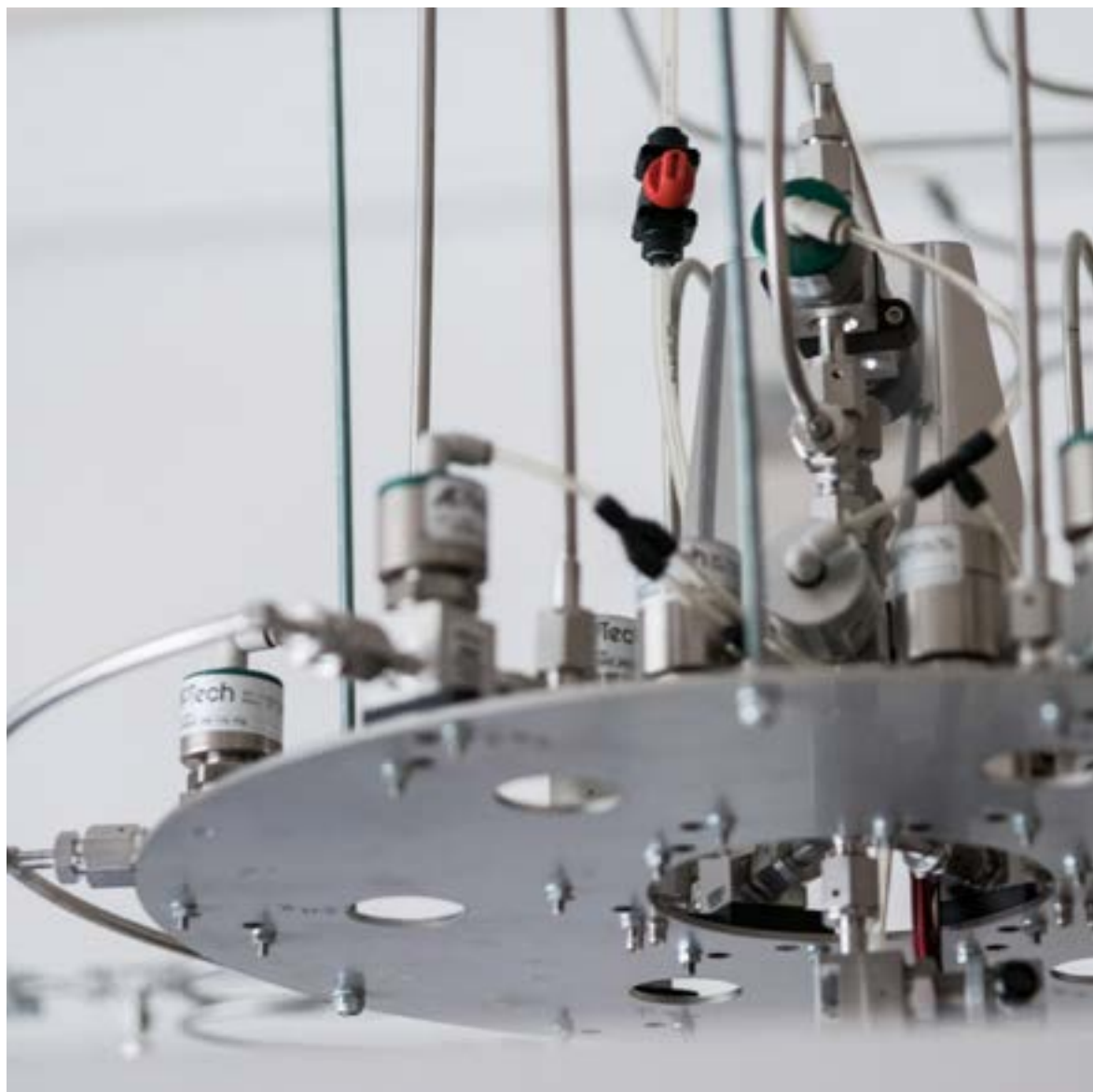
5.5 Informace o změnách zřizovací listiny

V roce 2023 nedošlo ke změně zřizovací listiny.

* Údaje požadované dle §21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

** Údaje požadované dle § 18 odst. 1 zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, a ve znění pozdějších předpisů.







6

Ekonomická část

141



6.1 Rozvaha

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Rozvaha

sestavena dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů k 31. 12. 2023

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Sídlo: Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8

IČO: 68378271

142

Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			Stav k 1. 1. 23	Stav k 31. 12. 23
A. Dlouhodobý majetek celkem			8 328 631	2 229 827
I. Dlouhodobý nehmotný majetek celkem	01	1	102 631	43 099
1. Nehmotné výsledky výzkumu a vývoje	012	2	0	0
2. Software	013	3	97 172	38 753
3. Ocenitelná práva	014	4	2 794	2 598
4. Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	018	5	2 409	1 392
5. Ostatní dlouhodobý nehmotný majetek	019	6	0	0
6. Nedokončený dlouhodobý nehmotný majetek	041	7	256	356
7. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý nehmotný majetek	051	8	0	0
II. Dlouhodobý hmotný majetek celkem	02+03	9	12 632 495	4 654 763
1. Pozemky	031	10	276 460	62 114
2. Umělecká díla, předměty, sbírky	032	11	0	0
3. Stavby	021	12	3 566 437	1 166 739
4. Hmotné movité věci a jejich soubory	022	13	8 439 068	3 245 043
5. Pěstitelské celky trvalých porostů	025	14	0	0
6. Dospělá zvířata a jejich skupiny	026	15	0	0
7. Drobný dlouhodobý hmotný majetek	028	16	36 336	33 430
8. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek	029	17	0	0
9. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	042	18	301 941	146 817
10. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek	052	19	12 253	619
III. Dlouhodobý finanční majetek celkem	06	20	440	440
1. Podíly – ovládaná nebo ovládající osoba	061	21	0	0
2. Podíly – podstatný vliv	062	22	0	0
3. Dluhové cenné papíry	063	23	440	440
4. Zápůjčky organizačním složkám	066	24	0	0
5. Ostatní dlouhodobé zápůjčky	067	25	0	0
6. Ostatní dlouhodobý finanční majetek	069	26	0	0



Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			Stav k 1. 1. 23	Stav k 31. 12. 23
IV. Oprávky k dlouhodobému majetku celkem	07–08	28	–4 406 935	–2 468 475
1. Oprávky k nehmotným výsledkům výzkumu a vývoje	072	29	0	0
2. Oprávky k softwaru	073	30	–80 314	–31 988
3. Oprávky k ocenitelným právům	074	31	–2 552	–2 449
4. Oprávky k drobnému dlouhodobému nehmotnému majetku	078	32	–2 409	–1 392
5. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému nehmotnému majetku	079	33	0	0
6. Oprávky ke stavbám	081	34	–476 809	–168 402
7. Oprávky k samost. hmot. mov. věcem a souborům hmot. mov. věcí	082	35	–3 808 515	–2 230 813
8. Oprávky k pěstitelským celkům trvalých porostů	085	36	0	0
9. Oprávky k základnímu stádu a tažným zvířatům	086	37	0	0
10. Oprávky k drobnému dlouhodobému hmotnému majetku	088	38	–36 336	–33 430
11. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému hmotnému majetku	089	39	0	0
B. Krátkodobý majetek celkem		40	2 034 070	1 194 583
I. Zásoby celkem	11–13	41	13 946	15 351
1. Materiál na skladě	112	42	13 478	15 322
2. Materiál na cestě	111,119	43	0	0
3. Nedokončená výroba	121	44	460	21
4. Polotovary vlastní výroby	122	45	0	0
5. Výrobky	123	46	8	8
6. Mladá a ostatní zvířata a jejich skupiny	124	47	0	0
7. Zboží na skladě a v prodejnách	132	48	0	0
8. Zboží na cestě	131,139	49	0	0
9. Poskytnuté zálohy na zásoby		50	0	0
II. Pohledávky celkem	31–39	51	1 267 321	787 465
1. Odběratelé	311	52	3 262	5 121
2. Směnky k inkasu	312	53	0	0
3. Pohledávky za eskontované cenné papíry	313	54	0	0
4. Poskytnuté provozní zálohy	314	55	3 544	1 554
5. Ostatní pohledávky	316	56	5 080	4 903
6. Pohledávky za zaměstnanci	335	57	1 000	441
7. Pohledávky za institucemi sociálního zabezpečení a VZP	336	58	0	388
8. Daň z příjmů	341	59	0	469
9. Ostatní přímé daně	342	60	0	0
10. Daň z přidané hodnoty	343	61	0	0
11. Ostatní daně a poplatky	345	62	0	0
12. Nároky na dotace a ostatní zúčtování se státním rozpočtem	346	63	–103	–8 685
13. Nároky na dotace a ostatní zúčtování s rozpočtem orgánů ÚSC	x	64	0	0
14. Pohledávky za společníky sdruženými ve společnosti	358	65	0	0
15. Pohledávky z pevných termínových operací	373	66	0	0
16. Pohledávky z vydaných dluhopisů	375	67	0	0
17. Jiné pohledávky	378	68	310 782	219 860
18. Dohadné účty aktivní	388	69	943 756	563 416
19. Opravná položka k pohledávkám	391	70	0	0



Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			Stav k 1. 1. 23	Stav k 31. 12. 23
III. Krátkodobý finanční majetek celkem	21–26	71	741 048	387 574
1. Peněžní prostředky v pokladně	211	72	703	637
2. Ceniny	212	73	0	0
3. Peněžní prostředky na účtech	221	74	740 345	386 937
4. Majetkové cenné papíry k obchodování	251	75	0	0
5. Dluhové cenné papíry k obchodování	253	76	0	0
6. Ostatní cenné papíry	254	78	0	0
7. Peníze na cestě	262	79	0	0
IV. Jiná aktiva celkem	38	81	11 755	4 194
1. Náklady příštích období	381	82	11 755	4 194
2. Příjmy příštích období	385	83	0	0
A+B Aktiva celkem		85	10 362 701	3 424 410
A. Vlastní zdroje celkem		86	8 766 982	2 469 908
I. Jmění celkem	90–92	87	8 760 606	2 468 664
1. Vlastní jmění	901	88	8 342 627	2 231 143
2. Fondy	91	89	416 034	237 911
3. Oceňovací rozdíly z přecenění finančního majetku a závazků	921	90	1 945	–390
II. Výsledek hospodaření celkem	93–96	91	6 376	1 244
1. Účet výsledku hospodaření	963	92	0	3 477
2. Výsledek hospodaření ve schvalovacím řízení	931	93	6 376	0
3. Nerozdělený zisk, neuhrazená ztráta minulých let	932	94	0	–2 232
B. Cizí zdroje celkem		95	1 595 718	954 502
I. Rezervy celkem	94	96	0	0
1. Rezervy	941	97	0	0
II. Dlouhodobé závazky celkem	38, 95	98	0	0
1. Dlouhodobé úvěry	951	99	0	0
2. Vydané dluhopisy	953	100	0	0
3. Závazky z pronájmu	954	101	0	0
4. Přijaté dlouhodobé zálohy	952	102	0	0
5. Dlouhodobé směnky k úhradě	x	103	0	0
6. Dohadné účty pasivní	389	104	0	0
7. Ostatní dlouhodobé závazky	958	105	0	0



Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			Stav k 1. 1. 23	Stav k 31. 12. 23
III. Krátkodobé závazky celkem	28–38	106	1 595 196	954 235
1. Dodavatelé	321	107	25 814	17 838
2. Směnky k úhradě	322	108	0	0
3. Přijaté zálohy	324	109	596	604
4. Ostatní závazky	325	110	1	0
5. Zaměstnanci	331	111	61 937	42 541
6. Ostatní závazky vůči zaměstnancům	333	112	503	40
7. Závazky k institucím sociálního zabezpečení a VZP	336	113	34 319	24 032
8. Daň z příjmů	341	114	735	0
9. Ostatní přímé daně	342	115	7 611	5 427
10. Daň z přidané hodnoty	343	116	2 791	2 868
11. Ostatní daně a poplatky	345	117	4	0
12. Závazky ze vztahu k státnímu rozpočtu	347	118	1 239 646	716 054
13. Závazky ze vztahu k rozpočtu ÚSC	x	119	0	0
14. Závazky z upsaných nesplacených cenných papírů a podílů	367	120	0	0
15. Závazky ke společníkům sdruženým ve společnosti	368	121	0	0
16. Závazky z pevných termínových operací a opcí	373	122	0	0
17. Jiné závazky	379	123	221 351	144 801
18. Krátkodobé úvěry	231	124	0	0
19. Eskontní úvěry	282	125	0	0
20. Vydané krátkodobé dluhopisy	283	126	0	0
21. Vlastní dluhopisy	284	127	0	0
22. Dohadné účty pasivní	389	128	-112	30
23. Ostatní krátkodobé finanční výpomoci	289	129	0	0
IV. Jiná pasiva celkem	38	130	522	267
1. Výdaje příštích období	383	131	416	244
2. Výnosy příštích období	384	132	106	23
A+B Pasiva celkem		134	10 362 701	3 424 410

145

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Rozvahový den: 31. 12. 2023

Datum sestavení: 22. 5. 2024

Bc. Iveta Hlavničková
sestavil, podpis a jméno

M. P. **Fyzikální ústav AV ČR**
veřejná vědecká instituce
Na Slovance 1999/2, 182 00 Praha 8
IČO: 68378271 DIČ: CZ68378271
-1-

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.
odpov. osoba, podpis a jméno

otisk razítka

6.2 Výkaz zisku a ztráty

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Výkaz zisku a ztráty
sestavený dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů k 31. 12. 2023
(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Sídlo: Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8

IČO: 68378271

Název ukazatele	SÚ	číslo řádku	Činnost		
			hlavní	jiná	Celkem
			1	2	3
A. Náklady		1	1 377 899	12 833	1 390 732
I. Spotřebované nákupy celkem	50+51	2	304 771	6 506	311 277
1. Spotřeba materiálu, energie a ostatních neskladovaných látek	501–503	3	159 012	3 285	162 297
2. Prodané zboží	504	4	0	0	0
3. Opravy a udržování	511	5	20 570	221	20 790
4. Náklady na cestovné	512	6	33 046	148	33 194
5. Náklady na reprezentaci	513	7	4 931	922	5 853
6. Ostatní služby	518, 514	8	87 213	1 930	89 143
II. Změny stavu zásob vlastní činnosti a aktivace	56+57	9	0	439	439
7. Změna stavu zásob vlastní činnosti	56	10	0	439	439
8. Aktivace materiálu, zboží a vnitroorganizačních služeb	571, 572	11	0	0	0
9. Aktivace dlouhodobého majetku	573, 574	12	0	0	0
III. Osobní náklady	52	13	804 472	5 025	809 497
10. Mzdové náklady	521,3	14	574 435	3 714	578 149
11. Zákonné sociální pojištění	524	15	189 856	1 237	191 093
12. Ostatní sociální pojištění	525	16	0	0	0
13. Zákonné sociální náklady	527	17	40 182	74	40 255
14. Ostatní sociální náklady	528	18	0	0	0
IV. Daně a poplatky	53	19	38	0	38
15. Daně a poplatky	53	20	38	0	38
V. Ostatní náklady	54	21	26 430	233	26 664
16. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	541, 542	22	171	0	171
17. Odpis nedobytné pohledávky	543	23	0	0	0
18. Nákladové úroky	544	24	0	0	0
19. Kurzové ztráty	545	25	3 050	21	3 071
20. Dary	546	26	0	0	0
21. Manka a škody	548	27	0	0	0
22. Jiné ostatní náklady	547, 549	28	23 210	212	23 422



Název ukazatele	SÚ	číslo řádku	Činnost		
			hlavní	jiná	Celkem
			1	2	3
VI. Odpisy, prodaný majetek, tvorba a použití rezerv a opr. položek celkem	55	29	241 316	630	241 945
23. Odpisy dlouhodobého majetku	551	30	241 316	630	241 945
24. Prodaný dlouhodobý majetek	552	31	0	0	0
25. Prodané cenné papíry a podíly	553	32	0	0	0
26. Prodaný materiál	554	33	0	0	0
27. Tvorba a použití rezerv a opravných položek	556, 559	34	0	0	0
VII. Poskytnuté příspěvky	58	38	0	0	0
28. Poskytnuté členské příspěvky a příspěvky zúčtované mezi organiz. složkami	581	39	0	0	0
VIII. Daň z příjmů	59	40	872	0	872
29. Daň z příjmů	59	41	872	0	872
B. Výnosy		1	1 380 245	13 962	1 394 208
I. Provozní dotace	69	2	1 008 794	0	1 008 794
1. Provozní dotace	691	3	1 008 794	0	1 008 794
II. Přijaté příspěvky	68	6	0	0	0
2. Přijaté příspěvky zúčtované mezi organizačními složkami		7	0	0	0
3. Přijaté příspěvky (dary)	681	8	0	0	0
4. Přijaté členské příspěvky	682	9	0	0	0
III. Tržby za vlastní výkony a za zboží	60	11	7 133	13 924	21 057
IV. Ostatní výnosy	64	16	364 319	38	364 357
5. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	641, 642	17	3 860	0	3 860
6. Platby za odepsané pohledávky	643	18	0	0	0
7. Výnosové úroky	644	19	8 389	0	8 389
8. Kurzové zisky	645	20	8 689	27	8 716
9. Zúčtování fondů	648	21	93 502	0	93 502
10. Jiné ostatní výnosy	649	22	249 879	11	249 890
V. Tržby z prodeje majetku	65	24	0	0	0
11. Tržby z prodeje DNM a DHM	651	25	0	0	0
12. Tržby z prodeje cenných papírů a podílů	653	26	0	0	0
13. Tržby z prodeje materiálu	654	27	0	0	0
14. Výnosy z krátkodobého finančního majetku	655	28	0	0	0
15. Výnosy z dlouhodobého finančního majetku	657	29	0	0	0
C. Výsledek hospodaření před zdaněním		38	3 218	1 129	4 348
D. Výsledek hospodaření po zdanění		40	2 347	1 129	3 476

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Rozvahový den: 31. 12. 2023

Bc. Iveta Hlavničková

podpis a jméno
sestavil

Datum sestavení: 22. 5. 2024

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

podpis a jméno
odpovědné osoby

otisk razítka

Fyzikální ústav AV ČR
veřejná vědecká instituce
Na Slovance 1999/2, 182 00 Praha 8
IČO: 68378271 DIČ: CZ68378271
-1-

6.3 Příloha k účetní závěrce v plném rozsahu k 31. 12. 2023

148

I. OBECNÉ ÚDAJE

1. Informace o účetní jednotce

Název:	Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. (dále jen „FZÚ“)
DIČ:	CZ68378271
Sídlo:	Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8
Právní forma:	veřejná výzkumná instituce (dále jen „v. v. i.“)
Zřizovatel:	Akademie věd České republiky, se sídlem Národní 1009/3, 117 20 Praha 1
Datum vzniku:	1. 1. 2007
Rozvahový den:	31. 12. 2023

Rozhodující předmět činnosti:

vědecký výzkum v oblasti fyziky, zejména fyziky elementárních částic, kondenzovaných systémů, plazmatu a optiky

Vznik a údaj o zápisu do rejstříku v. v. i.:

Pracoviště bylo zřízeno usnesením 26. zasedání prezidia Československé akademie věd ze dne 18. prosince 1953 s účinností od 1. ledna 1954 pod názvem Fyzikální ústav ČSAV. Ve smyslu § 18 odst. 2 zákona č. 283/1992 Sb. se stalo pracovištěm Akademie věd České republiky s účinností ke dni 31. prosince 1992.

Na základě zákona 341/2005 Sb., o veřejných vědeckých institucích, se právní forma FZÚ dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci. Zápis FZÚ do rejstříku v. v. i. byl proveden k 1. 1. 2007.



2. Organizační struktura instituce a její zásadní změny během účetního období

a) Organizačními útvary FZÚ jsou:

- centrální úsek,
- technicko-hospodářská správa (THS),
- administrativní úsek Cukrovarnická,
- vědecké sekce (6),
- výzkumná, administrativní a podpůrná oddělení,
- laboratoře a samostatné technické úseky.

b) Centrální úsek tvoří:

- sekretariát ředitele,
- vědecká knihovna Na Slovance,
- oddělení síťování a výpočetní techniky,
- BOZP a PO,
- interní auditor.

c) THS tvoří:

- oddělení personální a mzdové,
- oddělení finanční účtárny,
- oddělení provozní účtárny a rozpočtu,
- oddělení zásobování a dopravy,
- oddělení technicko-provozní,
- oddělení podpory THS.

d) Administrativní úsek Cukrovarnická tvoří:

- THS v Cukrovarnické,
- mechanické dílny v Cukrovarnické,
- vědecká knihovna v Cukrovarnické.

e) Vědecká činnost FZÚ se provádí ve vědeckých sekcích

1. Sekce fyziky elementárních částic

Výzkumná oddělení:

- astročásticové fyziky,
- experimentální fyziky částic,
- teorie elementárních částic,
- vývoje detektorů a zpracování dat,
- kosmologie a gravitační fyziky.

2. Sekce fyziky kondenzovaných látek

Výzkumná oddělení:

- magnetických měření a materiálů,
- dielektrik,
- materiálové analýzy,
- funkčních materiálů,
- teorie kondenzovaných látek,
- chemie.

3. Sekce fyziky pevných látek

Výzkumná oddělení:

- povrchů a molekulárních struktur,
- polovodičů,
- spintroniky a nanoelektroniky,
- strukturní analýzy,
- magnetik a supravodičů,
- tenkých vrstev a nanostruktur,
- optických materiálů.

4. Sekce optiky

Výzkumná oddělení:

- analýzy funkčních materiálů,
 - optických a biofyzikálních systémů,
 - nízkoteplotního plazmatu,
 - Společná laboratoř optiky (SLO).
- Podpůrná oddělení:
- optické a mechanické dílny Na Slovance.

5. Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

Výzkumná oddělení:

- vývoje pokročilých laserů (Centrum HiLASE),
 - průmyslových aplikací laserů (Centrum HiLASE),
 - vědeckých aplikací laserů (Centrum HiLASE),
 - radiační a chemické fyziky (Centrum PALS).
- Podpůrná oddělení:
- technické podpory center PALS a HiLASE,
 - inženýrské a technické podpory (Centrum HiLASE),
 - řízení projektů (Centrum HiLASE).

Centrum HiLASE (oddělení 57, 58, 61, 62 a 63) se nachází v Dolních Břežanech. Jeho mezinárodní tým se zabývá vývojem laserových technologií pro aplikační sektor, zejména high-tech průmysl. Výzkumné centrum získalo v roce 2016 prestižní projekt HiLASE Centre of Excellence v rámci historicky první výzvy programu Evropské komise Horizon 2020 „WIDESPREAD Teaming“. V roce 2023 pokračovala realizace tohoto společného projektu FZÚ a UK RI – Science and Technology Facilities Council (STFC) z Velké Británie. Cílem bylo přeměnit Centrum HiLASE do konce roku 2023 na Centrum Excellence v oblasti aplikačně orientovaného laserového výzkumu a vývoje. V partnerství s STFC došlo k modernizaci stávajících laserových technologií centra a k rozšíření nabídky VaV služeb pro externí uživatele podle jejich skutečných potřeb. Dalším cílem bylo zajištění dlouhodobé finanční stability centra založené na kvalitním managementu, vícezdrojovém financování a otevřenosti vůči uživatelům z řad vědecko-výzkumných institucí a high-tech průmyslu. Vedle tohoto klíčového projektu Centrum HiLASE v roce 2023 současně realizovalo v rámci svého projektového portfolia dalších cca 20 projektů financovaných z národních a mezinárodních grantů.

3. Jména a příjmení členů statutárních orgánů ke konci účetního období:

Jméno a příjmení	funkce
RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	ředitel
Rada FZÚ	
prof. Ing. Martin Nikl, CSc.	předseda
Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.	místopředseda
RNDr. Antonín Fejfar, CSc.	interní člen
Ing. Alice Hospodková, Ph.D.	interní člen
RNDr. Stanislav Kamba, CSc.	interní člen
RNDr. Mariana Klementová, Ph.D.	interní člen
doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.	interní člen
Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.	interní člen
RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	interní člen
prof. Jan Řídký, DrSc.	interní člen
doc. Ing. Václav Čuba, Ph.D.	externí člen
prof. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.	externí člen
Dr. Jindřich Houžvička	externí člen
prof. Mgr. Pavel Javorský, Dr.	externí člen
prof. Ing. Helena Jelínková, DrSc.	externí člen
RNDr. Jiří Rameš, CSc.	tajemník
Dozorčí rada FZÚ	
prof. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.	předseda
prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.	místopředseda
Ing. Jiří Plešek, CSc.	člen
prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.	člen
doc. Ing. Stanislav Vítek, Ph.D.	člen
RNDr. Vladimír Wagner, CSc.	člen
Ing. Miroslav Hořejší	tajemník

Člen Rady FZÚ Dr. Jindřich Houžvička, je současně jednatelem společnosti Crytur, s.r.o., IČO 25296558, s níž FZÚ uzavřel v roce 2023 několik obchodních smluv, z nichž celkové plnění představuje 15 193 364 Kč včetně DPH. Ředitel FZÚ RNDr. Michael Prouza, Ph.D., je statutárním zástupcem Společnosti Astropis, která FZÚ v roce 2023 fakturovala roční předplatné časopisu Astropis za 295 Kč. Člen dozorčí rady FZÚ Ing. Jiří Plešek, CSc., je současně předsedou dozorčí rady společnosti CARDAM, s.r.o., se kterou FZÚ uzavřel v roce 2023 několik obchodních smluv, z nichž celkové plnění představuje 3 136 474 Kč včetně DPH.

Kromě výše uvedených skutečností není vedení FZÚ známo, že by některý ze členů řídicích a kontrolních orgánů a jejich rodinných příslušníků měl účast v osobách, s nimiž organizace uzavřela za účetní ob-

dobí roku 2023 obchodní smlouvy nebo jiné smluvní vztahy. Členům řídicích a kontrolních orgánů organizace nebyly poskytnuty v účetním období 2023 žádné zálohy, závdavky nebo úvěry.



II. Informace o použitých účetních metodách, obecných účetních zásadách a způsobech oceňování

1. Obecné účetní zásady

Při vedení účetnictví a sestavování účetní závěrky postupoval FZÚ v souladu se zákonem 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů, vyhláškou 504/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů, pro účetní jednotky, u kterých hlavním předmětem činnosti není podnikání, pokud účtují v soustavě podvojného účetnictví a českých účetních standardů č. 401–414, pro účetní jednotky, které účtují podle vyhlášky 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a to v plném rozsahu za použití informačního systému iFIS firmy BBM spol. s r. o.

FZÚ je měsíčním plátcem DPH s předmětem činnosti hlavní a jiná. Účetním obdobím je kalendářní rok. Součástí všech dokladů je záznam o účtování a podpis odpovědných osob. Všechny doklady jsou řádně archivovány.

Vedené agendy

Účetnictví	
Finance	pokladna, banka, závazky, pohledávky, DPH
Majetek	
Zásoby	

2. Způsoby oceňování

Druhy aktiv	Způsob ocenění
Materiál, zásoby	pořizovací cena
Nedokončená výroba	vlastní náklady
Výrobky	vlastní náklady
DHM nakoupený	pořizovací cena
DHM vytvořený vlastní činností	vlastní náklady
DNM nakoupený	pořizovací cena
Bezplatně získaný DHM	reprodukční pořizovací cena
Cenné papíry a majetkové účasti	reálná hodnota
Deriváty	reálná hodnota
Pohledávky	jmenovitá hodnota
Finanční majetek (pokladna, banka)	jmenovitá hodnota

FZÚ je vlastníkem:

- 34 % podílu ve společnosti CARDAM s.r.o., v hodnotě 340 000 Kč.

CARDAM s.r.o., IČO 05437032, se sídlem v Dolních Břežanech, Pražská 636, PSČ 252 41 byla zapsána do obchodního rejstříku 30. 9. 2016. Předmětem podnikání je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách č. 1 až 3 živnostenského zákona a dále vývoj zbraní. Dalšími společníky se stejným podílem 33 % jsou Česká zbrojovka a.s., IČO 46345965 a společnost BENEŠ a LÁT a.s., IČO 25724304. Dle konečných výkazů společnost CARDAM s.r.o., vykazuje za rok 2023 zisk ve výši 400 tis. Kč a vlastní kapitál ve výši 7 859 tis. Kč.

- 50 % podílu ve společnosti Hi-Beams, s.r.o., v hodnotě 100 000 Kč

Hi-Beams, s.r.o., IČO 09818898, se sídlem v Šumperku, Průmyslová 3020/3, PSČ 787 01, byla zapsána do obchodního rejstříku 12. 1. 2021. Předmětem podnikání je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách č. 1 až 3 živnostenského zákona, obráběčství, kovářství a podkovářství, zámečnictví a nástrojářství. Dalším společníkem také s podílem 50 % je SHM, s.r.o., IČO 47976519. Společnost vykazuje za rok 2023 hospodářský výsledek 0 a vlastní kapitál ve výši 182 tis. Kč.

3. Druhy nákladů souvisejících s pořízením zásob

Doprava, clo, DPH, pojistné, provize apod.

4. Způsob stanovení opravných položek k majetku

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

5. Způsob sestavení odpisových plánů pro DM a použité odpisové metody při stanovení odpisů

Odpisy jsou prováděny v souladu se zákonem č. 563/1991 Sb., o účetnictví. Použité odpisové sazby jsou stanoveny odpisovým plánem.

Druh majetku	Odpis. skupina	Roční odpis v % předmětů pořízených před rokem 2002	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2002	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2009	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2015	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2018
Software		20	20	33,33		
Stavby		1,99	1,99	1,99		
Auta a příslušenství	1	10	10	16,66		
Auta a příslušenství	2	8	8	10		
Auta a příslušenství	3	2,5	5	5		
Výpočetní technika		11,15	9,3	33,33		
Přístroje	1	6	4,25	16,66		33,33
Přístroje	2	3,5	2,75	12,5		20,0
z toho:	2			14,28	14,28	
optická laserová zařízení	2*			14,28	10	
	2*			14,28	6,67	
	2*			14,28	5	
Přístroje	3	2,5	2,5	10		
Přístroje	4	2	2	8,33		
Pracovní stroje	2	3,5	2,75	10		
Pracovní stroje	3	2,5	2,5	8,33		
Inventář	1	6	6	16,66		
Inventář	2	3,5	2,75	10		
Inventář	3	2,5	2,5	8,33		
Ocenitelná práva			16,67	16,67		

* Optická pulzní laserová zařízení pořízená po roce 2018 jsou zaříděna do 3 kategorií v závislosti na energii a výkonu s různou dobou upotřebitelnosti. Kategorie 1, 10 let, kategorie 2, 15 let a kategorie 3, 20 let.

6. Způsob uplatnění při přepočtu údajů v cizích měnách na českou měnu

FZÚ používá pro ocenění majetku a závazků v zahraniční měně denní kurz ČNB. V průběhu roku se účtuje pouze o realizovaných kurzových ziscích a ztrátách. Aktiva a pasiva v zahraniční měně jsou k rozvahovému dni přepočítávána podle oficiálního kurzu ČNB

k 31. 12. daného roku. Kurzové rozdíly z ocenění finančních účtů, pohledávek, závazků, úvěrů a finančních výpomocí se účtují k datu účetní závěrky výsledkově na účet kurzových rozdílů.

7. Podstatné změny způsobů oceňování oproti předchozímu účetnímu období

Od roku 2012 je zavedena metodika Full Cost jako nezbytná podmínka realizace projektů např. HiLA-SE. Pro použití v roce 2023 byly dle platné metodiky využity vstupní údaje roku 2021.

8. Podstatné změny postupů účtování oproti předchozímu účetnímu období

V průběhu roku 2023 byly u grantů s ročním vyúčtováním vypořádány dohadné položky a závazky vůči státnímu rozpočtu.

9. Podstatné změny způsobů oceňování oproti požadavkům § 24–27, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Způsoby oceňování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.

10. Podstatné změny způsobů odpisování oproti požadavkům § 28, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Způsoby odpisování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.

11. Podstatné změny postupů účtování oproti požadavkům § 4, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Postupy účtování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.



III. Doplnující informace k rozvaze a výkazu zisku a ztráty (údaje jsou v tisících Kč)

1. Účet 021 – Budovy a stavby

Skupina majetku	2022			2023		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Budovy a stavby	3 566 437	476 809	3 089 628	1 166 739	168 402	998 337

2. Účet 022 – Samostatné movité věci a soubory movitých věcí a 082 – Oprávky k samostatným movitým věcem

Skupina majetku	2022			2023		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Celkem, z toho:	8 439 068	3 808 515	4 630 553	3 245 043	2 230 813	1 014 230
Dopr. prostředky	9 439	6 237	3 202	8 077	5 752	2 325
Inventář	23 669	10 819	12 850	11 399	6 578	4 821
Předměty z drahých kovů	14 427	13 587	840	14 427	13 739	687
Stroje, přístroje a zařízení	8 391 533	3 777 872	4 613 661	3 211 140	2 204 744	1 006 397

3. Dlouhodobý nehmotný majetek

Skupina majetku	2022			2023		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Celkem, v tom:	99 966	82 866	17 100	41 351	34 437	6 914
Ocenitelná práva	2 794	2 552	242	2 598	2 449	149
Software	97 172	80 314	16 858	38 753	31 988	6 765

4. Nedokončený dlouhodobý majetek

Skupina majetku	2023			
	Stav k 1. 1.	Pořízeno	Zařazeno	Zůstatek k 31. 12.
Celkem, v tom	302 197	366 002	521 026	147 174
Nedok. dl. nehmotný majetek (041)	256	725	625	356
Nedok. dl. hmotný majetek (042)	301 941	365 277	520 402	146 817

5. Přehled přírůstků a úbytků dlouhodobého majetku dle skupin

Skupina majetku	2023			
	Stav k 1. 1.	Pořízeno	Vyřazeno	Zůstatek k 31. 12.
Software	97 172	714	59 133	38 753
Ocenitelná práva	2 794	0	197	2 598
Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	2 409	0	1 017	1 392
Nedok. dlouhodobý nehmotný majetek	256	725	624	356
Pozemky	276 460	0	214 346	62 114
Stavby	3 566 437	191 992	2 591 690	1 166 739
Dopravní prostředky	9 439	0	1 361	8 077
Inventář	23 670	168	12 439	11 398
Předměty z drahých kovů	14 427	0	0	14 427
Stroje, přístroje a zařízení	8 391 533	353 058	5 533 451	3 211 140
Drobný dlouhodobý hmotný majetek	36 336	0	2 905	33 430
Nedok. dlouhodobý hmotný majetek	301 941	365 277	520 402	146 817
Poskytnuté zálohy na dlouh. hm. majetek	12 253	1 077	12 711	619

6. Souhrnná výše majetku neuvedená v rozvaze

Skupina majetku	Analytický účet	Zůstatek k 31. 12.
Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	9712	15 347
Drobný dlouhodobý hmotný majetek	9711	247 983



7. Pohledávky

Pohledávky	Částka
k odběratelům	5 121
poskytnuté provozní zálohy	1 554
pohledávky za zaměstnanci	441
jiné pohledávky	219 860
dohadné položky	563 416

Na dohadných účtech aktivních jsou evidovány dohady z titulu dotačních programů. Na účtech jiných pohledávek vykazuje FZÚ pohledávky za spolupříjemci z dotačních titulů.

Obchodní pohledávky po lhůtě splatnosti (311)	Částka
do 30 dnů	628
31–90 dnů	708
91–180 dnů	0
nad 180 dnů	258

Pohledávky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Opravné položky

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Nepeněžitě pohledávky a jiná plnění neuvedené v účetnictví

FZÚ k datu účetní uzávěrky neeviduje žádnou

8. Jmění

Jmění	Částka
Jmění celkem	2 468 664
z toho: vlastní jmění (901)	2 231 143
fondy (91x)	237 911
Oceňovací rozdíl finančních derivátů (921)	–390

9. Rozdělení zisku za minulé účetní období

Rozdělení zisku za minulé účetní období	Částka
Příděl do rezervního fondu	6 376
Příděl do fondu reprodukce majetku	0

10. Závazky

Dlouhodobé závazky

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Krátkodobé závazky

Částka

K dodavatelům	17 838
Přijaté zálohy	604
K zaměstnancům (331)	42 541
K institucím sociálního zabezpečení a veřejného zdravotního pojištění	24 032
Daň z příjmů ze závislé č. za zaměstnance	5 427
DPH	2 868
Daň z příjmů PO	0
Ostatní daně	0
Závazky ze vztahu k SR (347)	716 054
Jiné závazky (379)	144 801
Dohadné položky	30

Na účtu závazky ke SR jsou evidovány zálohy na provozní dotace přijaté v roce 2019 až 2022. Granty a dotace s ročním vyúčtováním jsou vypořádávány k 31. 12.

Jiné závazky představují závazky ze záloh na projekty vůči hlavním řešitelům.

FZÚ eviduje na účtech pouze splatné závazky pojistného na sociální zabezpečení a příspěvků na státní politiku zaměstnanosti a splatných závazků veřejného pojištění.

FZÚ nemá žádné nedoplatky u místně příslušného FÚ.

Obchodní závazky po lhůtě splatnosti (321)

Částka

do 30 dnů	1 216
31–90 dnů	841
91–180 dnů	2 254
nad 180 dnů	5 780
nad 360 dnů	2 309

FZÚ neeviduje dluhy vzniklé v daném účetním období, kde doba splatnosti k 31. 12. 2023 přesahuje 5 let. Všechny finanční a jiné dluhy jsou obsaženy v rozvaze.

Závazky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

11. Krátkodobé a dlouhodobé bankovní úvěry

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

12. Finanční leasing

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

13. Nepeněžitě závazky a jiná plnění neuvedené v účetnictví

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.



14. Výnosy z běžné činnosti

Výnosy celkem	Hlavní činnost	Jiná činnost
Provozní institucionální dotace na výzkum od zřizovatele AV ČR celkem	532 321	0
Provozní účelové dotace na výzkum od poskytovatelů z ČR mimo zřizovatele	475 433	0
Dotace, granty a dary na výzkum ze zahraničí *	66 078	0
Tržby za výrobky a poskytnuté služby	7 133	13 924
Aktivace vnitroorganizačních složek	0	0
Smluvní pokuty a penále	3 860	0
Úroky	8 389	0
Kurzové zisky	8 689	0
Zúčtování fondů	93 502	0
z toho: RF	0	0
sociální fond	11 729	0
FÚUP	81 773	0
Jiné provozní výnosy	249 879	11
z toho: nájemné, výnosy z konferencí, jiné ostatní výnosy	10 077	11
zúčtování poměrné části odpisů	239 802	0
Tržby z prodeje dlouhodobého majetku	0	0

* Užití provozní dotace, granty a dary na výzkum od poskytovatelů ze zahraničí jsou vykazovány ve Výkazu zisku a ztráty, položka B.IV.9, Zúčtování fondů.

15. Osobní náklady

Informace	Počet/Částka Rok 2022	Počet/Částka Rok 2023
Průměrný počet zaměstnanců	1 207	1 062
z toho: řídících	10	9
Výše osobních nákladů na zaměstnance v tis. Kč	1 172 267	809 496
z toho: na řídící pracovníky	22 975	15 329
hrubé mzdy pracovníků (bez OON)	822 741	522 668
OON	13 906	9 914
sociální a zdravotní pojištění	280 610	191 093
příděl do sociálního fondu	16 498	11 354
ostatní sociální náklady a čerpání sociálního fondu	35 943	28 901
odměny Radě ústavu	297	365
odměny Dozorčí radě	130	146

16. Významné položky výkazu zisku a ztráty

Ostatní služby představují služby v rámci projektů, členské příspěvky, licence, upgrady. Jiné ostatní náklady představují pojištění, tvorbu FUUP a ztrátu z převodu ELI ERIC popsané v bodě 27. Jiné ostatní výnosy představují zúčtování odpisů DHM.

17. Propojené a spřízněné osoby

FZÚ vykazuje pouze půjčky zaměstnancům ve výši 488,5 tis. Kč.

18. Půjčky, záruky a ostatní plnění poskytnutá členům orgánů FZÚ včetně bývalých členů

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

19. Pohledávky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

20. Závazky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

21. Významné položky, které jsou ve výkazech kompenzovány s jinými položkami

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

22. Události mezi rozvahovým dnem a datem sestavení závěrky

FZÚ k datu účetní závěrky nenastaly.

23. Přijaté dary a veřejné sbírky

FZÚ k datu účetní závěrky nepřijal žádné dary ani veřejné sbírky.

24. Poskytnuté dary

FZÚ k datu účetní závěrky neposkytl žádné dary jiným subjektům.

25. Dotace

Poskytovatel	Částka
AV ČR – podpora činnosti pracoviště AV a VO	483 391
AV ČR – příspěvek na zajištění činnosti	48 930
GAČR	150 935
Projekty ostatních resortů	207 937
TAČR	27 773
Projekty GAČR – FZÚ je spolupříjemce	17 597
Projekty TAČR – FZÚ je spolupříjemce	42 883
Projekty ostatní resorty – FZÚ je spolupříjemce	35 316
Ostatní	0
Celkem	1 008 794

Pozn.: u GAČR a TAČR včetně vyrovnání NÚUPu

Přijaté prostředky na investice

Poskytovatel	Částka
AV ČR – podpora činnosti VO	34 134
AV ČR – příspěvek na zajištění činnosti	93 369
GAČR	1 516
Projekty ostatních resortů	9 792
Dotace mimorozpočtové ostatní	0
Celkem	138 811

26. Daňová povinnost

Za rok 2023 činí daňová povinnost FZÚ 871 630 Kč.

Způsob zajištění základu daně podle zákona o dani z příjmů dle platného znění.

Organizace použila daňové úlevy v předcházejícím zdaňovacím období v souladu se zněním zákona o dani z příjmů.

27. Ostatní

FZÚ k 1. 1. 2023 na základě dohod s Extreme Light Infrastructure ERIC (ELI ERIC) převedl majetek, závazky a pohledávky včetně smluvních vztahů projektu ELI – BEAMLINES. Tato skutečnost byla zachycena v účetnictví roku 2023. Vliv na Rozvahu snížení aktiv a pasiv o částku je 6,2 mld. Kč a vliv na hospodářský výsledek je – 6,7 mil. Kč.

FZÚ k datu účetní závěrky vykazuje dva soudní spory. Soudní spor se společností OHLA ŽS, a.s., IČO: 46342796, se sídlem Tuřanka 1554/115b, Slatina, 627 00 Brno, o zaplacení 28 766 054,70 Kč s příslušenstvím, v němž FZÚ vystupuje na straně žalované.

Předmětem sporu je doplatek za cenu díla dle Smlouvy o dílo ze dne 21. 5. 2019 na zhotovení „Nového pavilonu FZÚ“. FZÚ vůči doplatku započtl svůj nárok na zaplacení smluvních pokut, na jejichž zaplacení mu vznikl nárok dle smlouvy. Soudní spor se společností OHLA ŽS, a.s., IČO: 46342796, se sídlem Tuřanka 1554/115b, Slatina, 627 00 Brno, o zaplacení 11 030 000 Kč s příslušenstvím, v němž FZÚ vystupuje na straně žalující. Předmětem sporu jsou smluvní pokuty, na které vznikl FZÚ nárok dle Smlouvy o dílo ze dne 21. 5. 2019 na zhotovení „Nového pavilonu FZÚ“.

Odměna auditora za povinný audit roční účetní závěrky včetně ověření výroční zprávy za rok 2023 činí 290 400 Kč včetně DPH.

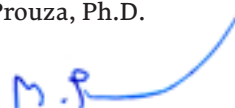
Datum sestavení: 22. 5. 2024

Bc. Iveta Hlavničková



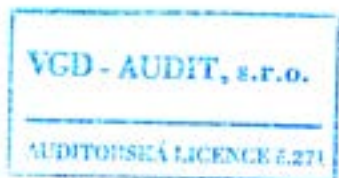
podpis a jméno autora zprávy

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.



podpis a jméno odpovědné osoby

otisk razítka



Fyzikální ústav AV ČR
veřejná vědecká instituce
Na Slovance 1999/2, 182 00 Praha 8
IČO: 68378271 DIČ: CZ68378271
-1-







7

Zpráva auditora

161

7.1 Zpráva nezávislého auditora pro Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.



162

ZPRÁVA NEZÁVISLÉHO AUDITORA

o ověření účetní závěrky za období
od 1. ledna 2023 do 31. prosince 2023
organizace

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.



Zpráva nezávislého auditora pro vedení organizace Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Název organizace: Fyzikální ústav AVČR, v. v. i.
Sídlo organizace: Na Slovance 1999/2, Praha 8, 182 21
Identifikační číslo: 68378271
Právní forma: veřejná výzkumná instituce

Výrok auditora

Provedli jsme audit přiložené účetní závěrky organizace Fyzikální ústav AVČR, v. v. i. (dále také „Organizace“) sestavené na základě českých účetních předpisů, která se skládá z rozvahy k 31. prosinci 2023, výkazu zisku a ztráty, za rok končící 31. prosince 2023 a přílohy této účetní závěrky, včetně významných (materiálních) informací o použitých účetních metodách. Údaje o Organizaci jsou uvedeny v příloze této účetní závěrky.

Podle našeho názoru účetní závěrka podává věrný a poctivý obraz aktiv a pasiv Organizace k 31. prosinci 2023 a nákladů a výnosů a výsledku jejího hospodaření za rok končící 31. prosince 2023 v souladu s českými účetními předpisy.

Základ pro výrok

Audit jsme provedli v souladu se zákonem o auditorech a standardy Komory auditorů České republiky (KA ČR) pro audit, kterými jsou mezinárodní standardy pro audit (ISA) případně doplněné a upravené souvisejícími aplikačními doložkami. Naše odpovědnost stanovená těmito předpisy je podrobněji popsána v oddílu Odpovědnost auditora za audit účetní závěrky. V souladu se zákonem o auditorech a Etickým kodexem přijatým Komorou auditorů České republiky jsme na Organizaci nezávislí a splnili jsme i další etické povinnosti vyplývající z uvedených předpisů. Domníváme se, že důkazní informace, které jsme shromáždili, poskytují dostatečný a vhodný základ pro vyjádření našeho výroku.

Ostatní informace uvedené ve výroční zprávě

Ostatními informacemi jsou v souladu s § 2 písm. b) zákona o auditorech informace uvedené ve výroční zprávě mimo účetní závěrku a naši zprávu auditora. Za ostatní informace odpovídá statutární orgán.

Náš výrok k účetní závěrce se k ostatním informacím nevztahuje. Přesto je však součástí našich povinností souvisejících s ověřením účetní závěrky seznámení se s ostatními informacemi a posouzení, zda ostatní informace nejsou ve významném (materiálním) nesouladu s účetní závěrkou či s našimi znalostmi o účetní jednotce získanými během ověřování účetní závěrky nebo zda se jinak tyto informace nejeví jako významně (materiálně) nesprávné. Také posuzujeme, zda ostatní informace byly ve všech významných (materiálních) ohledech vypracovány v souladu s příslušnými právními předpisy. Tímto posouzením se rozumí, zda ostatní informace splňují požadavky právních předpisů na formální náležitosti a postup vypracování ostatních informací v kontextu významnosti (materiality), tj. zda případné nedodržení uvedených požadavků by bylo způsobilé ovlivnit úsudek činěný na základě ostatních informací.

Na základě provedených postupů, do míry, již dokážeme posoudit, uvádíme, že

- ostatní informace, které popisují skutečnosti, jež jsou též předmětem zobrazení v účetní závěrce, jsou ve všech významných (materiálních) ohledech v souladu s účetní závěrkou
- a ostatní informace byly vypracovány v souladu s právními předpisy.

Dále jsme povinni uvést, zda na základě poznatků a povědomí o Organizaci, k nimž jsme dospěli při provádění auditu, ostatní informace neobsahují významné (materiální) věcné nesprávnosti. V rámci uvedených postupů jsme v obdržенých ostatních informacích žádné významné (materiální) věcné nesprávnosti nezjistili.

Odpovědnost statutárního orgánu Organizace za účetní závěrku

Statutární orgán Organizace odpovídá za sestavení účetní závěrky podávající věrný a poctivý obraz v souladu s českými účetními předpisy, a za takový vnitřní kontrolní systém, který považuje za nezbytný pro sestavení účetní závěrky tak, aby neobsahovala významné (materiální) nesprávnosti způsobené podvodem nebo chybou.

Při sestavování účetní závěrky je statutární orgán Organizace povinen posoudit, zda je Společnost schopna nepřetržitě trvat, a pokud je to relevantní, popsat v příloze účetní závěrky záležitosti týkající se jejího nepřetržitého trvání a použití předpokladu nepřetržitého trvání při sestavení účetní závěrky, s výjimkou případů, kdy statutární orgán plánuje zrušení Organizace nebo ukončení její činnosti, resp. kdy nemá jinou reálnou možnost než tak učinit.

Za dohled nad procesem účetního výkaznictví v Organizaci odpovídá statutární orgán.

Odpovědnost auditora za audit účetní závěrky

Naším cílem je získat přiměřenou jistotu, že účetní závěrka jako celek neobsahuje významnou (materiální) nesprávnost způsobenou podvodem nebo chybou a vydat zprávu auditora obsahující náš výrok. Přiměřená míra jistoty je velká míra jistoty, nicméně není zárukou, že audit provedený v souladu s výše uvedenými předpisy ve všech případech v účetní závěrce odhalí případnou existující významnou (materiální) nesprávnost. Nesprávnosti mohou vzniknout v důsledku podvodů nebo chyb a považují se za významné (materiální), pokud lze reálně předpokládat, že by jednotlivě nebo v souhrnu mohly ovlivnit ekonomická rozhodnutí, která uživatelé účetní závěrky na jejím základě přijmou.

Při provádění auditu v souladu s výše uvedenými předpisy je naší povinností uplatňovat během celého auditu odborný úsudek a zachovávat profesní skepticismus. Dále je naší povinností:

- Identifikovat a vyhodnotit rizika významné (materiální) nesprávnosti účetní závěrky způsobené podvodem nebo chybou, navrhnout a provést auditorské postupy reagující na tato rizika a získat dostatečné a vhodné důkazní informace, abychom na jejich základě mohli vyjádřit výrok. Riziko, že neodhalíme významnou (materiální) nesprávnost, k níž došlo v důsledku podvodu, je větší než riziko neodhalení významné (materiální) nesprávnosti způsobené chybou, protože součástí podvodu mohou být tajné dohody (koluze), falšování, úmyslná opomenutí, nepravdivá prohlášení nebo obcházení vnitřních kontrol vedením Organizace.
- Seznámit se s vnitřním kontrolním systémem Organizace relevantním pro audit v takovém rozsahu, abychom mohli navrhnout auditorské postupy vhodné s ohledem na dané okolnosti, nikoli abychom mohli vyjádřit názor na účinnost jejího vnitřního kontrolního systému.
- Posoudit vhodnost použitých účetních pravidel, přiměřenost provedených účetních odhadů a informace, které v této souvislosti Organizace uvedla v příloze účetní závěrky.
- Posoudit vhodnost použití předpokladu nepřetržitého trvání při sestavení účetní závěrky statutárního orgánu a to, zda s ohledem na shromážděné důkazní informace existuje významná (materiální) nejistota vyplývající z událostí nebo podmínek, které mohou významně zpochybnit schopnost Organizaci nepřetržitě trvat. Jestliže dojdeme k závěru, že taková významná (materiální) nejistota existuje, je naší povinností upozornit v naší zprávě na informace uvedené v této souvislosti v příloze účetní závěrky, a pokud tyto informace nejsou dostatečné, vyjádřit modifikovaný výrok. Naše závěry týkající se schopnosti Organizace nepřetržitě trvat vycházejí z důkazních informací, které jsme získali do data naší zprávy. Nicméně budoucí události nebo podmínky mohou vést k tomu, že Organizace ztratí schopnost nepřetržitě trvat.

- Vyhodnotit celkovou prezentaci, členění a obsah účetní závěrky, včetně přílohy, a dále to, zda účetní závěrka zobrazuje podkladové transakce a události způsobem, který vede k věrnému zobrazení.

Naší povinností je informovat statutární orgán o plánovaném rozsahu a načasování auditu a o významných zjištěních, která jsme v jeho průběhu učinili, včetně zjištěných významných nedostatků ve vnitřním kontrolním systému.

V Liberci, dne 27. května 2024

Auditorská společnost:

Auditor, který byl auditorskou společností určen jako odpovědný za provedení auditu jménem auditorské společnosti:

VGD – AUDIT, s.r.o.

VGD – AUDIT, s.r.o.
evidenční č. 271
Bělehradská 18, 140 00 Praha 4



Radka Fišerová

Ing. Radka Fišerová
evidenční č. 2000





NÁZEV: Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2023

AUTOR: FZÚ AV ČR

VYDAL: FZÚ AV ČR

TISK: MaRK5 Production

GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ: Designiq

POČET STRAN: 168

NÁKLAD: 50 výtisků

Foto: René Volfík, FZÚ

V české verzi výroční zprávy v některých částech textu používáme tzv. generické maskulinum, kterým souhrnně označujeme jak muže, tak ženy. Pro tento způsob pojmenování jsme se rozhodli s ohledem na srozumitelnost, přehlednost a úspornost textu.



Akademie věd
České republiky