



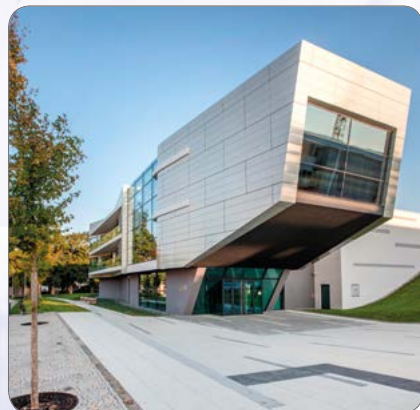
FZU

Fyzikální ústav
Akademie věd
České republiky

Výroční zpráva

o činnosti a hospodaření
za rok

2018





Opět po roce si dovoluujeme předložit podle mého názoru velmi zajímavé čtení – Výroční zprávu Fyzikálního ústavu AV ČR za rok 2018. Jedná se o dvacíťou výroční zprávu, kterou ústav předkládá jako veřejná výzkumná instituce. Myslím, že ze stránek Výroční zprávy i z jejího rozsahu a obsahu je zřejmé, že se naší instituci dobře daří a úspěšně se rozvíjí. Fyzikální ústav AV ČR (FZÚ) roste a jak rozebírám podrobněji níže, získáváme významnou podporu pro náš rozvoj v posledních letech zejména z velkých projektů operačních programů.

Na vynikající úrovni je podle mě i kvalita vědeckých výsledků. Za rok 2018 publikovali vědečtí pracovníci FZÚ celkem 690 výsledků v impaktovaných časopisech, což je zatím nejvíce v historii našeho ústavu (sice jen o chlup – konkrétně o 2 více než v roce 2016, ale i tak jde o rekord). Popis vědecké a výzkumné činnosti ústavu v uplynulém roce tvoří jádro Výroční zprávy. Podrobné texty našich šesti vědeckých sekcí s bohatým a zajímavým obrazovým doprovodem jsou k dispozici na stranách 26 až 104. Nejvýznamnějším konkrétním vědeckým výsledkům z roku 2018 se pak podrobně věnujeme na stranách 134 až 157. Velmi mě těší, že k některým zavedeným a dlouhodobě velmi úspěšným tématům přibývají další – čili například kromě výsledků z experimentu ATLAS najdete ve výběru téma týkající se temné hmoty ve vesmíru, anebo kromě tradičně vynikajících výsledků ze zkoumání paměťových slitin NiTi, nebo rychlého zápisu do antiferomagnetické paměti, nebo dalšího rozvoje techniky vysokého rozlišení molekul najdeme též výsledek týkající se buněk kosterního svalstva, anebo struktury biolipidů. Obecně musím říci, že jde pro mě osobně o povzbuzující četbu, kterou mohu jen doporučit.

Jak podrobně ilustruji v diskusi rozpočtu FZÚ níže v tomto textu, klíčové pro strategický rozvoj našeho ústavu jsou zejména velké projekty operačních programů, v současné době především z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV), který spravuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Za rok 2018 bych chtěl podrobněji zmínit tři projekty z tohoto programu – ADONIS, SOLID21 a HR AWARD. Dva z nich byly v roce 2018 zahájeny, a to 1. 1. 2018 projekt ADONIS a 1. 7. 2018 projekt SOLID21:

Projekt ADONIS, tedy Pokročilý výzkum s využitím fotonů a částic vytvořených vysoce intenzívními lasery, má celkový rozpočet 1,269 miliardy Kč a potrvá do konce roku 2022. Cílem projektu je zajistit, aby se mohla dále rozšířit základna uživatelů centra ELI Beamlines a aby mohly být úspěšně dokončeny a dále rozvíjeny všechny klíčové součásti tohoto mezinárodního centra ve shodě s původním plánem formulovaným v ELI WhiteBook již v roce 2011. Na tomto místě je vhodné poznamenat, že k 31. 12. 2018 též skončil další z projektů OP VVV, projekt ELI fáze 2, jímž byla dokončena konstrukční fáze výstavby a základního vybavení tohoto laserového centra. V roce 2019 tak již centrum postupně přechází do uživatelského provozu, jsou otevírány první výzvy pro mezinárodní uživatele a jednotlivé lasery postupně zvyšují svoje provozní parametry, je rozvíjena distribuce laserových svazků a zprovožňovány jednotlivé koncové experimentální stanice. V této souvislosti lze též uvést, byť rok 2018 předbílám, že do konce roku 2019 by mělo být učiněn další zásadní krok v rozvoji ELI – mělo by být zřízeno evropské výzkumné konsorcium ELI ERIC, jehož členy budou jednotlivé státy, podílející se na výzkumu v rámci celého ELI. ELI ERIC pak postupně v průběhu dalších let převezme i organizační závazky ELI, tzn. například i zaměstnanecké smlouvy kolegů z ELI za několik let přejdou z FZÚ pod ELI ERIC.

Druhý ze zmíněných projektů, projekt SOLID21, tedy Fyzika pevných látek pro 21. století, má celkový rozpočet 562 miliónů Kč a potrvá do 30. 6. 2023. Jde o klíčový investiční projekt, který umožní celkový rozvoj fyziky pevných látek a příbuzných oborů na FZÚ. Velmi důležitá je pro rozvoj ústavu výstavba nového pavilonu v areálu Na Slovance, v němž budou umístěny nejen velmi kvalitní laboratoře a čisté prostory, či řada nových špičkových přístrojů, ale i tolik potřebné kanceláře pro vědce jak ze Slovanky, tak z Cukrovarnické, kdy na obou



pracovištích jsou i díky růstu FZÚ podmínky dosti stísněné. Víím, že opět předbím, ale zase neodolám a rád se podělím o nejčerstvější novinky – právě v těchto dnech je podepisována smlouva s generálním zhotovitelem stavby nového pavilonu, firmou OHL ŽS, a. s. Podle současného harmonogramu by stavba měla být dokončena a předána do užívání našim kolegům v březnu roku 2021.

Třetí z projektů OP VVV, kterým jsem zde chtěl zmínit, je projekt interně přezdívaný „HR AWARD“, který se oficiálně jmenuje Zkvalitnění strategického řízení Fyzikálního ústavu AV ČR. Projekt HR AWARD byl zahájen již v listopadu 2017, ale významně se rozběhl právě v průběhu roku 2018. Ve srovnání s předchozími dvěma projekty jde o projekt finančním objemem ne tolik velký, s celkovým rozpočtem ve výši 66 miliónů Kč. Přesto jde podle mého názoru o projekt velmi významný, který nám umožnil rozvíjet důležité oblasti, na které bychom z jiných zdrojů velmi těžko získávali prostředky. Jde například o oblast internacionalizace – kdy jsme schopni překládat aktuální i starší dokumenty do anglického jazyka, a bez prodlení je poskytovat našim zahraničním kolegům ve srozumitelné podobě. Zřídili jsme též i kurzy anglického jazyka přímo na ústavu pro administrativní pracovníky, které, jak věříme, přinesou nejen lepší úroveň komunikaci zahraničních vědců s administrativou, ale přispívají i k osobnostnímu rozvoji našich zaměstnanců. Na FZÚ se též podařilo zřídit vlastní, byť zatím malou grantovou kancelář, které je dosud zaměřena zejména na podporu přípravy prestižních evropských grantů pro jednotlivce (ERC, MSCA), ale v budoucnu bychom chtěli její služby dále rozšiřovat. Z grantu je podporována též činnost v oblasti duševního vlastnictví a jeho ochrany, nebo popularizace a propagace vědy, kdy se opět podařilo zásadním způsobem rozšířit tým osob, který se o tuto oblast stará. Konečně, povinnou aktivitou v projektu je získání certifikátu HR Excellence in Research, který dokumentuje dobrou shodu fungování instituce s Evropskou chartou pro výzkumné pracovníky a který bude téměř nepostradatelný pro přihlašování do evropských projektů v rámci chystaného programu Horizon Europe. Opět předběhnu rok 2018, ale s potěšením musím sdělit, že FZÚ tento prestižní certifikát s velmi významným využitím podpory z projektu HR AWARD získal 26. 4. 2019.

Na závěr této části o zajímavých projektech z roku 2018 bych chtěl ještě zmínit náš úspěch, kdy se Jiřímu Hlinkovi a Tomáši Jungwirthovi podařilo uspět a získat nový prestižní typ projektů Grantové agentury ČR nazvaný EXPRO (více se dočtete o projektech EXPRO, ale i dalších významných projektech na stranách 18 a 19).

Jak jsem již naznačil výše, v průběhu roku 2018 pokračoval trend z předchozích let, kdy dále vzrostl počet pracovníků ústavu. Na konci roku 2017 působilo na FZÚ 1299 pracovníků s celkem 1012 přepočtenými úvazky, o rok později pak tento počet vzrostl na 1344 pracovníků s celkem 1061 přepočtenými úvazky. Šlo tedy o nárůst o 3,5 % v počtech hlav, resp. o téměř 5 % v přepočtených úvazcích. Zajímavé je, že počet zaměstnanců FZÚ narostl vlastně výhradně v kategoriích postdoktorandů a vědeckých pracovníků, počet doktorandů dokonce mírně poklesl (někteří jsou ale zařazeni v kategorii V1 – odborný pracovník vědy a výzkumu), zatímco v součtu se v ostatních kategoriích počet zaměstnanců prakticky nezměnil.

Vzrostla též průměrná mzda, a to v jednotlivých kategoriích typicky o 4–5 %, s výjimkou doktorandů, kde růst činil pouze 2,5 %. Jak už jsem poznamenával ve svém úvodním slově v loňském roce, potvrzuje se tak, že doktorandi jsou v tomto smyslu poněkud opomíjenou skupinou v rámci FZÚ. Je to ovšem dáno tím, že dokotorandi musí ve velké míře spoléhat na institucionální prostředky poskytované nejčastěji z fondu ředitele, které rostou jen velmi pomalu, jak podrobněji rozebírám níže. Mohu alespoň v této souvislosti prozradit zprávu z roku 2019, kdy se v rámci navyšování tarifních rozmezí v souvislosti s růstem minimální mzdy podařilo též navýšit o 5 % základní úroveň typické tarifní mzdy doktorských studentů.

I když průměrný růst celkové mzdy na FZÚ dosahuje za rok 2018 nad 4 %, je to bohužel stále o něco méně, než činil růst průměrné mzdy v roce 2018 v celé České republice, kdy mzdy vzrostly meziročně o 5,9 %. Samozřejmě by se nám všem líbil výraznější růst mezd, je to však dáno strukturou provozního rozpočtu FZÚ. Institucionální rozpočet poskytovaný ze strany Akademie věd ČR narostl v roce 2018 shodou okolností též o 5,9 %

a celé toto navýšení bylo investováno do navyšování mezd ve FZÚ. Ani to ovšem nestačilo, protože čím dál větší část mezd pracovníků FZÚ je vyplácena z grantových prostředků. V roce 2018 konkrétně činil celkový provozní rozpočet FZÚ 1,736 miliardy Kč, z toho bylo ovšem jen 435 miliónů poskytnuto v rámci institucionální dotace AV ČR, tedy pouhých 25 %. Tuto statistiku poněkud zkresluje to, že do provozního rozpočtu jsou v souladu s účetními pravidly započítávány i odpisy investičního majetku, což za rok 2018 činilo 379 miliónů Kč. I po korekci na tuto částku vychází, že z institucionálních zdrojů FZÚ získává jen 32 % provozních prostředků, se kterými dále hospodaří. (Pro srovnání – v roce 2017 byl provozní rozpočet ústavu 1,471 miliardy Kč, institucionální dotace byla 385 miliónů Kč a odpisy 272 miliónů Kč.)

68 % provozních prostředků tak FZÚ získává z grantů. Stejně tak náš ústav získává z grantů naprostou většinu investičních prostředků – v roce 2017 i 2018 šlo v obou případech o přibližně 85 % (číslo zde závisí na tom, jakým způsobem započteme mimořádný příspěvek pro ELI Beamlines ve výši 210 miliónů Kč ročně, který je formálně poskytován Akademií věd ČR a který byl primárně využit ve formě investičních prostředků pro dokončení infrastruktury). Na jednu stranu je tak potěšitelné, že jsme v mnoha grantových soutěžích úspěšní, jak jsem už psal také výše, ale na druhou stranu je pak nezbytné věnovat značné úsilí – organizační i administrativní, abychom byli neustále schopni grantový kolotoč takového rozsahu úspěšně roztáčet. Pokud uvážíme, že typická délka grantu jsou tři roky a spíše jen výjimečně je to déle, tak zátěž, která je tím kladena na vědce i na administrativní a technické pracovníky našeho ústavu, je opravdu enormní.

Chtěl bych v této souvislosti připomenout „Prohlášení o stabilizaci systému výzkumu, vývoje a inovací v České republice“, které 30. května 2017 podepsal tehdejší místopředseda vlády pro vědu Pavel Bělobrádek, tehdejší ministryně školství Kateřina Valachová, předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová a předseda České konference rektorů a rektor Univerzity Karlovy Tomáš Zima. V textu prohlášení se píše, že „signatáři se budou v součinnosti s Radou pro výzkum, vývoj a inovace zasazovat o systematické navyšování institucionální podpory pracovišť Akademie věd a veřejných vysokých škol v letech 2019–2023 každoročně nejméně o pět procent tak, aby v delším časovém horizontu dosáhla institucionální podpora úrovně 70 procent výdajů ...“. Je patrné, že nás v tomto směru ještě čeká dlouhá cesta. Jak jsem uvedl, více než 5 % navýšení se podařilo naplnit mezi roky 2017 a 2018, ale ve zmiňovaném roce 2019 už ne. Institucionální příspěvek pro FZÚ od Akademie věd ČR narostl jen o 3,1 %, a to i se započtením mimořádného příspěvku pro stabilizaci mezd kmenových zaměstnanců. Od výše zmíněných 32 % k 70 % institucionální podpory je ještě velmi dlouhá cesta, jejíž konec popravdě řečeno v dohledné budoucnosti skutečně nevidím.

Rád bych ale skončil nějak veseleji. Vláda ČR představila před několika měsíci novou Inovační strategii České republiky pro roky 2019–2030. Za velmi pozitivní v jejím rámci považuji zejména dva aspekty. Za prvé, základní výzkum, který je na FZÚ zejména rozvíjen, se v rámci této strategie stal její zcela nedílnou součástí, klíčovým a zcela nevyhnutelným článkem řetězce, bez kterého skutečné inovace nemohou dlouhodobě fungovat. A za druhé, z vědy a jejích výsledků se stává (snad postupně nejen ve slovech, ale i v činech) výkladní skříň naší republiky, něčím, čím se můžeme ve světě pochlubit a co má smysl dále rozvíjet a na čem dále stavět. To je podle mého názoru správné východisko, vzhledem k naší geografické a geopolitické poloze nemáme mnoho jiných možností, jak dosáhnout úspěchu. Potřebujeme, aby špičkový průmysl s vysokou přidanou hodnotou vycházel z bohatého podhoubí vědecké základny, do které podle mého názoru Fyzikální ústav AV ČR přispívá zásadním a každým rokem stále výraznějším způsobem.

V Praze, 21. 5. 2019

Michael Prouza



Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2018

■ **Zpracovatel:** Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
IČO: 68378271

■ **Sídlo:** Na Slovance 1999/2
182 21 Praha 8
tel.: (+420) 266 052 110
fax.: (+420) 286 890 527
e-mail: secretary@fzu.cz
<https://www.fzu.cz/>

■ **Zřizovatel:** Akademie věd ČR



Dozorčí radou pracoviště projednáno dne 30. 5. 2019

Radou pracoviště schváleno dne 7. 6. 2019

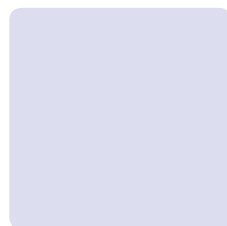
V Praze dne 7. 6. 2019



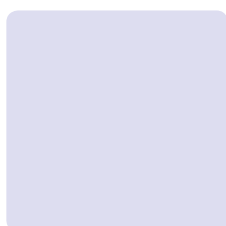
Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti | 9 |
| 1.1 Složení orgánů pracoviště | 10 |
| 1.1.1 Rada pracoviště | 10 |
| 1.1.2 Dozorčí rada pracoviště | 10 |
| 1.1.3 Změny ve složení orgánů | 10 |
| 1.2 Informace o pracovišti | 11 |
| 1.2.1 Rada pracoviště | 11 |
| 1.2.2 Dozorčí rada pracoviště | 12 |
| 1.2.3 Informace o změnách zřizovací listiny | 15 |
| 1.2.4 Domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců | 16 |
| 1.2.5 Dvořákova přednáška 2018 | 16 |
| 1.2.6 Základní informace o pracovišti | 18 |
| 1.2.7 Další specifické informace o pracovišti | 18 |
| 1.3 Přehled oddělení a skupin | 20 |
| 1.4 Struktura pracoviště | 21 |
| 1.4.1 Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2018 | 22 |
| 1.4.2 Základní personální údaje | 23 |
| 2. Hodnocení hlavní činnosti | 25 |
| 2.1 Sekce fyziky elementárních částic v roce 2018 | 26 |
| 2.2 Sekce fyziky kondenzovaných látek v roce 2018 | 35 |
| 2.3 Sekce fyziky pevných látek v roce 2018 | 50 |
| 2.4 Sekce optiky v roce 2018 | 66 |
| 2.5 Sekce výkonových systémů v roce 2018 | 75 |
| 2.6 Sekce realizace projektu ELI Beamlines v roce 2018 | 91 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 2.7 | Projekty programů EU řešené na pracovišti v roce 2018 | 105 |
| 2.8 | Spolupráce s vysokými školami v roce 2018 | 110 |
| 2.8.1 | Spolupráce s VŠ na uskutečňování bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů | 110 |
| 2.8.2 | Pedagogická činnost pracovníků ústavu | 110 |
| 2.8.3 | Vzdělávání středoškolské mládeže | 111 |
| 2.8.4 | Spolupráce pracoviště s VŠ ve výzkumu | 111 |
| 2.8.5 | Doktorandi a diplomanti, kteří vypracovali doktorskou či diplomovou práci ve Fyzikálním ústavu AV ČR a obhájili ji v roce 2017 | 111 |
| 2.8.6 | Společná pracoviště ústavu s účastí VŠ | 115 |
| 2.8.7 | Akreditované programy | 117 |
| 2.9 | Popularizace, konference, hosté, dohody | 118 |
| 2.9.1 | Nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště | 118 |
| 2.9.2 | Akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo nebo v nich vystupovalo jako spolupořadatel | 121 |
| 2.9.3 | Nejvýznamnější zahraniční vědci, kteří navštívili pracoviště | 121 |
| 2.9.4 | Aktuální meziústavní dvoustranné dohody 2018 | 123 |
| 2.9.5 | Statistika zahraničních styků | 131 |
| 2.10 | Publikace zaměstnanců FZÚ v roce 2018 | 134 |
| 2.10.1 | Přehled | 134 |
| 2.10.2 | Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2018 | 135 |
| 2.10.3 | Knihy, monografie | 158 |
| 2.10.4 | Kapitoly v knihách | 158 |
| 2.10.5 | Publikace v impaktovaných časopisech | 159 |
| 2.10.6 | Patenty | 206 |
| 2.10.7 | Užitné vzory | 207 |
| 2.10.8 | Ochranné známky | 208 |
| 3. | Ekonomická část výroční zprávy za rok 2018 | 209 |
| 3.1.1. | Rozvaha | 210 |
| 3.1.2. | Výkaz zisku a ztrát | 213 |
| 3.1.3. | Příloha k účetní závěrce | 215 |
| 3.1.4 | Předpokládaný vývoj pracoviště | 224 |
| 3.1.5 | Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů | 224 |
| 3.1.6 | Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí | 224 |
| 3.1.7 | Zpráva o poskytování informací za období od 1. 1. – 31. 12. 2018 | 225 |
| 3.1.8. | Zpráva nezávislého auditora pro Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. | 226 |



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





1.1 Složení orgánů pracoviště

Ředitel pracoviště: RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

1.1.1 Rada pracoviště

V roce 2018 nedošlo ve složení Rady FZÚ AV ČR, v. v. i., ke změnám.

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Předseda: | doc. Ing. Martin Nikl, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| Místopředseda: | Ing. Tomáš Mocek, Ph.D. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| Interní členové: | RNDr. Antonín Fejfar, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | RNDr. Stanislav Kamba, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | RNDr. Jiří J. Mareš, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | prof. Jan Řídký, DrSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | RNDr. Michael Prouza, Ph.D. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |
| | Externí členové: | doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr. | MFF UK |
| | | Mgr. Jindřich Houžvička, Ph.D. | CRYTUR, spol. s r.o. |
| doc. RNDr. František Chmelík, CSc. | | MFF UK | |
| prof. RNDr. Zdeněk Samec, DrSc. | | ÚFCH JH AV ČR, v. v. i. | |
| Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc. | | ÚFM AV ČR, v. v. i. | |
| Tajemník: | RNDr. Jiří Rameš, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. | |

1.1.2 Dozorčí rada pracoviště

| | | |
|----------------|------------------------------------|-----------------------|
| Předseda: | RNDr. Jan Šafanda, CSc. | GFÚ AV ČR, v. v. i. |
| Místopředseda: | Ing. Ivan Gregora, CSc. | FZÚ AV ČR, v. v. i. |
| Členové: | prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc. | FJFI ČVUT v Praze |
| | RNDr. Vladimír Wagner, CSc. | ÚJF AV ČR |
| | Ing. Jiří Plešek, CSc. | ÚT AV ČR |
| | prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc. | MFF UK |
| | Tajemník: | Ing. Miroslav Hořejší |

1.1.3 Změny ve složení orgánů

V roce 2018 nedošlo ke změnám ve složení rady pracoviště a ve složení dozorčí rady pracoviště.



1.2 Informace o pracovišti

1.2.1 Rada pracoviště

Data zasedání Rady FZÚ AV ČR, v. v. i.

| | | | |
|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 76. zasedání | 26. 3. 2018 | 79. zasedání | 18. 9. 2018 |
| 77. zasedání | 24. 4. 2018 | 80. zasedání | 27. 11. 2018 |
| 78. zasedání | 29. 5. 2018 | | |

Zápisy ze všech zasedání Rady FZÚ jsou zveřejněny na webové stránce <http://www.fzu.cz/rada-fzu>

Na zasedání Rady byli zvaní:

RNDr. Jan Šafanda, CSc., předseda Dozorčí Rady FZÚ
 Ing. Ivan Gregora, CSc., místopředseda Dozorčí rady FZÚ
 Ing. Jiří Červenka, Ph.D., vědecký tajemník FZÚ
 Ing. Miroslav Hořejší, vedoucí oddělení provozní účtárny a rozpočtu FZÚ

Významné záležitosti projednané Radou FZÚ

- Rada projednala a schválila rozpočet provozních nákladů a výnosů pro rok 2018, jakož i střednědobý výhled provozních nákladů a výnosů pro roky 2019 a 2020, viz *zápis ze 77. zasedání*.
- Rada schválila návrh ředitele na převedení zisku za rok 2017 do rezervního fondu, viz *zápis z 80. zasedání*.
- Rada schválila Výroční zprávu o činnosti a hospodaření FZÚ za rok 2017, viz *zápis ze 79. zasedání*.
- Rada rozhodla o kandidátech FZÚ na externí členy Akademického sněmu a o podpoře kandidátů navržených na externí členy Akademického sněmu jinými pracovišti AV, viz *zápis ze 77. zasedání*.
- Rada se podrobně zabývala současným stavem a perspektivami projektu ELI Beamlines. Mezi významné aktivity ELI v roce 2018 patřilo především dokončení instalací, uvedení laserových zdrojů do provozu, využití již funkčního přístrojového vybavení pro provádění prvních experimentů nebo příprava organizace na „uživatelský“ provoz, kdy experimenty budou provádět na aparaturách ELI Beamlines jednotliví uživatelé. Na konci roku 2018 skončila fáze II projektu. Rada konstatovala, že důležité klíčové body této druhé fáze byly splněny. Zabývala se otázkami jako navázaná mezinárodní spolupráce, personální složení zaměstnanců ELI Beamlines nebo pětiletý výhled rozvoje celého zařízení a jeho financování. Byly podrobně rozebrány otázky a možné problémy spojené se zakládáním konsorcia ELI ERIC, jež bude celou infrastrukturu ELI řídit, a budoucím fungováním ELI Beamlines v provozní fázi, viz *zápis z 80. zasedání*.
- Rada průběžně sledovala vývoj projektu OP VVW SOLID21 a poté, co byl schválen, se podrobně zabývala jeho stavem a perspektivami. Vyslovila souhlas, aby ředitel FZÚ schválil a odeslal MŠMT ČR rozpočet projektu v podobě, jaká jí byla předložena k posouzení, viz *zápisy ze 76., 77., 78. a 79. zasedání*.
- Rada se seznámila s návrhy projektů s účastí FZÚ v rámci výzvy TAČR Národní centra kompetence (NCK), viz *zápis ze 78. zasedání*.
- Rada schválila změny vnitřních předpisů FZÚ – Organizačního řádu FZÚ, Vnitřního mzdového předpisu FZÚ, Pravidel pro hospodaření se sociálním fondem a Spisového a skartačního řádu FZÚ, viz *zápisy ze 76., 78., 79. a 80. zasedání*.

- Rada projednala návrhy na udělení čestné oborové medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách a doporučila jejich podání, viz zápisy ze 76. a 79. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení Akademické prémie a doporučila jeho podání, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení Prémie Otto Wichterleho a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení Ceny Neuron pro mladé vědce a vyslovila souhlas s jeho podáním, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení Ceny předsedkyně AV ČR za propagaci nebo popularizaci výzkumu, experimentálního vývoje a inovací a vyslovila souhlas s jeho podáním, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala a podpořila podání návrhů na udělení nově vytvořené prémie *Lumina quaeruntur* zřízené Akademickou radou AV ČR jako nástroj podpory vědecké excelence v AV ČR, viz zápis ze 79. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení čestné medaile AV ČR *De scientia et humanitate optime meritis* a doporučila jeho podání, viz zápis z 80. zasedání.
- Rada projednala a podpořila podání návrhů na mzdovou podporu postdoktorandů na pracovištích AV ČR v rámci Programu na podporu perspektivních lidských zdrojů, viz zápisy ze 77. a 79. zasedání.
- Rada projednala žádosti o finanční podporu v rámci Programu na podporu mezinárodní spolupráce začínajících výzkumných pracovníků (Program MSM) a vyslovila souhlas s podáním všech žádostí, viz zápis ze 79. 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 pořadí k podání, viz zápis ze 78. zasedání.
- Rada projednala návrhy projektů FZÚ přihlášené do veřejné soutěže GA ČR a projektů podobného charakteru (v rámci programů TA ČR, evropských projektů v programu H2020 a dalších), viz zápisy ze 76. a 80. zasedání.
- Rada projednala návrh Kolektivní smlouvy mezi FZÚ a Základní organizací OSPVV při FZÚ a doporučila ji, poté co bude schválena odborovou konferencí, řediteli k podpisu, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala návrh rozpočtu Sociálního fondu FZÚ AV ČR a vyslovila s ním souhlas, viz zápis ze 76. zasedání.
- Rada projednala 27 návrhů dohod o spolupráci mezi FZÚ a dalšími institucemi nebo dokumentů podobného charakteru, viz zápisy ze 76., 77., 78., 79. a 80. zasedání.

V Praze 1. března 2019

doc. Ing. Martin Nikl, CSc.
předseda Rady FZÚ

1.2.2 Dozorčí rada pracoviště

Během roku 2018 byla svolána dvě řádná zasedání Dozorčí rady FZÚ AV ČR, v. v. i., (dále Dozorčí rada). Na zasedání Dozorčí rady byli pravidelně zváni ředitel FZÚ AV ČR, v. v. i., a tajemník Dozorčí rady. Předseda a místopředseda Dozorčí rady byli pravidelně zváni na zasedání Rady FZÚ AV ČR, v. v. i., a těchto zasedání se podle svých možností zúčastňovali. V roce 2018 bylo projednáno 34 bodů agendy, z toho 32 pomocí e-mailové komunikace mezi členy Dozorčí rady (per rollam) a dva body byly projednány na 23. a 24. řádném zasedání Dozorčí rady, konaných ve dnech 5. 6. a 27. 11. 2018 na pracovišti Slovanka.

Agenda dozorčí rady v roce 2018

| Položka agendy | Téma jednání, způsob projednání, výsledek | Termín |
|----------------|--|-------------|
| 1 | Smlouva o dílo pro vestavbu laboratorních prostor biolaboratoře v rámci projektu ELIBIO <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 19. 2. 2018 |

| | | |
|----|--|-------------|
| 2 | Smlouva k pořízení zobrazovacího systému vakuového kompresoru laserového systému L4 pro centrum ELI Beamlines <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 19. 2. 2018 |
| 3 | Rámcová dohoda na dodávku vybavení (optika a optomechanika) laserové laboratoře v Centru HiLASE <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 19. 2. 2018 |
| 4 | Uzavření kupní smlouvy, jejímž předmětem je dodání zařízení „Probe Station“ <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 20. 4. 2018 |
| 5 | Rekonstrukce budovy F – FZÚ Cukrovarnická <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 20. 4. 2018 |
| 6 | Rozpočet FZÚ na rok 2018 <i>Projednáno per rollam – DR vzala rozpočet se souhlasem na vědomí dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. g</i> | 20. 4. 2018 |
| 7 | Návrh kupní smlouvy na dodávku vybavení („XRD measurement device and X-Ray stress analyser“) do laserové laboratoře <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 14. 5. 2018 |
| 8 | Návrh kupní smlouvy na dodávku vybavení („Kryogenně chlazený pikosekundový Yb:YAG laserový zesilovač“) do laserové laboratoře <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 14. 5. 2018 |
| 9 | Dodatek č. 2 ke smlouvě na dodávku laserového řetězce v rámci laserového centra ELI Beamlines <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 14. 5. 2018 |
| 10 | Aktualizovaný dodatek č. 2 smlouvy o dodávce laserového řetězce L4 <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 18. 5. 2018 |
| 11 | Vyjádření DR k manažerské činnosti ředitele FZÚ AV ČR, v. v. i., prof. Jana Řídkého, Dr.Sc. za 1. čtvrtletí roku 2017 <i>Projednáno per rollam</i> | 22. 5. 2018 |
| 12 | Vyjádření DR k manažerské činnosti ředitele FZÚ AV ČR, v. v. i., RNDr. Michaela Prouzy, Ph.D. za 2. - 4. čtvrtletí roku 2017 <i>Projednáno per rollam</i> | 22. 5. 2018 |
| 13 | 23. Zasedání Dozorčí Rady FZÚ AV ČR, v. v. i. | 5. 6. 2018 |
| 14 | Snížení energetické náročnosti budovy Fyzikálního ústavu AV ČR v. v. i. <i>Projednáno na 23. zasedání – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 6. 6. 2018 |
| 15 | Dodatek č. 2 rámcové kupní smlouvy – pořizování vakuového fittingu pro ELI Beamlines <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 8. 6. 2018 |

| | | |
|----|---|--------------|
| 16 | Smlouva o dílo: Rekonstrukce a upgrade chladicího okruhu laserů <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3</i> | 26. 6. 2018 |
| 17 | Smlouva o zřízení věcného břemene s Arcibiskupstvím pražským <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3</i> | 29. 6. 2018 |
| 18 | Smlouva o zřízení věcného břemene s ČEZ Distribuce, na pozemku parc. č. 81/1, v k. ú. a obci Dolní Břežany <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 29. 6. 2018 |
| 19 | Kupní smlouva na dodávku zařízení: Konfokální mikroskop <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 29. 6. 2018 |
| 20 | Dodatek č. 1 smlouvy o zhotovení systému distribuce svazku L3 <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 26. 9. 2018 |
| 21 | Smlouva o pořízení L3 Periscope Mirror Mounts <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 26. 9. 2018 |
| 22 | Smlouva o pořízení Tools for Multidimensional Spectroscopy a THz Generation Optical Parametric Amplifiers <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 26. 9. 2018 |
| 23 | Smlouva o nájmu pozemku o ploše 17 m ² , parc. č. 1333/1 v katastrálním území Praha-Libeň <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7</i> | 4. 10. 2018 |
| 24 | Smlouva o pořízení dvou femtosekundových zesilovačů <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 9. 10. 2018 |
| 25 | Kupní smlouva o pořízení serverového HW vybavení <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 9. 10. 2018 |
| 26 | Smlouva o dílo – Úpravy chladicího okruhu CH7 – řízení kvality oběhové vody páteře okruhu CH7a <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 15. 11. 2018 |
| 27 | Dodatek č. 1 Smlouvy o vestavbě laboratorních prostor pro zhotovení tzv. ELIBio laboratoře <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 15. 11. 2018 |
| 28 | Návrh kupní smlouvy na dodávku Ramanova spektrometru s mikroskopem atomárních sil (AFM) <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 15. 11. 2018 |
| 29 | 24. Zasedání Dozorčí Rady FZÚ AV ČR, v. v. i. | 27. 11. 2018 |

| | | |
|----|--|--------------|
| 30 | Uzavření kupní smlouvy na dodání zařízení SNOM pro časově rozlišenou spektroskopii v terahertzovém spektrálním oboru <i>Projednáno na 24. zasedání – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 27. 11. 2018 |
| 31 | Dodatek č. 1 kupní smlouvy pro pořízení BIII úchytů zrcadel <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 22. 12. 2018 |
| 32 | Dodatek č. 6 smlouvy o smlouvě budoucí o koupi domu na parc. č. st. 455, k. ú. Dolní Břežany <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 22. 12. 2018 |
| 33 | Dodatek č. 1 smlouvy o dodávce tzv. Personal Interlock Systému <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1</i> | 22. 12. 2018 |
| 34 | Smlouva o zřízení věcného břemene č. IV-12-6001366/2 <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3</i> | 22. 12. 2018 |
| 35 | Dodatky k nájemním smlouvám v objektech TESKO A, B, C a D <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7</i> | 22. 12. 2018 |
| 36 | Dodatky ke smlouvám o nájmu v bytech v bytovém domě v Praze 9 – Střížkov, Bohušovická 14/229 <i>Projednáno per rollam – udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2</i> | 22. 12. 2018 |

Účast jednotlivých členů na agendě Dozorčí rady:

| člen Dozorčí rady | 23. zasedání | 24. zasedání | jednání per rollam |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| RNDr. Jan Šafanda, CSc. | ano | ano | 31 |
| Ing. Ivan Gregora, CSc. | ano | ano | 34 |
| prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc. | ano | ano | 28 |
| prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc. | ano | ano | 34 |
| RNDr. Vladimír Wagner, CSc. | omluven | ano | 31 |
| Ing. Jiří Plešek, CSc. | ano | ano | 34 |

V Praze dne 11. února 2019

*RNDr. Jan Šafanda, CSc.
předseda DR FZÚ AV ČR, v. v. i.*

*Ing. Ivan Gregora, CSc.
místopředseda DR FZÚ AV ČR, v. v. i.*

1.2.3 Informace o změnách zřizovací listiny

V roce 2018 nedošlo ke změně zřizovací listiny.

1.2.4 Domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců

- **RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.** obdržel od Akademie věd České republiky Čestnou oborovou medaili Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách.
- **prof. Tomáši Jungwirthovi, Ph.D.** byla udělena Cena Neuron za objev způsobu, jakým lze zapsat informace pomocí spinu částic v antiferomagnetických materiálech. Ocenění udělil NF Neuron.
- **Xavierovi Martímu, Mgr. Kamilu Olejníkovi, Ph.D., Ing. Vítu Novákovi, CSc. a prof. Tomáši Jungwirthovi, Ph.D.** byla udělena cena Technologický projekt roku v soutěži Vodafone Nápad roku za prototyp antiferomagnetického paměťového čipu.
- **Mgr. Jan Ebr, Ph.D.** obdržel od Akademie věd České republiky Prémii Otto Wichterleho za výzkum v oblasti fyziky kosmického záření.
- **Mgr. Oleksandr Stetsovych, Ph.D.** získal od Akademie věd České republiky Prémii Otto Wichterleho za prokázání piezoelektrického efektu na úrovni jednotlivých molekul.
- **Ing. Jakubovi Železnému, Ph.D.** byla Akademií věd České republiky předána Prémie Otto Wichterleho za teoretický výzkum antiferomagnetické spintroniky.
- **RNDr. Haně Lísalové, Ph.D.** byla Akademií věd České republiky udělena Prémie Otto Wichterleho za bádání v oblasti funkčních povrchů a optických biosenzorů.
- **RNDr. Hana Lísalová, Ph.D.** rovněž získala od Akademie věd České republiky Prémii Lumina quaeruntur pro perspektivní výzkumné pracovníky za projekt k založení Laboratoře funkčních rozhraní.
- **Hiroaki Matsunaga, Ph.D.** získal od Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) ocenění Young Scientist Award za objev a popis algebraických struktur v polní teorii uzavřených superstrun.
- **Dr.rer.nat. Lukáš Palatinus, Mgr. Petr Brázda, Ph.D., RNDr. Mariana Klementová, Ph.D. a Ing. Václav Eigner, Ph.D.** získali ocenění European Microscopy Society Outstanding Paper Award 2017 za publikaci článku Hydrogen positions in single nanocrystals revealed by electron diffraction, Science 355 (2017), 166–169. Ocenění udělila Evropská mikroskopická společnost.
- **RNDr. Pavla Štenclová, Ph.D.** získala Cenu Austina Barnese za nejlepší poster. Ocenění udělil 34. evropský kongres molekulové spektroskopie – EUCMOS 2018.
- **Ing. Josef Cupal, Ing. Lucia Koubíková, Dr. Jack Naylor, Davorin Peceli, Ph.D., Ing. Jiří Weiss, Jean Claude Lagron, Ing. Pavel Bakule DrPhil a Ing. Bedřich Rus, Ph.D.** získali Ocenění Akademie věd České republiky za vývoj PW laserového systému L3-HAPLS.
- **Ing. Libor Juha, CSc.** obdržel Cenu předsedkyně Akademie věd České republiky za propagaci a popularizaci výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.

1.2.5 Dvořákova přednáška 2018

Dne 13. června 2018 se v přednáškovém sále Fyzikálního ústavu AV ČR na Slovance uskutečnila 10. Dvořákova přednáška, která se koná jednou ročně na počest fyzika pevných látek Vladimíra Dvořáka. Vladimír Dvořák byl významnou osobností svého oboru a významná byla i jeho role v rámci Fyzikálního ústavu, kde působil jako ředitel v letech 1993–2001. Na Dvořákovu přednášku je každoročně pozván mezinárodně významný vědec, který se zabývá specializací rozvíjenou i ve Fyzikálním ústavu AV ČR.

Dvořákovu přednášku přednesl letos profesor Shaoyi Jiang, který získal titul Ph.D. v chemickém inženýrství na Cornell University v roce 1993 pod vedením profesorů Keitha Gubbina a Johna Zollwega. Byl postdoktorandem na University of California v Berkeley v letech 1993 až 1994 u prof. Kennetha S. Pitzera a výzkumným pracovníkem v California Institute of Technology v letech 1994 až 1996 u prof. Williama A. Goddarda, v obou případech v oboru chemie. V současné době je profesorem (Boeing-Roundhill) inženýrství na katedře chemického inženýrství a profesorem bioinženýrství na University of Washington v Seattlu. V roce 2007 pracoval jako hostující profesor



Vladimír Dvořák



prof. Shaoyi Jiang

na katedře chemického inženýrství na Massachusetts Institute of Technology (MIT) u prof. Roberta Langer. Působí jako redaktor časopisu Langmuir, výzkumník na American Institute of Chemical Engineers (AIChE), výzkumník na American Institute for Medical and Biological Engineering (AIMBE) a člen Washington Academy of Sciences. Získal cenu za excelenci v materiálovém inženýrství a vědě Braskem Award for Excellence in Materials Engineering and Science, AIChE (2017). Jeho výzkum se zaměřuje na molekulární porozumění a vývoj funkčních materiálů na bázi zwitterionických struktur pro biomedicínské a inženýrské aplikace.

Ústředním tématem přednášky byly tzv. ultra rezistentní zwitterionické materiály se zaměřením na jejich výzkum na molekulární úrovni, design a vývoj.

U řady aplikací, od analytických a diagnostických metod a biosenzorů až po medicínskou praxi, jako je podávání léků či zavádění implantátů, je jedním z kritických problémů nespecifická adsorpce bílkovin z komplexních biologických vzorků na syntetické povrchy. Pro efektivní řešení tohoto problému je využíváno propojení experimentální práce s teoretickými přístupy. Výsledkem je poskytnutí unikátního vhledu na molekulární úrovni do mechanismů nespecifické adsorpce a mechanismů zabraňujících jejímu vzniku. Navíc na základě zjištěných principů se vyvíjejí nové biokompatibilní a pro životní prostředí příznivé materiály, které sníží nespecifickou adsorpci na minimum. V průběhu několika posledních let bylo v práci skupiny Prof. Jianga např. prokázáno, že materiály a povrchy se zwitterionickými skupinami a kombinovaným kladným a záporným nábojem jsou vysoce odolné proti nespecifické adsorpci bílkovin, adhezi buněk a adhezi bakterií / tvorbě biofilmu z komplexních médií. Výsledky simulací a experimentů prokazují, že za zvýšenou odolnost vůči nespecifickým vazbám je zodpovědná především silná hydratace zwitterionických materiálů. Navíc se ukazuje, že takové materiály při implantacích nezpůsobují kapsulaci, v krevním oběhu nevyvolávají imunitní reakci a jsou schopné zachovat biologickou aktivitu proteinů a buněk. V současné době byly zwitterionické materiály jako alternativy materiálů na bázi poly(ethylenglykolu) (PEG) použity v řadě důležitých aplikací včetně implantabilních zdravotnických prostředků, časné diagnostiky rakovinových onemocnění, transportu léčiv, antimikrobiálních povlaků a povlaků proti působení mořského prostředí.

1.2.6 Základní informace o pracovišti

Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i. (FZÚ) je veřejná výzkumná instituce, která se zaměřuje na základní a aplikovaný výzkum v oblasti fyziky. Aktuální program ústavu zahrnuje šest hlavních segmentů: fyziku elementárních částic, kondenzovaných systémů a pevných látek, optiku, fyziku plazmatu a laserovou fyziku, kterým odpovídá členění do vědeckých sekcí. FZÚ je největším pracovištěm Akademie věd České republiky s více než 400 vědeckými pracovníky. Badatelská činnost v oblasti základního výzkumu je součástí evropského a světového fyzikálního výzkumu, na kterém se naši pracovníci podílejí zejména v rámci řešení řady mezinárodních, především evropských programů. Na FZÚ je též vzdělávána řada doktorandů, převážně tuzemských, ale i ze zemí Evropské unie, tyto pak zejména v rámci různých stipendijních programů „Marie Curie“.

V oblasti kondenzovaných systémů a materiálového výzkumu je výzkum zaměřen na studium krystalických a amorfních látek, nanomateriálů, slitin, polovodičových, magnetických, spintronických, multiferoických, piezoelektrických materiálů, kapalných krystalů, moderních kovových materiálů, funkčních technických materiálů, jako jsou slitiny s tvarovou pamětí, polymerů, tenkých vrstev a nanostruktur. Cílem je získat hlubší pochopení souvislostí mezi jejich strukturou, složením, morfologií, technologií přípravy a vlastnostmi materiálů a hledání způsobů, jak připravit materiály a systémy žádaných vlastností. V oblasti elementárních částic se získávají nové poznatky o vlastnostech, struktuře a interakcích hmoty na fundamentální úrovni o jednotné teorii základních sil v přírodě, a vlastnostech vesmíru na největších škálách. V rámci mezinárodních spoluprací Fyzikálního ústavu se na urychlovači LHC v CERNu provádějí experimenty se srážkami hadronů a analyzují se rovněž data z experimentů v laboratoři FERMILAB. V astročásticové fyzice činnost probíhá v rámci mezinárodních projektů Observatoř Pierra Augera, Cherenkov Telescope Array a Large Synoptic Survey Telescope. Ve fyzice plazmatu se zkoumá laserové plazma jako zdroj koherentního a nekoherentního rentgenového záření a mnohonásobně nabitých iontů s důrazem na jeho využití jako aktivního prostředí rentgenových laserů. V oboru kvantové optiky jsou vyvíjeny různé typy zdrojů kvantově korelovaných fotonových párů a zařízení pro přenos takto uložené informace. V klasické optice se vyvíjejí nové laserové prvky a zobrazovací systémy, včetně oblasti rentgenové optiky a spektrometrie. Pozornost je věnována i biofyzikálním systémům a nově i výzkumu biomolekulárních interakcí a jevů na površích v komplexních biologických prostředích. Fyzikální ústav je koordinátorem evropského projektu ELI Beamlines – projektu vybudování moderního laserového zařízení zaměřeného na uživatelský výzkum. V něm došlo k zahájení realizace výzkumných a aplikačních projektů zahrnujících interakci hmoty se světlem o intenzitě, která je mnohokrát větší než současně dosažitelné hodnoty. Významný je též vývoj diodově čerpaných pulzních laserů pro aplikovaný výzkum a průmysl probíhající v rámci projektu HiLASE Centre of Excellence programu Horizon 2020.

Výzkumná činnost a provoz FZÚ byly v roce 2018 finančně zajišťovány projekty podporovanými domácími poskytovateli (GA ČR – 78, MPO – 7, MŠMT – 23, TAČR – 12, MZ ČR -2) a 17 projekty financovanými ze zahraničí.

Část aktivit FZÚ je v současnosti směřována také do tzv. cíleného výzkumu. Rozvoji této oblasti významně napomáhá „Centrum pro inovace a transfer technologií“ (CITT), které funguje jako podpůrné oddělení v rámci sekce ELI Beamlines. V roce 2018 centrum CITT pokračovalo v řešení celoustavního grantu Technologické agentury v programu GAMA sloužícího k zefektivnění systému komercializace, identifikaci a podpoře transferu výstupů FZÚ do aplikační sféry. V roce 2018 bylo ve FZÚ s externími subjekty uzavřeno celkem 48 obchodních smluv, popř. objednávek s celkovým plněním 4 457 tis. Kč bez DPH.

1.2.7 Další specifické informace o pracovišti

Fyzikální ústav AV ČR (FZÚ) je řešitelem mnoha projektů (viz <https://www.fzu.cz/projekty>), které významným způsobem utváří a mění strukturu pracoviště. Zde jsou uvedeny nejvýznamnější příklady dopadů projektů na vědeckou činnost pracoviště v roce 2018.

V rámci Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV) FZÚ zahájil v roce 2018 řešení projektu ADONIS s celkovou finanční dotací 1,269 miliard Kč. V rámci projektu bude prováděn pokročilý výzkum s využitím

fotonů a částic vytvořených vysoce intenzivními lasery. Nová generace vysoce výkonných laserů o vysoké opakovací frekvenci budovaných v ELI Beamlines poskytne nebývalé příležitosti pro aplikovaný a základní uživatelský výzkum. Bude to první fotonické uživatelské zařízení velkého měřítka poskytující prostor pro širokou škálu na průmysl a zdravotnictví zaměřeného výzkumu a akademického výzkumu. Plánovaný projekt zajistí, že potenciální uživatelská komunita se bude zvyšovat s tím, jak se rozšíří možnosti výzkumu na ELI Beamlines.

Další z významných OP VVV projektů, které FZÚ získal v roce 2018, je projekt Fyzika pevných látek pro 21. století (SOLID21). Celkové náklady projektu SOLID21 činí 562 milionů Kč. Projekt byl zahájen v polovině roku 2018 a bude řešit aktuální vědecké a technické výzvy 21. století v oborech nanoelektroniky, fotoniky, magnetizmu, funkčních a bioaktivních materiálů a plazmatických technologií. V rámci projektu dojde k rozšíření výzkumné základny, pořízení nejmodernějších fyzikálních přístrojů a vybudování nového pavilonu v rámci pracoviště na Slovance na Praze 8.

V roce 2018 byl ve FZÚ také zahájen OP VVV projekt MOBILITY FZU - Mobilita výzkumných pracovníků FZÚ. Tento projekt je zaměřen na podporu jak vnější, tak vnitřní mobility výzkumných pracovníků ve všech oblastech fyziky, na něž se ústav v rámci své činnosti zaměřuje. V rámci projektu bude celkově realizováno 40 mobilit, které se týkají jak příjezdů mladých a seniorních výzkumných pracovníků ze zahraničí, tak i výjezdů mladých a seniorních výzkumných pracovníků FZÚ do zahraničí. Cílem projektu je podpořit rozšíření spolupráce se stávajícími výzkumnými institucemi a posílit další rozvoj dlouhodobě perspektivních vědeckých směrů v oblasti fyziky.

V novém programu EXPRO od Grantové agentury ČR (GA ČR), který je zaměřen na podporu excelence v základním výzkumu, zaznamenal FZÚ v roce 2018 mimořádný úspěch získáním 2 projektů z celkového počtu 36 udělených projektů napříč všemi obory.

V prvním EXPRO projektu tým Tomáše Jungwirtha bude řešit projekt Terahertzové a neuromorfni paměti založené na antiferomagnetech. Cílem tohoto projektu je položit vědecké základy k přechodu od polovodičových ke spintronickým počítačovým pamětem. Spintronické paměti jsou založeny na využití vlastnosti částic, která nemá v makrosvětě obdobu – spinu. Projekt staví na nedávném objevu výzkumného týmu, který umožnil elektrický zápis informace do spinu částic v antiferomagnetech. Objev umožní tisíckrát rychlejší zápis do pamětí oproti klasickým polovodičovým technologiím.

V druhém EXPRO projektu z FZÚ se tým Jiřího Hlinky zaměří na feroelektrické skyrmiony. Skyrmiony jsou vírová vlákna vektorových polí. V minulosti byly podobné struktury předpovězeny a po řadě let i objeveny v případech feromagnetických látek. Sám T. Skyrme, podle něhož jsou pojmenovány, tento koncept využil k modelování vlastností elementárních částic. Tým bude skyrmiony hledat ve feroelektrických látkách, tedy v látkách, jejichž strukturu lze dobře měnit pomocí vnějšího elektrického pole.

Projekt HR Award – Zkvalitnění strategického řízení Fyzikálního ústavu AV ČR je další z významných nevědeckých projektů FZÚ, který zásadním způsobem utváří fungování FZÚ a ovlivňuje jeho strukturu. Tento OP VVV projekt byl zahájen v listopadu 2017. Základním cílem projektu je rozvoj kapacit, znalostí a dovedností manažerských a výzkumných pracovníků FZÚ v oblasti strategického řízení a nastavení strategického řízení výzkumné organizace v souladu s podmínkami pro získání certifikátu HR Award. V rámci projektu byla zpracována analýza výzkumné organizace a bude vytvořen akční plán, který zajistí rozvoj FZÚ ve všech oblastech řešených projektem (strategické nastavení řízení lidských zdrojů, strategické nastavení a rozvoj mezisektorové spolupráce, popularizace výzkumu a vývoje) na úroveň srovnatelnou se světovými vědeckými a výzkumnými institucemi. V oblasti HR bude nastaven takový systém, který zajistí atraktivitu instituce jak pro nové zaměstnance z celého světa, tak i vytvoří optimální pracovní podmínky pro dlouhodobý rozvoj a stabilizaci výzkumných týmů v rámci celého FZÚ včetně nově vybudovaných center ELI a HiLASE.



1.3 Přehled oddělení a skupin

- 6 vědeckých sekcí
- 25 výzkumných oddělení
- 7 společných laboratoří
- 9 podpůrných oddělení

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Výzkumní pracovníci | 497 |
| Studenti doktorského studia | 97 |
| Odborní pracovníci výzkumu a vývoje | 191 |
| Ostatní odborní pracovníci | 366 |
| Dělníci | 87 |
| Administrativní pracovníci | 96 |
| Celkový počet zaměstnanců: | 1334 |

stav zaměstnanců k 31. 12. 2018



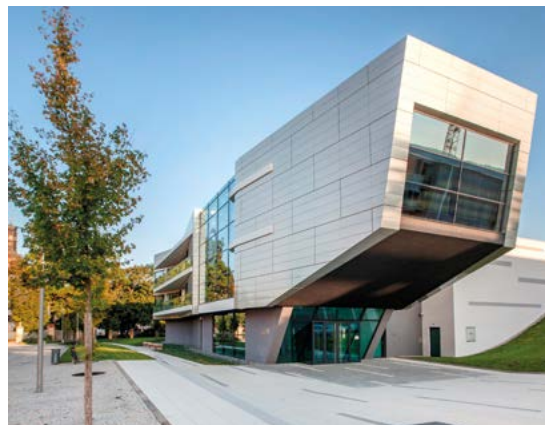
FZÚ AV ČR – pracoviště Na Slovance 2 v Praze 8



FZÚ AV ČR – ELI Beamlines v Dolních Břežanech



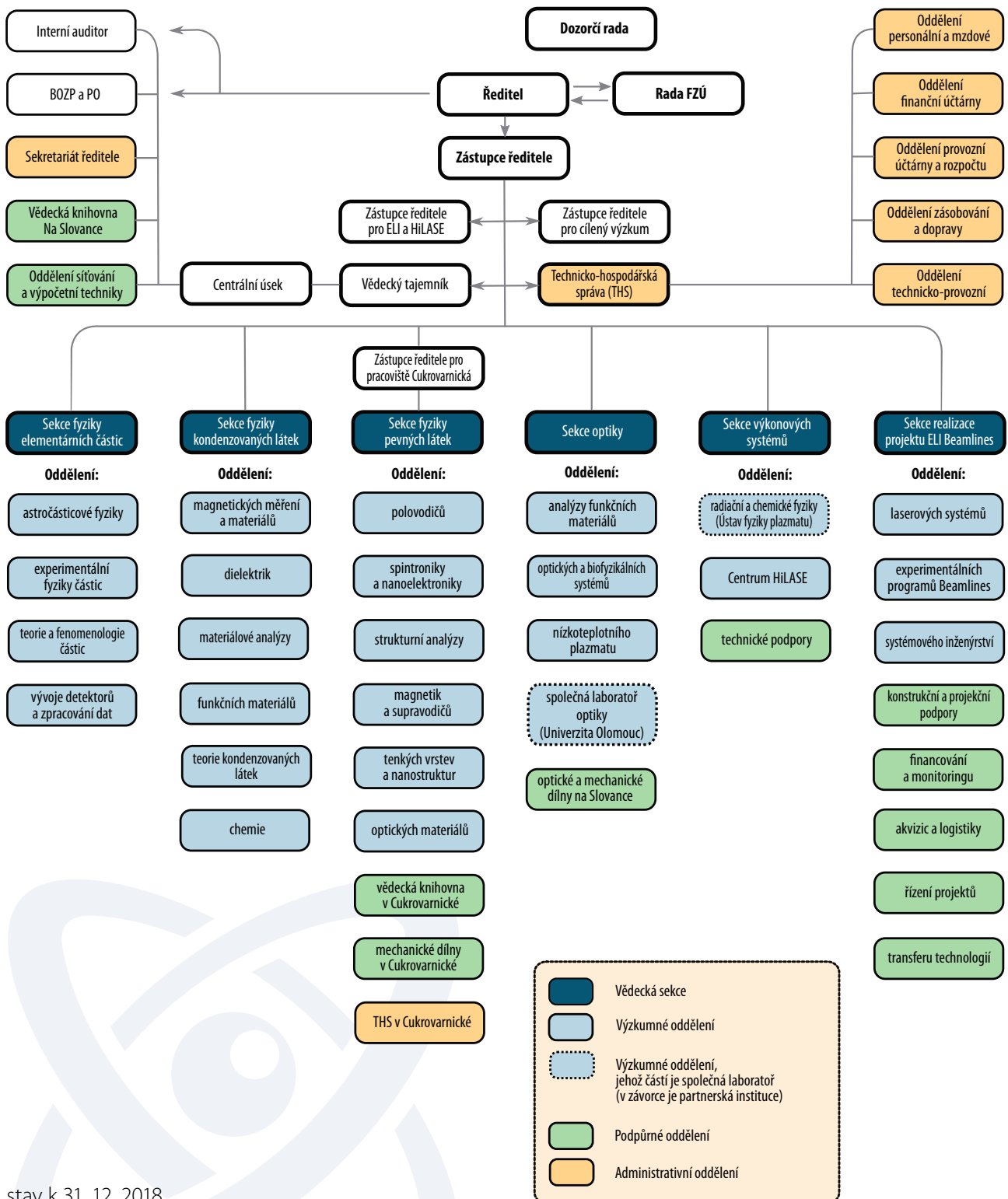
FZÚ AV ČR – pracoviště Cukrovarnická 10 v Praze 6



FZÚ AV ČR – Centrum HiLASE v Dolních Břežanech



1.4 Struktura pracoviště



stav k 31. 12. 2018

1.4.1 Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2018

Sekce fyziky elementárních částic

Oddělení astročásticové fyziky
 Oddělení experimentální fyziky částic
 Oddělení teorie a fenomenologie částic
 Oddělení vývoje detektorů a zpracování dat

Sekce fyziky kondenzovaných látek

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

Sekce fyziky pevných látek

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

Sekce optiky

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

Sekce výkonových systémů

Oddělení radiační a chemické fyziky
 Centrum Hilase

Sekce realizace projektu ELI Beamlines

Oddělení laserových systémů
 Oddělení experimentálních programů Beamlines
 Oddělení systémového inženýrství

Petr Reimer, CSc.

RNDr. Petr Trávníček, Ph.D.
 doc. Alexander Kupčo, Ph.D.
 Mgr. Martin Schnabl, Ph.D.
 RNDr. Jiří Chudoba, Ph.D.

RNDr. Petr Šittner, CSc.

Oleg Heczko, Dr.
 Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
 Mgr. Daniel Šimek, Ph.D.
 RNDr. Petr Šittner, CSc.
 prof. Mauro Fernandes Pereira
 Ing. Věra Hamplová, CSc.

RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.

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.

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.

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

Ing. Libor Juha, CSc.
 Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

Ing. Roman Hvězda

Ing. Bedřich Rus, Ph.D.
 Dr. Georg Korn
 Dr. Georg Korn



1.4.2 Základní personální údaje

1. Členění zaměstnanců podle věku a pohlaví – stav k 31. 12. 2018 (fyzické osoby)

| <i>věk</i> | <i>muži</i> | <i>ženy</i> | <i>celkem</i> | <i>%</i> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| do 20 let | 1 | 1 | 2 | 0,1 % |
| 21–30 let | 173 | 72 | 245 | 18,4 % |
| 31–40 let | 314 | 131 | 445 | 33,4 % |
| 41–50 let | 147 | 91 | 238 | 17,8 % |
| 51–60 let | 111 | 47 | 158 | 11,8 % |
| 61–70 let | 101 | 37 | 138 | 10,3 % |
| víc než 70 | 92 | 16 | 108 | 8,1 % |
| <i>celkem</i> | <i>939</i> | <i>395</i> | <i>1334</i> | <i>100,0 %</i> |
| <i>%</i> | <i>70,4 %</i> | <i>29,6 %</i> | | |

2. Celkový údaj o vzniku a skončení pracovních a služebních poměrů zaměstnanců v roce 2018

| | <i>výzkumní pracovníci</i> | <i>studenti a doktorandi</i> | <i>odborní prac. VaV</i> | <i>dělníci</i> | <i>administrativa</i> | <i>celkem</i> |
|---------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|---------------|
| nástupy | 45 | 20 | 84 | 4 | 16 | 169 |
| odchody | 39 | 12 | 62 | 5 | 10 | 128 |

3. Trvání pracovního a služebního poměru zaměstnance – stav k 31. 12. 2018

| <i>doba trvání</i> | <i>počet</i> | <i>%</i> |
|--------------------|--------------|----------------|
| do 5 let | 686 | 51,4 % |
| 5–10 let | 255 | 19,1 % |
| 10–15 let | 104 | 7,8 % |
| 15–20 let | 84 | 6,3 % |
| 20–25 let | 55 | 4,1 % |
| 25–30 let | 24 | 1,8 % |
| nad 30 let | 126 | 9,4 % |
| <i>celkem</i> | <i>1334</i> | <i>100,0 %</i> |

4a. Systemizace výzkumných pracovníků – stav k 31. 12. 2018

smlouva na dobu určitou 391

| <i>sekce</i> | <i>postdoktorand</i> | <i>vědecký asistent</i> | <i>vědecký pracovník</i> | <i>vedoucí vědecký pracovník</i> |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Sekce fyziky elementárních částic | 24 | 3 | 16 | 11 |
| Sekce fyziky kondenzovaných látek | 25 | 10 | 24 | 13 |
| Sekce fyziky pevných látek | 36 | 11 | 24 | 17 |
| Sekce optiky | 20 | 8 | 22 | 12 |
| Sekce výkonových systémů | 16 | 3 | 17 | 3 |
| Sekce realizace pr. ELI Beamlines | 27 | 10 | 22 | 17 |
| <i>celkem</i> | <i>148</i> | <i>45</i> | <i>125</i> | <i>73</i> |

smlouva na dobu neurčitou 106

| <i>sekce</i> | <i>postdoktorand</i> | <i>vědecký asistent</i> | <i>vědecký pracovník</i> | <i>vedoucí vědecký pracovník</i> |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Sekce fyziky elementárních částic | 0 | 0 | 4 | 7 |
| Sekce fyziky kondenzovaných látek | 0 | 2 | 14 | 17 |
| Sekce fyziky pevných látek | 0 | 1 | 9 | 27 |

| <i>sekce</i> | <i>postdoktorand</i> | <i>vědecký asistent</i> | <i>vědecký pracovník</i> | <i>vedoucí vědecký pracovník</i> |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Sekce optiky | 0 | 1 | 4 | 8 |
| Sekce výkonových systémů | 1 | 0 | 3 | 6 |
| Sekce realizace pr. ELI Beamlines | 0 | 0 | 0 | 2 |
| celkem | 1 | 4 | 34 | 67 |

4b. Systemizace ostatních vysokoškolsky vzdělaných pracovníků – stav k 31. 12. 2018

| | <i>třída</i> | <i>počet</i> |
|--------------------------|--------------|--------------|
| <i>odborný pracovník</i> | 201 | 191 |
| <i>doktorand</i> | 202 | 97 |
| celkem | | 288 |

4c. Systemizace ostatních pracovníků – stav k 31. 12. 2018

| | | |
|--------------------------------------|-----|------------|
| <i>odborný pracovník s VŠ</i> | 300 | 202 |
| <i>odborný pracovník s SŠ, VOŠ</i> | 400 | 114 |
| <i>odborný pracovník VaV SŠ, VOŠ</i> | 500 | 50 |
| <i>THP pracovník</i> | 700 | 96 |
| <i>dělník</i> | 800 | 73 |
| <i>provozní pracovník</i> | 900 | 14 |
| celkem | | 549 |

5. Průměrná měsíční mzda za rok 2018

a) Institucionální mzdové prostředky/přepočtený stav zaměstnanců pracoviště/12 v Kč

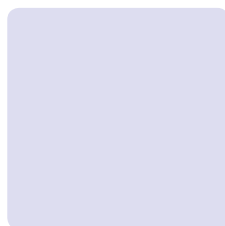
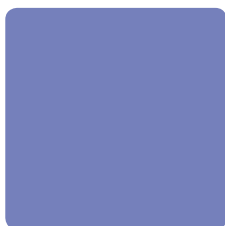
| | |
|--------------------------------------|--------|
| Průměrný přepočtený stav zaměstnanců | 485,24 |
| Průměrná měsíční mzda | 47 145 |

b) Institucionální + grantové mzdové prostředky bez OON /přepočtený stav (i z grantů) zaměstnanců pracoviště/12 v Kč

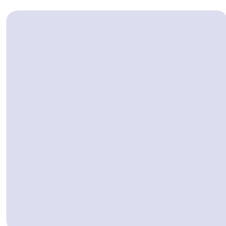
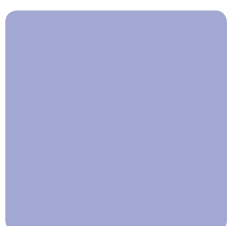
| | |
|--------------------------------------|---------|
| Průměrný přepočtený stav zaměstnanců | 1061,19 |
| Průměrná měsíční mzda | 49 321 |

c) Průměrná měsíční mzda (i z grantů) v jednotlivých tarifních třídách

| | <i>třída</i> | <i>mzda</i> |
|--------------------------------------|--------------|-------------|
| <i>odborný pracovník</i> | 201 | 42 429 |
| <i>doktorand</i> | 202 | 29 303 |
| <i>postdoktorand</i> | 103 | 51 285 |
| <i>vědecký asistent</i> | 104 | 45 974 |
| <i>vědecký pracovník</i> | 105 | 59 243 |
| <i>vedoucí vědecký pracovník</i> | 106 | 88 532 |
| <i>odborný pracovník s VŠ</i> | 300 | 52 906 |
| <i>odborný pracovník s SŠ, VOŠ</i> | 400 | 37 906 |
| <i>odborný pracovník VaV SŠ, VOŠ</i> | 500 | 34 957 |
| <i>THP pracovník</i> | 700 | 45 501 |
| <i>dělník</i> | 800 | 23 497 |
| <i>provozní pracovník</i> | 900 | 34 270 |



2. Hodnocení hlavní činnosti





2.1 Sekce fyziky elementárních částic v roce 2018

Základním rysem výzkumného programu Sekce fyziky elementárních částic je zapojení našich pracovních skupin do velkých mezinárodních kolaborací provádějících experimenty na urychlovačích s cílem hledat a poznat základní zákony mikrosvěta a zkoumajících jevy zahrnující vysokoenergetické částice v kosmickém záření. Jedná se o následující projekty:

Experimenty v CERNu (Evropské středisko fyziky částic u Ženevy) 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 2018 pokračovalo srážení protonových svazků při těžišťové energii 13 TeV. Urychlovač pracoval výborně a dodal v tomto roce 63 fb^{-1} dat – celkově je tak k dispozici 147 fb^{-1} těchto unikátních údajů.
- Experiment **TOTEM** je menší experiment, který detekuje částice vznikající ve vzájemných srážkách protonů nebo iontů a rozptylující se převážně pod malými úhly okolo dopředného směru. Použitý typ detektorů umožňuje výzkum pružného rozptylu a rovněž mnoha typů difrakčního rozptylu v uvedených srážkách.
- V menší míře se podílíme i na experimentu **ALICE**, jehož cílem je zkoumání srážek těžkých iontů.

Experimenty ve Fermilabu (Fermiho národní laboratoř u Chicaga)

- Experiment **NOvA** zkoumá vlastnosti neutrin. Vlastnosti svazku neutrin jsou měřeny v detektoru ve Fermilabu a poté, po průletu 800 km Zemí, ve vzdáleném detektoru v Minnesotě. Experiment zkoumá tzv. oscilace neutrin – jev, při němž dochází k přeměně jednoho typu neutrin na jiný, zvláště přechod mio-nového neutrina na elektronové, jakož i hierarchii hmotností neutrin. Získávané výsledky jsou průběžně publikovány a prezentovány na konferencích.

Předpokládá se, že experiment bude zaznamenávat data další čtyři roky.

- Experiment **DUNE** je připravován jako následník experimentu NOvA. Bude se jednat o mezinárodní experiment s celosvětovou spoluprací včetně laboratoře CERN. Vzdálený detektor, naplněný 40 tisíci tunami kapalného argonu, bude umístěn 1 300 km od laboratoře Fermilab v bývalém dole v Sanford Underground Research Facility (SURF) v Leadu, Jižní Dakota. Umožní podstatně zpřesnit měřené veličiny pro oscilaci neutrin, hmotnost neutrin a parametry narušení symetrie CP. Účastníme se přípravy testů prototypů detektoru v CERNu.

Experimenty v astročásticové fyzice

- Astročásticová fyzika je obor na pomezí částicové fyziky, astronomie a kosmologie, jehož cílem je výzkum vlastností a původu částic přilétajících na Zemi z kosmu. Organizačně je účast Fyzikálního ústavu v astročásticových experimentech zajišťována Sekcí fyziky elementárních částic v úzké spolupráci se Společnou laboratoří optiky Univerzity Palackého a FZÚ AV ČR v Olomouci. Práce se soustřeďuje především na aktivity spojené s **Observatoří Pierra Augera v Argentíně**. Intenzivně se podílíme též na návrhu a budování observatoře **Cherenkov Telescope Array (CTA)**, stejně jako na připravovaném celoblohovém dalekohledu **Large Synoptic Survey Telescope (LSST)**.

Nedílnou součástí našeho programu je také všestranný teoretický výzkum.

Pro účast ve zmíněných experimentech je nezbytným předpokladem přístup do sítí distribuovaného počítání. I do jejich vývoje a implementace ve FZÚ jsme zapojeni.

Většina aktivit probíhala ve spolupráci s partnery z MFF UK, FJFI ČVUT a UP v Olomouci.

2.1.1 Experiment ATLAS

Rok 2018 byl rokem stabilního provozu urychlovače LHC a experimentu ATLAS. Pracovníci FZÚ se tradičně podíleli na zajišťování provozu vnitřního dráhového detektoru a hadronového kalorimetru TileCal, což jsou části experimentu ATLAS, k jejichž stavbě v minulosti FZÚ přispěl.



Experiment ATLAS čeká v roce 2024 výrazná modernizace. Velká část aparatury musí být upravena tak, aby po roce 2026 byla schopna měřit v podmínkách vysoké luminozity modernizované verze urychlovače LHC, tzv. High-Luminosity LHC (HL-LHC). Výzkumný a vývojový program nových radiačně odolnějších detektorů experimentu ATLAS pro použití v HL-LHC je časově velmi náročný a FZÚ se na něm dlouhodobě podílí. V roce 2018 pokračovaly ve FZÚ přípravy na budoucí účast při výrobě a sériovém testování těchto nově vyvinutých detektorů. V pronajatých čistých prostorách Ústavu teorie informace a automatizace AV ČR (UTIA) vznikala speciální **Laboratoř pro testování křemíkových detektorů částic**.

V laboratoři budou testovány stripové křemíkové senzory a stripové moduly typu EndCap v rámci produkční fáze projektu ATLAS ITk. Hlavním cílem tohoto projektu je kompletní výměna vnitřního detektoru experimentu ATLAS v HL-LHC. Mezi základní vybavení této laboratoře patří tzv. Probe Station, tedy stanice umožňující automaticky kontaktovat různé body na senzoru a měřit jeho elektrické vlastnosti. V současnosti je laboratoř vybavena dvěma takovými stanicemi, starším typem Karl Suss PA200 a zcela novou Probe Station Tesla, pořízenou za významného finančního příspěví Akademie věd České republiky.

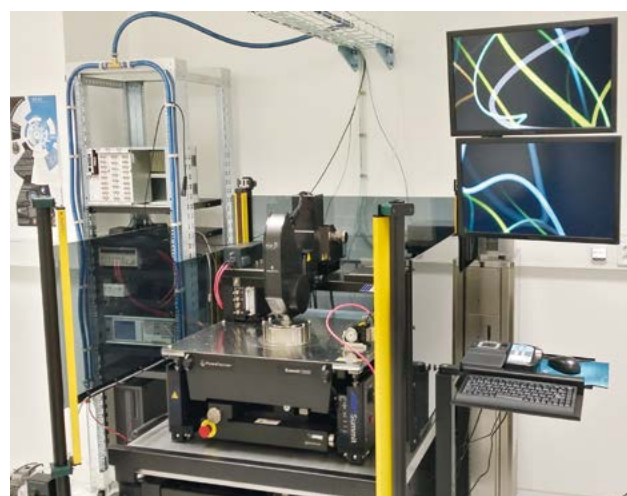
Mechanické vlastnosti křemíkových senzorů, jako jsou jejich rozměry či planarita, budou studovány pomocí metrologické stanice OGP SmartScope CNC 500 (financovanou rovněž s pomocí investičního programu Akademie věd).

Kromě testování neozářených křemíkových senzorů bude v laboratoři probíhat také studium radiačního poškození křemíkových senzorů intenzivními svazky protonů, neutronů a částic gama. Testování elektrických vlastností ozářených senzorů musí být prováděno při teplotách pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, aby nedošlo k nekontrolovaným změnám ve struktuře poškozeného křemíku. Za tímto účelem je laboratoř vybavena speciální měřicí aparaturou pro studené testy, kdy jsou studované senzory „nabodovány“ na připravené testovací struktury pomocí manu-

ální wirebonding stanice Delvotec 5330 a tyto testovací struktury jsou následně umístěny do environmentální komory Binder MK 53. V ní jsou elektrické vlastnosti senzorů testovány při kontrolované teplotě a relativní vlhkosti. Měření ozářených senzorů lze provádět také pomocí Probe Station Tesla, která umožňuje zchlazení testovaného vzorku až na teplotu $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Laboratoř se tak postupně připravuje na první testování a montáž prototypů modulů v roce 2019 a na následnou plnou produkci v letech 2020-2022. Ve spolupráci s Univerzitou Karlovou, Českým vysokým učením technickým a Univerzitou Palackého v Olomouci jsme zodpovědní za otestování stripových senzorů pro jeden tzv. end-cap (celkem 4500 senzorů) a montáž senzorů pro jeden end-cap disk (750 senzorů).

V roce 2018 byla velká pozornost věnována i fyzikální analýze experimentálních dat, především těch získaných při těžišťové energii srážek 13 TeV. V roce 2018 experiment ATLAS publikoval přes 100 původních prací, jejichž spoluautory jsou fyzikové z našeho ústavu. Největší úsilí je věnováno plnému využití objevitelského potenciálu nových dat a hledání nové fyziky překračující rámec standardního modelu. Vědečtí pracovníci a doktorandi z Fyzikálního ústavu významně přispěli k publikovaným pracím z oblasti fyziky kvarků bottom a top [1] a fyziky silných a elektroslabých interakcí [2] (podrobnější informace viz významný výsledek č. 1, Sekce 1, str. 135) a [3]. K analýze dat přispíváme i poskytováním příslušné části výpočetní kapacity, a to formou distribuovaného zpracování dat, které probíhá na strojích ve Výpočetním středisku FZÚ.



■ Obr. 1 Poloautomatická probe station Tesla s kontrolou teploty a relativní vlhkosti.

2.1.2 Experiment TOTEM

Pokračovala práce našich pracovníků na experimentu TOTEM. V roce 2018 probíhalo zpracování dat při doposud nejvyšší energii 13 TeV. Předběžné výsledky z analýzy elastického účinného průřezu ukazují na zajímavé chování poměru reálné a imaginární komponenty amplitudy rozptylu naznačující existenci zatím nepozorovaného stavu, tzv. odderonu [4]. Dále se naši fyzikové přímo podíleli na analýze dat v práci týkající se exkluzivní produkce leptonových párů v proton-protonových srážkách [5].



2.1.3 Experiment ALICE

Během roku 2018 pokračovalo i zpracování experimentálních dat z experimentu ALICE na urychlovači LHC v CERNu. Data pocházela ze srážek olovo-olovo (Pb+Pb) i proton-olovo (p+Pb) a proton-proton (p+p). Našemu týmu se podařilo vyvinout metodiku statistické analýzy koncových stavů srážek těžkých iontů a úspěšně ji aplikovat na analýzu dvojrozměrných vzorů v astrometrii [6].



2.1.4 Experiment NOvA

Experiment NOvA zkoumá vlastnosti mionových neutrin, která vznikají po srážkách protonů z urychlovače ve Fermilabu s uhlíkovým terčíkem a následném rozpadu takto vyprodukovaných mionů. Neutrina proletí 800 km Zemí do detektoru o hmotnosti 14 tisíc tun umístěného v Minnesotě na americko-kanadské hranici. Předtím, ještě na území Fermilabu, procházejí malým (tzv. blízkým) detektorem o hmotnosti 222 tun. Přestože neutrina jsou všudypřítomná (jedním cm^2 povrchu lidského těla jich každou sekundu prolétne na 60 miliard), procházejí hmotou téměř bez jakéhokoliv efektu. Jejich hmotnost je velmi malá a dosud se ji nepodařilo přesně změřit. Pohybují se téměř rychlostí světla. Existují tři různé typy neutrin a ty umějí mezi sebou přecházet – tato vlastnost se označuje jako oscilace neutrin. Jednou ze zásadních otázek je úloha neutrin při pozorované převaze hmoty v našem vesmíru nad antihmotou. Vzdálený detektor je zkonstruován z plastových vrstev



naplněných scintilační kapalinou, z nichž odečítají signál křemíkové diody APD (Avalanche Photo Diode). Detektor je jemně segmentován, což umožňuje rekonstrukci vzácných srážek neutrin ve scintilátoru. Hlavním cílem experimentu NOvA je měření oscilací mionových neutrin na elektronová, určení rozdílů ve hmotnostech neutrin – tzv. hierarchie hmotností – a studium možností narušení symetrie mezi hmotou a antihmotou, pokud by se ukázalo, že vlastnosti oscilací neutrin a antineutrin se liší. V roce 2018 byly publikovány nejnovější výsledky týkající se měření oscilací mionových neutrin [7]. Na úrovni 95% spolehlivosti data vyloučila tzv. inverzní hierarchii ve hmotnostech neutrin. Naše spolupráce na experimentu NOvA začala v roce 2011. V roce 2018 jsme přispívali k provozu vzdáleného a blízkého detektoru a účastnili se směn při sběru dat a podíleli se na analýze dat. Přispíváme také k výpočetním kapacitám pro simulační úlohy pomocí počítačových prostředků umístěných ve FZÚ, v roce 2018 jsme dodali 21 % potřebné výpočetní kapacity experimentu NOvA. V druhé polovině 2018 jsme se zapojili do přípravy testu části detektoru na svazku částic, jehož výsledky přispějí ke zpřesnění fyzikální analýzy dat.

2.1.5 Experiment DUNE

Jako následovník experimentu NOvA se ve Fermilabu připravuje nový experiment DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment), který umožní podstatně zpřesnit měřené veličiny pro oscilaci neutrin a jejich hmotnost, stejně jako parametry narušení symetrie CP. Fyzikální program zahrnuje také registraci neutrin potenciálně přicházejících z explozí supernov a měření případného rozpadu protonů.



DUNE je mezinárodní experiment s celosvětovou účastí včetně laboratoře CERN, která v celém projektu hraje důležitou roli. V roce 2018 pokračovalo rozšiřování podzemní haly pro umístění vzdáleného detektoru v Sanford Underground Research Facility (SURF) v Jižní Dakotě, vzdálené 1 300 km od Fermilabu (kde bude umístěn blízký detektor). Samotný vzdálený detektor bude rozdělen na čtyři moduly a každý z nich bude obsahovat 10 kt tekutého argonu. Instalace prvního modulu by měla začít v roce 2024, první fyzikální měření by měla být k dispozici v roce 2026, druhý modul by měl následovat s ročním posunem. V roce 2027 po dvouleté modernizaci urychlovacího komplexu ve Fermilabu lze očekávat první neutrinové svazky o intenzitě překračující 1 MW.

Moduly pro vzdálený detektor budou založené na principu TPC komory plněné tekutým argonem s rozdílným sběrem náboje. U prvního typu modulu dochází ke sběru náboje v argonu v tekutém stavu, u druhého typu v tekutém i plynném skupenství. Podstatným krokem pro design, konstrukci detektorů a přípravu analýz budou reálná data měřená prototypy detektorů zvanými podle zvolené technologie ProtoDUNE SP a DP. Technologie prototypů budou shodné s těmi, které se plánují použít při konstrukci modulů vzdáleného detektoru, jen celková velikost je menší – $6 \times 6 \times 6 \text{ m}^3$ oproti $12 \times 12 \times 60 \text{ m}^3$.

Tyto dva prototypy se od začátku roku 2017 staví v CERNu, přičemž první z nich byl v roce 2018 dokončen a umístěn na svazku částic (urychlovač SPS) pro nabírání reálných dat. V současnosti probíhá první zpracování dat a výsledky jsou základem pro přípravu technické koncepční zprávy, tzv. TDR.

V roce 2018 jsme se podíleli na výstavbě kryostatů pro ProtoDUNE, testování a instalaci fotodetekčních systémů pro SP. V průběhu ozařování prototypu svazky částic jsme se starali o bezproblémový chod detektoru a začali jsme zpracovávat naměřená data. Detektorová laboratoř ve FZÚ vybudovaná pro experiment NOVA byla rozšířena pro testování fotodetektorů pro DUNE při velmi nízkých teplotách a podílí se tak na návrhu a konstrukci fotodetekční části detektoru DUNE. Podobně jako u experimentu NOVA jsme začali též s dodávkami výpočetních kapacit pro kolaboraci DUNE.

2.1.6 Experimenty v astročásticové fyzice

Observatoř Pierra Augera je největší experimentální zařízení pro detekci kosmického záření nejvyšších energií. Za účasti 17 zemí světa byla postavena v argentinské pampě a rozkládá se na ploše 3000 čtverečních kilometrů. Fyzikální ústav pomohl například postavit systém fluorescenčních teleskopů a dodal více než polovinu jejich zrcadlových ploch.

V roce 2018 byly publikovány výsledky rádiové detekce skloněných spršek [8]. Jedná se o novou detekční techniku, která se na Observatoři Pierra Augera testuje a uvedený výsledek demonstruje její potenciální použití pro detekci extrémně energetických částic kosmického záření na stávajících a budoucích observatořích. Dále byly zveřejněny dva zásadní výsledky týkající se anizotropie kosmického záření [9] a [10]. Zejména bylo potvrzeno



dřívější pozorování dipólové struktury směrů přilétávajících částic s energií nad 8 EeV, které dokazuje extragalaktický původ těchto částic, a poprvé byla změřena energetická závislost velikosti dipólové amplitudy, která s energií roste.

Skupina nadále čerpá ze zkušeností zahraničních posil, které do FZÚ přišly v roce 2017. Pod jejich vedením vznikla v roce 2018 rozsáhlá knihovna Monte Carlo simulací, která je využívána ve vědeckých člancích celou kolaborací. Co se týče samotné fyzikální analýzy, věnujeme se především stanovení složení kosmického záření na základě korelací mezi velikostí signálu v povrchových detektorech observatoře a detekovanou pozicí maxima spršek. Porovnávané také výsledky měření pozic maxim spršek uskutečněné na jižní polokouli Observatoři Pierra Augera a experimentem Telescope Array na severní polokouli [11]. Z dvoudimenzionálních distribucí počtu pozorovaných událostí vzhledem k velikosti signálu v povrchových detektorech a pozice maxima spršky se nově snažíme určit případné modifikace modelů hadronových interakcí, které by lépe popsaly měřená data. K tomuto tématu byla připravena interní zpráva a plánuje se článek za celou kolaboraci. Aktivity týkající se měření kosmického záření pomocí RPC (Resistive Plate Chambers) vyvrcholily v roce 2018 publikací konceptu observatoře MARTA, který byl jedním z řešení rozšíření Observatoře Pierra Augera [12]. Tři naši pracovníci přednesli na významných mezinárodních konferencích souhrnné příspěvky za celou kolaboraci [13] a [14].

V roce 2018 jsme dále provozovali robotický dalekohled FRAM, jehož primárním úkolem je monitorování extinkce – úbytku záření vlivem atmosférického prostředí – a zjišťování podílu vlivu aerosolů. V průběhu roku prošla instalace v Argentíně rozsáhlejším upgradem a byla nainstalována nová montáž a kamera. V rámci programu teleskopu FRAM na hledání spršek kosmického záření s anomálním podélným profilem (spršky se dvěma maximy) doktorský student vycestoval na pracoviště v Německu a snahou je nyní připravit článek za celou Observatoř Pierra Augera. Dalekohled FRAM plní nezastupitelnou úlohu, protože jde o jediné zařízení celé observatoře, které umožňuje ihned po zaznamenání spršky fluorescenčními teleskopy ověřit, zda se ve směru její projekce na oblohu nenacházela oblačnost nebo nehomogenní vrstvy aerosolů – tzv. metoda StS (Shoot the Shower) – které by anomální podélný profil mohly způsobit.

Intenzivně jsme se podíleli na přípravě testování nové elektroniky pro modernizovanou observatoř. Byla provedena řada přípravných testů prototypů elektronických součástek v pražské teplotní komoře a výsledky byly prezentovány na pravidelných poradách.

Cherenkov Telescope Array (CTA) je budoucí observatoř pro detekci velmi energetického záření gama. CTA si klade ambiciózní cíle, pro něž je nezbytné dosáhnout zlepšení detekční citlivosti nejméně o řád v širokém intervalu energií. CTA bude sestávat z více než 100 teleskopů tří různých typů umístěných ve dvou lokalitách – v Evropské jižní observatoři v Chile a na La Palma ve Španělsku. Skupina při FZÚ se podílí zejména na designu a konstrukci tzv. teleskopů SST, které budou využívány pro studium nejenergičtějších fotonů v oblasti kolem 10 TeV, a na programu kalibrace observatoře.



V roce 2018 jsme pracovali na analýze vědeckých dat a simulací prototypu teleskopu SST-1M instalovaném v Krakově. Podařilo se nám vyvinout simulační nástroj pro studium odezvy detektoru a nastavit ho na atmosférické podmínky v Krakově. S jeho využitím jsme studovali např. efektivitu různých metod gama/hadronové separace a geometrické rekonstrukce detekovaných spršek, mezi nimiž nechyběly ani metody strojového učení. Ukázalo se například, že teoreticky je možné dosáhnout úhlového rozlišení prototypu SST-1M při rekonstrukci jedním teleskopem až 0,1 úhlového stupně v závislosti na poloze zdroje v zorném poli. Tyto výsledky byly prezentovány na poradách konsorcia CTA. Všechny studované metody



■ **Obr. 2** Kopule dalekohledu FRAM, který byl v říjnu minulého roku postaven na observatoři Observatorio del Roque de los Muchachos na ostrově La Palma. Dalekohled bude sloužit k monitorování aerosolové optické tloušťky atmosféry, což má zásadní význam pro kalibraci dat budované observatoře Cherenkov Telescope Array. V pozadí jsou zrcadla čerenkovských teleskopů MAGIC a po pravé straně kopule stojí náš instalační tým.

analýzy dat byly implementovány do tzv. pipeline užívané pro zpracování dat z SST-1M.

Aktivity na CTA probíhají ve spolupráci se Společnou laboratoří optiky UP a FZÚ AV ČR v Olomouci, která mj. provádí testy vzorků řešení zrcadlových teleskopů pro CTA, vyvíjí design vlastních zrcadel či navrhuje systém celooblohových kamer pro monitorování atmosféry.

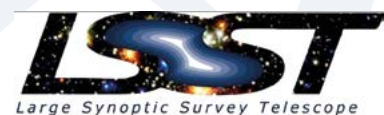
Další aktivity se týkaly monitorování atmosféry. Jedním ze sítě zařízení sledujících atmosféru nad CTA bude opět optický robotický dalekohled FRAM, který je založen na našich desetiletých zkušenostech z provozu podobného zařízení v rámci Observatoře Pierra Augera.

Dalekohled FRAM instalovaný v roce 2017 na budoucí lokalitě jižní části observatoře CTA v Chile pokračoval v měření a podrobné charakterizaci množství aerosolů ve vzduchu. V říjnu 2018 byl na severní části CTA, konkrétně na Observatoři Roque de los Muchachos (ORM) na ostrově La Palma, nainstalován druhý prototyp teleskopu FRAM pro CTA a ihned začal sbírat stejná data jako jeho chilský protějšek. Zatímco chilská lokalita je převážně prostá aerosolů, La Palma je ovlivňována rychle se měnící vlhkostí na horní hranici inverzní vrstvy a také opakujícím se průnikem saharského písku do vyšších vrstev atmosféry. Existence dvou identických optických systémů na místech s takto radikálně odlišnými atmosférickými podmínkami umožňuje ověřit flexibilitu metody.

Nová měření linearit kamer a optických vlastností dalekohledu FRAM umožnily zvýšit přesnost měření množství atmosférických aerosolů. Během servisní mise v Chile se navíc podařilo získat data ze zde umístěného slunečního/měsíčního fotometru. Porovnání dat mezi fotometrem a aparaturou FRAM ukazuje shodu na úrovni 0,016 optické tloušťky pro 68 % dat, tedy shodu již blízkou cílové hodnotě přesnosti obou přístrojů. Výsledky byly prezentovány s velkým ohlasem na pracovních poradách CTA a na mezinárodních konferencích [15], [16]. Byla dokončena práce o metodě čerenkovského transparenčního koeficientu [17] a přijata k publikaci.

Naše pracoviště uspořádalo mezinárodní workshop [18] týkající se návrhu řešení observatoře vysokoenergetických fotonů na bázi kombinace vodních čerenkovských detektorů a RPC.

LSST je projekt největšího přehlíd-
kového dalekohle-
du světa, který bude



umístěn na Cerro Pachon v Chile. S primárním zrcadlem o průměru 8,4 m a mozaikovou CCD kamerou o 3,2 Gpx bude sledovat vesmír v zorném poli 10 čtverečních úhlových stupňů. Díky špičkovým parametrům a širokému

zornému poli bude LSST schopno prozkoumat do bezprecedentní hloubky celou pozorovatelnou oblohu za zhruba tři dny. Během celého období fungování projektu tak bude každá část oblohy proměřena několiksetkrát. K řadě fyzikálních programů patří vedle studia proměnných astrofyzikálních zdrojů především kosmologie.

V roce 2018 jsme v rámci projektu LSST rozvíjeli spolupráci zejména s Brookhaven National Laboratory, kde naši pracovníci přispívají k testování sensorů. Dále jsme budovali i vlastní laboratoř pro studium fotosenzorů [19], do které byli přijati tři špičkoví pracovníci ze zahraničí. Laboratoř je připravena otestovat i LSST senzory, z nichž jeden je již k dispozici. V rámci skupiny LSST DESC pak nadále přispíváme do vývoje tzv. CCL (Core Cosmology Library), knihovny pro studium kosmologie s jasně definovanou přesností. Knihovna je veřejně dostupná ke stažení. Doktorand připravuje článek o studiích kosmologických teorií s modifikovanou gravitací.

2.1.7 Teorie

V uplynulém roce 2018 se završila fáze budování Středoevropského centra pro kosmologii a fundamentální fyziku (CEICO), na něž ústav obdržel v roce 2016 prostředky z programu OP VVV. Dosáhli jsme plánovaného maxima počtu pracovníků a s tím souvisí široké spektrum teoretických aktivit. Mezi cíle centra patří studium kosmologie raného a pozdního vesmíru, temné hmoty a energie včetně možných modifikací samotné teorie gravitace a její testování v režimu silných polí. Nedílnou součástí výzkumu je i teorie strun, která jako jediná v současnosti poskytuje plně konzistentní rámec, ve kterém lze, byť s obtížemi, alespoň v principu objasnit řadu základních otázek o povaze času a prostoru a související teorii gravitace. S projektem souvisí i účast na experimentu LSST popsáná v oddíle věnovaném astročásticové fyzice.

S cílem lepšího porozumění základům **teorie strun** jsme studovali alternativní kvantování superčástice v pure spinor formalismu, kterou dostaneme v limitě nulové strunové délky [20]. Vyřešili jsme též problém fixace kalibrační symetrie superstrunových polí, což je nutná podmínka pro jejich kvantování [21].

V oblasti teorie strunového pole jsme studovali topologické defekty na povrchu s hranicemi. Ukázali jsme, že je lze snadno použít za účelem vytváření nových klasických řešení teorie [22]. Novými technikami jsme též studovali klasická řešení popisující D-brány s magnetickým tokem, kde jsme narazili na výrazné odlišnosti oproti předpokladům [23].

V oblasti gravitace s vyššími spiny jsme vyvinuli formalismus za pomoci volných polí, který jsme použili na kvantování konických řešení a potvrzení dřívějších domněnek [24]. Nalezli jsme tzv. unfolded rovnice pro hmotná pole s vyššími spiny, která se objevují v popisu struny na AdS₃ v limitě nulového napětí [25]. Zkoumali jsme též mnohastředová řešení, o kterých jsme ukázali, že je lze zkonstruovat ze znalosti WN konformních bloků [26].

Nedávné pozorování **gravitačních vln** doprovázené elektromagnetickými záblesky vzniklými při splynutí dvou kompaktních objektů otevřelo novou oblast multimessengerové astronomie. Naše oddělení patří v jejím rámci mezi lídry ve snahách o protřídění a nalezení limitů pro alternativní modely gravitace. Konkrétně jsme ukázali, jak jedno z těchto pozorování omezuje případnou variabilitu Planckovy hmoty [27]. Tato pozorování také nakládají podmínky na existenci možných dodatečných rozměrů prostoročasu [28]. Zbývající možné gravitační modely vedou k řadě možných efektů na kosmologické vysokoškálové struktuře, což jsme studovali v [29].

Naše oddělení bylo velmi aktivní v oblasti **kosmologické fenomenologie** a testování modelů. Ve spolupráci s dalšími členy kosmologické komunity jsme přišli s iniciativou na srovnání Einstein-Boltzmannových kódů na testování obecné relativity. Testovala se přesnost různých kódů implementujících modifikovanou gravitaci v kosmologii a pro tyto účely byl definován nový etalon [30]. Zkoumali jsme nesoulad mezi měřeními Hubbleovy konstanty pomocí kosmického mikrovlnného záření (CMB) a z dat klastrů galaxií a diskutovali jsme různá vysvětlení [31]. V jiné práci jsme zkoumali alternativní teorie hmotné gravitace [32]. Členové oddělení určili, že vektorové perturbace generují prostorové distorze v červené oblasti (tzv. redshift space distortions), které bude možné měřit v nové generaci astronomických přehledových měření [33, 34].

Členové oddělení navrhli různé modely **temné hmoty**. Jedna z možností je, že temná hmota je tvořena poli se spinem 2, viz [35]. Jiný navržený mechanismus předpokládá, že temná hmota je produkována v éře inflace spolu s baryonovým nábojem [36]. Zkoumali jsme též možnost emergence temné hmoty ze spontánně narušené teorie Lorentzovy kalibrační grupy [37]. Konečně jsme jako první určili stavovou rovnici temné hmoty za pomoci dat kosmické historie, CMB a sond pozdního vesmíru [38] (podrobnější informace viz významný výsledek č. 2, Sekce 1, str. 136).

Oddělení je též velice aktivní v testování gravitace a temné hmoty kompaktními objekty. Zjistili jsme, že odchylky od Newtonovské gravitace mohou být silně omezeny helioseismickými pozorováními [39]. Určili jsme též

limity vektorové fuzzy temné hmoty z pozorování binárních pulzarů [40].

Aktivně jsme se též zabývali studiem **klasické a kvantové gravitace a kosmologie raného vesmíru**. Studovali jsme entanglement z mnohopolní inflace [41]. V oblasti modifikované gravitace jsme porovnávali lokální a nelokální formulaci Deser-Woodardova modelu temné energie [42]. Navrhli jsme konstrukci tzv. P(X) teorií na bázi kanonického komplexního skalárního pole [43]. Studovali jsme realizaci kosmologického odrazu navrženého Iljaseem a Steinhardtem a našli řadu patologií [44]. Zkoumali jsme ultrafialové implikace teorií s Vainsteinovým stíněním a předložili obecnou studii derivativně vázaných skalárních teorií za pomoci neporuchových technik exaktní renormalizační grupy [45].

V oblasti kosmického záření jsme ukázali, že produkce kosmického záření může být detekovatelná za určitých astrofyzikálních podmínek pro f(R) modely gravitace relevantní pro temnou energii [46]. Byli jsme součástí mezinárodní kolaborace Telescope Array sídlící v Utahu v USA, zaměřené na pozorování kosmického záření s nejvyšší energií [47].

2.1.8 Přípravné práce na projektu lineárního urychlovače

Velkým budoucím celosvětovým projektem ve fyzice částic bude pravděpodobně lineární urychlovač vstřícných svazků elektronů a pozitronů. V současnosti se uvažuje o dvou variantách: jednak ILC využívající supravodivých kavit, jednak CLIC, pro nějž je vyvíjena nová metoda urychlování s vysokým gradientem potenciálu a jenž by pracoval při běžné teplotě. V projektu ILC jsme zapojeni do programu vývoje (R&D) nových typů kalorimetrů a metod kalorimetrie [48]. Jsme členy kolaborace ILD připravující jeden ze dvou detektorů pro ILC. V projektu CLIC i v projektu ILD jsme reprezentováni v ústředním orgánu Institutional Board (IB).

2.1.9 Zpracování experimentálních dat

Výpočetní středisko zvětšilo úložnou kapacitu nákupem diskových serverů z prostředků OP VVV projektů pro CERN, Fermilab a Auger na celkovou kapacitu převyšující **5 PB**. Každý nový diskový server je připojený 40 Gbps spojením do lokálního přepínače, aby mohl dostatečně rychle poskytovat data pro výpočetní uzly připojené rychlostí 10 Gbps. Experimenty ATLAS, Auger a DUNE

využívají software DPM (Disk Pool Manager), experiment ALICE spoléhá na xrootd. Tyto produkty jsou specifické pro využití v gridovém prostředí a naše středisko je pro DPM jedno z prvních v testování nových verzí v produkčním prostředí s velkým objemem přenesených dat. Pro distribuci výpočetních úloh jsme v roce 2018 dokončili přechod na systém HTCondor. Tento systém nám umožňuje zapojit do zpracování dat i vzdálené servery umístěné na MFF UK. Díky vysoké dostupnosti našich serverů, minimalizaci prostojů pro updaty operačních systémů a sdílení prostředků s ostatními projekty se nám podařilo překročit dodávky výpočetního času pro projekty ALICE a ATLAS tak, jak jsme se zavázali v plánech WLCG.

Lokálním uživatelům jsou k dispozici dva nové NFS servery s kapacitou 100 TB každý. Pro projekt CoGrADS je v serverovně umístěn nový výkonný klastr Koios, který kromě standardních procesorů nabízí svým uživatelům i výpočty na grafických kartách. Z dotace AV ČR jsme zakoupili novou UPS Riello MPW 300 a nahradili jí starší a méně výkonnou UPS Newave.

Literatura

- [1] **ATLAS Collaboration** (z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc. P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), *Phys. Rev.* **D98** (2018) 012003
- [2] **ATLAS Collaboration** (z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc. P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), *Phys. Lett.* **B777** (2018) 303
- [3] **ATLAS Collaboration** (z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc. P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), *Phys. Rev.* **D97** (2018) 032005
- [4] J. Kašpar, First 13 TeV measurement of sigma_tot and the rho parameter by TOTEM and evidence for Odderon; 4th Elba Workshop on Forward Physics@ LHC Energy, Italy, May 24–26 (2018)
- [5] The **CMS and TOTEM Collaborations** (z FZÚ: J. Kašpar, V. Kunderát, M.V. Lokajíček, J. Procházka), *JHEP* **07** (2018) 153
- [6] P. Závada and K. Píška, *A&A* **614** (2018) A137
- [7] **NOvA Collaboration** (z FZÚ: M. Lokajíček, J. Zálešák), *Phys. Rev.* **D98** (2018) 032012
- [8] A. Aab et al. (**The Pierre Auger Collaboration**, z FZÚ: J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, J. Juryšek,

- D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), Observation of inclined EeV air showers with the radio detector of the Pierre Auger Observatory, *J. Cosmol. Astropart. Phys.* **2018** (2018) 026(1)–026(21).
- [9] A. Aab et al. (**The Pierre Auger Collaboration**, z FZÚ: J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), Large-scale Cosmic-Ray Anisotropies above 4 EeV Measured by the Pierre Auger Observatory, *ApJ* **868** (2018) 4(1)–4(12).
- [10] A. Aab et al. (**The Pierre Auger Collaboration**, z FZÚ: J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, P. Schovánek, P. Trávníček, J. Vícha), An Indication of Anisotropy in Arrival Directions of Ultra-high-energy Cosmic Rays through Comparison to the Flux Pattern of Extragalactic Gamma-Ray Sources *Astrophys. J. Lett.* **853** (2018) L29(1)
- [11] A. Yushkov, Depth of maximum of air-shower profiles: testing the compatibility of measurements performed at the Pierre Auger Observatory and the Telescope Array experiment, *Ultra High Energy Cosmic Rays 2018, Francie*, přijato k publikaci v *European Physical Journal Web of Conferences*.
- [12] P. Abreu et al. (z FZÚ: J. Řídký, P. Trávníček, J. Vícha), MARTA: a high-energy cosmic-ray detector concept for high-accuracy muon measurement, *Eur. Phys. J. C* **78** (2018) 333(11)–333(11).
- [13] M. Boháčová, Recent highlights from the Pierre Auger Observatory, *Proceedings of the 53rd Rencontres de Moriond 2018 Electroweak Interactions and Unified Theories, ARISF*, 341–346, 2018.
- [14] J. Vícha, Probing the universe at the highest energies with the Pierre Auger Observatory, *IWARA2018 – 8th International Workshop on Astronomy and Relativistic Astrophysics, Peru*, přijato k publikaci v *Astronomische Nachrichten*, 2019.
- [15] J. Ebr et al., New developments in aerosol measurements using stellar photometry, *Proceedings of AtmoHEAD 2018, EPJ Web of Conferences* **197**, 02007 (2019).
- [16] P. Janeček et al., FRAM telescopes and their measurements of aerosol content at the Pierre Auger Observatory and at future sites of the Cherenkov Telescope Array, *Proceedings of AtmoHEAD 2018, EPJ Web of Conferences* **197**, 02008 (2019).
- [17] S. Stefanik, D. Nosek, R. Reyes, M. Gaug, P. Trávníček, Atmospheric monitoring and inter-calibration of the telescope optical throughput efficiencies using the trigger rates of the Cherenkov Telescope Array, *Astropart. Phys.* **109** (2019) 12–24.
- [18] J. Vícha, P. Trávníček, *LATTES Meeting*, 29-30. 5. 2018, FZU Prague.
- [19] A. Christov, Establishing a Laboratory for Optical Sensor Testing at FZU, 4th workshop on Image Sensors for Precision Astronomy (ISPA), 2–3. 12. 2018, USA, přijato k publikaci v *proceedings*.
- [20] R. L. Jusinkas, Quantization of the particle with a linear massless solution, *JHEP* **1811** (2018) 019.
- [21] H. Matsunaga, On the BV formalism of open superstring field theory in the large Hilbert space, *JHEP* **05** (2018) 020.
- [22] T. Kojita, C. Maccaferri, T. Masuda, M. Schnabl, Topological defects in open string field theory, *JHEP* **1804** (2018) 057
- [23] N. Ishibashi, I. Kishimoto, T. Masuda and T. Takahashi, Vector profile and gauge invariant observables of string field theory solutions for constant magnetic field background, *JHEP* **1805** (2018) 144.
- [24] A. Campoleoni, S. Fredenhagen and J. Raeymaekers, Quantizing higher-spin gravity in free-field variables, *JHEP* **1802** (2018) 126
- [25] P. Kessel and J. Raeymaekers, Simple unfolded equations for massive higher spins in AdS3, *JHEP* **1808** (2018) 076
- [26] O. Hulik, J. Raeymaekers, O. Vasilakis, Multi-centered higher spin solutions from W_N conformal blocks, *JHEP* **1811** (2018) 101.
- [27] L. Amendola, I. Sawicki, M. Kunz and I. Saltas, *JCAP* **1808**, 030 (2018).
- [28] L. Visinelli, N. Bolis and S. Vagnozzi, *Phys. Rev.* **D97**, 064039 (2018).
- [29] L. Amendola, M. Kunz, I. Saltas and I. Sawicki, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 131101 (2018).
- [30] E. Bellini et al. (z FZÚ: I. Sawicki, C. Skordis), *Phys. Rev.* **D97**, 023520 (2018).
- [31] Z. Sakr et al. (z FZÚ: S. Ilič), *Astron. Astrophys.* **620**, A78 (2018).
- [32] N. Bolis, A. De Felice and S. Mukohyama, *Phys. Rev.* **D98**, 024010 (2018).
- [33] C. Bonvin et al. (z FZÚ: I. Sawicki), *JCAP* **1802**, 028 (2018).
- [34] V. Tansella et al. (z FZÚ: I. Sawicki), *Phys. Rev.* **D98**, 103515 (2018).
- [35] F. Urban, *Universe*, **4**, 90 (2018); *ibid*, *Int.J.Mod.Phys.* **A33**, 1845010 (2018).
- [36] E. Babichev, D. Gorbunov and S. Ramazanov, *Phys. Rev.* **D97**, 123543 (2018).

- [37] T. Zlosnik, F. Urban, L. Marzola and T. Koivisto, *Class. Quant. Grav.* **35**, 235003 (2018).
- [38] M. Kopp, C. Skordis, D. Thomas and S. Ilic, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 221102 (2018).
- [39] I. Saltas, I. Sawicki and I. Lopes, *JCAP* **1805**, 028 (2018).
- [40] D. Nacir and F. Urban, *JCAP* **1810**, 044 (2018).
- [41] N. Bolis, T. Fujita, S. Mizuno and S. Mukohyama, *JCAP* **1809**, 004 (2018).
- [42] S. Park, *Phys. Rev.* **D97**, 044006 (2018).
- [43] E. Babichev, S. Ramazanov and A. Vikman, *JCAP* **1811**, 023 (2018).
- [44] D. A. Dobre et al. (z FZÚ: S. Ramazanov, A. Vikman), *JCAP* **1803**, 020 (2018).
- [45] A. Padilla and I. Saltas, *JCAP* **1806** (2018) no. 06, 039
- [46] E. Arbuzova, A. Dolgov and L. Reverberi, *Eur. Phys. J.* **C78**, 481 (2018).
- [47] R. U. Abbasi et al. (z FZÚ: F. Urban) , *Phys. Rev.* **D98**, 022002 (2018)
- [48] J. Repond et al. (The **CALICE Collaboration**, z FZÚ J. Cvach, M. Janata, M. Kovalčuk, I. Polák, J. Smolík, V. Vrba, J. Zálešák, J. Zuklín), *Hadronic Energy Resolution of a Combined High Granularity Scintillator Calorimeter System*, *JINST* **13** (2018) P12022(1)–(33).





2.2 Sekce fyziky kondenzovaných látek v roce 2018

Předmětem výzkumu sekce 2 v roce 2018 bylo teoretické a experimentální studium struktury a vlastností kondenzovaných látek, především multiferoických, piezoelektrických a spintronických materiálů, kapalných krystalů, moderních kovových materiálů, funkčních technických materiálů, jako jsou slitiny s tvarovou pamětí, diamantových povlaků, magnetických Heuslerových materiálů a tenkých vrstev. V roce 2018 jsme pokračovali v dlouhodobě zavedených směrech základního i aplikovaného výzkumu, financovaných především z národních výzkumných projektů, jejichž výsledky jsou podrobně uvedeny níže.

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 také změny struktury a fyzikálních vlastností pevných látek v souvislosti se strukturálními, magnetickými a dielektrickými fázovými přechody.

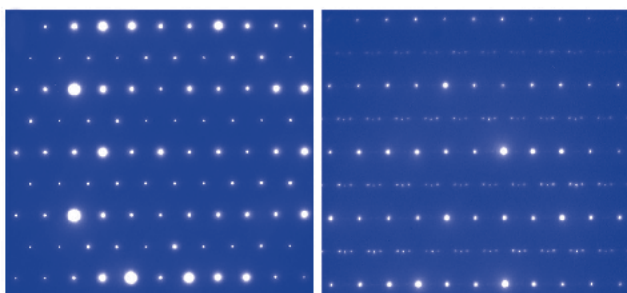
V aplikačně zaměřeném výzkumu jsme ukončili výzkumnou zakázku pro Německou firmu Admedes GmbH, v jejímž rámci jsme vyvinuli metodu elektrochemické charakterizace povrchů kardiovaskulárních stentů ze slitiny NiTi; pro průmyslové partnery z Německa a Velké Británie jsme nanášeli velkoplošné vodivé diamantové povlaky.

V roce 2018 došlo v sekci 2 k výraznému posunu rozdělení práce mezi výzkumné skupiny a centrální laboratoře FZU umístěné v sekci (SAFMAT-FUNBIO, LEM, ROTAN, SLMS, GDOES a Chemie). Pracovníci těchto centrálních laboratoří rozvíjí experimentální metody s využitím svěřeného nákladného experimentálního vybavení a poskytují výzkumné služby v oborech elektronové mikroskopie, rentgenových metod, spektroskopických metod, fyzikálních měření v magnetických polích v širokém teplotním oboru a analytické chemie jak vědeckým pracovníkům z FZÚ, tak zájemcům z externích pracovišť mimo FZU v rámci „open access“ režimu národních výzkumných infrastruktur.

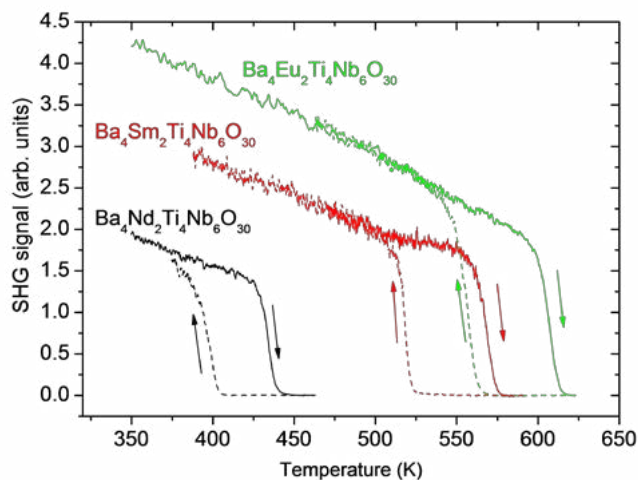
2.2.1 Dielektrika, feroelektrika, feromagnetika a multiferoika

Elektrickým polem indukovaný přechod z nesouměřitelně do souměřitelně modulované fáze

Fázové přechody způsobují řadu zajímavých materiálových vlastností a proto jsou předmětem i našich studií. Nedávno změřené antiferoelektrické polarizační hyste-



■ Obr. 1 Vlevo – elektronové difrakční záznamy souměřitelně a nesouměřitelně modulované fáze v $\text{Ba}_4\text{Sm}_2\text{Ti}_4\text{Nb}_6\text{O}_{30}$. Vpravo – teplotní závislost signálu druhé harmonické ukazující teplotní hysterzi u feroelektrických fázových přechodů ve studovaných materiálech.



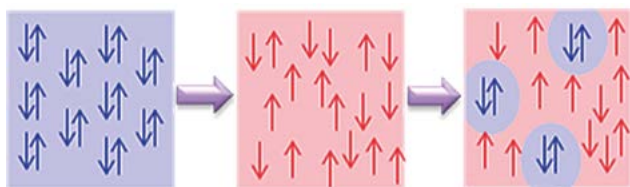
rezní smyčky v $Ba_4Sm_2Ti_4Nb_6O_{30}$ a $Ba_4Eu_2Ti_4Nb_6O_{30}$ byly vysvětleny jako elektrickým polem indukované přechody z nepolární a nesouměřitelně modulované fáze do polární a souměřitelně modulované fáze (obr. 1). Tento objev otevírá nový perspektivní směr výzkumu bezolovnatých materiálů pro možnou akumulaci elektrické energie [1].

Netypické chování nových cholesterických kapalných krystalů s extrémně krátkým krokem spirály v přiloženém elektrickém poli

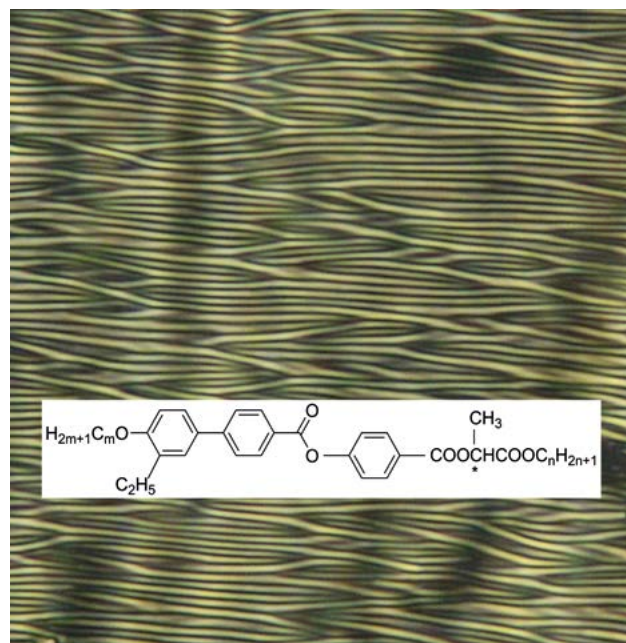
Bylo zjištěno, že nové kapalně krystalické materiály odvozené od kyseliny mléčné vykazují cholesterickou fázi s krokem spirály 120–200 nm v širokém teplotním intervalu až do pokojových teplot. Objevíme netypické chování při aplikaci elektrického pole (obr. 2). Pozitivní dielektrická anizotropie způsobuje reorientaci dlouhé osy molekul v planární cele vlivem elektrického pole. Díky krátkému kroku spirály ve studovaných cholesterických materiálech dochází v poli k neobvyklým změnám textury. Chování molekul bylo popsáno modelem, který zahrnuje přítomnost defektů (disklinací) a silné kotvení molekul na povrchu vzorku. Tento model umožňuje výpočet kotvicí energie [2,3].

Světlem indukovaná dynamika supravodivosti v NbN filmech za hranicemi BCS teorie

Ultrakrátké laserové pulsy mohou být využity k indukci přechodných exotických fází hmoty a mohou tak způsobit velmi zajímavé jevy, jako např. supravodivost při pokojové teplotě. Zaměřili jsme se proto na světlem indukovanou dynamiku různě silných vrstev tenkých filmů nitridu niobu (NbN) [4], které jsou v základním stavu typickými BCS supravodiči. Při silné excitaci okamžitě dochází k rozpadu Cooperových párů na kvazičástice. Teprve když se vzniklé teplo odvede z tenkého filmu ven,



■ **Obr. 3** Světlem indukovaná dynamika kvazičástic (červeně) a Cooperových párů (modře) (obr. nahoře). Časový vývoj supravodivé energetické mezery 2Δ v čase po fotoexcitaci (obr. vpravo). Šipky indikují rovnovážnou hodnotu energetické mezery (gapu).

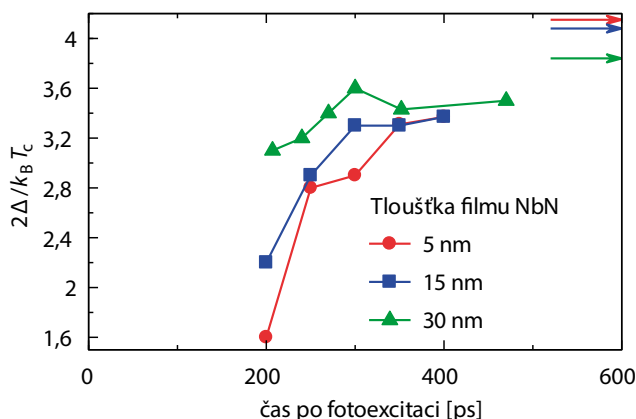


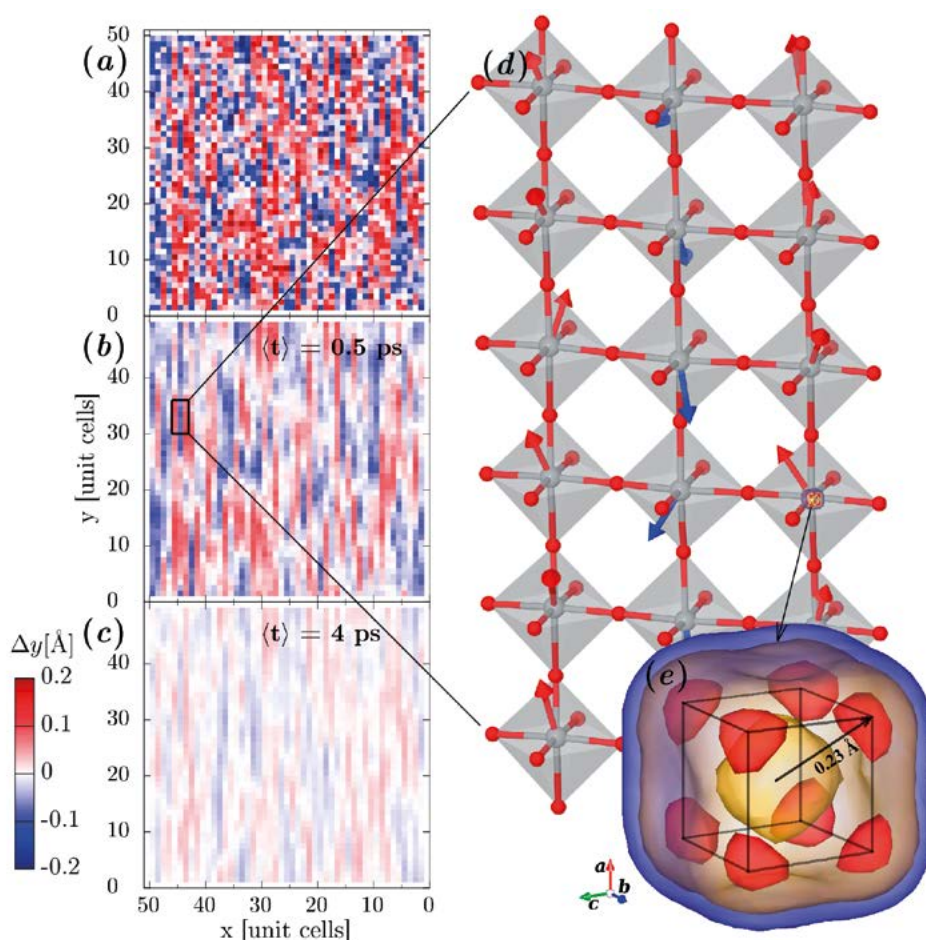
■ **Obr. 2** Textura cholesterického kapalného krystalu v přiloženém elektrickém poli. Ve výřezu je chemický vzorec studovaných kapalně krystalických látek.

tvorba Cooperových párů se začne obnovovat. Dynamika tohoto procesu byla studována pomocí časově rozlišené terahertzové spektroskopie (obr. 3). Experimenty ukazují, že pozorované nerovnovážné stavy nelze popsat předpokladem koexistence dvou podsystémů s různou efektivní teplotou.

Pikosekundová iontová dynamika vysvětluje dielektrické vlastnosti $BaTiO_3$

$BaTiO_3$ je často považován za modelový feroelektrický materiál. Jeho dielektrické vlastnosti jsou určeny především vysunutím iontů Ti vůči středům kyslíkových oktaedrů obklopujících tyto ionty. I po desetiletích výzkumu však zůstává mnoho nejasností – např. se dosud nepodařilo přesně a přesvědčivě popsat korelace vysunutí iontů





Obr. 4
 Jedna komponenta relativní výchylky Ti-O6 v rámci jedné vrstvy materiálu, zmapovaná pomocí různých časových průměrování (a-c). Výsledek jednoznačně ukazuje, že korelace v rámci řetězců existují na škále pikosekund. Výchylky zprůměrované přes celou dobu simulace a všechny elementární buňky mají kvádrové rozdělení s mělkými minimy podél diagonálních směrů.

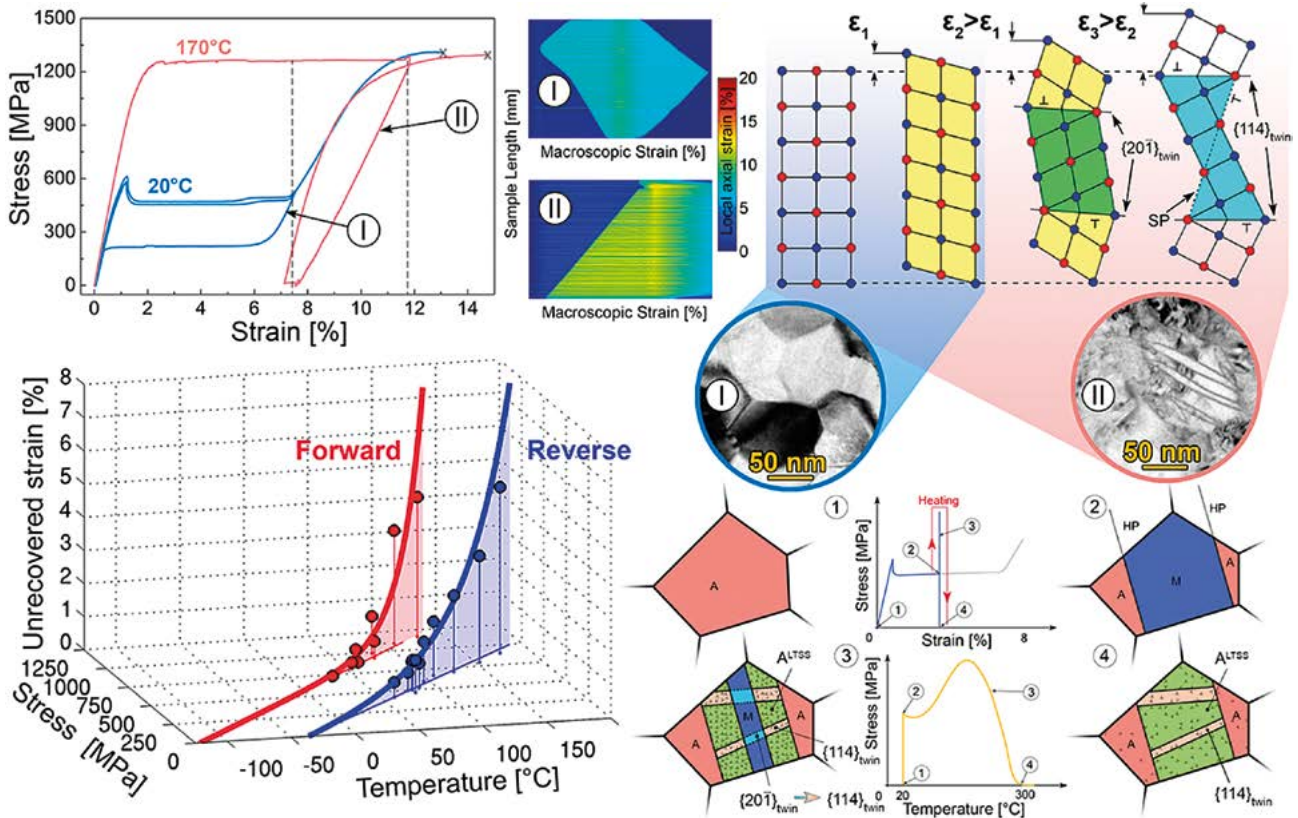
Ti. Naším záměrem bylo studovat tento problém pomocí „nanoskopických“ metod synchrotronového rentgenového rozptylu a atomistických simulací. Kombinací těchto metod se nám podařilo ukázat (obr. 4), že dynamika iontů titanu může být vyčerpávajícím způsobem popsána pomocí kolektivních kmitů krystalové mřížky s dobou života přibližně na škálách několika málo pikosekund [5].

2.2.2 Fázové transformace ve slitinách s tvarovou pamětí

Martenzitické transformace ve slitině NiTi

Martenzitické transformace ve slitině s tvarovou pamětí NiTi probíhající pod vlivem přiloženého napětí a teploty jsou základem jevů tvarové paměti. Systematický výzkum tenkých vláken slitin s tvarovou pamětí NiTi pomocí termomechanických zkoušek doplněných in-situ studii pomocí rentgenového a neutronového záření, transmisní elektronové mikroskopie a mechanického modelování v minulých deseti letech nám umožnil objevit a popsat zcela nový deformační mechanismus, jímž se paměťové slitiny NiTi deformují při zvýšených teplotách

a napětích [6]. Mechanismus kombinuje martenzitickou transformaci s mechanickým dvojčatěním a dislokačním skluzem. Jeho pomocí lze vysvětlit, proč slitiny NiTi s rostoucí teplotou a napětím ztrácejí své unikátní funkční vlastnosti, proč dochází ke zjemnění austenitické mikrostruktury a proč je v důsledku možné tyto jinak velice pevné slitiny tvářet při relativně nízkých teplotách (obr. 5). Výsledky publikované v prestižním časopise Progress in Material Science jasně prokázaly, že k nevratné plastické deformaci dochází pouze v případech, kdy martenzitická fázová transformace probíhá pod vnějším mechanickým zatížením a že její velikost roste s rostoucí teplotou a napětím [7] (obr. 5 vlevo). Probíhá-li transformace při teplotách do 100 °C, vede tento mechanismus pouze k drobným mikrostrukturním změnám generovaným pokaždé, když martenzitická transformace, jak dopředná tak zpětná, probíhá pod vnějším napětím. Klíčovou roli hraje kompatibilita deformace na pohyblivých fázových rozhraních a hranicích zrn (obr. 6). V průběhu cyklického zatěžování potom dochází k akumulaci drobných mikrostrukturních poškození ve formě plastické deformace, mřížkových poruch a vnitřních napětí, což v důsledku vede k předčasnému únavovému porušení drátu. Proto



■ Obr. 5 TRIPu podobný deformační mechanismus v tenkém drátu NiTi termomechanicky namáhaném při zvýšených teplotách a napětích.

tento mechanismus ovlivňuje klíčovým způsobem únavové vlastnosti slitin NiTi (obr. 6).

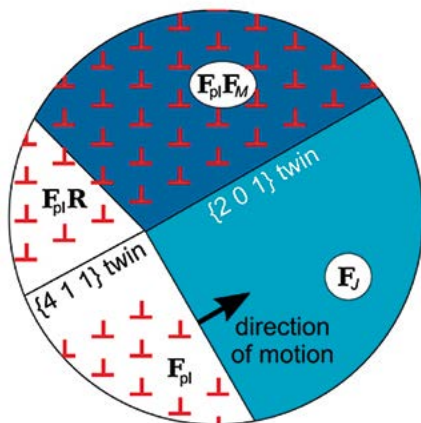
Deformace mikro-vzorků betonu a hořčiku

Mikro-konzolky s pětiúhelníkovým průřezem byly vyrobeny pomocí fokusovaného iontového paprsku. Byly zkoumány ohybové deformace nosníků ve dvou základních krystalografických orientacích {0001} a {10-10}, v nichž byla osa c kolmá nebo rovnoběžná s povrchem

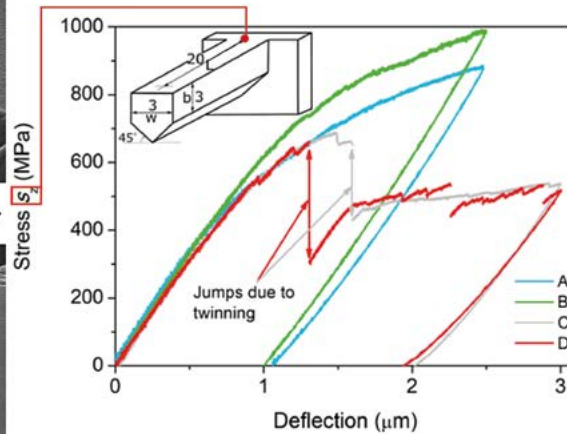
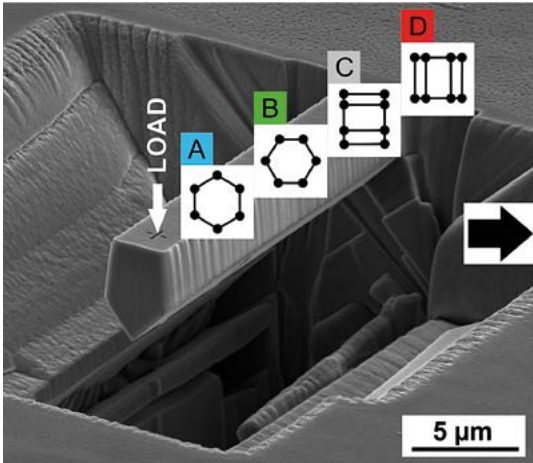
konzolky. Následně byly podélné řezy mikro-konzolek analyzovány pomocí EBSD map, čímž jsme určili rotace krystalové mřížky a akumulované deformace. Bylo zjištěno, že úroveň napětí v zatížených konzolkách jsou silně závislé na orientaci hořčíkového krystalu (obr. 7) [8].

2.2.3 Materiály s řízenou mikrostrukturou

V oblasti strukturálních materiálů jsme se zabývali studiem segregace příměsí na hranicích zrn, nanostrukturou materiálů pomocí metod extensivní plastické deformace a aditivní výrobou (3D tiskem), studiem absorpce a desorpce vodíku ve slitinách na bázi hořčiku a studiem přípravy a vlastností biodegradabilních materiálů na bázi zinku. Vedle shrnutí nejnovějších poznatků v oblasti segregace příměsí na hranicích zrn [9] jsme navrhli metodu určení binárních interakčních koeficientů potřebných pro určení reálného příspěvku segregace příměsí v binárních slitinách [10]. Pokračovali jsme ve studiu řízení mikrostruktury slitin na bázi Al-Si připravovaných aditivní technologií selektivního tavení laserem, která vede k optimalizaci jejich mechanických vlastností [11, 12]. U slitiny AlSi₃Cu₃Fe jsme například získali jak zvýšení pevnosti v porovnání



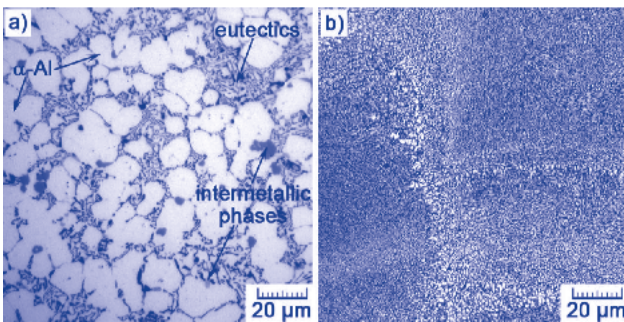
■ Obr. 6 Kompatibilita deformace na hranici pohybujícího se fázového rozhraní.



■ Obr. 7
Ohyb
hoříčkových
mikro-vzorků

s konvenčně připraveným materiálem z 257 MPa na 374 MPa, tak i dvojnásobné zvýšení plasticity. To je výsledkem velmi odlišné mikrostruktury s velmi jemnými precipitáty (obr. 8) [11]. V oblasti ultrajemnozrnných materiálů připravovaných metodami intenzivní plastické deformace jsme zjistili v případě slitiny Al7075 legované přísady skandia a zirkonia překvapivou nízkoteplotní superplasticitu, tedy

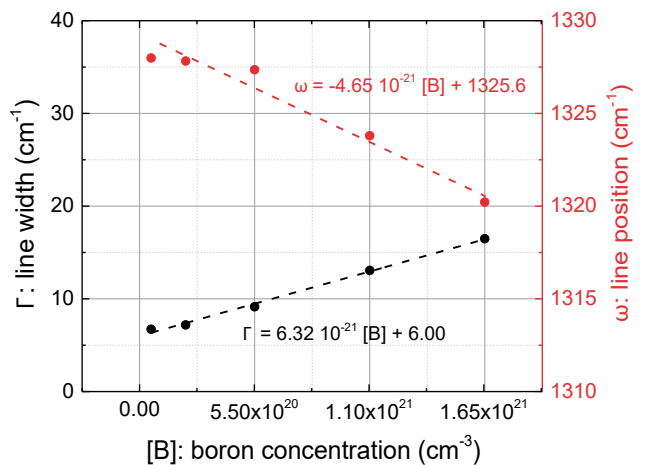
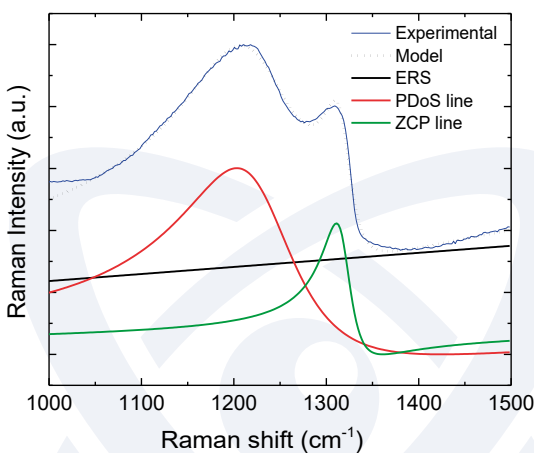
možnou plastickou deformaci převyšující 300% už při teplotě 200 °C. Tato deformace byla umožněna kombinací pokluzů po hranicích zrn a významného příspěvku skluzu dislokací [13]. Na základě podrobné analýzy dějů probíhajících v okolí hranic zrn jsme rovněž vysvětlili způsob přenosu deformace přes hranice zrn ve feritických ocelích. V této souvislosti jsme zavedli novou veličinu – tzv. mechanicky indukovanou energii rozhraní [14]. Ukázali jsme, že podobně jako v hoříčku se objevuje tzv. dvojité dvojčatění typu i v zinku. Vznik sekundárních dvojčat vede ke snížení deformace spojené s primárním dvojčatěním a objevují se v širokých primárních dvojčatech [14].



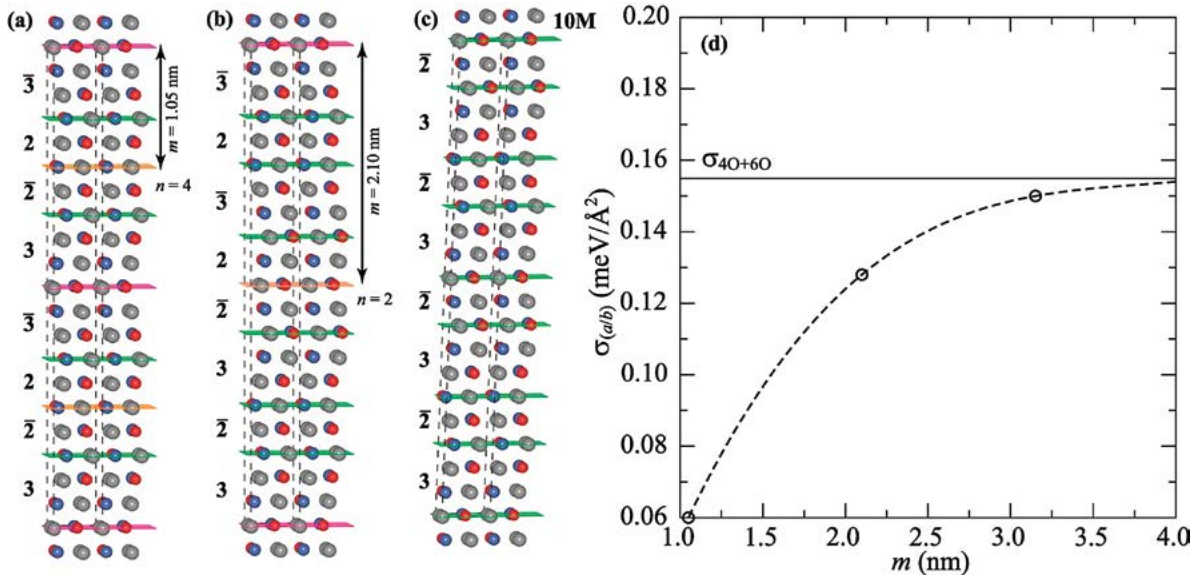
■ Obr. 8 Porovnání mikrostruktury slitiny AlSi₉Cu₃Fe připravené (a) klasickým litím a (b) selektivním tavením laserem.

2.2.4 CVD diamantové vrstvy

V oblasti výzkumu MWPECVD diamantů, kde jsme se dosud zabývali výhradně syntézou vodivého bórem dopovaného diamantu, jsme se nově zaměřili na vývoj korozi odolné anody pro oxidaci vody [15]. Dále jsme



■ Obr. 9 Ramanovo spektrum bórem silně dotovaného diamantu analyzovaného použitím několika Fanových funkcí (vlevo); šířka a poloha neporušené spektrální čáry diamantu v centru Brillouinovy zóny jako funkce koncentrace atomárního bóru (vpravo).



■ Obr. 10 Ilustrace nanodvojitění v materiálu s magnetickou tvarovou pamětí a vypočtená energie dvojitové stěny v závislosti na tloušťce nanodvojitě m .

začali pracovat jednak na výzkumu senzorů pro detekci neuronového signálu, jednak na výzkumu porézních bórem dopovaných diamantů pro elektrochemickou detekci [16].

Vlastnosti bórem dopovaných diamantových vrstev ve vysokém elektrickém poli byly dále zkoumány metodou TLP – měření pulzních přenosových vedení. Další vývoj analýzy Ramanových spekter bórem vysoce dopovaného diamantu vedl k novému pochopení fenoménu zodpovědného za pozorovaná spektra a stanovení koncentrace atomového bóru z nedestruktivní Ramanovy analýzy diamantu [17] (obr. 9).

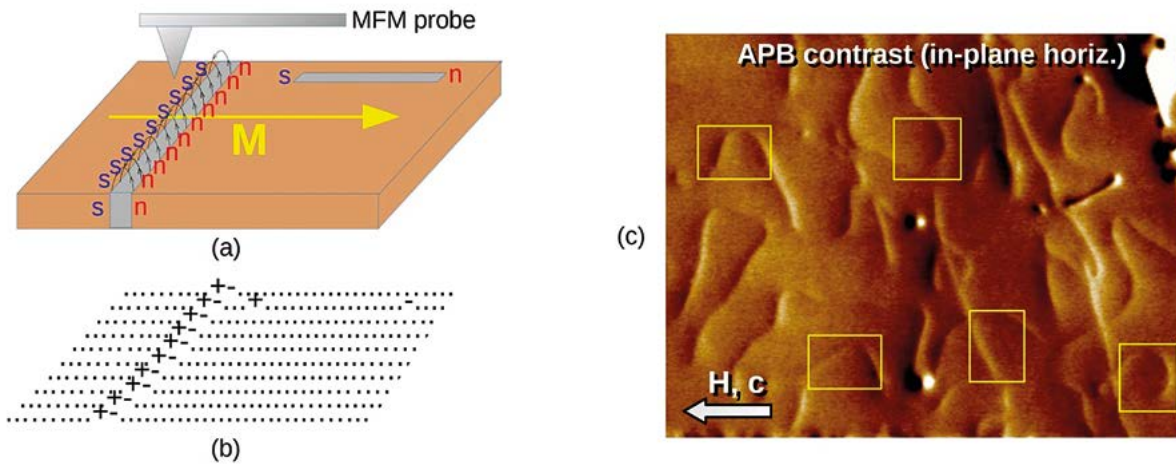
2.2.5 Feromagnetika a multiferoika

Strukturální fázový přechod v Ni-Mn-Ga byl studován rentgenovou a neutronovou difrakcí a měřením některých fyzikálních parametrů. Ukázali jsme, že materiál přechází při $T = 250$ K do nesouměřitelně modulované fáze. Čím je způsoben tento přechod není dosud zcela jasné, ale zdá se, že jde o elastické přizpůsobení nastupující nové strukturální fáze. Tento přechod může značně ovlivnit pohyblivost hranic dvojitění a tedy magnetoelastické chování neboli jev magnetické tvarové paměti [18]. Navržený model nanodvojitění je demonstrován na obr. 10. Změny v elektronové struktuře způsobené martensitickou transformací byly studovány pomocí fotoelektronové spektroskopie přístrojem NanoESCA. Ukázali jsme, že existence dvojitění silně změnila měřená spektra, což nebylo předtím uvažováno. Správná interpretace vyžadovala kombinaci experimentálních měření a složitých

teoretických výpočtů [19]. Pro transformaci v tenkých vrstvách jsme ukázali pomocí měření povrchových vln, že rozhodující vliv na martensitickou transformaci má měknutí elastických konstant příčných módů kmitů mřížky [20]. Tato práce byla uskutečněna ve spolupráci s ÚT AVČR a IFW Dresden. Teoretickým studiem transformační dráhy bylo ukázáno, že z kinetických důvodů výsledným produktem fázové transformace je modulovaná fáze, nikoliv fáze nemodulovaná, kterou predikují výpočty založené pouze na výpočtu celkové energie [21]. Objevili jsme novou metodu pro vizualizaci a vysvětlili vznikající kontrast antifázových rozhraní (APB) v Ni-Mn-Ga slitinách s magnetickou tvarovou pamětí pomocí mikroskopu magnetických sil (obr. 11). Antifázová rozhraní, na kterých se převrací uspořádání atomů, jsou důležitá pro magnetické vlastnosti materiálu a jejich studium a pochopení je tedy klíčové pro řízení magnetických vlastností materiálu. Pozorování APB v Ni-Mn-Ga slitinách je navíc nedostupné klasickými metodami transmisní elektronové mikroskopie v důsledku speciálních vlastností Mn a Ga. Nalezení nové a přitom experimentálně poměrně jednoduché metody pozorování APB je tedy velmi důležitým příspěvkem do výzkumu slitin Ni-Mn-Ga (obr. 11) [22].

2.2.6 Magneticky uspořádané materiály na základě vzácných zemin

Zabývali jsme se fundamentálním výzkumem původu magnetismu v sloučeninách se vzácnými zeminami. Ačkoliv tyto jevy se objevují především ve velmi nízkých



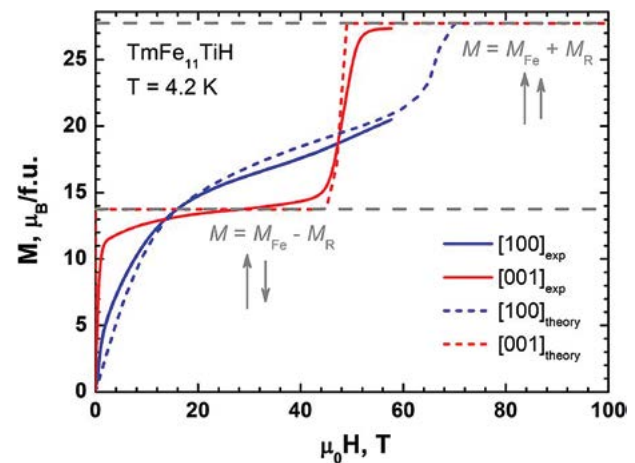
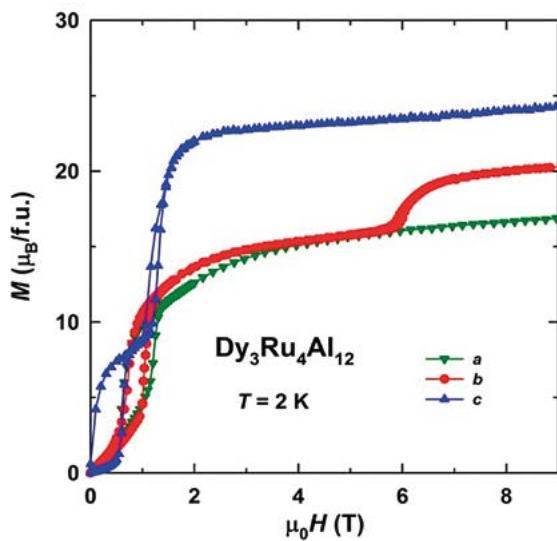
■ Obr. 11 Princip metody vizualizace antifázových rozhraní pomocí mikroskopu magnetických sil (a), očekávaný kontrast pro kolmo orientovaná rozhraní (b) a pozorování rozhraní v experimentu (c).

teplotách, výzkum je důležitý pro hledání nových permanentních magnetů, materiálů s obří magnetostrikcí a pro magnetokalorický jev. Specificky jsme se zabývali systematickým studiem magnetických a příbuzných elektronických vlastností (magnetostrikce, magnetoakustika, specifické teplo, elektrický odpor) monokrystalů vysoce anizotropních intermetalických sloučenin na bázi kovů vzácných zemin nebo uranu.

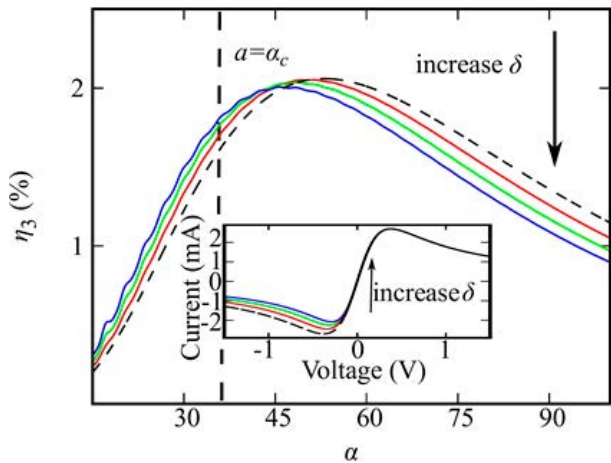
V hexagonální krystalové struktuře intermetalických sloučenin $R_3Ru_4Al_{12}$ tvoří atomy R zkreslenou deformovanou trojúhelníkovou mřížku, zvanou kagome mřížka. Kvůli geometrické frustraci je jediná krystalografická poloha atomů R rozdělena na dvě místa nesoucí různé magnetické momenty, které jsou předmětem vzájemných interakcí výměny a anizotropie. Jako výsledek jsou pozorovány četné fázové přechody indukované polem

– ukázáno na obr. 1 na příkladu $R = Dy$ (obr. 12a). To vede k velmi komplikovaným magnetickým vlastnostem nejen pro antiferomagnety ($R = Gd, Tb, Dy, Ho$), ale také neočekávaně pro feromagnety ($R = Pr, Nd$). Tato nová skupina magnetů vzácných zemin je velmi zajímavá a vyžaduje systematické studium. Poprvé jsme vypěstovali monokrystal s $R = Pr, Nd, Dy, Ho$ a studovali jejich magnetické a příbuzné vlastnosti (specifické teplo, magnetoakustiku) s interpretací na základě souhry mezi geometrickou frustrací a účinky krystal-elektrického pole [23, 24, 25].

Studovali jsme vlastnosti vysoce čistých kovů vzácných zemin, Gd, Tb, Dy , jejich hydridů a systémů na bázi vzácných zemin a Fe [26, 27]. Magnetické přechody v těchto materiálech jsou doprovázeny velkými magnetokalorickými a magnetostrikčními deformacemi, které jsou také velmi citlivé na stav struktury vzorku. Pro vytvoření nehomogenní struktury nebo silné textury



■ Obr. 12 Metamagnetické přechody projevující se jako velmi rychlý nárůst magnetizace v magnetickém poli. $Dy_3Ru_4Al_{12}$ vykazuje několik takových přechodů v relativně nízkém poli, které ilustruje několik energeticky blízkých stavů vyplývajících z konkurence výměnných a anizotropních interakcí [24]. Stejný efekt je pozorován ve vysokém poli pro slitinu $TmFe_{11}TiH$. [26]



■ **Obr. 13** Účinnost konverze pro nelinearitu třetího řádu v závislosti na amplitudě a vstupní elektromagnetické vlny. V tomto konkrétním případě dochází k násobení vstupní frekvence 141 GHz na výstupní $3 \times 141 = 423$ GHz.

ve vzorcích byla použita intenzivní plastická deformace, rychlé ochlazení a kombinace různých metod včetně tepelného zpracování. Získali jsme nové systémy $(\text{Nd}, \text{Ho})_2(\text{Fe}, \text{Co})_{14}\text{B}-\text{H}$, $\text{Ho}_2\text{Fe}_{17}-\text{N}$, $\text{Er}_2\text{Fe}_{17}-\text{N}$, $\text{Tm}_2\text{Fe}_{17}-\text{H}$. Sloučeniny byly studovány ve vysokých magnetických polích do 60 T. V některých feromagnetických vzorcích byl pozorován fenomén indukovaného feromagnetického stavu pod vlivem magnetického pole (obr. 12b). Teoreticky byly také vypočteny magnetizační křivky s vysokým polem a získali jsme sadu parametrů výměny a krystalického pole v matečných a hydridových a nitridovaných materiálech.

2.2.7 Teorie kondenzovaných látek

Výzkum v oddělení teorie kondenzovaných látek vedl v roce 2018 k výsledkům v různých oblastech, především se jednalo o popis mnohočásticových systémů mimo termodynamickou rovnováhu [28], kvantový transport a optickou odezvu v polovodičích s důrazem na nelineární optiku v GHz–THz oblasti [29], supravodivost a magnetismus [30,31], teoretické modelování a interpretaci rentgenových spekter [32], vývoj počítačových programů pro výpočty elektronové struktury [33] a studium nerovnovážných procesů v tekutinách [34, 35].

Elektrony v nanoskopických systémech daleko od rovnováhy

Přesný popis elektronového transportu v nanoskopických systémech pomocí nerovnovážných Greenových funkcí je pro praktické výpočty neúnosně ča-

sově náročný a zároveň fyzikálně neprůhledný. Proto v poslední době nabývá na významu redukce tohoto formalismu na přibližný popis pomocí jednodušší veličiny – kvantové distribuční funkce, jejíž časový vývoj je popsán kinetickou rovnicí. Na modelu molekulárního můstku spojeného tunelovacími kontakty se dvěma masivními feromagnetickými přívody bylo výpočtem magnetických proudů v kontaktech ukázáno, že tradiční předpoklad používaný při formulaci kinetické rovnice může vést ke zcela mylným výsledkům. Byl nalezen případ, kdy použití tohoto předpokladu vede na ustálené magnetické proudy chybného směru. Nám se podařilo identifikovat příčinu zjištěného chybného chování, zformulovat opravu kinetické rovnice a demonstrovat, že nová rovnice vede na magnetické proudy ve výborné shodě s exaktním numerickým řešením pomocí úplného aparátu Greenových funkcí [28].

Kvantový transport a optická odezva v polovodičích

Pokud na polovodičovou supermřížku dopadá elektromagnetická vlna s frekvencí ω , může v ní docházet ke generování vln, jejichž frekvence jsou násobkem frekvence dopadající vlny. Ideální supermřížka se vyznačuje zcela antisymetrickou proudovou odezvou na přiložené elektrické napětí a proto může generovat pouze liché harmonické frekvence $3\omega, 5\omega, \dots$. Na druhou stranu, reálné supermřížky mohou mít i sudou harmonickou odezvu ($2\omega, 4\omega, \dots$), což zvyšuje rozsah možných výstupních frekvencí. Tyto efekty byly v nedávné době vysvětleny s použitím modelu, který kombinuje řešení Boltzmannovy kinetické rovnice s formalismem nerovnovážných Greenových funkcí (obr. 13). Tento teoretický postup v kombinaci s pokrokem ve vývoji zdrojů GHz záření povzbuzuje narůstající zájem o vývoj kompaktních zařízení použitelných při pokojové teplotě a operujících ve frekvenčním rozsahu od GHz po THz. Vystává otázka, jakou účinnost je u takových zařízení možno očekávat. Odpověď na tuto otázku jsme našli analýzou účinnosti generování vyšších harmonických frekvencí v supermřížkách vystavených elektromagnetickému záření. Nerovnosti rozhraní v supermřížce byly konzistentně započteny v použitém teoretickém přístupu, přičemž se ukázalo, že tyto nerovnosti silně ovlivňují výstupní výkon lichých i sudých harmonických. Teoreticky předpovězený výstupní výkon je v dobré shodě s experimentálními daty v širokém frekvenčním rozsahu. Navržená metoda otevírá cestu ke kontrolované přípravě supermřížek s požadovaným sudým harmonickým výstupním výkonem pomocí změn kvality jejich rozhraní [29].

Studium supravodivého chování sloučeniny PuCoGa₅

Studovali jsme efekty vyvolané substitucí některých atomů galia (Ga) za atomy hliníku nebo germania v krystalové mřížce sloučeniny PuCoGa₅. Ta je mezi sloučeninami obsahujícími prvky ze skupiny aktinoidů supravodičem s nejvyšší kritickou teplotou. V experimentech bylo zjištěno, že zmíněná změna chemického složení vede k výraznému snížení kritické teploty a tedy ke zhoršení supravodivých vlastností. Naše teoretické výpočty ukazují, že pozorované snížení kritické teploty je doprovázeno podstatnou změnou Fermiho plochy, která je zachycena na obr. 14 [30].

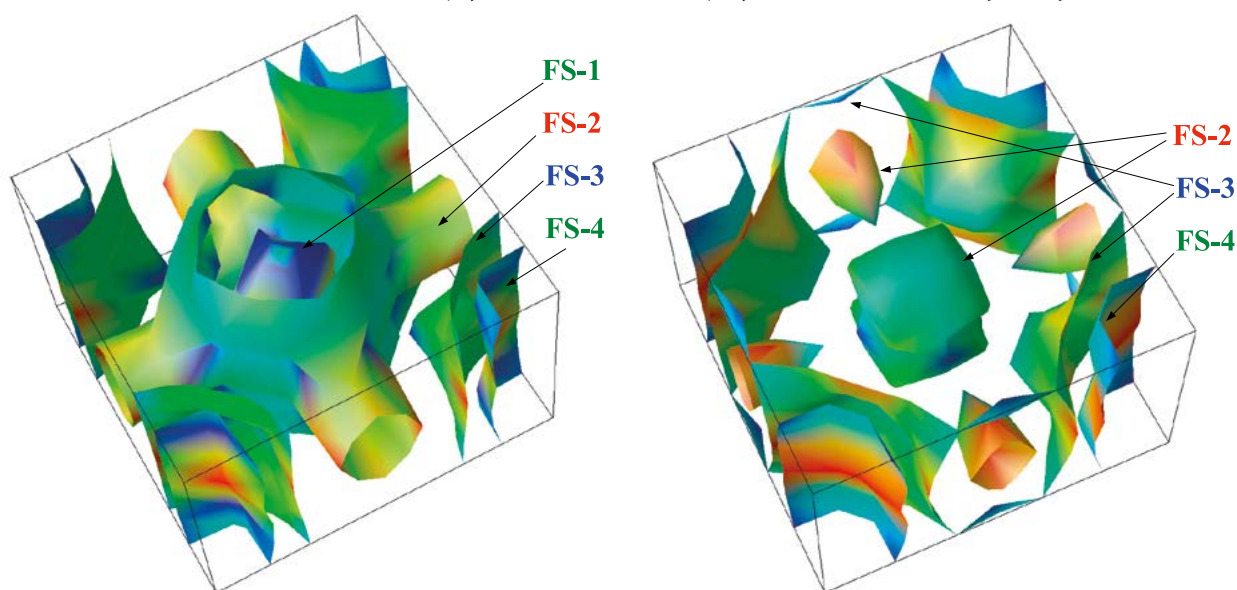
Elektrický odpor slitin železa a niklu způsobený rozptylem na magnetických momentech

Slitiny železa a niklu jsou již dlouhou dobu široce používány v technice a jejich fyzikální vlastnosti byly podrobně měřeny v různých experimentech. Jejich elektronové, magnetické a transportní vlastnosti jsme podrobili detailnímu teoretickému rozboru. Naše výpočty elektronové struktury a magnetických momentů z prvních principů jsou – podle očekávání – v dobrém souhlasu s experimentálními daty i s výpočty jiných autorů. V případě transportních vlastností, například elektrického odporu a hlavně jeho závislosti na teplotě, je situace složitější. Jsou tři hlavní rozptylové mechanismy, které způsobují elektrický odpor: rozptyl elektronů na náhodně rozmístěných atomech niklu a železa v krystalové mřížce, rozptyl elektronů na kmitech atomů a konečně rozptyl na náhodně

orientovaných a fluktuujících magnetických momentech atomů. Příspěvky od jednotlivých mechanismů nelze spočítat jeden po druhém a potom je sečíst, je nutné je zahrnout současně v jediném výpočtu. Výpočet potom probíhá tak, že uvažujeme slitinu s trojím typem náhodnosti, tedy složenou z náhodně rozmístěných atomů niklu a železa, které jsou náhodně vychýlené ze svých rovnovážných poloh a přitom velikosti těchto vychylek odpovídají dané teplotě, a podobně tomu je i s magnetickými momenty: atomy mají náhodně orientované momenty s velikostmi, které odpovídají dané teplotě. Teoretické výsledky jsou ve velmi dobrém souhlasu s experimentem. Hlavní příspěvek pochází od rozptylu na kmitech mřížky. Zajímavé je, že k dobrému souhlasu je nutné zahrnout i velmi malé momenty na atomech niklu [31].

Teoretická spektroskopie

Rentgenovská spektroskopie je jedním ze způsobů experimentálního zjišťování elektronové struktury látek. Některé metody z této skupiny poměrně přímočaře mapují valenční elektronové stavy (například rentgenovská absorpce), jiné jsou méně přímočaré a jejich interpretace vyžaduje zvýšené teoretické úsilí. Do druhé kategorie patří například rezonanční rentgenovská emise. Navrhli a implementovali jsme postup výpočtu rezonančních emisních spekter, který staví na teorii funkcionálu hustoty v kombinaci s teorií dynamického středního pole. Získanou metodu, která představuje podstatné zdokonalení dosud používaných postupů, jsme použili na interpretaci spekter naměřených na stlačeném praseodymu, kovu ze skupiny lanthanoidů. Přitom jsme zjistili, kolika elektrony



■ Obr. 14 Fermiho plocha ve sloučenině PuCoGa₅ (vlevo) a po záměně jednoho z atomů galia atomem germania (PuCoGa₄Ge, vpravo). Kritická teplota po této substituci klesá z 17,6 K na 7 K.

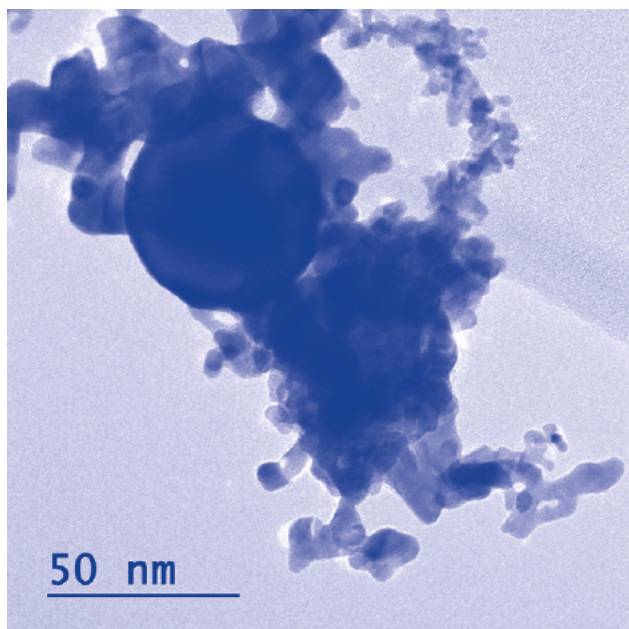
je obsazena valenční f slupka a jaká je míra fluktuací tohoto obsazení (takzvaných valenčních fluktuací) v závislosti na tlaku, kterému je kov vystaven [32].

Výpočty elektronové struktury neperiodických materiálů

V rámci dlouhodobě běžícího projektu jsme doplnili nové možnosti a novou funkcionalitu do námi vyvíjeného počítačového programu určeného pro výpočty vlastností neperiodických materiálů, který vychází z prvních principů kvantové mechaniky a nevyužívá předpokladu translační symetrie [33]. Pro zjišťování rovnovážných pozic atomů v látce a pro simulace šíření defektů krystalové struktury jsme vyvinuli a implementovali přesný a efektivní postup výpočtu sil, působících na atomy vychýlené z jejich rovnovážných pozic. Protože úlohy tohoto typu vyžadují provádění simulací pro velké vzorky obsahující 100 000 i více atomů, je rychlost a efektivita použitých algoritmů klíčová. Náš přístup těží mimo jiného i ze spojení s průmyslově ověřeným a neustále se rozvíjejícím přístupem k řešení parciálních diferenciálních rovnic metodou konečných prvků.

Nerovnovážné procesy v tekutinách

Koloidní částice umístěné v nehomogenní tekutině vykonávají Brownův pohyb a vyhledávají stabilní konfiguraci.



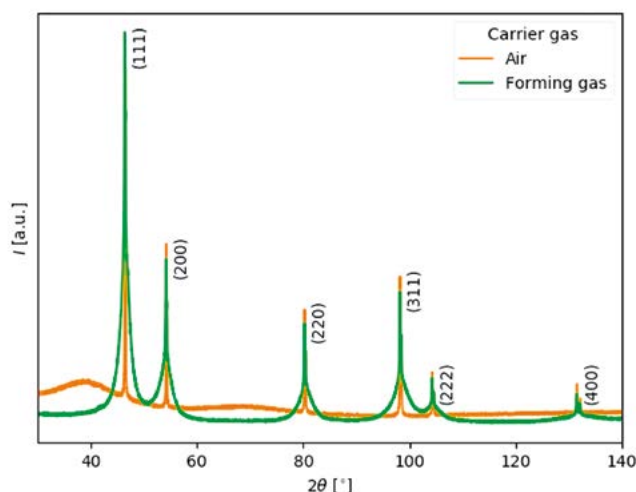
■ **Obr. 15** Velká sférická mikrokrytalická částice Pt obklopená nanokrytalickými částicemi zobrazená pomocí transmisní elektronové mikroskopie (vlevo). Rtg. difrakce směsi amorfních a vysrážených makrokrytalických částic platiny připravených na vzduchu a směsi nanokrytalických a makrokrytalických částic připravených ve formovacím plynu (vpravo). Rtg difrakce umožňuje určit hmotnostní podíl mikrokrytalického příspěvku a kvantifikovat tak výtěžek produkce nanokrytalů, TEM umožňuje určit strukturu a morfologii jednotlivých typů částic.

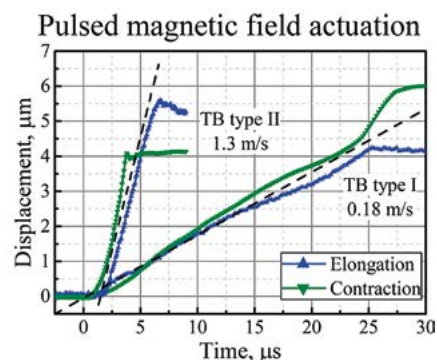
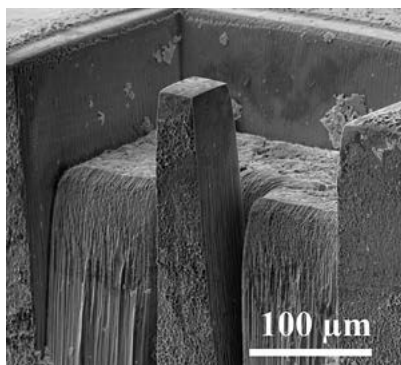
race, v nichž je energie tekutiny minimální. Tato situace se však výrazně změní, pokud je tekutina udržována mimo termodynamickou rovnováhu prostřednictvím vírového proudění nebo gradientů teploty či chemického potenciálu. V takovém případě nelze dynamiku koloidů redukovat na Brownův pohyb a fluktuace nemají čistě termální charakter. Nalezení stacionárních konfigurací a kvantitativní rozbor jejich stability pro různé typy nerovnovážných procesů v tekutině je obecně netriviální problém. V našem výzkumu jsme se zaměřili na specifický jev stabilizace pomalé koloidní částice v centru dostatečně silného víru. Metodami rigorózní stochastické analýzy jsme ukázali, že tento efekt je robustní vůči detailům vírového proudění a má obecně zesilující charakter [34]. V jeho důsledku lze pak v nehomogenní tekutině pozorovat přechody mezi nestabilními a stabilními režimy jednotlivých stacionárních konfigurací koloidních systémů v závislosti na úrovni nerovnovážných procesů v tekutině. Zároveň intenzivně studujeme chování koloidních částic unášených kapalinou proudící v úzkých kanálech netriviálního tvaru [35].

2.2.8 Experiment s aplikačním potenciálem

In-situ mechanoelektrochemické zkoušky povrchů NiTi stentů

Pro firmu Admedes z Německa (přední světového výrobce superelastických NiTi komponent pro lékařské





■ Obr. 16 Mikropilíř zhotovený ze slitiny s magnetickou tvarovou pamětí mikroobráběním iontovým svazkem a měření deformace pilíře v magnetickém poli ukazující plnou 6% deformaci během méně než 10 mikrosekund (s mikrostrukturou TB type II).

implantáty) jsme v rámci smluvního výzkumu vypracovali závěrečnou zprávu popisující výsledky výzkumu vlivu úprav povrchu NiTi drátů na mechanokorozní odolnost a únavu při cyklické tahové deformaci.

In-situ nedestruktivní magnetické metody

Stále probíhají jednání s průmyslovým partnerem z Číny, který projevil zájem o pořízení licence k metodě měření změn magnetických vlastností ocelí pro vyhodnocení únavového poškození vyvinuté v minulých letech I. Tomášem. Bohužel, slibné vyjednávání přerušila náhlá smrt I. Tomáše. Po delší odmlce jednání pokračují. Deformovaná povrchová vrstva ocelí byla zkoumána pomocí měření magnetického a akustického šumu s cílem rozšířit vyhodnocování indukovaných změn způsobených zpracováním [36]. K tomu byl postaven nový měřicí systém na bázi rychlých PXI karet pro měření Barkhausenova šumu (BN), akustické emise (AE) a inkrementální (reversible) permeability (IP) na různých frekvencích a GMI do 100 kHz. Úspěšně jsme dokončili práci na vyhodnocení fází magnetických kompozitů v rámci Centra excellence AdMat, na kterém společně spolupracovaly FZÚ, ÚT, ÚFP, ÚJF AVČR a dvě skupiny z MFF UK a FJFI ČVUT. Výsledky byly publikovány v prestižním časopise Scientific Report [37].

Materiály s magnetickou tvarovou pamětí v mikroaktuátorech

Ve spolupráci se zahraničním partnerem Lappeenranta University of Technology jsme pokračovali v sérii aplikačních experimentů směřující k možnému využití materiálů s magnetickou tvarovou pamětí v mikromanipulátorech, mikropumpách, a jiných mikrozařízeních na škále jednotek až desítek mikrometrů [38]. Ukázali jsme, že pro mikropilířky připravené metodou iontového obrábění je reakce na vnější puls magnetického pole velice rychlá (obr. 16) a je tedy možné uvažovat o pracovních frekvencích nad 10 kHz.

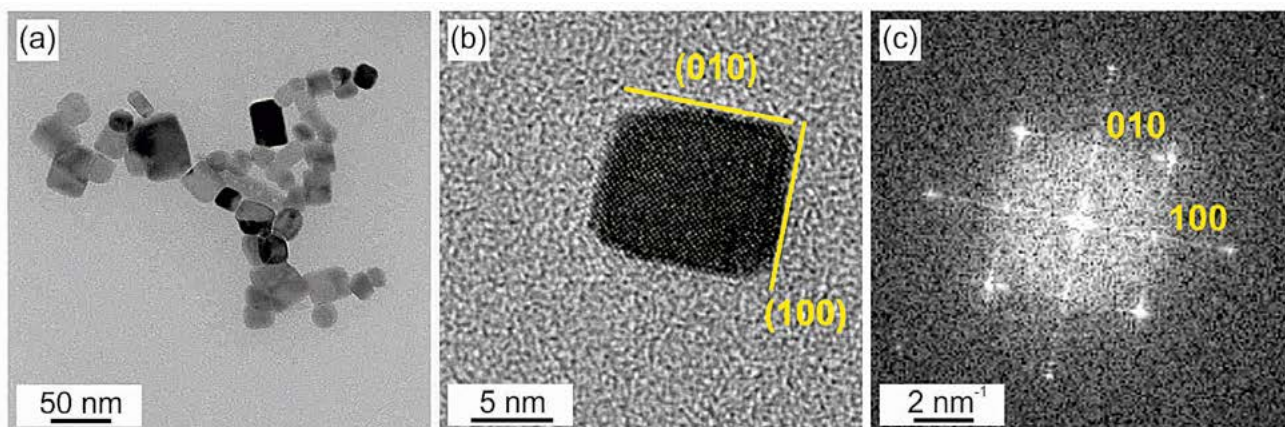
2.2.9 Výzkum ve společných a centrálních laboratořích

V roce 2018 dále rozvíjely svoji činnost centrální laboratoře SAFMAT-FUNBIO, LEM, ROTAN, SLMS a GDOES, v nichž jsou umístěna nákladná experimentální zařízení pro charakterizaci materiálů. Významně se zvýšila frekvence využívání služeb laboratoří LEM, Funbio-SAFMAT a GDOES, což se projevilo zvýšeným počtem výsledků a publikací využívajících experimentální vybavení a metody v těchto laboratořích. Metody v laboratořích LEM a FUNBIO umožnily výzkumným skupinám zabývat se výzkumem materiálu v mikroskopických rozměrech a charakterizací v nanorozměrech.

Pracovníci rtg laboratoře ROTAN pokračovali ve spolupráci s centrem HiLASE v oblasti mikrostrukturální a rentgenové charakterizace kovových materiálů s povrchy upravenými laserem, s Fakultou strojní ČVUT na společném výzkumu úpravy povrchů titanových slitin metodou iontové implantace za účelem zvýšení jejich užitných vlastností [39] a byla zahájena spolupráce v rámci Strategie AV 21/3 zaměřená na technologii přípravy nanočástic s Ústavem termomechaniky AV ČR, v.v.i., jejíž první výsledky jsou v současné době připravovány k publikaci (obr. 16).

V laboratoři elektronové mikroskopie LEM probíhala spolupráce jak s výzkumnými týmy FZU, zvláště sekce 2, tak s externími výzkumníky z jiných výzkumných ústavů. Jednalo se zejména o mikrostrukturální a mikromechanickou charakterizaci kovů a kovových slitin – NiTi, AlSi₉Cu₃Fe, Cu-Ni-Al [12], Ni-Mn-Ga, Al, Mg, TiN. Ve spolupráci s Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR byl zkoumán tvar nanokostek SrTiO₃ pro aplikaci při elektrochemickém štěpení vody (obr. 17) a vzorky spinelu Li₄Ti₅O₁₂ pro využití v bateriích.

Laboratoř emisní spektroskopie s doutnavým výbojem GDOES poté, co její vedení převzal RNDr. Zdeněk Weiss, CSc, významně rozšířila svoji činnost pro vědecké



■ **Obr. 17** Nanokostky SrTiO_3 s tvarem $\{100\}$ lze připravit s požadovanou velikostí v rozmezí 10–30 nm. Jejich aktivita pro štěpení vody však exponenciálně klesá s velikostí pod 20 nm.

skupiny. V laboratoři současně probíhá vlastní výzkum excitančních mechanismů v doutnavém výboji [40].

V laboratoři SAFMAT-FUNBIO jsou úspěšně charakterizovány mikrostruktury materiálů pomocí xenonového FIB svazku. 3D-tomografie je používána pro pořizování 3D-EBSD map, čímž se propojuje instrumentační tematika se studiem strukturních i funkčních materiálů. FIB se stal vynikajícím nástrojem pro přípravu mikrorozměrných nástrojů a vzorků z funkčních materiálů. Bohatá spolupráce napříč Fyzikálním ústavem a zejména sekcí je doplněna vlastní, metodologickou prací napojenou na zaměření výzkumu v sekci 2.

Společná laboratoř magnetických studií (SLMS) velmi úspěšně pracuje jako centrální laboratoř zabezpečující magnetická měření pro celý FZÚ, ale zabývá se i vlastním výzkumem. V rámci spolupráce s Ústavem fyziky plazmatu AVČR byl zkoumán vliv ozáření neutrony na elektromagnetické vlastnosti supravodivých pásků pro vinutí budoucích magnetů pro fúzní generátory. Měření vyústila v doporučení, jaké supravodivé pásky jsou nejlepší pro využití v magnetech fúzních reaktorů, kde jsou poškozovány silným neutronovým tokem, a byl nalezen maximální rozsah magnetických polí, ve kterých je možné tyto pásky optimálně využít [41]. Též probíhá výzkum supravodičů k nalezení podmínek pro zvýšení kritických proudů a výdrži supravodivosti ve velmi vysokých magnetických polích [42]. Dále jsme se zabývali měřením a charakterizací (kritická teplota, kritická proudová hustota, její teplotní závislost) supravodivých slitin s vysokou entropií, které obsahují Ta, Ti, Nb a Zr (ve spolupráci s MFF UK a UFP AVČR).

Společná laboratoř nízkých teplot a Mössbauerovské spektroskopie se prioritně zabývá studiem martensitických transformací v Heuslerových slitinách s aplikačním potenciálem (např. Ni_2FeGa mikrovlákna, $\text{Fe}_{44}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{31}$ folie). Postupná proměna martensitické fáze v austeni-

tickou se ve spektrech projevuje úbytkem magneticky štěpené komponenty (sextetu) a rostoucím paramagnetickým příspěvkem (singlet, příp. dublet o malém kvadrupólovém štěpení). Dalším zkoumaným systémem jsou mikročástice vysokoentropické slitiny CrFeMnNi . Teplotní a polní závislost magnetizace spolu s měřením mössbauerovských spekter definovalo atomy Mn jako původce magnetického uspořádání ve struktuře a odhalilo vliv transferovaného magnetického pole v místě atomů Fe na distribuci hyperjemného pole. Dalším významným výzkumným směrem je studium chování a funkce Fe v biologických systémech.

V Oddělení chemie jsou připravovány nové vysoce čisté organické materiály sloužící k přípravě kompozitů se samouspořádávacími vlastnostmi a ke studiu kryoprotekce. V oboru anorganické chemie se zabýváme přípravou materiálů aplikovatelných jako luminofory a materiály sloužící k detekci ionizujícího záření. Metodami analytické chemie kontrolujeme složení a čistotu látek připravených v technologické části oddělení Chemie a dle potřeby i v ostatních odděleních sekce.

2.2.10 Jiné významné úspěchy pracovníků sekce

Pavel Lejček byl jmenován „visiting professor“ na Kumamoto University, Kumamoto, Japonsko.

Pavel Lejček rovněž obdržel Certificate of Excellent Reviewing v r. 2018 od časopisu Acta Materialia.

Literatura

- [1] Kun Li, Xiao Li Zhu, Xiao Qing Liu, Xiao Ma, Mao Sen Fu, Jan Kroupa, Stanislav Kamba, and Xiang Ming Chen, Electric-field induced phase transition and pinched P-E hysteresis loops in Pb-free ferroelectrics with tungsten bronze structure, *NPG Asia Mat.* **10** (2018) 71–81. DOI: 10.1038/s41427-018-0013-x
- [2] V. Novotná, V. Hamplová, M. Glogarová, L. Lejček, E. Gorecka, Effect of the applied electric field on new cholesterics with extremely short pitch, *Liquid Crystals* **45** (2018) 634–640. DOI: 10.1080/02678292.2017.1376126
- [3] L. Lejček, V. Novotná, M. Glogarová, A model of field induced stripe texture in the cholesterics with extremely short pitch, *Liquid Crystals* **46** (2019). DOI: 10.1080/02678292.2018.1550689
- [4] M. Šindler, C. Kadlec, P. Kužel, K. Ilin, M. Siegel, and H. Němec, Departure from BCS response in photoexcited superconducting NbN films observed by terahertz spectroscopy, *Phys. Rev. B* **97** (2018) 054507. DOI: 10.1103/PhysRevB.97.054507
- [5] M. Paściak, T.R. Welberry, J. Kulda, S. Leoni, and J. Hlinka, Dynamic displacement disorder of cubic BaTiO₃, *Phys. Rev. Lett.* **120** (2018) 167601. DOI: 10.1103/PhysRevLett.120.167601
- [6] P. Šittner, P. Sedlák, H. Seiner, P. Sedmák, J. Pilch, R. Delville, L. Heller, L. Kadeřávek, On the coupling between martensitic transformation and plasticity in NiTi: Experiments and continuum based modelling, *Progress in Materials Science*, 2018, 98; 249–298, <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2018.07.003>
- [7] L. Heller, H. Seiner, P. Šittner, P. Sedlák, O. Tyc, L. Kadeřávek, On the plastic deformation accompanying cyclic martensitic transformation in thermomechanically loaded NiTi, *International Journal of Plasticity* **111**, (2018), 53–71, <https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2018.07.007>
- [8] J. Maňák and D. Vokoun. Microbending Experiments on Pure Magnesium with Nonbasal Slip Orientation. *Materials*, **11**, (2018) 1434.
- [9] Pavel Lejček, Monika Všianská, and Mojmír Šob: Recent trends and open questions in grain boundary segregation. *J. Mater. Res.* **33** (2018) 2647–2660. Invited Feature Paper.
- [10] Pavel Lejček, and Siegfried Hofmann: Prediction of Binary interaction coefficients in grain boundary segregation. *Surf. Interface Anal.* **50** (2018) 640–647.
- [11] Michaela Fousová, Drahomír Dvorský, Marek Vronka, Dalibor Vojtěch, and Pavel Lejček: The use of selective laser melting to increase performance of AlSi9Cu3Fe alloy. *Materials* **11** (2018) 1918 (16 pp.)
- [12] Michaela Fousová, Drahomír Dvorský, Alena Michalcová, and Dalibor Vojtěch: Changes in the microstructure and mechanical properties of additively manufactured AlSi10Mg alloy after exposure to elevated temperatures. *Mater. Charact.* **137** (2018) 119–126.
- [13] Přemysl Málek, Orsolya Molnárová, and Pavel Lejček: Low temperature superplasticity of the ECAP Al7075-based alloy. *Lett. Mater.* **8** (2018) 549–553.
- [14] Václav Paidar, Jaroslav Čapek, and Andiy Ostapovets: Secondary twinning in zinc. *Philos. Mag. Lett.* **98** (2018) 437–445.
- [15] P. Ashcheulov, A. Taylor, V. Mortet, A. Poruba, F. Le Formal, H. Krýsová, M. Klementová, P. Hubík, J. Kopeček, J. Lorinčík, J.-H. Yum, I. Kratochvílová, L. Kavan, K. Sivula, Nanocrystalline Boron-Doped Diamond as a Corrosion-Resistant Anode for Water Oxidation via Si Photoelectrodes, *ACS Applied Materials & Interfaces.* **10** (2018) 29552–29564. doi:10.1021/acsami.8b08714.
- [16] Z. Vlčková Živcová, V. Mortet, A. Taylor, A. Zukal, O. Frank, L. Kavan, Electrochemical characterization of porous boron-doped diamond prepared using SiO₂ fiber template, *Diamond and Related Materials.* **87** (2018) 61–69. doi:10.1016/j.diamond.2018.05.007.
- [17] V. Mortet, Z.V. Živcová, A. Taylor, M. Davydová, O. Frank, P. Hubík, J. Lorinčík, M. Aleshin, Determination of atomic boron concentration in heavily boron-doped diamond by Raman spectroscopy, *Diamond and Related Materials.* **93** (2019) 54–58. doi:10.1016/j.diamond.2019.01.028.
- [18] L. Straka, J. Drahokoupil, P. Veřtát, M. Zelený, J. Kopeček, A. Sozinov & O. Heczko, Low temperature a/b nanotwins in Ni₅₀Mn_{25+x}Ga_{25-x} Heusler alloys, *Sci. Rep.* **8**, 11943(1)–11943(11) (2018). doi: 10.1038/s41598-018-30388-8
- [19] O. Heczko, V. Drchal, S. Cichoň, L. Fekete, J. Kudrnovský, I. Kratochvílová, J. Lančok, V. Cháb, Electronic structure in the twinned 10M martensite phase of the Ni_{49.7}Mn_{29.1}Ga_{21.2} Heusler alloy: Experiment and theory, *Phys. Rev. B* **98**, 184407(1)–184407(8), (2018) doi: 10.1103/PhysRevB.98.184407

- [20] Oleg Heczko, Hanuš Seiner, Pavla Stoklasová, Petr Sedlák, Jan Sermeus, Christ Glorieux, Anja Backen, Sebastian Fähler, Michal Landa Temperature dependence of elastic properties in austenite and martensite of Ni-Mn-Ga epitaxial films *Acta Mater.* **145**, 298–305, (2018). doi: 10.1016/j.actamat.2017.12.011
- [21] Martin Zelený, Ladislav Straka, Alexei Sozinov and Oleg Heczko, Transformation Paths from Cubic to Low-Symmetry Structures in Heusler Ni₂MnGa Compound, *Sci. Rep.* 7275(1)–7275(8), (2018), doi: 10.1038/s41598-018-25598-z
- [22] L. Straka, L. Fekete, and O. Heczko, Antiphase boundaries in bulk Ni-Mn-Ga Heusler alloy observed by magnetic force microscopy, *Appl. Phys. Lett.* **113** (2018) 172901; <https://doi.org/10.1063/1.5052408>
- [23] M.S. Henriques, D.I. Gorbunov, A.V. Andreev, X. Fabrèges, A. Gukasov, M. Uhlarz, V. Petříček, B. Ouladdiaf, J. Wosnitza, Complex magnetic order in the kagome ferromagnet Pr₃Ru₄Al₁₂, *Physical Review B* **97** (2018) Art. No. 014431 (10 pp.); DOI: 10.1103/PhysRevB.97.014431
- [24] D.I. Gorbunov, T. Nomura, I. Ishii, M.S. Henriques, A.V. Andreev, M. Doerr, T. Stöter, T. Suzuki, S. Zherlitsyn, J. Wosnitza, Crystal-field effects in the kagome antiferromagnet Ho₃Ru₄Al₁₂, *Phys. Rev. B* **97** (2018) Art. No. 184412 (8 pp.); DOI: 10.1103/PhysRevB.97.184412.
- [25] I. Ishii, T. Mizuno, K. Takezawa, S. Kumano, Y. Kawamoto, T. Suzuki, D.I. Gorbunov, M.S. Henriques, A.V. Andreev, Magnetic-field-induced quadrupolar ordering and the crystal electric field effect in the distorted kagome lattice antiferromagnet Dy₃Ru₄Al₁₂, *Phys. Rev. B* **97** (2018) Art. No. 235130 (7 pp.); DOI: 10.1103/PhysRevB.97.235130.
- [26] I. S. Tereshina, N. V. Kostyuchenko, E. A. Tereshina-Chitrova, Y. Skourski, M. Doerr, I. A. Pelevin, A. K. Zvezdin, M. Paukov, L. Havela, H. Drulis, ThMn₁₂-type phases for magnets with low rare-earth content: Crystal-field analysis of the full magnetization process, *Sci. Rep.* **8** (2018) 3595(1)–3595(6), doi: 10.1038/s41598-018-21756-5
- [27] V.B. Chzhan, I.S. Tereshina, A.Y. Karpenkov, E.A. Tereshina-Chitrova, Persistent values of magnetocaloric effect in the multicomponent Laves phase compounds with varied composition, *Acta Mater.* **154** (2018) 303–310, doi: 10.1016/j.actamat.2018.05.053
- [28] A. Kalvová, B. Velický, V. Špička, Generalized master equation for a molecular bridge improved by vertex correction to the Generalized Kadanoff-Baym Ansatz, *EPL* **121**, 67002 (2018).
- [29] A. Apostolakis and M. F. Pereira, Controlling the harmonic conversion efficiency in semiconductor superlattices by interface roughness design, *AIP Advances* **9**, 015022 (2019).
- [30] E. Colineau, P. Boulet, J.-C. Griveau, R. Eloirdi, F. Wastin, A. B. Shick, R. Caciuffo, Gallium substitution in the transuranium superconductor PuCoGa₅, *J. Alloy. Compd.* **745**, 477 (2018).
- [31] V. Drchal, J. Kudrnovský, D. Wagenknecht, and I. Turek, Spin-disorder resistivity of random fcc-NiFe alloys, *Phys. Rev. B* **98**, 134442 (2018).
- [32] J. Kolorenč, Theory of resonant x-ray emission spectra in compounds with localized f electrons, *Physica B* **536**, 695 (2018).
- [33] R. Cimrman, M. Novák, R. Kolman, M. Tůma, J. Plešek, J. Vackář, Convergence study of isogeometric analysis based on Bézier extraction in electronic structure calculations, *Appl. Math. Comput.* **319**, 138 (2018).
- [34] T. Demaerel, C. Maes, and K. Netočný, Stabilization in the eye of a cyclone, *Ann. Henri Poincaré* **19**, 2673 (2018).
- [35] F. Slanina, Movement of spherical colloid particles carried by flow in tubes of periodically varying diameter, *Phys. Rev. E* **99**, 012604 (2019).
- [36] A. Stupakov, A. Perevertov, Dynamic properties of micro-magnetic noise in soft ferromagnetic materials, *J. Magn. Magn. Mater.* **456** (2018) 390–399.
- [37] J. Kopeček, K. Bartha, R. Mušálek, Z. Pala, T. Chráska, P. Beran, V. Ryukhtin, P. Strunz, J. Nováková, J. Stráský, P. Novák, O. Heczko, M. Landa, H. Seiner, M. Janeček, Structural characterization of semi-Heusler/light metal composites prepared by spark plasma sintering, *Sci. Rep.* **8** (2018) 11133-1–11133-13.
- [38] Denys Musiienko, Ladislav Straka, Ladislav Klimša, Andrey Saren, Alexei Sozinov, Oleg Heczko, Kari Ullakko, Giant magnetic-field-induced strain in Ni-Mn-Ga micropillars *Scripta Mater.* **150** (2018) 173–176. doi: 10.1016/j.scriptamat.2018.03.020
- [39] P. Vičák, J. Drahokoupil, P. Veřtát, J. Šepitka, J. Duchoň: Hardness response to the stability of a Ti(+N) solid solution in an annealed TiN/Ti(+N)/Ti mixture layer formed by nitrogen ion implantation into titanium, *Journal of Alloys and Compounds* **746**, 490–495 (2018)

- [40] Z. Weiss, E.B.M. Steers, J.C. Pickering, Transition rate diagrams and excitation of titanium in a glow discharge in argon and neon, *Spectrochim. Acta Part B* **144**, 2018, 20–28
- [41] Miloš Jirsa, Michal Rameš, Ivan Ďuran, Ladislav Viererbl, Effect of Neutron Irradiation on Critical Currents of REBaCuO Superconducting Tapes Considered for Magnets in Fusion Reactors, *IEEE Trans. Appl. Supercond.* **28** (2018) 6601505(1)–6601505(5) doi: 10.1109/TASC.2018.2804163
- [42] Miryala Muralidhar, Masaki Higuchi, Kotaro Kitamoto, Michael R.Koblichka, Milos Jirsa and Masato Murakami, Enhanced Critical Current Density in Bulk MgB₂, *IEEE Trans. Appl. Supercond.* **28** (2018) 8000405(5) doi: 10.1109/TASC.2018.2793309





2.3 Sekce fyziky pevných látek v roce 2018

Výzkum v Sekci fyziky pevných látek (Sekce 3), a to jak aplikovaný tak i základní, se v roce 2018 soustředil převážně na studium fyzikálních vlastností polovodičových a magneticky aktivních nanosystémů s vrstevnatým, granulárním, periodickým, případně aperiodickým uspořádáním. Jako realizačního zázemí pro přípravu vzorků bylo využíváno pokročilých technologických celků, především epitaxe z molekulárních svazků (MBE), epitaxe z organokovových sloučenin (MOVPE), elektronové litografie (EBL), plasmatické depozice (PE-CVD) a růstu krystalů metodou micro-pulling-down. Soustavně byly rozvíjeny experimentální metody pro komplexní charakterizaci takto připravených vzorků včetně metod pro účinné zpracování výsledků měření. Byla využívána celá řada elektronových a rentgenových difrakčních technik doplněných originálním, soustavně rozvíjeným vyhodnocovacím počítačovým programem (Jana2006), dále pak různé mikroskopické metody (SEM) včetně mikroskopu atomárních sil (AFM) pracujícím do heliových teplot. Standardně byla prováděna měření fotoluminiscenčních, katodoluminiscenčních a Ramanových spekter. Cenná data byla získána také metodou rentgenové fotoelektrické spektroskopie (XPS) a s pomocí nízkoteplotních magnetotransportních a magnetických měření za normálního až extrémně vysokého tlaku. K badatelským směrům nejvíce slibným z hlediska potenciálních aplikací patřil vývoj heterostruktur na bázi GaN pro detekci ionizujícího záření, výzkum spintronických elektronických a optoelektronických prvků a rychlých pamětí z nových antiferomagnetických materiálů, práce na řešení atomárních struktur umělých a mineralogických vzorků, zejména léčiv a sloučenin uranu, studium termomagnetických vlastností magneticky aktivních keramik a kompozit, příprava a charakterizace křemíkových a organických nanostruktur určených pro fotovoltaiku a biosenzoriku, výzkum bioaktivních funkcionalizovaných elementů z polykrystalického diamantu a vývoj inovativních scintilačních materiálů. Krátký výběr významných výsledků dosažených v roce 2018 v uvedených směrech uvádíme v následujícím přehledu.

2.3.1 Fyzika polovodičů

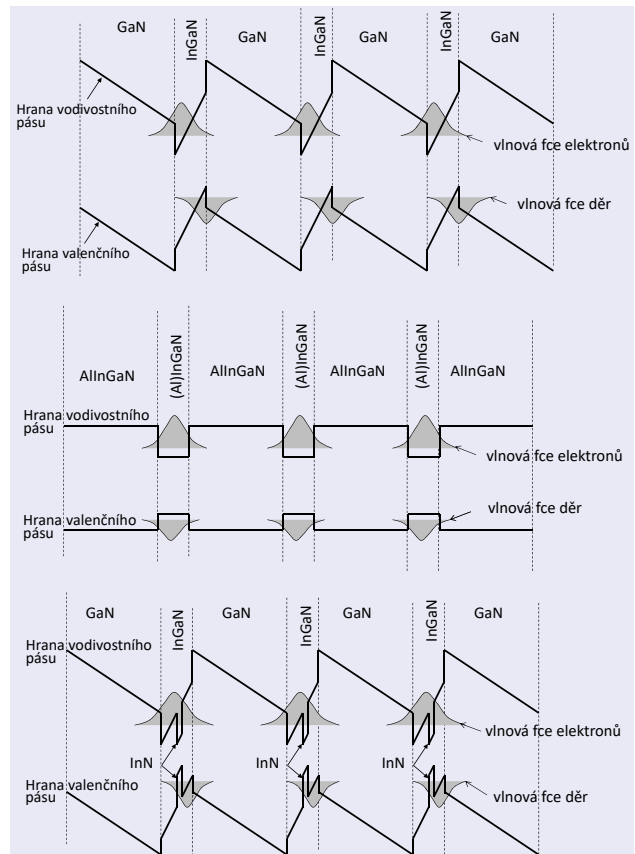
V oddělení polovodičů se v rámci řešení projektu OP-PK LABONIT soustavně zabýváme mimo jiné vývojem a optimalizací scintilačních detektorů na bázi heterostruktur InGaN/GaN s kvantovými jámami. Tyto detektory ionizujícího záření nalézají uplatnění především v medicínských oborech pracujících s ionizujícím zářením, v elektronových mikroskopech, při diagnostice kvality integrovaných obvodů a jiných elektronických



■ Obr. 1 Faksimile titulní strany japonského patentu [1] na optimalizaci scintilačních heterostruktur s kvantovými jámami na bázi InGaN/GaN.

součástí, v mikroradiografii a v mnoha dalších badatelských oborech, jako jsou astronomie, částicová fyzika atp. Kromě publikačních výstupů a příspěvků na mezinárodních konferencích se nám v roce 2018 podařilo získat dva mezinárodní patenty (Japonsko [1], obr. 1, USA [2]) na vynálezy, které se týkaly právě efektivní optimalizace scintilačních detektorů na bázi polovodičových heterostruktur s kvantovými jámami.

Předmětem vynálezu [1] je vytvoření heterostrukturálního nitridového scintilačního detektoru pro detekci ionizujícího záření, který odstraňuje nedostatky známých řešení, tj. především nežádoucí vliv piezoelektrického pole a přítomnost mechanického pnutí ve struktuře. Námí navržený detektor také vykazuje intenzivnější luminiscenci a vysokou rychlost odezvy na dopadající ionizující záření. Jak je všeobecně známo, pomocí epitaxního růstu lze z nitridových sloučenin připravit na velkých plochách monokrystalických substrátů různé heterostrukтуры ve velmi vysoké krystalografické kvalitě. Typická struktura pro scintilační detektor pak obsahuje již zmíněný monokrystalický substrát, na kterém je nanesena alespoň jedna podkladová vrstva pro stabilní navázání nitridové polovodičové vrstvy pomocí epitaxe. Struktura dále obsahuje alespoň jednu dvojici aktivních nitridových polovodičových vrstev vytvářející potenciálovou jámu (obr. 2), nezbytnou pro lokalizaci nosičů náboje ve struktuře, díky níž se zvýší překryv jejich vlnových funkcí, což vede k vyšší pravděpodobnosti zářivé rekombinace elektron-děrových párů generovaných dopadajícím zářením. Celou strukturu uzavírá vrchní nitridová polovodičová vrstva, která se nachází nad směrem od substrátu nejvýše položenou aktivní dvojvrstvou. V navržené struktuře jsou bariérové AlInGaN vrstvy i vrstvy s potenciálovou kvantovou jámou připraveny s téměř stejnou polarizací, čímž je sníženo polarizační pole mezi vrstvami a zvýšen překryv vlnových funkcí elektronů a děr. Tím vzroste počet generovaných párů elektron-díra a tedy i intenzita luminiscence a zároveň se výrazně zkrátí doba dosvitu. Při vyrovnané polarizaci vrstev je navíc sníženo celkové pnutí ve struktuře a je takto možné připravovat struktury s mnohem větší tloušťkou aktivní vrstvy a vyšším počtem kvantových jam. Alternativním řešením jak zvýšit překryv vlnových funkcí elektronů a děr, které je také chráněno naším patentem [2], je vložení ultratenké vrstvy s vysokým obsahem india, která k sobě přitáhne jak elektrony, tak díry. Tím je dosaženo podobného účinku jako u struktury s vyrovnanou polarizací vrstev. Tato struktura ale není vhodná pro tlusté aktivní oblasti, protože při větším počtu kvantových jam se vlivem vnořených vrstev s vysokým obsahem india ve struktuře enormně zvyšuje mechanické pnutí. Experimentálně ověřeným důsledkem je



■ **Obr. 2** Schematická znázornění hrany vodivostního a valenčního pásu v běžné struktuře a ve strukturách navržených podle našich patentů s vyrovnanou polarizací vrstev, případně s vnořenou vrstvou s vysokým obsahem india.

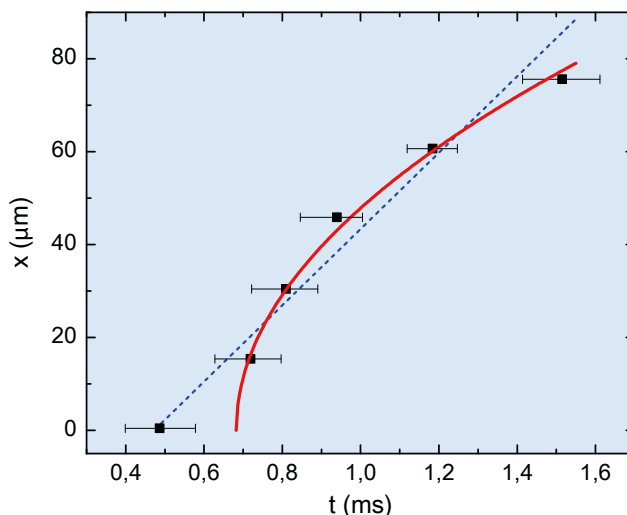
tak u obou námi navržených konstrukcí nitridových heterostruktur řádový pokles doby dosvitu, která se pohybuje v jednotkách nanosekund, a řádové navýšení intenzity luminiscence. Právě zlepšení těchto dvou parametrů je zcela rozhodující pro budoucí aplikace popsáného typu scintilačních detektorů.

Kromě epitaxního růstu metodou MOVPE a studia takto připravených polovodičových struktur se v oddělení polovodičů zabýváme i otázkami, které sice formálně spadají do jiných vědních oborů, ale mají úzký vztah k námi řešené fyzikální problematice – elektrickému transportu. K těmto pracím náleží např. publikace [3] pojednávající o kvantové povaze šíření elektrického signálu nervovým vláknem. Standardní teorie elektrického přenosu informace nervovou tkání, tak jak byla vyvinuta v 50. letech minulého století Hodgkinem a Huxleyem a doplněna později Rallem, je do nejmenších detailů propracovaná, nicméně jedná se o teorii čistě deskriptivní. Jako taková tak náležitě nezohledňuje např. důležitý fakt, že pro zprůchodnění každého vodiče, tedy i nervového vlákna, pro elektrický proud je nezbytné na jeho povrchu vytvo-

řit dočasný povrchový náboj. Implementace tohoto jevu do klasického Kelvinova modelu podmorského kabelu, který je velmi příhodným modelem nervového vlákna, nám na jedné straně umožnila zpřesnit popis průchodu náběžné hrany impulsu nervem (obr. 3), na druhé straně pak ukázala, že přenos elektrického signálu nervem má povahu difúze kontrolované dvěma komplementárními konstantami. Prvá z těchto konstant, makroskopická konstanta D_E , závisící na geometrii vlákna a jeho myelinizaci, kvantitativně popisuje vlastní průchod elektrického impulsu nervem. Druhá z konstant, D_Ω , pro niž platí $D_\Omega \ll D_E$, kontroluje při průchodu impulzů mikroskopickou redistribuci iontů Na^+ a K^+ v nervové tekutině – *axoplasmě*. Oba tyto difúzní procesy jsou pochopitelně kauzálně svázány. Z kvantitativních odhadů provedených na základě analýzy četných experimentů pak vyplynulo, že prakticky u všech živočichů $D_\Omega \rightarrow \hbar/2M$, kde \hbar je Planckova konstanta a M hmotnost Na^+ nebo K^+ iontu. Dá se tak říci, že šíření nervových signálů v živých organizmech je esenciálně kvantový proces, který následně vykazuje rysy univerzálního chování. Pozorovaná diversita nervové tkáně je tak, jak jsme dále ukázali, určována pouze škálovacím faktorem $\sqrt{(D_E/D_\Omega)}$ analogickým Péceletovu číslu známému z termiky.

2.3.2 Spintronika a nanoelektronika

Oddělení spintroniky se zabývá studiem spinově závislých jevů v nanostrukturách založených na polovodičích a kovech s různými typy magnetického uspořádání a se silnou relativistickou spin-orbitální interakcí. Hlavní těžiště výzkumu skupiny je v současné době v oblasti spintroniky založené na antiferomagnetech. Kromě desítek pozvaných přednášek na mezinárodních konferencích přednesli členové skupiny také plenární přednášky na nejvýznamnějších magnetických kongresech konaných v roce 2018 v Evropě (JEMS-2018), Spojených státech (ICM-2018) a v Asii (INTERMAG-2018). Dále koordinovali, spolueditovali a přispěli přehledovými články do speciálního vydání časopisu *Nature Physics – Focus on Antiferromagnetic Spintronics* [4–6]. Mezi klíčové původní výsledky skupiny v této oblasti patří experimentální demonstrace elektrického zápisu a čtení v antiferomagnetu Mn_2Au [7], elektrického zápisu v antiferomagnetu CuMnAs pomocí změny polarity proudu spojeného s elektrickou detekcí a zobrazením antiferomagnetických domén pomocí rentgenové spektroskopie a fotoemisní mikroskopie [8], elektrická detekce otočení antiferomagnetických domén o 180° [9] a demonstrace elektrického



■ **Obr. 3** Šíření náběžné hrany elektrického impulsu nemyelinizovaným nervem (podle R. Milo a R. Phillipse, *Cell Biology by the Numbers*, 2016). Černé čtverce představují experimentální data, modrá přerušovaná čára fitování dle standardní teorie, červená plná čára odpovídá našemu modelu. Počáteční zpoždění signálu $\approx 0,67$ ms je způsobeno vlastní relaxací membrány synapse.

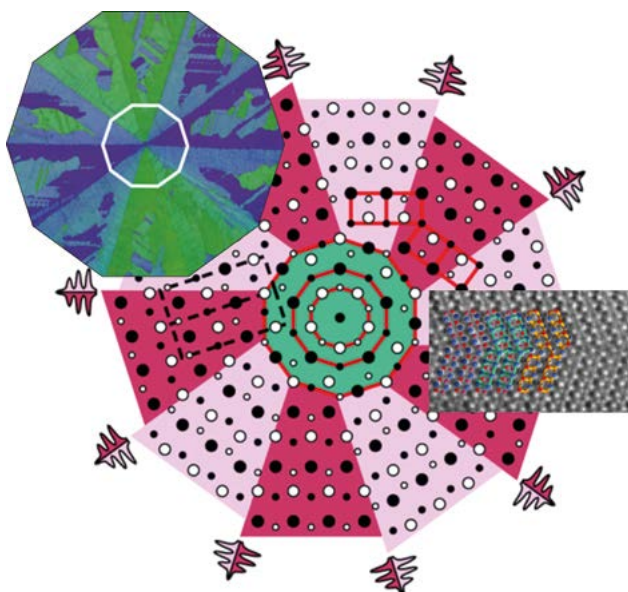
zápisu pomocí pikosekundových terahertzových pulzů [10]. Teoretický výzkum topologických jevů v antiferomagnetech byl shrnut v kapitole knihy *Topology in Magnetism* od Springer Publishing [11].

Členové skupiny získali Premii Otto Wichterleho, cenu Neuron za významný vědecký objev a cenu Technologický objev roku v soutěži Vodafone Nápad roku.

2.3.3 Strukturní analýza

Oddělení strukturní analýzy se zabývá stanovením atomární a magnetické struktury krystalických látek a vývojem souvisejících výpočetních metod. Experimenty jsou založeny na datech z rentgenové, elektronové a neutronové difrakce. Pro první dva typy dat jsou využívány přístroje laboratoře ASTRA, která byla vybudována v roce 2015 za podpory operačního programu Praha Konkurenceschopnost CZ.2.16/3.1.00/24510 a její provoz je podporován národním programem udržitelnosti NPU I – LO1603.

V roce 2017 jsme se začali zabývat tzv. matematickou krystalografií, tj. specializací, kterou jsme dosud nerozvíjeli, a to v rámci projektu GA ČR, reg. číslo 18-10438S, s názvem „Kvantitativní strukturní deskriptory pro standardní a modulované krystaly: systematika, interpretace a predikce krystalových struktur“. V uplynulém roce jsme dosáhli prvního významného výsledku, kde metody matematické krystalografie aplikujeme na intermetalickou sloučeninu. Pomocí metody elektrostatické levitace jsme



Obr. 4 Dendritická mikrostruktura (vlevo), model desetinásobného dvojčete (uprostřed) a uspořádání atomů viditelné z elektronové mikroskopie vysokého rozlišení (vpravo), jak byly zjištěny pro NiZr solidifikované z hluboce podchlazené taveniny (jednotlivé obrázky nejsou ve stejné škále).

hluboce podchlادili taveninu NiZr a provedli in-situ pozorování procesu solidifikace vysokorychlostní kamerou. Metodami EBSD, RTG difrakce a HRTEM jsme dokázali jako první popsat proces solidifikace intermetalické skelné fáze od jednotlivých atomů až do makroměřítká. Vyvinuli jsme model desetinásobného dvojčete a ukázali jsme jeho vztah k dekadonálním kvazikrystalům. Tím jsme přispěli k mnohaleté kontroverzní diskusi o vztahu mezi kvazikrystalami a vícenásobnými dvojčaty. Výsledky byly publikovány v práci [12], graficky jsou znázorněny na obr. 4.

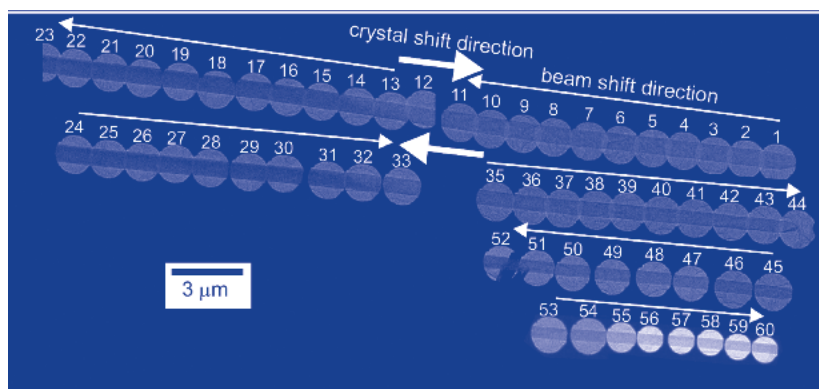
V oblasti elektronové krystalografie jsme se zaměřili především na průlomovou práci na určování absolutní struktury farmaceutických látek pomocí analýzy dynamického rozptylu elektronů. Určování absolutní struktury (jinak též chiralita) je na jednu stranu velmi obtížné, na druhou stranu klíčové při charakterizaci biolo-

gicky a medicínsky relevantních substancí. Při naší práci na tomto tématu jsme ukázali, že elektronovou difrakcí lze jednoznačně určit absolutní strukturu chirálních látek z jednotlivých nanokrystalů, což dosud nebylo žádnou jinou metodou možné. Důležitým výsledkem této práce také je, že určení chiralita se podařilo na kokrystalech sofosbuvir L-prolinu, který je velmi nestabilní v elektronovém svazku. Pro úspěšnou analýzu jsme museli vyvinout některé nové postupy při zpracování dat (obr. 5). Práce o tomto výsledku byla přijata k publikaci v časopise Science, metodologická práce o softwaru PETS použitým pro tuto analýzu je právě v recenzním řízení.

Druhým směrem vývoje metod bylo rozšíření dynamického upřesňování na difrakční data ze zdvojitých krystalů. Tento krok je obzvláště důležitý pro analýzu struktur tenkých filmů. Publikace demonstrující tuto metodu na tenkých filmech CaTiO₃ je v recenzním řízení.

Vývoj metod strukturní analýzy pomocí elektronové difrakce také přináší výsledky v podobě její aplikace na řadu zajímavých problémů v mnoha oblastech. Podařilo se například určit struktury několika látek typu MOF (metal-organic framework) s novým typem linkeru [13]. Za zmínku stojí také příspěvek k analýze struktury ocelové slitiny s vysokou pevností, v níž byla identifikována a popsána nová fáze Fe-Ni-Cr-Si s obsahem uhlíku, která přispívá k vysoké odolnosti tohoto materiálu [14]. K dalším výsledkům patří strukturní analýza látky ze skupiny tetragonálních wolframových bronzů Sr_{0,35}Ba_{0,69}Nb₂O_{6,04} [15] nebo určení krystalové struktury modulovaného Hf₃Ta₂O₁₁ [16]. Elektronová difrakce byla použita také k analýze tenkého filmu CuMnAs [17], což je materiál s velmi zajímavými magnetickými vlastnostmi, který je zkoumán pro využití ve spintronice.

V oblasti mineralogické krystalografie probíhal v uplynulém roce strukturní výzkum minerálů obsahujících arseničnanové a síranové aniony, v jehož rámci byla například publikována souborná studie týkající se fyzikálně-chemických vlastností minerálů o složení Fe(SO₄)(OH)(H₂O)_x [18]. Významný dosažený výsledek představu-



Obr. 5 Montáž jednotlivých záběrů dlouhého krystalu sofosbuvir L-prolinu ukazující, jak byla data sbírána při postupném posouvání elektronového svazku po krystalu v kombinaci s občasným posunem celého krystalu. Pro zpracování takto získaných difrakčních dat bylo nutné vyvinout zcela nový přístup.



■ **Obr. 6** Krystaly nového minerálu nollmotzitu (vlevo) a rekonstrukce reciproké roviny $h3l$ (vpravo), kde se projevuje dvojčatění krystalu.

je práce zaměřená na upřesnění orientace molekul H_2O v krystalové struktuře v případě, že nejsou známy (a nemohou být z experimentálních dat určeny) pozice atomů vodíku [19]. Algoritmus je založen na optimalizaci nulového točivého momentu molekul H_2O ve struktuře a oproti DFT optimalizacím představuje výpočetně nenáročnou metodu. Na poli řešení a upřesňování komplikovaných struktur minerálů bylo úspěchem vyřešení (3+3)-D modulované struktury uranyl-silikátu swamboitu-(Nd), obsahujícím prvky vzácných zemin [20], a také řešení komplikovaného dvojčete minerálu nollmotzitu [21], (obr. 6).

Vývoj krystalografického programu Jana2006, který je naším trvalým cílem, probíhal v uplynulém roce v rámci projektu GA ČR, reg. číslo 18-10504S, nazvaném „Krystalografie21 – nová generace univerzálních nástrojů strukturální analýzy z difrakčních dat“. Hlavní úsilí bylo věnováno převodu programu na nové grafické rozhraní založené na OpenGL, tak, aby bylo možné v dalším roce dát uživatelům k dispozici beta verzi nového programu Jana2020. V rámci převodu je třeba překódovat několik set uživatelských dialogů, z nichž některé jsou velmi komplexní. Kromě této práce byly vyvinuty dva nové nástroje: nástroj pro tzv. cyklické upřesňování, které automaticky zpracovává práškové difrakční záznamy dokumentující fázové přechody látek, a dále nástroj pro detekci tzv. retikulárního dvojčatění. Možnosti programu Jana2006 jsme prezentovali na dvou domácích a třech zahraničních workshopech celkem se 161 účastníky. Za nejdůležitější považujeme prosincový workshop v San Diegu pro 24 účastníků z různých univerzit v USA. Mezi zajímavé aplikace programu Jana2006 v uplynulém roce patřilo studium nesouměřitelně modulované struktury $Ni_2Mn_{1.4}In_{0.6}$ [57]. Jedná se o Heuslerovu slitinu s vlastnostmi magnetického materiálu s tvarovou pamětí, tedy o třídu materiálů s enormním technologickým potenciálem, u níž je detailní porozumění krystalické struktuře nezbytné pro hlubší porozumění jejím vlastnostem.

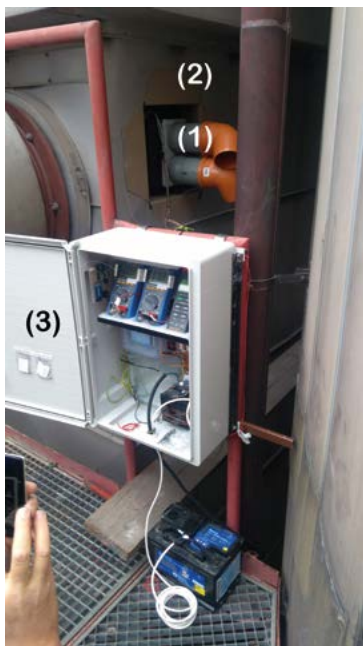
V oblasti výzkumu magnetismu jsme se zabývali lokálními aspekty elektronové a magnetické struktury

pevných látek, které můžeme získat pomocí rentgenové absorpční a dichroické spektroskopie. Při měření těchto spekter dochází vždy k jejich částečnému rozmazání. Toto rozmazání je podmíněno fyzikálními efekty - konkrétně konečnou dobou života elektronových stavů podílejících se na procesu absorpce. Při výpočtech spekter je tedy nutné toto rozmazání vhodným způsobem započíst. Z výpočetního hlediska výhodnou metodou, jak toho dosáhnout, je přidat k potenciálu, v němž se pohybují elektrony, malou imaginární část. V práci [22] ukazujeme, že tato široce používaná metoda může v určitých případech vést k artefaktům ve vypočtených spektrech. Autoři práce dále uvádějí podmínky, které zmíněná procedura musí splňovat, aby při její aplikaci nedošlo k nežádoucímu zkruslení vypočtených spekter. Dále jsme se zabývali studiem globálních magnetických a strukturálních vlastností feromagnetických látek, například kagome feromagnetu $Pr_3Ru_4Al_{12}$ [23], kde jsme popsali magnetické momenty a jejich chování při fázovém přechodu. Tento výzkum bude pokračovat v příštím roce v rámci letos uděleného projektu GA ČR, reg. číslo 19-07931Y, nazvaném „Magnetická struktura a elektronové vlastnosti nízkodimenzionálních a frustrovaných systémů s f-elektrony“.

V oblasti chemické krystalografie standardních struktur jsme v uplynulém roce úspěšně změřili 174 nových krystalických vzorků pro akademické i komerční účely, vyřešili jsme 181 krystalových struktur a publikovali 21 struktur nových látek. K zajímavým výsledkům vedla strukturální analýza původně jednoduché látky $[Zn-(C_7H_4NO_4)_2] \cdot 3H_2O$, u které jsme odhalili fázový přechod a nakonec byla publikována jako nesouměřitelně modulovaná struktura [24]. Na tomto případu se ukazuje, že i pro běžnou chemickou krystalografii je výhodné, provádějí-li se v prostředí, kde je možné řešit i složitější problémy.

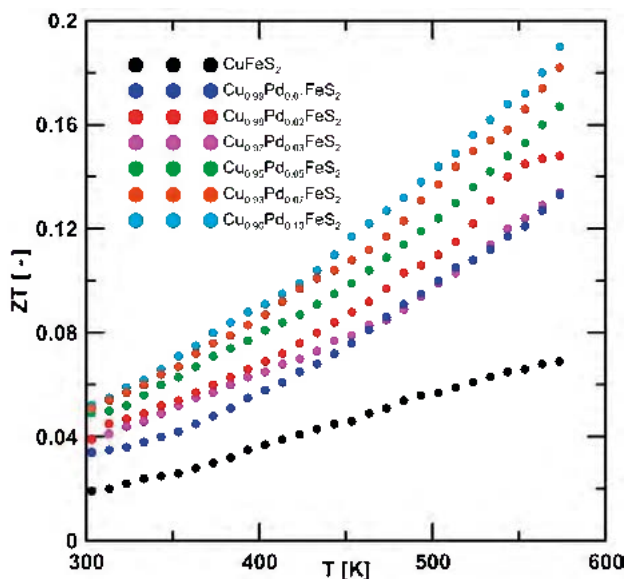
2.3.4 Magnetika a supravodiče

V oddělení magnetik a supravodičů jsme se zabývali experimentálním a teoretickým výzkumem magnetiky aktivních látek připravovaných v podobě objemových materiálů, tenkých vrstev a nanoskopických částic. V souvislosti s řešenými projekty byly zkoumané materiály připravovány buď v rámci vlastních technologických možností, anebo na spolupracujících pracovištích, zejména na Matematicko-fyzikální fakultě UK, Fakultě chemicko-technologické University Pardubice a v Ústavu anorganické chemie AVČR. Komplexní charakterizace jejich magnetických, strukturálních, elektrických a tepelných vlastností byla doplňována teoretickými modely a výpočty.



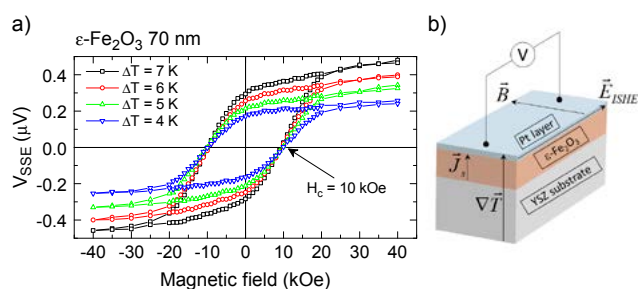
Obr. 7
 Termoelektrická baterie s měřicí a regulační jednotkou pokusně instalovaná na kouřovodu spalovny v Malešicích.

V rámci aplikovaného výzkumu jsme se zaměřili na možnost využití odpadního tepla produkovaného stacionárními nebo mobilními zdroji na území hlavního města Prahy, a to prostřednictvím termoelektrických generátorů. Jako nejperspektivnější mezi aplikacemi jsme vyhodnotili (i) využití odpadního tepla vznikajícího při procesu spalování komunálního odpadu v pražské spalovně v Malešicích a (ii) rekonstrukci energeticky autonomního topení, které se standardně využívá v dopravních prostředcích pražské integrované dopravy. Na obr. 7 je např. ukázána pilotní montáž termoelektrického generátoru na kouřový systém kotle ve spalovně v Malešicích.



Obr. 8 Závislost bezrozměrné termoelektrické účinnosti ZT (figure of merit) na chemickém složení systému $Cu_{1-x}Pd_xFeS_2$.

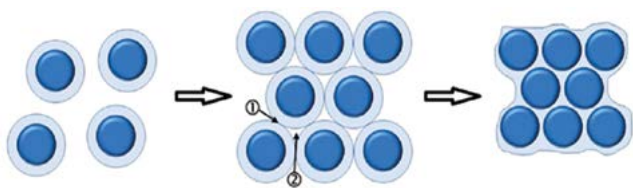
Při výzkumu nových termoelektrických materiálů jsme v úzké spolupráci s Universitou Pardubice iniciovali podrobné studium směsných sulfidů transitivních kovů. První nadějně výsledky přinesla syntéza a vysokoteplotní charakterizace systému $Cu_{1-x}Pd_xFeS_2$, který vykazuje velmi slibný parametr termoelektrické účinnosti ZT (figure of merit), jak je doloženo na obr. 8 [25]. Ve výzkumu spinového Seebeckova jevu (SSE) jsme se zaměřili na tenké filmy (40–70 nm) tzv. $\epsilon-Fe_{2-x}Al_xO_3$ ($x=0$ a 0,3), které byly nanášeny metodou spin-coating na monokrystalické substráty Y-ZrO₂ a pro generování a snímání signálu ISHE (inverzní spinový Hallův jev) opatřeny 5nm vrstvou platiny. Magnetické hysterezní smyčky měřené pro $x=0$ vykazovaly koercitivní pole až 11 kOe, což je dosud nejvyšší hodnota naměřená pro tenké vrstvy systému $\epsilon-Fe_2O_3$. Obdobně tedy je i signál SSE pro $x = 0$ charakterizován obrovským koercitivním polem až 10 kOe a systém $\epsilon-Fe_{2-x}Al_xO_3$ je tak vhodným materiálem pro využití SSE bez vnějšího magnetického pole. Napěťový signál SSE se zvyšoval úměrně



Obr. 9 a) Spinový Seebeckův jev (SSE) pro film $\epsilon-Fe_2O_3$ 70 nm v několika teplotních gradientech, b) schéma experimentálního uspořádání, kde jsou ukázány směry spinového proudu (J_s), teplotního gradientu (∇T), vnějšího magnetického pole (B) a elektrického pole vzniklého díky inverznímu spinovému Hallovu jevu (E_{ISHE}).

tloušťce filmu, z čehož jsme odvodili, že kritická délka šíření magnonových vln přesahuje v našich vzorcích 70 nm. Relativně nízký SSE signál, jak dokládá obr. 9, souvisí s poměrně nízkým magnetickým momentem v téměř kompenzované ferimagnetické struktuře a s malou tloušťkou připravených tenkých filmů, která je limitována omezenou stabilitou fáze $\epsilon-Fe_2O_3$ [26].

V kontextu s výzkumem komplexních magnetických nanočástic a jejich uskupení byly pomocí slinování za hydrotermálních podmínek připraveny nanokompozity s 0- až 3- dimenzionální architekturou, které byly tvořené feromagnetickými a kovově vodivými nanočásticemi $La_{0,66}Sr_{0,34}MnO_3$ rozptýlenými v nevodivé silikové matici. Díky nově vyvinuté metodě bylo dosaženo slinutí materiálu již při 300 °C, viz obr. 10. Při takto nízké teplotě spolu jednotlivé složky kompozitu ještě chemicky nereagují, a tak dochází k dokonalému zachování magnetických

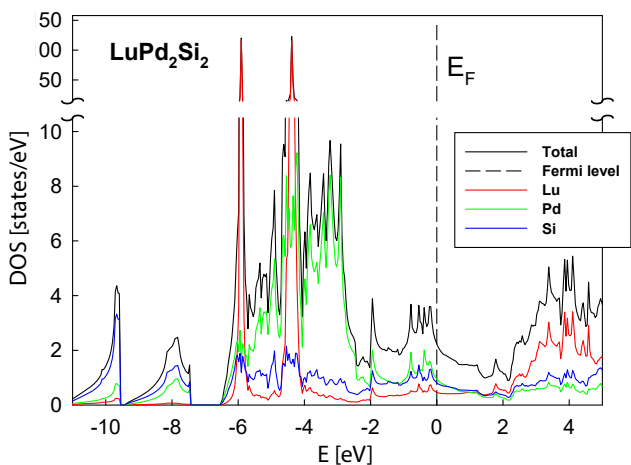


■ Obr. 10 Schéma přípravy nanokompozitů typu 0–3 pomocí hydrotermálního slinování.

vlastností jednotlivých nanočástic [27]. Dielektrická matrice v takto připraveném kompozitu představuje tunelovací bariéru pro procházející elektrony, která např. kontroluje jeho magnetoresistenci.

V rámci studia ternárních sloučenin prvků vzácných zemin se složením 1-2-2 jsme zkoumali komplexní magnetické chování fáze LuPd_2Si_2 s tetragonální strukturou typu ThCr_2Si_2 popsanou prostorovou grupou $I4/mmm$ (g. n. 139). Struktura LuPd_2Si_2 je přirozeně vrstevnatá, Lu obsazuje pozici 2a, Pd 4d a křemík zaujímá pozici 4e. Experimentálně jsme potvrdili supravodivý stav při teplotách pod 0,6 K. Neobvyklou teplotní závislost mřížových parametrů jsme vysvětlili silnou anizotropií krystalové mříže a excitacemi akustických fononů se záporným Grüneisenovým parametrem. Teoretické výpočty kritické teploty supravodivosti ukázaly velmi dobrou shodu s experimentem, přičemž metoda GGA se ukázala být vhodnějším přístupem než výpočty pomocí LSDA, jak dokládá obr. 11. Sloučenina LuPd_2Si_2 tak může být na základě získaných poznatků charakterizována v rámci standardní BCS teorie jako silně vázaný supravodič [28].

V laboratoři daleké infračervené spektroskopie jsme úspěšně sestavili optický retardér laditelný v THz pásmu umožňující změnu lineární polarizace na kruhovou pro libovolnou vlnovou délku, viz obr. 12 [29]. Vysoká účinnost této konverze byla potvrzena měřením cyklotronové rezonance v kvantové jámě GaAlAs/GaAs ob-



■ Obr. 11 Hustota elektronových stavů ve sloučenině LuPd_2Si_2 .

sahující dvoudimenzionální elektronový plyn, kde jsme, mimo jiné, ověřili hodnotu efektivní hmotnosti elektronu $m^* = 0,069 m_e$. Naše nové experimentální uspořádání v budoucnosti umožní detailnější studium kvantovaných vírů včetně jejich dynamiky s cílem vyjasnit kontroverzní otázku efektivní hmotnosti kvantovaného víru. Ta se ukazuje být jedním z klíčových parametrů např. pro moderní obor fluxonika, která se zabývá využitím kvantovaných vírů v kvantovém počítání. Analýza našich předběžných výsledků přitom naznačuje nezanedbatelnou hmotnost víru, což je v rozporu s převládajícím teoretickým názorem. Dalším tématem je dlouhodobé studium nerovnovážné



■ Obr. 12 Detail uspořádání laditelného optického retardéru sloužícího pro konverzi lineární polarizace laserového paprsku na kruhovou, podrobnosti viz [29].

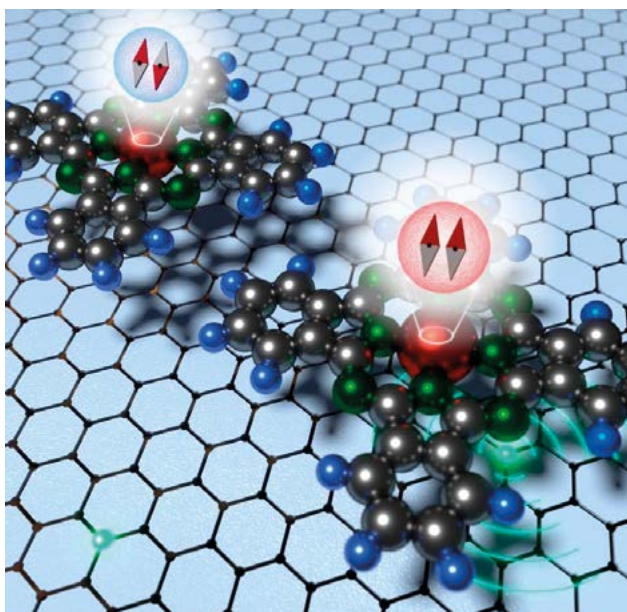
supravodivosti ve spolupráci s Laboratoří terahertzové spektroskopie (Oddělení dielektrik). Silný femtosekundový optický puls, který vybudí elektrony v supravodivém stavu do nerovnovážného excitovaného stavu, umožnil tuto změnu studovat terahertzovým svazkem v závislosti na čase od excitace (0–600 ps) [30].

Vlastní teoretická činnost oddělení byla převážně zaměřena na analýzu krystalového pole a magnetismu v intermetalických sloučeninách obsahujících vzácné zeminy. Přitom byla použita námi vyvinutá metoda, kterou jsme v předešlých letech úspěšně vysvětlili chování vzácných zemin v oxidech. V intermetalických slitinách je aplikace metody složitější, přesto se nám podařilo dosáhnout dobré shody s experimentem. Úspěšně jsme pomohli vysvětlit magnetismus a krystalové pole ve sloučenině YbN_4P_2 [31]. Podíleli jsme se rovněž na analýze Mossbauerovských spekter magnetitu dopovaného zinkem [32].

2.3.5 Tenké vrstvy a nanostruktury

Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur zkoumá jevy v nanoměřítku od atomárně rozlišených měření na površích a molekulách, přes nanometrové částice křemíku a diamantu až po nanodráty a tenké vrstvy. Ilustrativní výsledky dosažené v jednotlivých skupinách oddělení jsou následující:

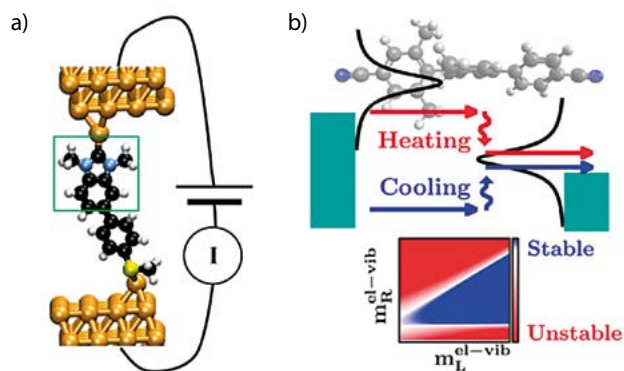
Ve skupině Nanosurf jsme rozvíjeli techniku rastrovacích mikroskopů umožňující submolekulární rozlišení molekul a nanostruktur na površích pevných látek. Ve spolupráci s Pekingskou univerzitou jsme vyvinuli novou metodu, která umožňuje dosažení prostorového submolekulárního rozlišení slabě vázaných klastrů vody na povrchu soli a následné studium jejich mobility [33,34]. Také jsme ve spolupráci s Palackého univerzitou v Olomouci prokázali, že tato technika umožňuje rozlišit spinové stavy jednotlivých molekul na površích pevných látek [35]. Tento výsledek je ilustrován na obr. 13 se schematickým



■ Obr. 13 Molekuly ftalocyaninu železnatého na dopovaném grafénu.

znázorněním změny spinového stavu molekul ftalocyaninu železnatého v blízkosti substitučního dusíkového defektu grafénu.

Skupina molekulárního transportu vedená Héctorem Vázquezem zakončila výzkum v rámci jeho Fellowshipu Jana Evangelisty Purkyně, věnovaný především teoretickému studiu transportních vlastností molekulárních kontaktů pomocí ab-initio metod. Ve spolupráci s kolegy ze zahraničí poprvé demonstrovala molekulární obvody připojené k elektrodám pomocí kotvících skupin tvořených N-heterocyklickými karbeny [36] (obr. 14a). Skupina také

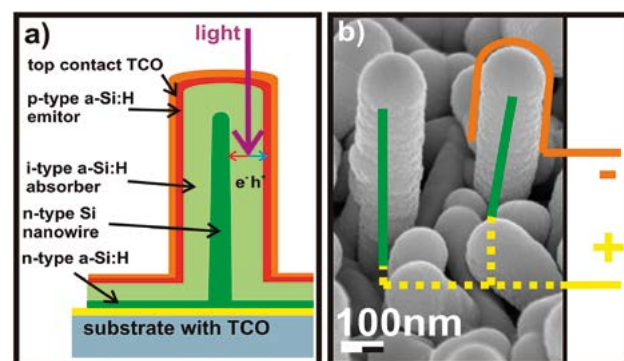


■ Obr. 14 a) Schéma uspořádání obvodu určeného pro studium elektronového transportu přes jednotlivou molekulu kontaktovanou zlatými elektrodami, b) hlavní procesy ohřevu a chlazení v molekulárních kontaktech.

pomocí teoretických výpočtů zkoumala rychlost změny výměny energie mezi elektronovými a fononovými stupni volnosti (obr. 14b) a předpověděla stabilitu široké třídy molekulárních kontaktů v závislosti na aplikovaném napětí [37].

Vliv jednotlivých molekul na vodivost je základem mimořádně citlivého grafénového senzoru, který jsme vyvinuli ve spolupráci s Univerzitou Melbourne [38]. Senzor založený na měření Hallova jevu je schopen detekovat malé množství (pM) aminokyseliny L-histidinu ve vodných roztocích, tedy v ředěních, kde běžné metody již nefungují.

Tradičním tématem skupiny křemíkové a diamantové nanofotoniky je světelná emise z křemíkových nanokrystalů. Stav výzkumu v tomto směru shrnula K. Kůsová [39], a to zejména z pohledu vlivu povrchové pasivace. Jednou cestou k zesílení emise křemíku je zabudování nanočástic do dvoudimenzionálních fotonických krystalů. Tímto způsobem se nám podařilo získat až 18násobné zesílení luminiscence v preferenčních směrech [40]. Shodou okolností je to opět křemík, který při výskytu v krystalické mřížce



■ Obr. 15 a) Schéma radiálního PIN slunečního článku založeného na křemíkovém nanodrátu, b) zobrazení skutečné struktury rastrovacím elektronovým mikroskopem.

diamantu je spojen s vakancí za vzniku barevného centra, které je zkoumáno pro využití v kvantové fotonice [41] či senzorce v ultratenkých diamantových vrstvách [42].

O řád větší křemíkové nanostruktury jsou křemíkové nanodrátý, které jsou základem pro fotovoltaické články s radiálním NIP přechodem (viz schéma a skutečný vzorek na obr. 15). Zmapovali jsme vliv parametrů přípravy na výslednou geometrii nanodrátů a také na fotogenerovaný proud a napětí tohoto typu článků [43].

Měření těchto článků byla prováděna pomocí mikroskopie atomárních sil (AFM), která je nejvíce využívaným nástrojem v tomto výzkumu. O jejím použití na měření lokální fotoodezvy na Schottkyho strukturách křemíku s grafénem viz práci [44].

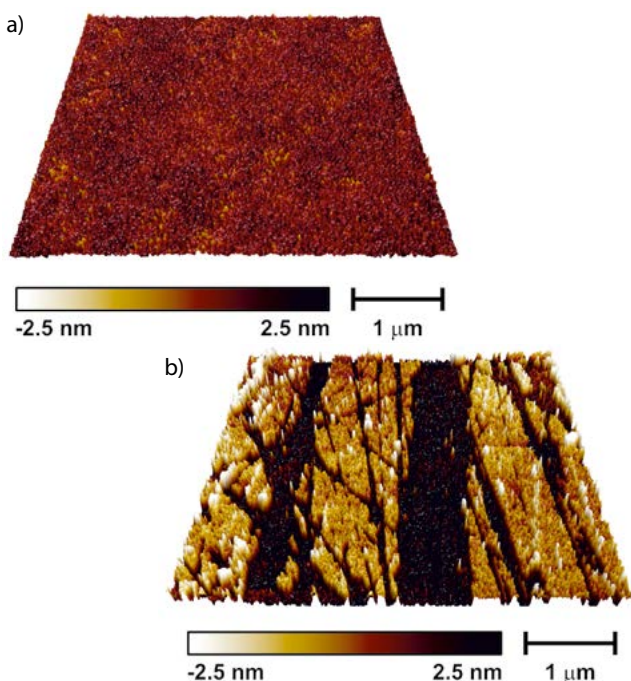
Fotovoltaické články jsou také základním zdrojem elektrické energie pro přístroje pracující ve vesmíru. Mimo zemskou atmosféru a ochranné magnetické pole však panují velmi nepříznivé podmínky, mezi které patří i ionizující záření. Takové záření dokáže změnit jak mechanické, tak i elektrické a optické vlastnosti materiálů. Pro úspěšné vesmírné mise je tedy zásadní znát, které materiály vydrží v takových podmínkách pracovat nejdéle. Pro tento výzkum jsme se spojili se skupinou D. Sporey z Rumunska a provedli testovací ozáření základních materiálů, které se používají jako nosné prvky ve fotovoltaice; dva druhy skel a polymerní fólie. K ozáření byl použit svazek protonů s energií 3 MeV, což je nejběžnější druh záření na nízké oběžné dráze okolo Země. Obvyčejné sodno-vápenaté sklo se ukázalo jako nevhodné – na jeho povrchu vznika-

ly mikroskopické praskliny (obr. 16) a zvýšila se absorpce světla. Borosilikátové sklo se ukázalo být odolnější. Po ozáření se také mírně zvýšila absorpce světla, ale povrch zůstal nepoškozen. Velmi špatně snášela expozici protonů polymerní fólie (PET), u které došlo k viditelnému zežloutnutí a mechanickému prohnutí v místě ozáření. Navazující experimenty ukázaly, že přítomnost vodivého oxidu (ITO), který se ve fotovoltaice běžně používá jako průhledná elektroda, dokáže u daných materiálů zmírnit následky ozáření a působí tedy zároveň i jako ochranná vrstva [45].

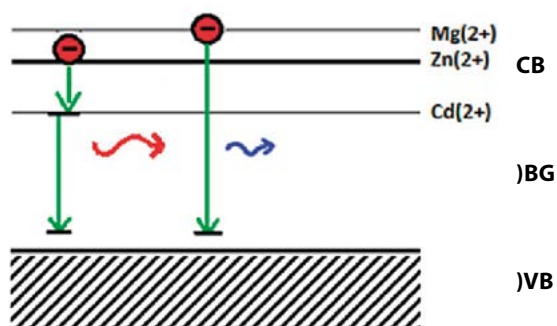
2.3.6 Optické materiály

Výzkumné aktivity oddělení v roce 2018 byly zaměřeny na studium bodových defektů ve struktuře látek, jejich vlivu na materiálové charakteristiky a souvislost jejich výskytu s použitou technologií. Pozornost byla věnována též rozvoji technologie přípravy objemových a tenkovrstvých materiálů. S využitím optických, luminiscenčních, magnetických a fotoelektronových spektroskopických metod jsme řešili výzkumné programy v rámci 15 mezinárodních a 11 domácích projektů.

V laboratoři luminiscenčních a scintilačních materiálů probíhal výzkum nových perspektivních materiálů vhodných k detekci ionizujícího záření nebo ke konstrukci laditelných zdrojů bílého světla na bázi LED. Oxid zinečnatý ve formě prášku, tenkých vrstev, nanodrátů nebo kvantových teček byl dlouhou dobu předmětem bádání díky jeho unikátním piezoelektrickým a fotokatalytickým vlastnostem. Přestože se jedná o polovodič se zakázaným pásem $E_g \sim 3,4$ eV (drtivá většina scintilačních materiálů jsou nevodivce se širokým pásem zakázaných energií), díky jeho superrychlé scintilační odezvě excitonového původu pod 1 ns a díky absenci pomalých komponent v dosvitu, se v posledních letech stává žhavým kandidátem pro TOF-PET techniky. Navíc se v posledních letech povedlo úspěšně zabudovat nanoprášek ZnO:Ga do polystyrenové matrice. Využití takového ultrarychlého scintilátoru se nabízí v monitorování svazku nízkoenergetických elektronů a fotonů, kde poskytne cennou informaci o časových událostech např. i pro TOF-PET techniky. V práci [45] se studují ve spolupráci s kolegy z katedry jaderné chemie na FJFI ČVUT možnosti modulovat emisní vlnovou délku ZnO:Ga náhradou části atomů Zn ve struktuře ZnO atomy Cd nebo Mg, viz obr. 17. Významný posun UV emise mezi 376 a 425 nm byl pozorován při přidání 13% molárních iontů Cd nebo Mg, přičemž nežádoucí emise pocházející z defektního centra je zcela potlačena vhodnými žíhacími procesy. Oba typy těchto tuhých roztoků (ZnCdO, ZnMgO) vykazují excelentní scintilační vlastnosti, zejm-



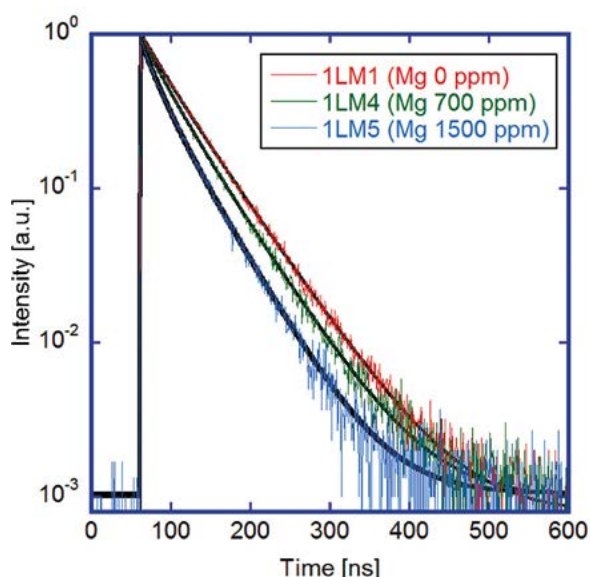
■ Obr. 16 AFM topografie povrchu sodno-vápenatého skla před a) a po b) ozáření svazkem protonů.



■ Obr. 17 Schéma modulace zakázaného pásu ZnO při náhradě části atomů Zn atomy Mg nebo Cd.

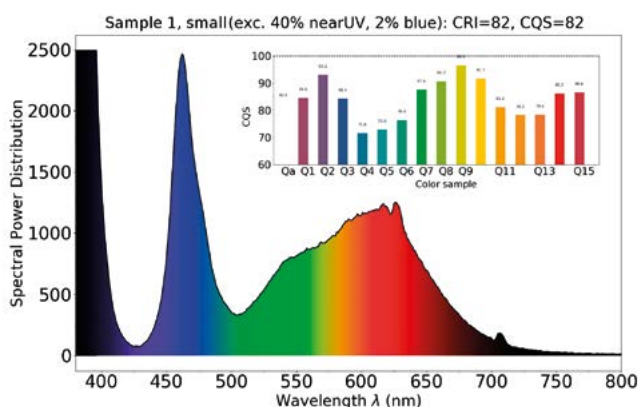
na pak extrémně rychlou subnanosekundovou luminiscenci. Emisní spektrum vzorku o složení $Zn_{0,89}Cd_{0,11}O:Ga$ pak poskytuje prakticky úplný překryv s absorpčním spektrem sloučeniny PpIX, která se běžně používá jako fotosenzitizátor pro produkci singletního kyslíku 1O_2 . Scintilátory na bázi $Zn(Cd,Mg)O:Ga$ tedy mají velký potenciál obstat v aplikacích vyžadujících rychlé časování a ve foto/radioterapiích.

Ce^{3+} - a Pr^{3+} - dopované granáty ($RE_3X_5O_{12}$, $RE = Gd, Lu, Y$ a $X = Al, Ga$) krystalizující v kubické mřížce představují rodinu vysoce účinných scintilačních materiálů. Jsou chemicky stabilní, nehygroskopické a odolné vůči účinkům ionizujícího záření, přičemž také vykazují vynikající mechanické vlastnosti. Stejně jako u keramiky a monokrystalů vede optimální ko-dopování epitaxiálních filmů na bázi $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$ (LuAG:Ce) ionty hořčíku Mg^{2+} ke zvýšení světelného výtěžku a k potlačení nežádoucích po-



■ Obr. 18 Fotoluminiscenční dosvity vzorků epitaxiálních filmů LuAG: Ce, Mg s obsahem Mg 0–1500 ppm, excitace při 445 nm, emise při 510 nm. Plné čáry představují fity získané konvolucí naměřených dat a funkce odezvy přístroje.

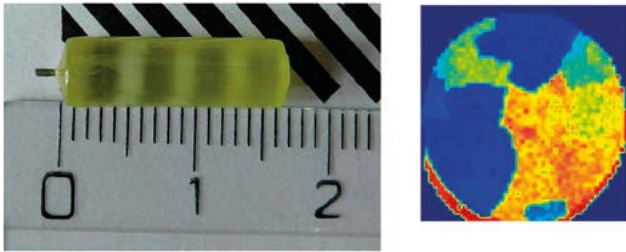
malých složek scintilačního dosvitu (tzv. *afterglow*). Kromě toho je vlastní *afterglow* filmů nižší než *afterglow* monokrystalů a keramiky v důsledku nižší koncentrace defektů, které jej způsobují. V práci [46] jsme spolu s kolegy z MFF UK syntetizovali metodou epitaxe v kapalně fázi sadu šesti epitaxních scintilačních filmů na bázi $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$ ko-dopovaných ionty Mg^{2+} v koncentračním rozsahu 0 až 3000 ppm. S použitím metod časově rozlišené luminiscenční spektroskopie jsme dále studovali luminiscenční a scintilační charakteristiky v závislosti na koncentraci Mg, zejména pak fotoluminiscenční emisní a excitační spektra, radioluminiscenční spektra, fotoluminiscenční (viz obr. 18) a scintilační dosvitové křivky, světelný výtěžek a energetické rozlišení. Zjistilo se, že světelný výtěžek se zvyšuje s koncentrací Mg až do 700 ppm a stává se



■ Obr. 19 Fotoluminiscenční emisní spektrum získané laboratorně sestrojeným cirkadiánním zdrojem se dvěma budičmi diodami (380 nm, 455 nm) a aktivním fosforem $K_{0,65}Na_{0,35}LuS_2:Eu^{2+}$ (0,05 %).

o 15–20% vyšší než ve vzorku bez přidaného hořčíku. Další zvýšení koncentrace Mg vede naopak k jeho snížení. Scintilační dosvit se pak významně zkracuje s rostoucí koncentrací Mg a současně dochází k potlačení jeho pomalých složek. V závěru práce autoři srovnávají výsledky měření na epitaxních filmech a na keramice a krystalech velmi podobného složení.

V práci [47] navázali autoři z FZÚ na předchozí studie luminiscenčních vlastností specifické skupiny látek na bázi ternárních sulfidů dopovaných Eu^{2+} s obecným vzorcem $K_xNa_{1-x}LuS_2$, které jsou velmi perspektivní z hlediska využití při konstrukci nejmodernějších laditelných zdrojů bílého světla na bázi LED. V této práci autoři testovali dané sloučeniny v reálném světelném zdroji sestaveném v laboratoři a testovali barevné vlastnosti vyzařovaného bílého světla s cílem najít takové optimální složení (tedy poměr K/Na v $K_xNa_{1-x}LuS_2$), které poskytuje co nejširší spektrum laditelnosti při zachování excelentních indexů podání barev (tzv. indexy CRI a CQS, udávající, jak



■ Obr. 20 Krystal LaAlO_3 s příměsí 1 % Ce a výsledek Laueho mapování pro nedopovaný vzorek.

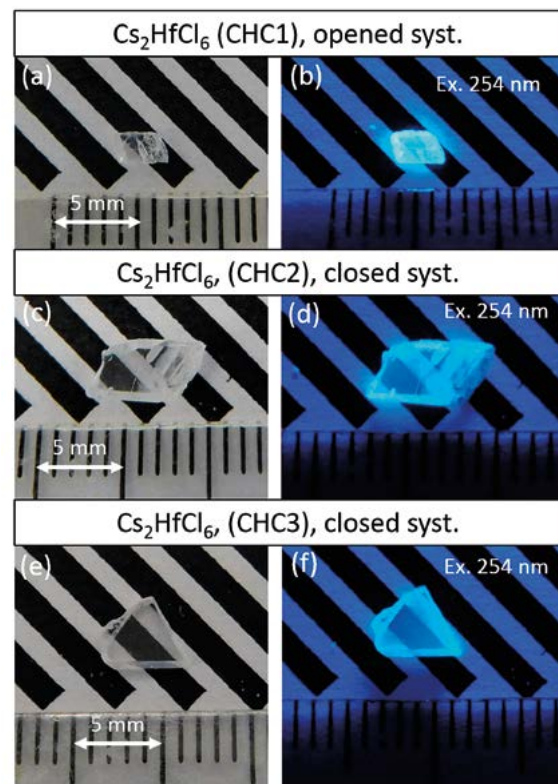
věrně uvidíme barvy objektu v umělém osvětlení z daného zdroje). K ladění spektra se používá současné buzení modrou diodou (455 nm) a diodou pracující v blízké UV oblasti (380 nm). Změnou poměrů jejich intenzit dochází ke změnám celkového vyzářeného spektra, viz např. obr. 19. Spektrum s nejzajímavějšími barevnými vlastnostmi bylo naměřeno na vzorku $\text{K}_{0,65}\text{Na}_{0,35}\text{LuS}_2\cdot\text{Eu}^{2+}$ (0,05 %) při současné excitaci diodami o vlnových délkách 380 nm (40 % intenzity) a 455 nm (2 % intenzity). Z grafu na obr. 19 lze vypočítat indexy podání barev CQS, přičemž u 10 z 15 vzorků index CQS převyšuje hodnotu 80 (maximální hodnota je 97).

V laboratoři přípravy optických materiálů a termické analýzy byly připravovány monokrystaly hlinitých perovskitů na bázi YAlO_3 a LaAlO_3 metodou micro-pulling-down (obr. 20). Co se týče LaAlO_3 , rentgenová difrakční analýza potvrdila rhomboedrickou nízkoteplotní modifikaci ve všech vzorcích. Mapování rentgenové fluorescence (XRF) a Laueho mapování (Energy-dispersive Laue Mapping – EDLM – obr. 20) potvrdily homogenní distribuci dopantů až do koncentrace 20 % a přítomnost více zrn s mírně odlišnou orientací. Poměrně nízká scintilační účinnost byla zjištěna pro krystaly dopované ionty Ce^{3+} . Velká odlišnost fotoluminiscenčních a radioluminiscenčních spekter ukazuje na nepřítomnost luminiscence Ce^{3+} při buzení ionizujícím zářením, které převážně budí luminiscenci spojenou s defekty. Naopak velmi vysoká scintilační účinnost byla pozorována ve vzorcích dopovaných Eu^{3+} , což bylo vysvětleno odlišným mechanismem záchytu náboje na luminiscenčních centrech Eu^{3+} a Ce^{3+} . Neobvykle velký Stokesův posuv luminiscence centra Ce^{3+} ukazuje na jeho možnou modifikaci defekty v jeho okolí [48].

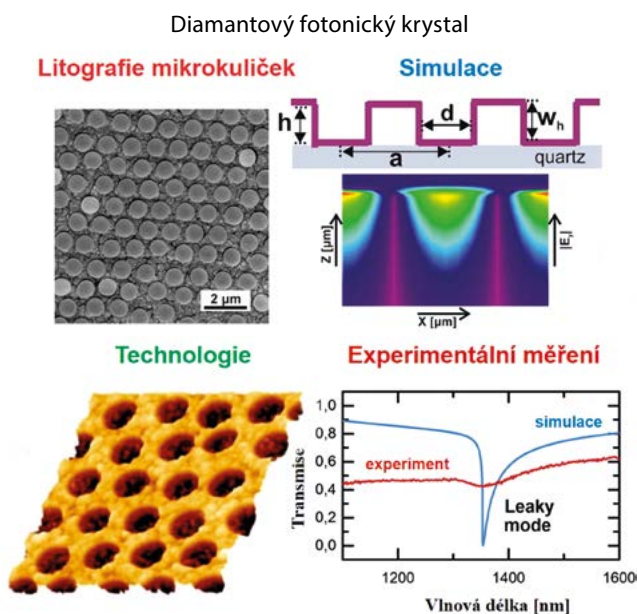
Dále byly Bridgmanovou metodou z taveniny připraveny monokrystaly chloridu cesno-hafničitého (Cs_2HfCl_6). Na vzniklých monokrystalech bylo studováno prvkové a fázové složení podél osy růstu u jednotlivých krystalů, což významně přispělo k optimalizaci technologického procesu syntézy a čištění Cs_2HfCl_6 materiálu a jeho následný růst. Ze získaných monokrystalů byly nařezány, vybroušeny a vyleštěny vzorky (obr. 21) pro následné optické, luminiscenční a magnetické charakterizace za účelem

popsat a určit mechanismus scintilace v matrici Cs_2HfCl_6 . Velkým přínosem pro dosažení tohoto cíle bylo použití elektronové paramagnetické rezonance a termoluminiscenční analýzy, které odhalily významný vliv nestechiometrického složení v Cs_2HfCl_6 na intenzitu pozorované emise při buzení ionizujícím zářením. Teplotní závislosti fotoluminiscence a fotoluminiscenčního dosvitu odhalily složitost luminiscenčního mechanismu v Cs_2HfCl_6 . Ukazuje se, že tento mechanismus je složen z více než tří dějů, které jsou stabilní při různých teplotách a s rostoucí teplotou přecházejí z jednoho na druhý.

V laboratoři *diamantových tenkých vrstev a uhlíkových nanostruktur* jsme se intenzivně věnovali zejména: i) využití strukturovaných borem dopovaných diamantových elektrod pro elektrochemické aplikace (čištění biologicky a chemicky kontaminované vody, detekce organických a anorganických látek), ii) realizaci fotonických krystalů [49], vytváření optických center v diamantu použitím iontové implantace Er/Yb [50], iii) studiu rozhraní 2D materiálů s povrchem diamantu [51], iv) studiu interakce bakterií s diamantovými vrstvami a nanočásticemi, příp. oxidem grafénu [52], v) optimalizaci povrchové terminace diamantových tenkých vrstev a nanočástic, vi) elektrické charakterizaci růstu kmenových buněk pomocí diamant-



■ Obr. 21 Vzorky nedopovaných krystalů Cs_2HfCl_6 připravených třemi různými technologickými postupy (a, c, e). Tytéž vzorky zobrazené při UV excitaci o vlnové délce 254 nm (b, d, f).



■ **Obr. 22** SEM snímek samouspořádaných polystyrenových mikrokuliček na souvislé diamantové vrstvě. Simulace amplitudy elektrického pole vertikálně extrahovaných TE módů pro vlnovou délku 1,31 μm , AFM obrázek ($5 \times 5 \mu\text{m}^2$) diamantové fotonické struktury. Porovnání simulovaného a měřeného transmisního spektra finální diamantové fotonické struktury.

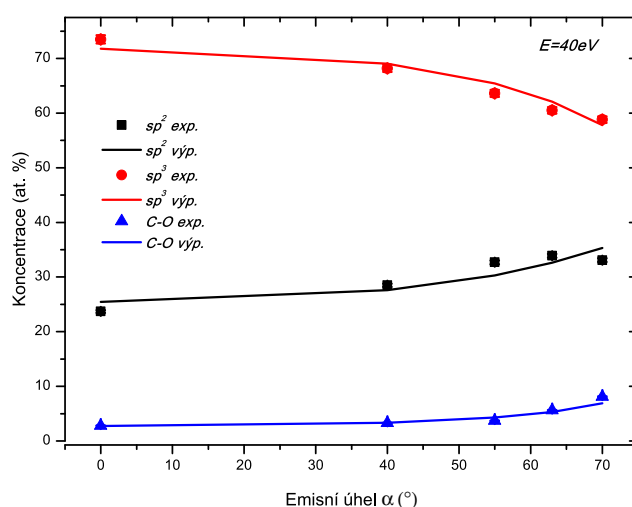
tových bio-elektronických sensorických prvků a vii) studiu diamantem pokrytých AlGaIn/GaN HEMT tranzistorů pro vysokovýkonové elektronické aplikace. Uvedené tematiky byly řešeny v úzké spolupráci s oddělením 26 Fyzikálního ústavu AVČR a s dalšími externími pracovišti (Fyziologický ústav AVČR, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, FEL ČVUT a VŠCHT v Praze, Ústav jaderné fyziky AVČR, Danubia Nanotech, STU centrem pro diagnostiku, Elektrotechnický ústav SAV, Vídeňská Univerzita a jiné). Výsledky získané v rámci řešení uvedených tématik byly publikovány v 19 článcích.

V oblasti studia optických vlastností strukturovaných diamantových tenkých vrstev jsme se zabývali přípravou velkoplošných diamantových fotonických struktur pomocí mikrosférické litografie využívající hexagonálně uspořádané monovrstvy polystyrenových mikrokuliček (obr. 22). Rozměry fotonické struktury byly optimalizovány pro navázání/vyvázení světla o vlnové délce 1310 nm. Je důležité poznamenat, že rozměry struktury (perioda, průměr děr) mohou být regulovány jak velikostí použitých mikrokuliček, tak i dobou plazmatického leptání, při kterém dochází ke zmenšování těchto polystyrenových kuliček. Tloušťka a kvalita opticky aktivní diamantové vrstvy byla regulována délkou CVD depozice a dalšími depozičními podmínkami. Uvedený technologický postup umožňuje vyrábět fotonické struktury prakticky libovolných rozměrů

a tím dosáhnout navazování anebo vyvazování světla různé vlnové délky.

V *Laboratoři elektronové spektroskopie* jsme se soustředili na analýzu DLC (diamond-like carbon) vrstev dopovaných titanem narostlých pulzní laserovou depozicí užitím dvou excimerových laserů [53] a DLC vrstev připravených pulzní laserovou ablací grafitu při současném bombardování rostoucí vrstvy ionty argonu o energii 0 až 143 eV [54]. Přes rozsáhlý výzkum DLC vrstev stále chybí spolehlivé informace o hloubkovém rozložení vazeb atomů uhlíku v těchto vrstvách, ovlivňující jejich základní vlastnosti.

Fotoelektronová (XPS) a Augerova (AES) spektroskopie jsou nejznámější analytické metody používané pro určení chemického stavu prvků na povrchu zkoumaného vzorku. Využitím metod XPS a AES [54] byla koordinace uhlíkových atomů na povrchu a v podpovrchové oblasti DLC vrstev nejprve určena nedestruktivně ze spektra linie C 1s naměřené s vysokým energetickým rozlišením, a poté z C KVV Augerova spektra vybuzeného rtg zářením. Poměr sp^3/sp^2 určený z C 1s anebo z C KVV spekter zaznamenaných při normálovém emisním úhlu se ale podstatně lišil. To naznačilo nehomogenní hloubkové rozložení obou složek, protože informační hloubky C 1s a C KVV elektronů jsou značně rozdílné. Tento výsledek byl potvrzen i analýzou úhlově rozlišených C 1s spekter metodou maximální entropie (MEM). Na obr. 23 je ukázána závislost C sp^2 , C sp^3 a C-O vazebných stavů na emisním úhlu fotoelektronů [54]. Na základě těchto měření a výpočtů bylo zjištěno, že vazebný stav sp^2 převládá na povrchu, dále přechází do lokálního minima a vytváří široké maximum pod povrchem. sp^3 koordinace vazeb se chová zrcadlově vůči sp^2 a je dominantní v hlubších

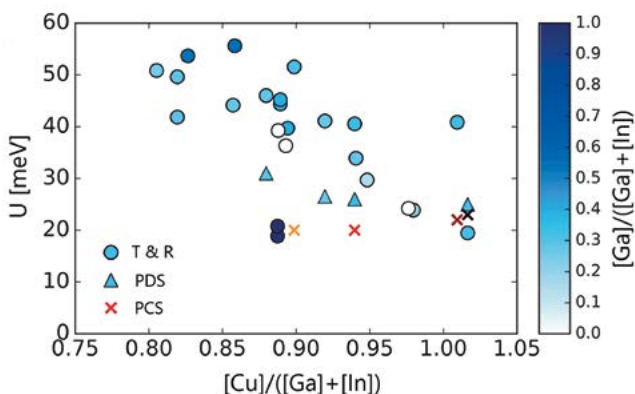


■ **Obr. 23** Změřená a vypočtená závislost koncentrace C sp^2 , C sp^3 a C-O vazebných stavů na emisním úhlu fotoelektronů. Emisní úhel byl určován vzhledem k normále povrchu.

vrstvách. Dále jsme pozorovali zvětšení počtu sp^2 vazeb v maximu pod povrchem a posun maxima k povrchu při rostoucí energii argonových iontů. Uvedené chování hloubkového rozdělení vazebných stavů atomů uhlíku v analyzovaných DLC vrstvách je v souladu s předpovědí subplantačního modelu interakce energetických iontů s rostoucí vrstvou. Výsledky analýzy vazeb atomů uhlíků v povrchové a v podpovrchové oblasti DLC vrstev pomohou v cílené přípravě uhlíkových vrstev s předem požadovanými vlastnostmi.

Fotovoltaická skupina se zabývá základním výzkumem procesů ovlivňujících účinnost konverze energie v tenkovrstvých slunečních článcích založených na nových materiálech a technologiích. Tenkovrstvé solární články dnes dosahují účinnosti přes 20%. Další zvyšování účinnosti se ale již neobejde bez přesné charakterizace materiálových vlastností jednotlivých komponent článku. V této skupině se proto dlouhodobě zabýváme měřeními jejich optických spekter a spektrální závislosti komplexního indexu lomu. V roce 2018 jsme se zabývali základním výzkumem vrstev CIGS - $Cu(In,Ga)Se_2$ [55] ve spolupráci se švýcarskými kolegy z univerzity v Curychu a belgickými kolegy z university v Hasseltu. Zjistili jsme, že zatímco poloha optické absorpční hrany dané energetickou mezerou mezi vodivostním a valenčním pásem do značné míry nezávisí na obsahu Cu, tvar optické absorpční hrany lze popsat parametrickou závislostí na obsahu Cu a Ge.

Exponenciální nárůst optického absorpčního koeficientu Urbachovy hrany U spojený s neuspořádaností okraje valenčního a vodivostního pásu získaný pomocí fototermální deflexní spektroskopie (PDS) jsme porov-



■ **Obr.24** Urbachova energie U v závislosti na koncentraci Cu a Ga v CIGS vrstvách, stanovená z optické transmise a reflexe (T & R, kruhy), fototermální deflexní spektroskopie (PDS, trojúhelníky) a spekter fotoproudu (PCS, kříže). Vyšší hodnoty U jsou pozorovány pro nižší koncentrace Cu a vyšší koncentrace Ga. U většiny vzorků je hodnota U určená z optické transmise a reflexe podstatně větší než U určené metodami PDS a PCS.

nali s hodnotami získanými ze spekter fotoproudu (PCS) a ze spekter optické reflexe (R) a transmise (T) v závislosti na složení $Cu(In,Ga)Se_2$ [55], viz obr. 24. Prokázali jsme tak zřetelný nárůst parametru neuspořádanosti struktury U v materiálech s nižším obsahem Cu. Popis spekter optického absorpčního koeficientu parametrickými funkcemi umožňuje počítačové simulace činnosti CIGS solárního článku jako např. optické absorpční procesy a účinnosti sběru generovaných nosičů, a následně rozvíjet strategie zvýšení účinnosti konverze energie v tenkovrstvých solárních článcích.

Z hlediska dalšího zvyšování účinnosti jsou perspektivní tandemové struktury. Vytvořili jsme metodu měření a vyhodnocení náhradního schématu a podařilo se nám ukázat, že tandemová struktura je do jisté míry imunní vůči poruchám vlivem paralelního odporu, pokud neobsahuje planárně vodivou mezivrstvu [56].

Literatura

- [1] A. Hospodková, M.Nikl, E. Hulicius, K. Blažek, J. Touš: *Scintillation detector for detection of ionising radiation*. Japonský patent č. 6381815.
- [2] A. Hospodková, M.Nikl, E. Hulicius, K. Blažek, J. Touš: *Scintillation detector for detection of ionising radiation*. patent US 10,067,242 B2.
- [3] J. J. Mareš, P. Hubík, V. Špička: *Diffusive propagation of nervous signals and their quantum control*. The European Physical Journal-Special Topics, online. DOI: 10.1140/epjst/e2018-800108-6.
- [4] T. Jungwirth, J. Sinova, A. Manchon, X. Marti, J. Wunderlich, C. Felser: *The multiple directions of antiferromagnetic spintronics*. Nature Phys. **14**, 200 (2018).
- [5] J. Železný, P. Wadley, K. Olejník, A. Hoffmann & H. Ohno: *Spin transport and spin torque in antiferromagnetic devices*. Nature Phys. **14**, 220 (2018).
- [6] L. Šmejkal, Yu. Mokrousov, B. Yan, A. H. MacDonald: *Topological antiferromagnetic spintronics*. Nature Phys. **14**, 242 (2018).
- [7] S. Yu. Bodnar, L. Šmejkal, I. Turek, T. Jungwirth, O. Gomonay, J. Sinova, A. A. Sapozhnik, H.-J. Elmers, M. Kläui, M. Jourdan: *Writing and Reading antiferromagnetic Mn2Au: Néel spin-orbit torques and large anisotropic magnetoresistance*. Nature Commun. **9**, 348 (2018).
- [8] P. Wadley, S. Reimers, M. J. Grzybowski, C. Andrews, M. Wang, J.S. Chauhan, B.L. Gallagher, R.P. Campion, K.W. Edmonds, S.S. Dhesi, F. Maccherozzi, V. Novak, J. Wunderlich, T. Jungwirth: *Current-polarity dependent*

- manipulation of antiferromagnetic domains*. Nature Nanotech. **13**, 362 (2018).
- [9] J. Godinho, H. Reichlova, D. Kriegner, V. Novak, K. Olejnik, Z. Kaspar, Z. Soban, P. Wadley, R. P. Campion, R. M. Otxoa, P. E. Roy, J. Zelezny, T. Jungwirth, J. Wunderlich: *Electrically induced and detected Néel vector reversal in a collinear antiferromagnet*. Nature Commun. **9**, 4686 (2018).
- [10] K. Olejnik, T. Seifert, Z. Kaspar, V. Novak, P. Wadley, R.P. Campion, M. Baumgartner, P. Gambardella, P. Nemeč, J. Wunderlich, J. Sinova, P. Kuzel, M. Muller, T. Kampfrath, T. Jungwirth: *Terahertz electrical writing speed in an antiferromagnetic memory*. Science Advances **4**, 3566 (2018).
- [11] L. Šmejkal, T. Jungwirth: *Symmetry and topology in antiferromagnetic spintronics*. Topology in Magnetism, Eds. J. Zang, V. Cros, A. Hoffmann, Springer International Publishing
- [12] W. Hornfeck, R. Kobold, M. Kolbe, M. Conrad, D. Herlach: *Quasicrystal nucleation and Z module twin growth in an intermetallic glass-forming system*, Nature Communications **9**, 4054 (2018).
- [13] J. Hynek, P. Brázda, J. Rohlíček, M. G. S. Londesborough, J. Demel: *Phosphinic Acid Based Linkers: Building Blocks in Metal–Organic Framework Chemistry*. Angew. Chem. Int. Ed. **57**, 5016 (2018).
- [14] D. Bowden, Y. Krysiak, L. Palatinus, D. Tsvoulas, S. Plana-Ruiz, E. Sarakinou, U. Kolb, D. Stewart, M. Preuss: *A high-strength silicide phase in a stainless steel alloy designed for wear-resistant applications*. Nature Commun. **9**, 1374 (2018).
- [15] E. Buixaderas, M. Kempa, V. Bovtun, C. Kadlec, M. Savinov, F. Borodavka, P. Vaněk, G. Steciuk, L. Palatinus, J. Dec: *Multiple polarization mechanisms across the ferroelectric phase transition of the tetragonal tungsten-bronze $Sr_{0.35}Ba_{0.69}Nb_2O_{6.04}$* . Phys. Rev. Mat. **2**, 124402 (2018).
- [16] D. Wiedemann, T. Ludtke, L. Palatinus, E. Willinger, M. G. Willinger, M. J. Muhlbauer, M. Lerch: *At the Gates: The Tantalum-Rich Phase $Hf_3Ta_2O_{11}$ and its Commensurately Modulated Structure*. Inorg. Chem **57**, 14435 (2018).
- [17] M. Veis, J. Minár, G. Steciuk, L. Palatinus, C. Rinaldi, M. Cantoni, D. Kriegner, K. K. Tikuišis, J. Hamrle, M. Zahradník, R. Antoš, J. Železný, L. Šmejkal, X. Marti, P. Wadley, R. P. Campion, C. Frontera, K. Uhlířová, T. Duchoň, P. Kužel, V. Novák, T. Jungwirth, K. Výborný: *Band structure of $CuMnAs$ probed by optical and photoemission spectroscopy*. Phys. Rev. B **97**, 125109 (2018).
- [18] J. Majzlan, E. Dachs, A. Benisek, J. Plášil, J. Sejkora: *Thermodynamics, crystal chemistry and structural complexity of the $Fe(SO_4)(OH)(H_2O)_x$ phases: $Fe(SO_4)(OH)$, *metahohmannite, butlerite, parabutlerite, amarantite, hohmannite, and fibroferrite*. European Journal of Mineralogy **30**, 259 (2018).*
- [19] S. Ghazisaeed, J. Majzlan, J. Plášil, B. Kiefer: *A simple method for the prediction of the orientation of H_2O molecules in ionic crystals*. Journal of Applied Crystallography **51**, 1116 (2018).
- [20] J. Plášil, V. Petříček, A. J. Locock, R. Škoda, P.C. Burns: *The (3 + 3) commensurately modulated structure of the uranyl silicate mineral swamboite-(Nd), $Nd_{0.333}[(UO_2)(SiO_3OH)](H_2O)_{2.41}$* . Zeitschrift für Kristallographie **233**, 223 (2018).
- [21] J. Plášil, A. R. Kampf, R. Škoda, J. Čejka: *Nollmotzite, $Mg[U(V)(UO_2)_2O_4F_3] \cdot 4H_2O$, the first natural uranium oxide containing fluorine*. Acta Crystallographica B **74**, 362 (2018).
- [22] O. Šipr, J. Vackář, J. Minár: *Finite lifetime broadening of calculated X-ray absorption spectra: possible artefacts close to the edge*. Journal of Synchrotron Radiation **25**, Part 2, 525 (2018).
- [23] M. S. Henriques, D. I. Gorbunov, A. V. Andreev, X. Fabrèges, A. Gukasov, M. Uhlarz, V. Petříček, B. Ouladdiaf, J. Wosnitza: *Complex magnetic order in the kagome ferromagnet $Pr_3Ru_4Al_{12}$* . Phys. Rev. B **97**, 014431 (2018).
- [24] M. Tabatabaee, M. Poupon, V. Eigner, P. Vaněk, M. Dušek: *The role of hydrogen bonds in order-disorder transition of a new incommensurate low temperature phase β - $[Zn-(C_7H_4NO_4)] \cdot 3H_2O$* . Z. Kristallogr. **233**, 17 (2018).
- [25] J. Navrátil, J. Kašparová, T. Plecháček, L. Beneš, Z. Olmrová -Zmrhalová, V. Kucek, and Č. Drašar: *Thermoelectric and Transport Properties of n-type Palladium-Doped Chalcopyrite $Cu_{1-x}Pd_xFeS_2$ Compounds*, J. Electron. Mater. **48**, 1795 (2019).
- [26] K. Knížek, M. Pashchenko, P. Levinský, O. Kaman, J. Houdková, P. Jiříček, J. Hejtmánek, M. Soroka, and J. Buršík: *Spin Seebeck effect in epsilon- Fe_2O_3 thin layer with high coercive field*. J. Appl. Phys. **124**, 213904 (2018).
- [27] A. Ndayishimiye, S. Buffière, M.-A. Dourges, A. Largeteau, M. Prakasam, S. Mornet, O. Kaman, Z. Jirák, J. Hejtmánek, and G. Goglio: *Design of 0–3 type nanocomposites using hydrothermal sintering*. Scripta Mater. **148**, 15 (2018)
- [28] J. Kaštil, M. Diviš, K. Vlášková, P. Doležal, J. Fikáček, J. Prchal, M. Mišek, J. Kamarád, and Z. Arnold: *Experimental and first-principle study of $LuPd_2Si_2$ superconductor*. Intermetallics **100**, 171 (2018).

- [29] R. Tesař, M. Šindler, J. Koláček, L. Skrbek: *Terahertz wire-grid circular polarizer tuned by lock-in detection method*. Rev. Sci. Instrum. **89**, 083114 (2018)
- [30] M. Šindler, C. Kadlec, P. Kužel, K. Ilin, M. Siegel, and H. Němec: *Departure from BCS response in photoexcited superconducting NbN films observed by terahertz spectroscopy*. Phys. Rev. B **97**, 054507 (2018).
- [31] Z. Huesges, K. Kliemt, C. Krellner, R. Sarkar, H.-H. Klauß, C. Geibel, M. Rotter, P. Novák, J. Kuneš, and O. Stockert: *Analysis of the crystal electric field parameters of YbNi₄P₂*. New J. Phys. **20**, 073021 (2018)
- [32] V. Chlan, J. Żukrowski, A. Bosak, Z. Kačol, A. Kozłowski, Z. Tarnawski, R. Řezníček, H. Štěpánková, P. Novák, I. Bialo, and J. M. Honig: *Effect of low Zn doping on the Verwey transition in magnetite single crystals: Mössbauer spectroscopy and x-ray diffraction*. Phys. Rev. B **98**, 125138 (2018)
- [33] J. Peng, D. Cao, Z. He, J. Guo, P. Hapala, R. Ma, B. Cheng, J. Chen, W.J. Xie, X.-Z. Li, P. Jelínek, L.-M. Xu, Y.Q. Gao, E.-G. Wang, Y. Jiang: *The effect of hydration number on the interfacial transport of sodium ions*. Nature. **557**, 701 (2018).
- [34] J. Peng, J. Guo, P. Hapala, D. Cao, R. Ma, B. Cheng, L. Xu, M. Ondráček, P. Jelínek, E. Wang, Y. Jiang: *Weakly perturbative imaging of interfacial water with submolecular resolution by atomic force microscopy*. Nat. Commun. **9**, 122 (2018).
- [35] B. de la Torre, M. Švec, P. Hapala, J. Redondo, O. Krejčí, R. Lo, D. Manna, A. Sarmah, D. Nachtigallová, J. Tuček, P. Błoński, M. Otyepka, R. Zbořil, P. Hobza, P. Jelínek: *Non-covalent control of spin-state in metal-organic complex by positioning on N-doped graphene*. Nat. Commun. **9**, 2831 (2018).
- [36] E. A. Doud, M. S. Inkpen, G. Lovat, E. Montes, D. W. Paley, M.L. Steigerwald, H. Vázquez, L. Venkataraman, X. Roy: *In Situ Formation of N-Heterocyclic Carbene-Bound Single-Molecule Junctions*. J. Am. Chem. Soc. **140**, 8944 (2018).
- [37] G. Foti, H. Vázquez: *Origin of Vibrational Instabilities in Molecular Wires with Separated Electronic States*. J. Phys. Chem. Lett. **9**, 2791 (2018).
- [38] H. Zhan, J. Cervenka, S. Prawer, D. J. Garrett, *Molecular detection by liquid gated Hall effect measurements of graphene*. Nanoscale. **10**, 930 (2018).
- [39] K. Kůsová, *Silicon Nanocrystals: From Indirect to Direct Bandgap*. phys. status solidi a **215**, 1700718 (2018).
- [40] L. Ondič, M. Varga, I. Pelant, A. Kromka, K. Hruška, R. G. Elliman: *Two-dimensional photonic crystals increasing vertical light emission from Si nanocrystal-rich thin layers*. Beilstein J. Nanotechnol. **9**, 2287 (2018).
- [41] S. Stehlik, L. Ondic, M. Varga, J. Fait, A. Artemenko, T. Glatzel, A. Kromka, B. Rezek: *Silicon-Vacancy Centers in Ultra-Thin Nanocrystalline Diamond Films*. Micromachines. **9**, 281 (2018).
- [42] M. Müller, M. Ledinský, J. Kočka, A. Fejfar, J. Červenka: *Effects of nanowire size and geometry on silicon nanowire array thin film solar cells*. J. Vac. Sci. Technol. B. **36**, 011401 (2018).
- [43] J. Rahoma, K. Sampathkumar, A. Vetushka, M. Ledinsky, Z. Hajkova, A. Fejfar, O. Frank: *Local Photovoltaic Properties of Graphene–Silicon Heterojunctions*. phys. status solidi b **255**, 1800305 (2018).
- [44] J. Čermák, L. Mihai, D. Sporea, Y. Galagan, J. Fait, A. Artemenko, P. Štenclová, B. Rezek, M. Straticiuc, I. Burducea: *Proton irradiation induced changes in glass and polyethylene terephthalate substrates for photovoltaic solar cells*. Sol. Energy Mater. Sol. Cells. **186**, 284 (2018).
- [45] L. Procházková, V. Čuba, A. Beitlerová, V. Jarý, S. Omelkov, M. Nikl: *Ultrafast Zn(Cd,Mg)O:Ga nanoscintillators with luminescence tunable by band gap modulation*. Optics Express **26**, 29482 (2018).
- [46] P. Průša, M. Kučera, V. Babin, P. Brůža, T. Parkman, D. Pánek, A. Beitlerová, J. A. Mareš, M. Hanuš, Z. Lučenicová, M. Pokorný, M. Nikl: *Tailoring and Optimization of LuAG:Ce Epitaxial Film Scintillation Properties by Mg Co-Doping*. Crystal Growth and Design **18**, 4998 (2018).
- [47] V. Jarý, L. Havlák, J. Bárta, M. Rejman, A. Bystřický, Ch. Dujardin, G. Ledoux, M. Nikl: *Circadian Light Source Based on KxNa1-xLuS2:Eu2+ Phosphor*. ECS Journal of Solid State Science and Technology. **7**, R3182 (2018).
- [48] J. Pejchal, J. Barta, T. Trojek, R. Kucerkova, A. Beitlerova, M. Nikl: *Luminescence and scintillation properties of rare-earth-doped LaAlO3 single crystals, Radiation Measurements*. **121**, 26 (2019).
- [49] M. Domonkos, M. Varga, L. Ondič, L. Gajdošová, A. Kromka: *Microsphere lithography for scalable polycrystalline diamond-based near-infrared photonic crystals fabrication*. Mater. Des. **139**, 363 (2018).
- [50] J. Cajzl, P. Nekvindová, A. Macková, P. Malinský, J. Oswald, Z. Remeš, M. Varga, A. Kromka, B. Akhetova, R. Böttger, V. Prajzler: *Erbium Luminescence Centres in Single- and Nano-Crystalline Diamond—Effects of Ion Implantation Fluence and Thermal Annealing*. Micromachines **9**, 316 (2018).
- [51] O. Romanyuk, M. Varga, S. Tulic, T. Izak, P. Jiricek, A. Kromka, V. Skakalova, B. Rezek: *Study of Ni-catalyzed Graphitization Process of Diamond by In-situ X-ray Photoelectron Spectroscopy*. J. Phys. Chem. C **122**, 6629 (2018).

- [52] P. Lišková, J. Beranová, E. Ukraintsev, R. Fišer, O. Kofroňová, O. Benada, I. Konopásek, A. Kromka: *Diamond nanoparticles suppress lateral growth of bacterial colonies*. *Colloid Surf. B-Biointerfaces* **170**, 544 (2018).
- [53] J. Zemek, J. Houdková, P. Jiříček, M. Jelínek: *Amorphous carbon nanocomposite films doped by titanium: Surface and sub-surface composition and bonding*. *Diam. Relat. Mater.* **81**, 61 (2018).
- [54] J. Zemek, J. Houdková, P. Jiříček, M. Jelínek: *Surface and in-depth distribution of sp^2 and sp^3 coordinated carbon atoms in diamond-like carbon films modified by argon ion beam bombardment during growth*. *Carbon* **134**, 71 (2018).
- [55] R. Carrona, E. Avancini, T. Feurer, B. Bissig, P. A. Losio, R. Figi, C. Schreiner, M. Bürkic, E. Bourgeois, Z. Remes, M. Nesladek, S. Buecheler, N. Tiwari: *Refractive indices of layers and optical simulations of $Cu(In,Ga)Se_2$ solar cells*, *Sci. Technol. Adv. Mater.* **19**, 397 (2018).
- [56] F. Ventosinos, J. Klusáček, T. Finsterle, K. Künzel, F.-J. Haug, J. Holovský: *Shunt Quenching and Concept of Independent Global Shunt in Multijunction Solar Cells*. *IEEE J. Photovoltaics* **8**, 1005 (2018).
- [57] P. Devi, S. Singh, B. Dutta, K. Manna, S. W. D'Souza, Y. Ikeda, E. Suard, V. Petříček, P. Simon, P. Werner, S. Chadhov, S. S. P. Parkin, C. Felser, D. Pandey: *Adaptive modulation in the $Ni_2Mn_{1.4}In_{0.6}$ magnetic shape-memory Heusler alloy*. *Phys. Rev. B* **97** (2018) 224102(1)–224102(6).





2.4 Sekce optiky v roce 2018

Výzkum v Sekci optiky je zaměřen na klasické a kvantové vlastnosti šíření optického záření, charakterizaci a optimalizaci optických materiálů a funkčních struktur pro široké spektrum aplikací. Dlouhodobě se zabýváme studiem a realizací nových plazmatických a optických technologií přípravy a modifikace povrchů, tenkovrstvých systémů a nanostruktur. Výrazného pokroku jsme dosáhli především v oblasti depozičních metod nízkoteplotního plazmatu a pulzní laserové ablace. Klíčovým tématem je problematika kvantové a nelineární optiky, kde jsme pokračovali ve výzkumu kvantových korelací a generace neklasických stavů na úrovni jednotlivých fotonů i klasických intenzit. V oblasti zpracování kvantové informace jsme se dále zabývali problematikou kvantové provázanosti. Důležitý je také nový mezioborový výzkum zaměřený na vývoj a aplikaci fyzikálních metod v regenerativní medicíně a biologii. V tomto směru se podařilo dosáhnout velice zajímavých výsledků spojených s biofyzikou nanočástic, vysokogradientních magnetických polí a nízkoteplotním plazmatem.

V roce 2018 byla Velká výzkumná infrastruktura SAF-MAT (www.fzu.cz/en/safmat) rozšířena o novou laboratoř rentgenové difrakce a ve spolupráci s Oddělením optických materiálů o unikátní spektrometr EMX pro elektricky detekovanou elektronovou paramagnetickou rezonanční spektroskopii. Tento spektrometr umožňuje mimo jiné měření v křemíkových vrstvách pomocí elektricky detekovatelného signálu. Umožňuje to studium spinově závislých transportních vlastností polovodičových materiálů a spinové dynamiky použitelných pro zpracování kvantové informace založené na spinu. Tím se z laboratoře EPR stává celosvětově jedno z nejlépe vybavených pracovišť. Byl prováděn materiálový výzkum široké škály materiálů zahrnující diamantové a nanodiamantové vrstvy, topologické izolátory, Heuslerovy slitiny, krystaly SiC, materiály pro luminofory a scintilátory, dopované feroelektrické materiály a v neposlední řadě organické materiály a biomateriál. V roce 2018 se na vědecké práci v infrastruktuře podíleli vědečtí pracovníci ze šesti oddělení FZÚ (Oddělení analýzy funkčních materiálů, Oddělení optických a bio-

fyzikálních systémů, Oddělení nízkoteplotního plazmatu, Oddělení funkčních materiálů, Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur, Oddělení optických materiálů).

2.4.1 Kvantová a nelineární optika

V roce 2018 jsme finalizovali tři výzkumné experimentální úlohy z oblasti kvantového zpracování informace. Prvním výsledkem byla konstrukce kvantového směrovače [1]. Toto zařízení funguje jako analog klasického směrovače pro počítačové sítě. Na rozdíl od svého klasického protějšku, kvantový směrovač směřuje kvantové bity a jeho operace je rovněž řízena kvantovou informací. V našem experimentu jsme testovali několik klíčových vlastností našeho zařízení: schopnost přepínat mezi výstupy na základě informace v kontrolním kvantovém bitu, míru degradace stavu signálního fotonu po operaci směřování a koherenci při směřování do dvou výstupů naráz. Druhým finalizovaným projektem bylo experimentální měření tzv. svědků kvantové provázanosti s využitím hyperentanglovaného stavu [2]. Současně s tímto projektem jsme se zabývali třetím tématem: ověření migrace koherence mezi klasickou koherencí (čistota polarizačního stavu) a kvantovou koherencí (provázanost). Experimentálně jsme ověřili, že vhodně volené veličiny se při unitárním vývoji zachovávají jak v lineárních, tak nelineárních optických procesech [3].

V oblasti nelineární spektroskopie založené na dvoufotonové absorpci jsme nadále zkoumali výhody použití intenzivních kvantově korelovaných fotonových polí. Ukázali jsme, že tyto svazky vedou ke zlepšení diagnostiky elektronových energetických hladin u atomů až o několik řádů ve srovnání s použitím klasických fotonových polí. Představili jsme praktickou realizaci této metody v kombinaci se zjednodušenou identifikací skutečných energetických hladin. Analyzovali jsme také vliv spektrálních vlastností fotonových párů přítomných v intenzivních kvantově korelovaných fotonových polí na dvoufotonovou absorpci [4].

2.4.2 Optické technologie pro experimentální astrofyziku

Skupina optických technologií pokračovala v podpoře velkých mezinárodních kolaborací v oblasti experimentální astrofyziky, jako jsou Observatoř Pierra Augera (PAO), Cherenkov Telescope Array (CTA) nebo Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes (FAST). Na PAO jsme se v roce 2018 věnovali zejména vývoji nové metody absolutní kalibrace a dlouhodobému měření vybraných optických parametrů primárních zrcadel fluorescenčních detektorů observatoře. Dosud získané desetileté výsledky měření optických parametrů v závislosti na čase, analyzující sledování stavu znečištění a degradace reflexních vrstev těchto zrcadel na stanicích Coihueco a Loma Amarilla, byly shrnuty do publikace [5]. V ní byly mj. doporučeny způsoby a frekvence čištění zrcadel s ohledem na správnou funkčnost fluorescenčních detektorů. Byl dokončen rozsáhlý hardwarový i softwarový upgrade tzv. celooblohových kamer instalovaných před několika lety na observatoři PAO, které jsou součástí řízení observatoře a slouží pro monitorování parametrů oblačnosti noční oblohy nad observatoři v reálném čase.

Pokračoval také vývoj fluorescenčního detektoru FAST jako nové generace ultravysokoenergetického detektoru kosmického záření a byla založena volná mezinárodní kolaborace FAST (<http://www.fast-project.org>). Byl nainstalován třetí teleskop FAST3 na mezinárodní Japonsko / USA observatoři Telescope Array (TA), lokalita Black Rock Mesa, Utah, USA. Během této instalace byla provedena měření spektrální reflektivity zrcadel všech tří teleskopů FAST a byly stanoveny změny parametrů v závislosti na délce expozice teleskopu a okolním prostředí. Byla provedena analýza dat nabraných teleskopy FAST za účelem kalibrací fotonásobičů zohledňující vlivy světelného pozadí noční oblohy, okolní teploty, elektroniky a vlivy optických vlastností fotonásobičů. Analýza vychází ze zpracování kalibračních dat získaných pomocí YAP pulzaru (tj. dobře definovaného a stabilního zdroje UV záření složeného ze scintilátoru YAlO₃:Ce buzeného radioaktivním zdrojem alfa částic Am²⁴¹). Výsledky těchto kalibrací byly uloženy v nově vytvořené databázi, která je zdrojem dat pro korekci fyzikálních výsledků měření. V souvislosti se snahou o instalaci detektoru FAST také na jižní polokouli (vznikne tak první fluorescenční detektor nové generace stejného technického provedení, který bude schopen sledovat oblohu nad oběma polokoulemi), byl zhotoven ve SLO čtvrtý prototyp detektoru FAST, jehož instalace v prostorách PAO je plánována na rok 2019.

Pokračovala výroba zrcadlových segmentů pro malé teleskopy typu SST-1M projektu CTA. V roce 2018 bylo hlavním vývojovým krokem oddělení procesů přímého obrábění celých ploch a procesů při korektivním obrábění. Tato změna přístupu byla vynucena tím, že přímo generované povrchy vykazují lokální odchylky v relativně malých částech plochy, které lze odstranit místní korekcí, ale tyto lokální korekce vyžadují speciální volbu trajektorie náběhu nástroje do záběru v ploše. Průběžně probíhá optimalizace nastavení prototypu SST-1M umístěného v polském Krakově včetně souběžného vývoje podpůrných měřících technologií.

2.4.3 Charakterizace technických materiálů a tenkých vrstev

Stěžejní pozornost byla věnována analýze mechanických a tribologických vlastností materiálů různých forem na pomezí nano a mikro oblastí. Byly testovány různé typy tenkých vrstev (HfO₂, SiO₂, SiON, SiC, SiCN, ZnAlO_x, TiO₂, Fe, Ti, B₄C, NCD) a povlaků (AlCrN_x a AlCrTiBN_x), polymerní materiály používané pro 3D tisk (PLA, ABS, PET, NGEN), různé typy skel před a po chemickém tvrzení, dentální kompozitní materiály a další monokrystalické a polykrystalické materiály. Standardně byly vyhodnocovány vtisková tvrdost, modul pružnosti, odolnost proti vrypovému poškození a opotřebení, a odpor materiálu proti vzniku a šíření trhlin. Pro komplexní vyhodnocení byly lokální mechanické zkoušky korelovány s pokročilými mikroskopickými technikami (konfokální mikroskopie, AFM, SEM-FIB) a záznamy signálů akustických emisí.

Byla dokončena komplexní studie vlivu podmínek depozičního procesu na složení, strukturu a teplotní stabilitu mechanických a tribologických vlastností SiC a SiCN vrstev. Zabudování atomů N do struktury SiC vede k výraznému zvýšení odolnosti proti vzniku a šíření trhlin, čím je značně potlačena intrinsická křehkost keramiky založené na bázi SiC [6]. Pokračovalo studium akustických emisí (AE) generovaných v průběhu vrypové a nanoindentační zkoušky, včetně vývoje a optimalizace metod (hardware a software) určených pro vyhodnocení signálů akustických emisí. Pro hodnocení signálů akustických emisí byla nově použita metoda založená na analýze frekvenčních spekter jednotlivých hitů [7]. Byla ověřena funkčnost nové generace aparatury pro detekci AE vln, která byla následně zavedena do standardní laboratorní praxe.

Byly testovány lokální mechanické a tribologické vlastnosti tenkovrstvých systémů pomocí nanoindentace, scratch testu a testu opotřebení v kombinaci se záznamem akustických emisí, např. vrstev a-SiO_xC [8].

2.4.4 Aplikace optických metod na studium biologických aktivit rostlin

Byla vyvinuta nová měřicí bezkontaktní optická metoda pro monitorování šíření hydraulické vlny stonkem rostliny [9]. Metoda využívá Fresnelovu difrakci laserového svazku na okrajích stonku sledované rostliny *Nicotiana tabacum* (L.) cv. Samsun. Svou citlivostí umožňuje neinvazivním způsobem detekovat dynamické pohyby protilehlých okrajů epidermis stonku sledované rostliny na úrovni jednotek mikrometrů. Metoda bude v budoucnu aplikována v podobě optického bezkontaktního senzoru s vysokým rozlišením. V roce 2018 započal nový výzkum monitorování biologické aktivity v listech rostlin (konkrétně rajčete) pomocí jevu koherenční zrnitosti. Výzkum se v první fázi zaměřuje na aktivitu v listu po jeho mechanickém oddělení. Zkoumá se variace struktury koherenční zrnitosti detekované v definovaných časových okamžicích. Variace demonstrují změny uvnitř i na povrchu zkoumaných vzorků listů. Biologická aktivita u oddělených listů v čase klesá a tento pokles se projevuje i ve změnách ve struktuře koherenční zrnitosti.

2.4.5 Využití laserů v biologickém výzkumu

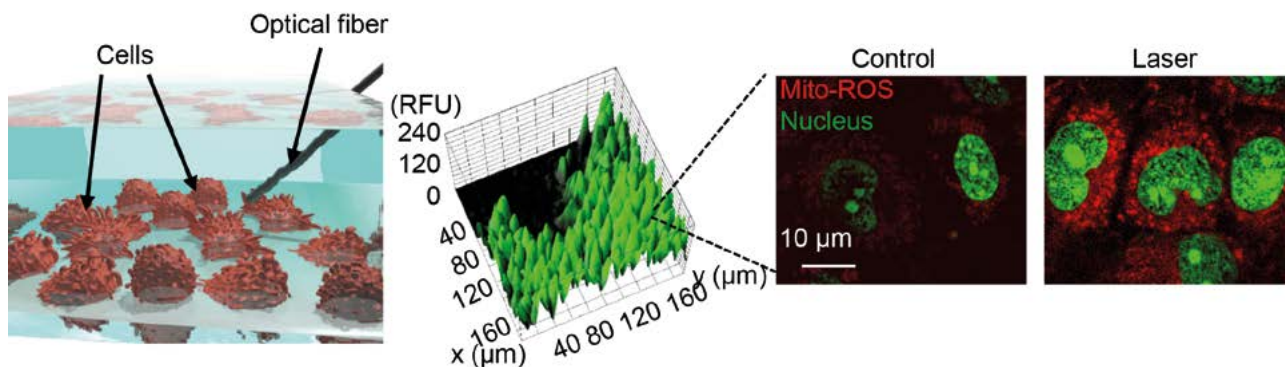
Světlo a optické techniky hrají v moderní medicíně nezastupitelnou roli. V současné době je v klinické praxi využíván velký počet laserů a optických přístrojů - jak v diagnostice, tak i při léčbě různých onemocnění. Výzkum v tomto směru vedl k vývoji terapeutických aplikací záření s nízkou intenzitou červeného a blízko-infraveního spektra pro léčbu těžko se hojících ran, růst vlasů, regeneraci tkání, redukci bolesti atd. Avšak v mnoha případech je pokrok zpomalený nedostatky v experi-

mentálním provedení a reprodukovatelnosti, a proto je nevyhnutelný detailní a precizní výzkum biofyzikálních mechanismů interakcí mezi laserem a buňkami.

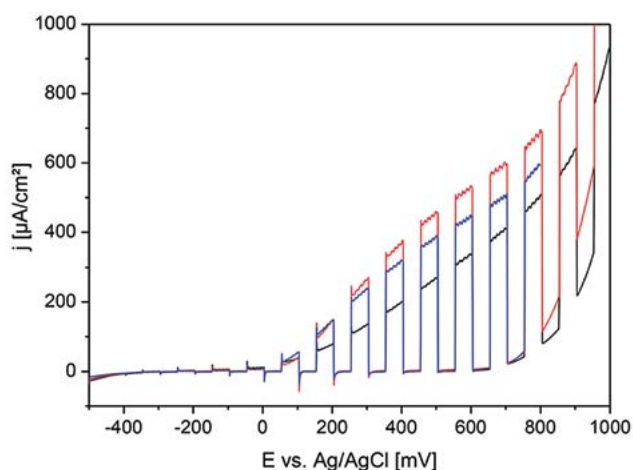
V našem výzkumu jsme popsali molekulární mechanismus působení laserů na živé buňky [10]. Data ukazují, že červené laserové záření v závislosti na intenzitě indukuje rozdílné typy buněčné smrti, jejichž předběžný molekulární mechanismus jsme popsali. Dále naše data demonstrují, že ozáření buněk laserem o vysoké intenzitě vede k vyšší produkci reaktivních forem kyslíku (ROS), což má za následek nekrózu zprostředkovanou cyklofilinem D narušením mitochondriální permeability. Na druhou stranu, ozáření laserem o nízké intenzitě vede k akumulaci superoxidu v jádře buněk a spouštění apoptózy. Tyto objevy nabízejí nový pohled na buněčnou signalizaci, která vede k aktivaci rozdílných typů buněčné smrti indukované laserem. Zjištěné propojení mezi depolarizací mitochondrií a spouštěním ROS může být základním fenoménem v odpovědi buněk na působení laserů (obr. 1).

2.4.6 Výzkum plazmatické přípravy tenkých vrstev polovodivých oxidů na bázi oxidů železa s ochrannou bariérovou vrstvou oxidu titanu

V rámci výzkumu tenkých polovodivých oxidových vrstev pro fotoelektrochemické aplikace byly realizovány různé plazmatické depoziční techniky kombinující impulzní výkonové reaktivní naprašování z kovového terče v reaktivním plazmatu. Impulzní magnetron byl kombinován s přidavným induktivně vázaným vysokofrekvenčním výbojem využívajícím pro generaci plazmatu vysokofrekvenční elektronovou cyklotronovou vlnu ve stacionárním magnetickém poli a vlnové rezonanci. Právě



■ Obr. 1 Schéma experimentálního postupu. Graf fluorescenční intenzity Calceinu-AM buněk ozářených laserem (1 mW, $\lambda = 655$ nm). Akumulace reaktivních forem kyslíku produkovaných mitochondrií po ozáření laserem.



■ **Obr. 2** Fotoelektrochemická aktivita hematitové fotoanody při přerušovaném osvětlení solárním simulátorem.

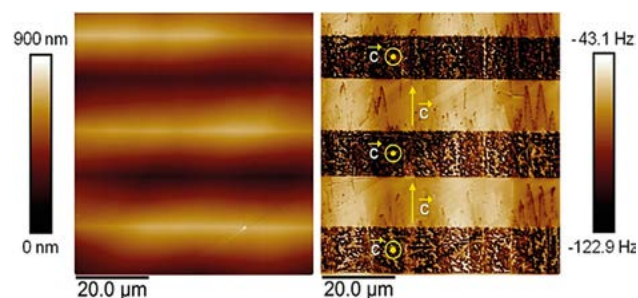
existující rezonance umožňuje dosažení vysoké ionizace plazmatu při extrémně nízkých tlacích pracovního plynu a zajišťuje tak vznik energetických svazků ionizovaných deponičních částic. Zmíněnou metodou bylo možné deponovat oxidové vrstvy za těchto specifických podmínek v plazmatu. Tento postup značně zvyšoval polovodivou kvalitu deponovaných vrstev hematitu, případně umožňoval depozici dalších zajímavých fází oxidů železa za nízké teploty substrátu (obr. 2). Výsledky těchto experimentů byly publikovány v [11].

Z důvodů nízké chemické odolnosti hematitových vrstev byly na povrchy těchto materiálů naneseny bariérové vrstvy TiO_2 . Pro takto připravené dvojvrstvy $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ byla fotoelektrochemická fotocitlivost ve viditelné oblasti znatelně větší než pro samotné hematitové vrstvy díky potlačení povrchové rekombinace nosičů na rozhraní Fe_2O_3 / elektrolyt. Dále byla potlačena fotokoroze, běžně se v těchto aplikacích vyskytující u oxidů železa. Výsledky tohoto výzkumu byly publikovány v [12].

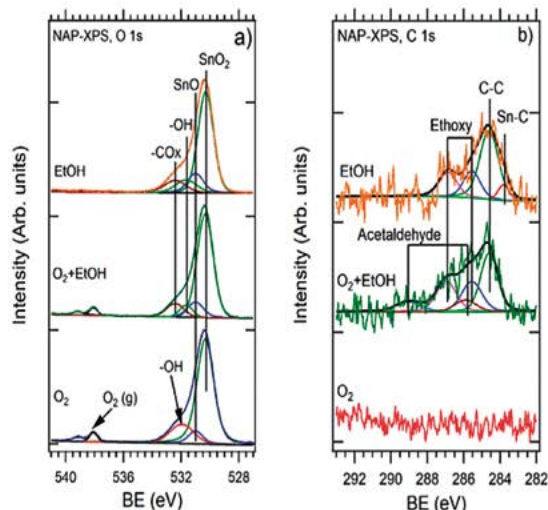
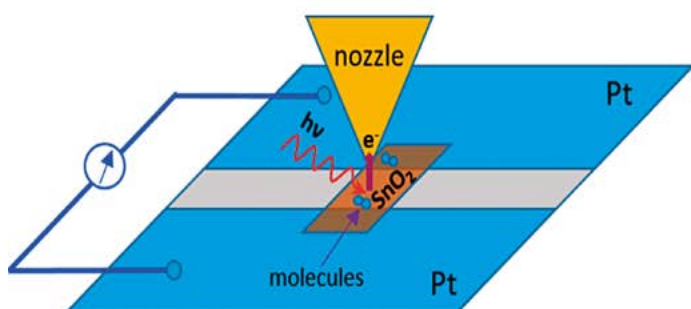
2.4.7 Elektronová struktura NiMnGa Heuslerových slitin

Martensitická transformace je většinou řízena elektronovou strukturou. Aby byla zaručena kompatibilita a elasticita mezi oběma fázemi, martensitická mikrostruktura je formována z dvojčat feroelastických domén. Tyto koherentní útvary jsou uspořádány v prostoru v souladu se strukturou krystalu a sousedí rozhraním mezi jednotlivými dvojčaty. V nejjednodušším případě tetragonální martensit může mít na rozhraní tři možné orientace feroelastických domén a ty musí mít zrcadlovou symetrii. Pro fáze s nižší symetrií existuje několik módů dvojčatění,

kteří zaručují více stupňů volnosti pro nukleaci a růst této fáze. Tím vzniká nová komplexní struktura dvojčat a domén v mikrostruktuře, Ni-Mn-Ga tudíž vytváří modulovanou monoklinickou strukturu martensitu na základě svého přizpůsobování a hierarchistickém uspořádání svých dvojčat. V naší práci minulého roku [13] v rámci spolupráce s odděleními teorie kondenzovaných látek a magnetických měření a materiálů jsme se snažili o interpretaci ARUPS spekter pomocí úvah o povaze dvojčatění a mikrostruktuře krystalu $\text{Ni}_{49.7}\text{Mn}_{29.1}\text{Ga}_{21.2}(100)$ v souladu s teoretickou simulací včetně efektů neuspořádanosti. Nalezli jsme podstatné změny elektronové struktury v blízkosti Fermiho meze, která je způsobena fázovým přechodem austenit-martensit a vede k rozštěpení pásů elektronové struktury. Ukázali jsme, že předpokládaná tetragonální distorse vysvětluje měřená ARPUS spektra a poprvé jsme ukázali, že jemná struktura martensitické fáze Ni-Mn-Ga Heuslerovy slitiny není způsobena intrinsitní povahou elektronové struktury, ale rozdílnou orientací feroelastických domén na mezoskopickém měřítku. Měření ARUPS v kombinaci s PEEMem a teoretickou simulací energetických řezů první Brillouinovou zónou vede k elegantnímu mapování pásové struktury nestechiometrického krystalu $\text{Ni}_{49.7}\text{Mn}_{29.1}\text{Ga}_{21.2}(100)$ Heuslerovy slitiny. Nejdůležitějším bylo ukázat, že fotoelektronové spektrum je projekcí tří elektronových struktur, které odpovídají a-a variantě v kombinaci se dvěma a-c dvojčaty různých feroelastických domén. Pozorované spektrum pak vykazuje pseudorozštěpení nalezené v okolí Fermiho meze. Tím naše práce demonstruje, že při práci s dvojčatěním v Ni-Mn-Ga Heuslerově slitině nelze uvažovat pouze vlastnosti jednotlivých atomů, ale je nutné uvážit i mikrostrukturu na mezoskopickém měřítku (obr. 3). Je to rozhodující při určování základních fyzikálních a chemických vlastností.



■ **Obr. 3** AFM/MFM obrázek (001) povrchu monokrystalu $\text{Ni}_{49.7}\text{Mn}_{29.1}\text{Ga}_{21.2}(100)$ v martensitické fázi. Dvojčatění mikrostruktury feromagnetických domén je viditelné v podobě reliéfu na levém topologickém AFM obrázku. MFM obraz magnetických domén (vpravo) zobrazuje individuální a-a a a-c feroelastické domény. Orientace osy c, definované jako snadný směr magnetizace, je označena na obrázku MFM.



■ **Obr. 4** Schéma konceptu in-situ měření detekčního mechanismu nanostrukturálního SnO_2 senzoru pomocí vysokotlaké fotoelektronové spektroskopie (NAP-XPS), naměřená spektra pro $\text{O } 1s$ (a) a $\text{C } 1s$ (b) senzoru vystavenému různým analytům při teplotě 573 K.

2.4.8 Tenkovrstvé struktury pro senzory plynů

Ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou a Univerzitou Karlovou probíhá výzkum nových typů vysoce citlivých senzorů plynů na bázi anorganických a organických materiálů. Výzkum odhaluje souvislosti mezi morfologií materiálu, chemismem jeho povrchových reakcí s plynnými analyty a senzorickou odezvou materiálu. Pro charakterizaci detekčního mechanismu je využíváno in-situ měření pomocí fotoelektronové spektroskopie zachycené na obrázku 4.

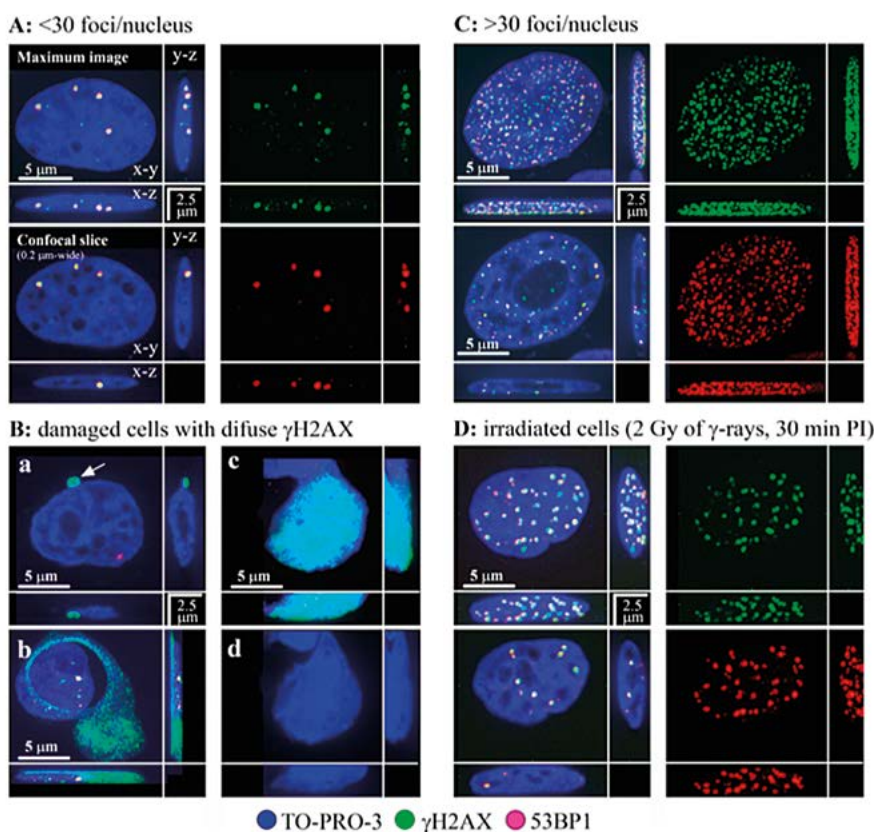
Anorganické materiály na bázi oxidů kovů jsou připravovány ve formě vrstev a nanostruktur (nanozrna, nanodráty) [14]. Pozornost je též věnována hledání vhodných materiálů pro optickou detekci [15]. U organických materiálů jsou využívány polymerizované iontové kapaliny [16] nebo ftalocyaniny [17], které mají potenciál pro využití v oblastech chemických vodivostních senzorů, senzorových polí či plastové elektroniky. Zařízení založená na těchto materiálech by v budoucnu mohla sloužit při detekci úniků toxických plynů, kontrole kvality ovzduší, potravin nebo v oblasti medicínských aplikací.

2.4.9 Kryoprezervace

V roce 2018 jsme se v rámci projektu zabývali studiem vlivu kryoprotektantů na jádra a membrány kryoprezervovaných buněk. Korelací fyzikálně-chemických vlastností kryoprotektantů a jejich vlivu na mrazení buňky (stav jádra, membrány apod.) jsme vymezili vlast-

nosti kryoprotektantů zodpovědné za jejich účinek [18]. Naším cílem bylo dosáhnout hlubšího porozumění procesu mrazení a rozmrazování buněk i mechanismu souvisejícího buněčného stresu zejména v oblasti jádra (obr. 5). Ukázali jsme, jak se změní tuhost kryokonzervativních (zmrazených a rozmrazených) buněk podle typu aplikovaného kryoprotektantu a jeho funkčnosti v extracelulárním nebo intracelulárním prostoru. Mikroskopie atomárních sil byla použita jako technika pro vyšetřování stavů a regenerace kryokonzervovaných buněk ex vivo [19]. Naše výsledky nabízejí nový pohled na monitorování a charakterizaci obnovy zmrazených buněk měřením změn v elastických vlastnostech technikou nanoindentace. To povede k novému a detailnějšímu způsobu zkoumání rozvoje rozmrazování kryokonzervovaných buněk, který umožňuje rozlišovat mezi různými částmi buněk.

Efektivní kryoprezervace specifických buněčných typů (zejména oocytů) zůstává i v současnosti nevyřešeným úkolem. V rámci projektu tedy dále pokračujeme ve studiu vlivu materiálů a specifických metodik na stav oocytů zejména během maturace a následné kryoprezervace. Ve spolupráci s 1. lékařskou fakultou UK byl stav oocytů během jednotlivých fází maturace a po případném rozmrazení analyzován širokou škálou standardních i modifikovaných biofyzikálních a molekulárně biologických metod. Součástí další práce bude stanovení pravděpodobnosti úspěšnosti oocytů v IVF cyklu a to klinicky použitelnou metodou rozpoznávání obrazů, resp. klinických fotografických záznamů. V rámci kooperace s katedrou kybernetiky ČVUT se vytváří neuronová síť, která stanoví pravděpodobnost úspěšnosti (tj. oplodnitelnosti) oocytů v IVF cyklu. Získané výsledky povedou k lepšímu pochopení vztahů mezi stavem oocytů a konkrétními parametry používaných



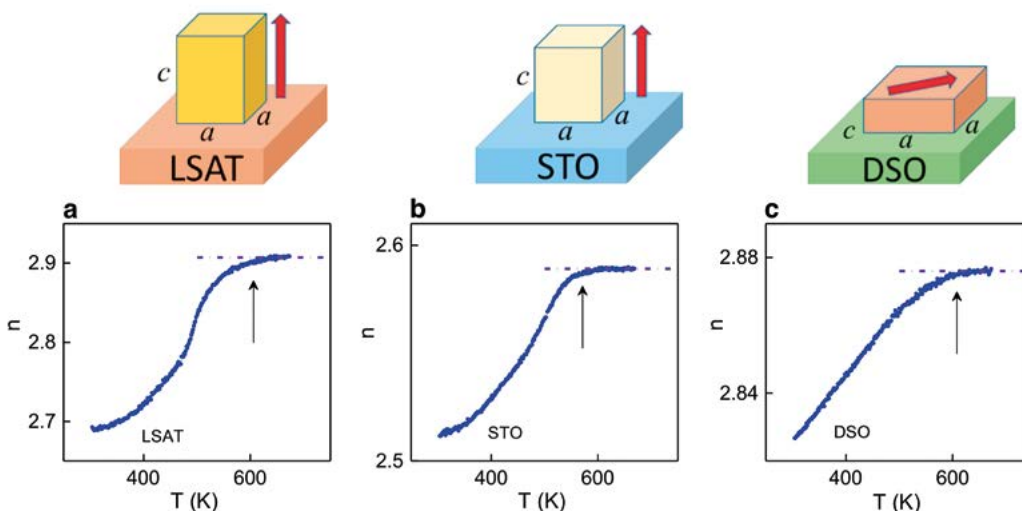
■ **Obr. 5** Tři druhy poškození jaderného chromatinu kryoprezervovaných buněk. Na základě pozorování DNA a specifických proteinů jsme zmražené a rozmražené buňky rozdělili dle defektů v jádrech do tří kategorií: A. Buňky s malým počtem bodů vykazujících potenciální zlomy DNA (<math>< 30</math>). B. Buňky s velkým nespécifickým poškozením chromatinu. C. Buňky s velkým počtem potenciálních zlomů DNA (> 30). D. Kontrolní buňky ozářené 2 G γ -paprsky, 30 min.

maturačních, kultivačních a kryoprezervačních protokolů. Konečným, aplikačně zajímavým cílem, bude návrh optimální metodiky práce s oocyty tak, aby pravděpodobnost jejich úspěchu v IVF cyklu byla co největší.

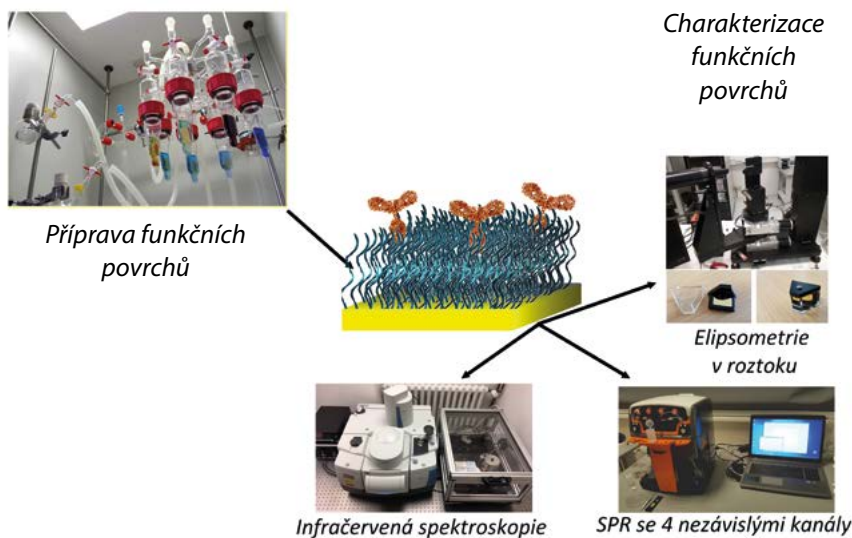
2.4.10 Výzkum a aplikace tenkých perovskitových vrstev

Naše moderní tenkovrstvé technologie nám v roce 2018 umožnily vytváření ultratenkých vrstev s pozměněnou krystalickou strukturou. Naše práce byla soustředě-

na na výzkum jevů spojených se strukturou a polarizací v epitaxních nanovrstvách a heterostrukturách PbSrTiO_3 , PbTiO_3 , KNbO_3 a NaNbO_3 . Pomocí heteroepitaxního růstu na různých substrátech se podařilo dosáhnout změny krystalické symetrie v těchto materiálech a významně ovlivnit jejich vlastnosti (obr. 6). Například jsme ukázali, že chemické vazby, které určují stabilitu perovskitové fáze, jsou přímo spojené s epitaxním růstem, zejména s pnutím a jeho relaxací. U vytvářených struktur byly také pozorovány velké změny optických vlastností včetně posunu absorpční hrany [20]. Použití moderních optických metod, jako spektrální elipsometrie, nám umožnilo důkladně



■ **Obr. 6** Teplotní závislost indexu lomu u vrstev PbSrTiO_3 na podložkách (a) LSAT, (b) STO a (c) DSO. Pozorované chování dokazuje nízkoteplotní ferroelektrický stav a vysokoteplotní fázový přechod do paraelektrické fáze.



■ **Obr. 7** Výzkum funkčních bio-rozhraní – od přípravy funkčních povrchů ve speciální polymerační aparatuře po charakterizaci jejich fyzikálně-chemických vlastností pomocí pokročilých experimentálních metod jako je SPR, elipsometrie či infračervená spektroskopie.

prozkoumat mechanismy feroelektrických fázových přechodů v tenkých epitaxních vrstvách s tloušťkou pouze 5 nm [21]. Také byly objeveny velice zajímavé anomálie v teplotní závislosti komplexní dielektrické odezvy pozorované při 100–200 K v epitaxních vrstvách $\text{SrTi}_{0.6}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_3$, které jsou paramagnetickými izolátory při všech teplotách [22]. Možnost řízené úpravy optických vlastností v tak velkém rozsahu představuje zajímavou perspektivu pro moderní fotoniku a optoelektroniku.

V oblasti aplikovaného výzkumu jsme se zabývali možnostmi použití feroelektrických vrstev pro biomedicínu. Například pro zlepšení srůstu implantátu s kostí pomocí zvýšení elektrické aktivity povrchu implantátu byla studována možnost pokrytí implantátů feroelektrickým materiálem BaTiO_3 . Nanokrystalické feroelektrické vrstvy bioaktivního BaTiO_3 byly připraveny pomocí laserové ablace. K docílení růstu preferenčně orientovaného BaTiO_3 byla použita mezivrstva platiny. Ve spolupráci s Fyziologickým ústavem AV ČR bylo u takto připravených vrstev prokázáno zvýšení osseointegrace implantátů. [23-25]

2.4.11 Výzkum funkčních biorozhraní

V roce 2018 byl v Oddělení optických a biofyzikálních systémů Sekce optiky FZÚ iniciován nový směr výzkumu – studium biomolekulárních interakcí na funkčních biorozhraních. Výzkum se zaměřuje zejména na biofyzikální studie klíčových dějů na molekulární úrovni, které probíhají na rozhraních pevných látek a biologických vzorků. Nový směr tak přináší do FZÚ chybějící můstek mezi dlouhodobě tradičním materiálovým výzkumem a úspěšně se rozvíjející biologickou laboratoří v Sekci optiky. V souvislosti s tímto novým výzkumným směrem

byl sestaven nový výzkumný tým kombinující odbornosti z oblastí biofyziky, polymerní a organické chemie. Mezi hlavní cíle výzkumu patří detailní popis molekulárních mechanismů nespecifické adsorpce biomolekul z reálných biologických vzorků na povrchy s různými fyzikálně chemickými vlastnostmi. K nespecifické adsorpci dochází takřka vždy při kontaktu syntetického materiálu s reálným biologickým vzorkem, např. vzorkem krevní plazmy, mořské vody nebo potravin (obr. 7). Jedná se o hojně rozšířený a nežádoucí problém – střetáváme se s ním např. u vývoje kontaktních čoček, medicínálních implantátů či obalových materiálů pro potraviny atd. Navíc nespecifická adsorpce z biologických vzorků na povrchy zásadním způsobem zpomaluje přenos nově vyvíjených bioanalytických a biočipových technologií do běžné praxe. Týká se to řady důležitých oblastí, jako je lékařská diagnostika, ochrana životního prostředí nebo kontrola bezpečnosti potravin. Tento nový výzkumný směr byl v roce 2018 podpořen prestižním oceněním Akademie věd ČR pro perspektivní vědce – prémií Lumina quaeruntur, kterou získala Dr. Lísalová. Kromě základního výzkumu se významně rozvíjí i aplikovaný výzkum zaměřený zejména na vývoj nových typů funkčních povrchů s požadovanými vlastnostmi s vysokým potenciálem uplatnění v biosenzorech pro zkvalitnění a urychlení kontroly bezpečnosti potravin – tématu, které je v současné době velmi aktuální. V roce 2018 byla v tomto směru úspěšně zahájena spolupráce s Policií ČR, která se na tomto výzkumu také podílí a byla získána významná finanční podpora z Operačního programu Praha – pól růstu a Technologické agentury ČR.

Literatura

- [1] K. Bartkiewicz, A. Černocho, K. Lemr: *Implementation of an efficient linear-optical quantum router*. *Sci. Rep.* **8** (2018).
- [2] V. Trávníček, K. Bartkiewicz, A. Černocho, K. Lemr: *Experimental measurement of a nonlinear entanglement witness by hyperentangling two-qubit state*. *Phys. Rev. A* **98** (2018).
- [3] A. Černocho, K. Bartkiewicz, K. Lemr, J. Soubusta: *Experimental tests of coherence and entanglement conservation under unitary evolutions*. *Phys. Rev. A* **97** (2018).
- [4] J. Svozilík, J. Peřina, R. D. Leon-Montiel: *Two-photon absorption spectroscopy using intense phase-chirped entangled beams*. *Chem. Phys.* **510** (2018) s. 54.
- [5] L. Nožka, H. Hiklová, P. Horváth, M. Hrabovský, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, J. Řídký, P. Schovánek: *Monitoring of mirror degradation of fluorescence detectors at the Pierre Auger Observatory due to dust sedimentation*. *J. Instrum.* **13** (2018).
- [6] J. Tomáščík, R. Čtvrtlík, T. Ingr, J. Maňák, A. Opletalová: *Effect of Nitrogen Doping and Temperature on Mechanical Durability of Silicon Carbide Thin Films*. *Sci. Rep.* **8** (2018).
- [7] J. Tomáščík, R. Čtvrtlík, M. Dráb, J. Maňák: *On the Importance of Combined Scratch/Acoustic Emission Test Evaluation: SiC and SiCN Thin Films Case Study*. *Coatings* **8** (2018) s. 196.
- [8] L. Šimurka, R. Čtvrtlík, J. Tomáščík, G. Bektas, J. Svoboda, K. Bange: *Mechanical and optical properties of SiO₂ thin films deposited on glass*. *Chem. Pap.* **72** (2018) s. 2143.
- [9] V. Nožková, P. Šmíd, P. Horváth, M. Hrabovský, P. Ilík: *Non-invasive monitoring of hydraulic surge propagation in a wounded tobacco plant*. *Plant Meth.* **14** (2018) s. 38.
- [10] A. Lynnyk, M. Lunova, D. Egorova, A. Kulikov, M. Jirsa, Š. Kubinová, O. Lunov, A. Dejneka: *Manipulating the mitochondria activity in human hepatic cell line Huh7 by low-power laser irradiation*. *Biomed. Opt. Express* **9** (2018) s. 1283.
- [11] V. Straňák, Z. Hubička, M. Čada, R. Bogdanowicz, H. Wulff, C. A. Helm, R. Hippler: *Influence of reactive oxygen species during deposition of iron oxide films by high power impulse magnetron sputtering*. *J. Phys. D: Appl. Phys.* **51** (2018).
- [12] J. Krýsa, A. Němečková, M. Zlámal, T. Kotrla, M. Baudys, Š. Kment, Z. Hubička, M. Neumann-Spallart: *a-Fe₂O₃/TiO₂ stratified photoanodes*, *Journal of Photochemistry and Photobiology. A: Chemistry* **366** (2018) s. 12.
- [13] O. Heczko, V. Drchal, S. Cichoň, L. Fekete, J. Kudrnovský, I. Kratochvílová, J. Lančok, V. Cháb: *Electronic structure in the twinned 10M martensite phase of the Ni_{49.7}Mn_{29.1}Ga_{21.2} Heusler alloy: Experiment and theory*. *Phys. Rev.* **B 98** (2018).
- [14] M. Vorokhta, I. Khalakhan, M. Vondracek, D. Tomecek, M. Vorokhta, E. Maresova, J. Novakova, J. Vlcek, P. Fitl, M. Novotny, P. Hozak, J. Lancok, M. Vrnata, I. Matolinova, V. Matolin: *Investigation of gas sensing mechanism of SnO₂ based chemiresistor using near ambient pressure XPS*. *Surf Sci.* **677** (2018) s. 284.
- [15] M. Novotný, M. Vondráček, E. Marešová, P. Fitl, J. Bulíř, P. Pokorný, Š. Havlová, N. Abdellaoui, A. Pereira, P. Hubík, J. More-Chevalier, J. Lančok: *Optical and structural properties of ZnO:Eu thin films grown by pulsed laser deposition*. *Applied Surface Science* **476** (2019) s. 271.
- [16] E. Maresova, D. Tomecek, P. Fitl, J. Vlcek, M. Novotny, L. Fiser, S. Havlova, P. Hozak, A. Tudor, T. Glennon, L. Florea, S. Coyle, D. Diamond, Z. Skalican, M. Hoskocova, M. Vrnata: *Textile chemiresistors with sensitive layers based on polymer ionic liquids: Applicability for detection of toxic gases and chemical warfare agents*. *Sensor Actuat B-Chem.* **266** (2018) s. 830.
- [17] I. Kratochvílová, J. Šebera, B. Paruzel, J. Pflieger, P. Toman, E. Marešová, Š. Havlová, P. Hubík, M. Buryi, M. Vrnata, R. Šlota, M. Zakrzyk, J. Lančok, M. Novotný: *Electronic functionality of Gd-bisphthalocyanine: Charge carrier concentration, charge mobility, and influence of local magnetic field*. *Synthetic Met.* **236** (2018) s. 68.
- [18] M. Falk, I. Falková, E. Pagáčová, O. Kopečná, A. Bačíková, D. Šimek, M. Golan, S. Kozubek, M. Pekarová, S. E. Follett, B. Klejdus, K. W. Elliott, K. Varga, O. Teplá, I. Kratochvílová: *Chromatin architecture changes and DNA replication fork collapse are critical features in cryopreserved cells that are differentially controlled by cryoprotectants*. *Sci. Rep.* **8** (2018) s. 1.
- [19] M. Golan, Š. Jelínková, I. Kratochvílová, P. Skládal, M. Pešl, V. Rotrekl J. Příbyl: *AFM monitoring the influence of selected cryoprotectants on regeneration of cryopreserved cells mechanical properties*. *Front. Physiol.* **9** (2018) s. 1.
- [20] A. Dejneka, D. Chvostova, O. Pacherova1, T. Kocourek, M. Jelinek, M. Tyunina: *Optical effects induced by epitaxial tension in lead titanate*. *Appl. Phys. Lett.* **112** (2018).
- [21] O. Pacherova, D. Chvostova, T. Kocourek, M. Jelinek, A. Dejneka, E. Eliseev, A. Morozovska, M. Tyunina: *Thermooptical evidence of carrierstabilized ferroelectricity in ultrathin electrodeless films*. *Sci. Rep.* **8** (2018) s. 1.

- [22] L. Yao, S. Inkinen, O. Pacherova, M. Jelinek, S. van Dijkema M. Tyunina: *Chemical-bond effect on epitaxial strain in perovskite sodium niobate*. Phys.Chem.Chem. Phys. **20** (2018).
- [23] M. Jelínek, E. Buixaderas, J. Drahokoupil, T. Kocourek, J. Remsa, P. Vaněk, M. Vandrovcová, M. Doubková, L. Bačáková: *Laser-synthesized nanocrystalline, ferroelectric, bioactive BaTiO₃/Pt/FS for bone implants*. J. Biomater. Appl. **32** (2018) s. 1464.
- [24] M. Jelinek, P. Vaněk, Z. Tolde, E. Buixaderas, T. Kocourek, V. Studnička, J. Drahokoupil, J. Petzelt, J. Remsa, M. Tyunina: *PLD prepared bioactive BaTiO₃ films on TiNb implants*. Mater. Sci. Eng. **C 70** (2017) s. 334.
- [25] M. Jelinek, J. Drahokoupil, K. Jurek, T. Kocourek, P. Vaněk: *Nanocrystalline ferroelectric BaTiO₃/Pt/FS for implants synthesized by pulsed laser deposition method*. Laser Phys. **27** (2017).





2.5 Sekce výkonových systémů v roce 2018

Nedávné zprovoznění moderních laserových systémů v Sekci 5 umožňuje jejím badatelům dlouhodobě přispívat jak k celosvětovému rozvoji výkonové fotoniky, tak i nadále zvyšovat mezinárodní úroveň České republiky v oblasti laserů, jejich technologických aplikací, jakož i k základnímu výzkumu interakce laserového záření s hmotou.

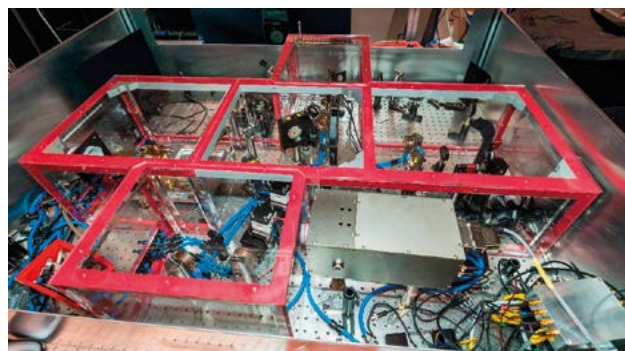
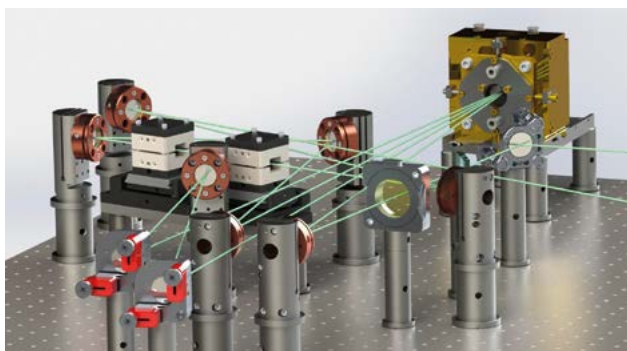
Jádrum Sekce 5 je laserové centrum HiLASE, které se nachází v Dolních Břežanech. V této výzkumné infrastruktuře se unikátním způsobem spojuje vědecká excelence s aplikačním potenciálem orientovaným na technologický vývoj a high-tech aplikace laserů „na míru“ podle konkrétních potřeb průmyslové a vědecké sféry. Primárním cílem našeho výzkumu je experimentální vývoj nové generace diodově čerpaných laserů s vysokým průměrným výkonem a vysokou opakovací frekvencí. Námi vyvíjené lasery jsou tak znatelně výkonnější, kompaktnější, stabilnější a lépe udržovatelné než klasické impulsní lasery. Rovněž úspěšně provozujeme laserový systém Bivoj – první a dosud jediný vysoko energetický diodově čerpaný pevnolátkový laser s nanosekundovými impulsy kilowattové třídy na světě. V rámci aplikačního výzkumu se věnujeme zejména zvyšování únavové životnosti a odolnosti materiálů potřebných pro aeronautiku a energetiku, přesnému mikroobrábění a přípravě funkčních materiálů. Snažíme se být partnerem pro vývoj průmyslových postupů, pro něž na současném trhu z různých důvodů neexistují

vhodné laserové zdroje. Základními možnostmi využití „know how“ naší infrastruktury HiLASE jsou kolaborativní a smluvní výzkum, interní akademický výzkum, optimalizace laserových technologií a procesů, projekty externích uživatelů v rámci otevřeného přístupu a výchova nové generace vědeckých pracovníků.

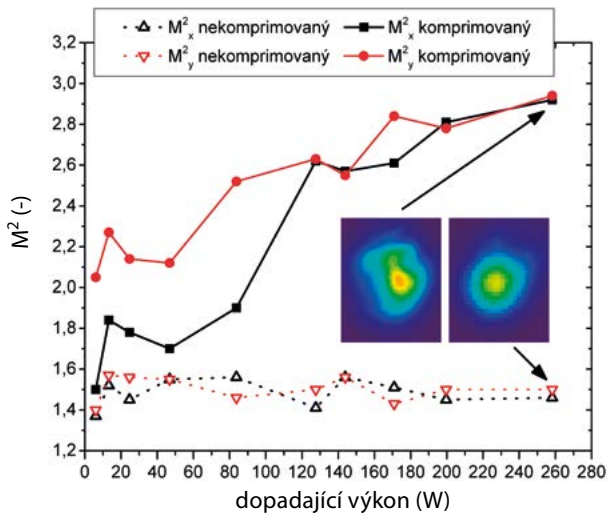
Společně s Ústavem fyziky plazmatu se podílíme na provozu a dalším rozvoji badatelského centra PALS. Vědci Sekce 5 jsou také členy velkých mezinárodních týmů, které realizují experimenty v předních světových laboratořích, např. Linac Coherent Light Source (USA), Free electron LASer in Hamburg (Německo), SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser (Japonsko). Kromě laserové fyziky působí naši experti v řadě mezních vědních oborů: fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí, fyzika vysokých hustot energie a extrémních stavů hmoty, chemie vysokých energií, atomová, iontová a molekulární spektroskopie, laboratorní astrofyzika, planetologie, astrobiologie, biofyzika, nanotechnologie, nanofotonika a plazmonika.

2.5.1 Vývoj vysokorepetičních pikosekundových laserů

Od roku 2016 provozujeme tenkodiskový pikosekundový laser Perla C s výkonem 500 W (obr. 1), opakovací frekvencí 50 nebo 100 kHz a délkou laserového impulsu



■ Obr. 1 Model regenerativního zesilovače Perla C-500 (vlevo) a fotografie jeho finálního provedení (vpravo).



■ Obr. 2 Vliv středního výkonu laseru na kvalitu laserového svazku popsanou parametrem M^2 .

< 2 ps. Systém založený na technice Chirped Pulse Amplification (CPA) využívá kompaktní kompresor tvořený čirpovanou objemovou Braggovskou mřížkou. Jelikož současná kvalita těchto komerčně dostupných mřížek snižuje kvalitu svazku, zahájili jsme ve spolupráci s výrobcem podrobné zkoumání fyzikálních příčin vedoucích např. ke vzniku astigmatismu svazku (obr. 2) a k frekvenční závislosti jeho parametrů. Nově testujeme mřížky s konstrukcí omezující vznik tepelných gradientů v mřížce, které snižují kvalitu svazku. Získané poznatky budou výrobcem využity pro další optimalizaci těchto mřížek.

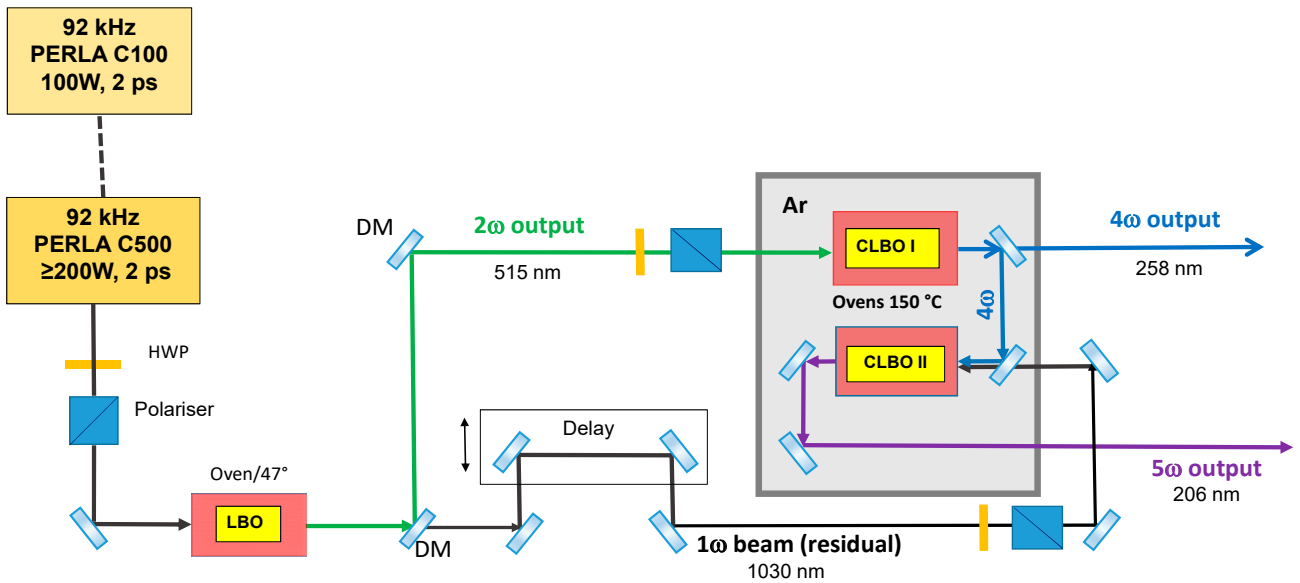
Z důvodu zvýšení stability energie impulsů byl pro tenkodiskovou platformu Perla navržen nový oscilátor a systém vláknových předzesilovačů. Tento systém dodává impulsy se šířkou spektra > 3 nm, které prodlužujeme vláknovým prodlužovačem na > 450 ps při středním výkonu 1 W (fluktuace výkonu měřená během 7 hodin nepřetržitého provozu laseru byly velice nízké, a to < 0,4%) a opakovací frekvenci impulsů 1 MHz. Pro tento laser bylo navrženo zcela nové zakrytování zajišťující jeho mechanickou stabilitu (obr. 3). V rámci vývoje tohoto laseru byl navržen i nový koncept kompaktního vláknového femtosekundového oscilátoru (Yb:sklo), a sice na základě synchronizace módů pomocí nelineární změny polarizace vyvážené nastavením disperze optického systému laserového rezonátoru. Touto optimalizací jsme zkrátili délku impulsu na 84 fs, což je dosud nejkratší délka impulsu dosažená bez externí komprese impulsů [1]. Zástavbou do monolitického pouzdra (obr. 3) jsme navíc získali vysoce stabilní zdroj laserových impulsů pro platformu Perla. Oscilátor včetně předzesilovače je nyní klíčovou součástí vyvíjených prototypů laserových systémů Perla řady určených ke komerčním účelům. Prototyp tenkodiskového regenerativního zesilovače Perla je v současnosti ve stádiu osazování sou-



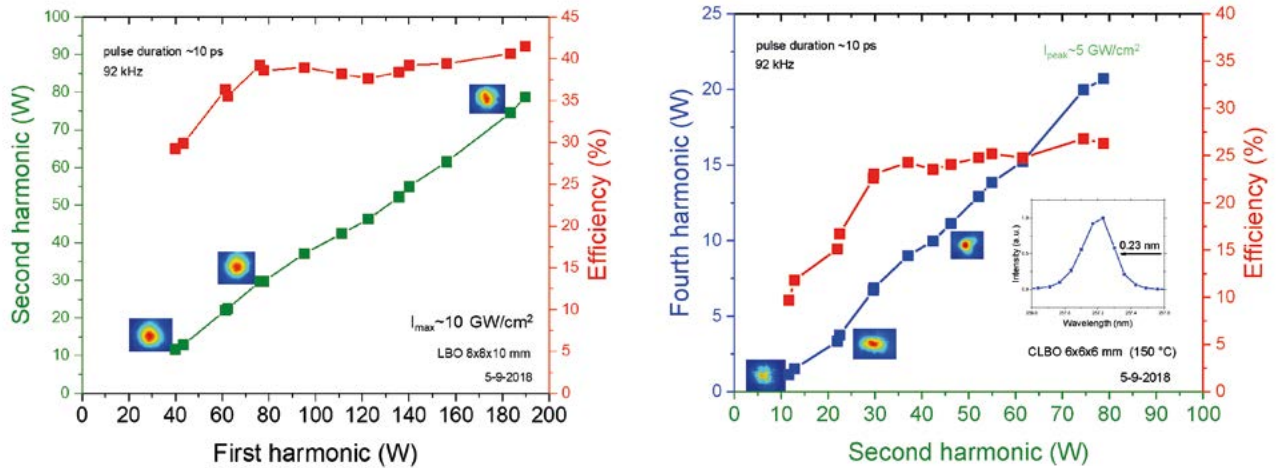
■ Obr. 3 Monolitické pouzdro oscilátoru (nahore), front-endu (uprostřed) a regenerativního tenkodiskového zesilovače (dole) pre-komerčního prototypu laserového systému Perla C-100.

částkami. Stabilní box byl vyroben z hliníkových panelů s tepelnou stabilizací pomocí vodních kanálů (obr. 3).

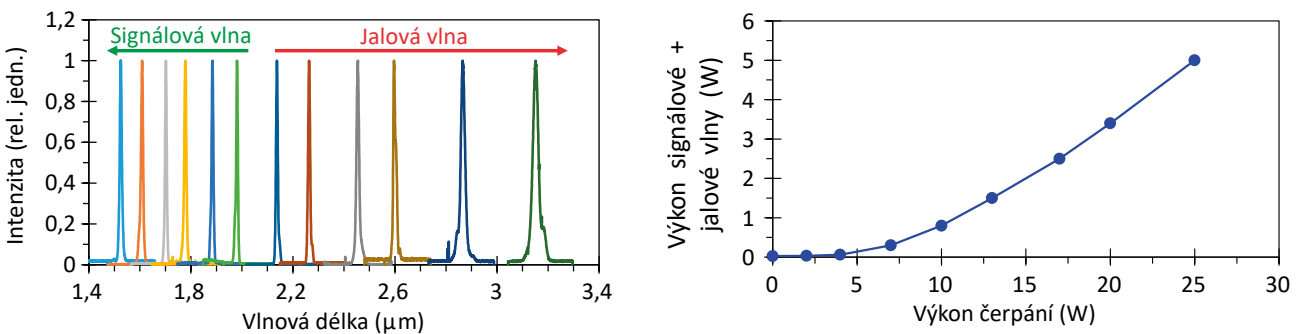
Významně jsme také pokročili v realizaci frekvenční konverze základní harmonické frekvence laseru do druhé a čtvrté harmonické (obr. 4). Systém bude dále adaptován pro buzení systémem Perla C-500. Při kvalitě svazku $M^2 > 1,5$ na základní harmonické frekvenci jsme úspěšně dosáhli účinnosti konverze do 2. harmonické frekvence (515 nm) vyšší než 40% a středního výkonu 80 W. Následně jsme dosáhli účinnosti konverze z 2. harmonické (515 nm) do 4. harmonické frekvence (257,5 nm) až 25% a středního výkonu 22 W, tj. účinnost konverze vzrostla oproti předchozím experimentům o více než 5% (obr. 5). Změřená šířka spektra (0,23 nm) odpovídá předpokládané délce impulsu < 1 ps. U 5. harmonické frekvence (206 nm) se nám podařilo zvýšit střední výkon záření na 1 W. Rovněž zkoumáme vliv dvoufotonové absorpce v kon-



Obr. 4 Optické schéma konverzního systému pro generování 2., 4. a 5. harmonické frekvence.



Obr. 5 Střední výkon a účinnost konverze pikosekundových impulsů generovaných systémem Perla C-500 do druhé (vlevo) a čtvrté (vpravo) harmonické frekvence.

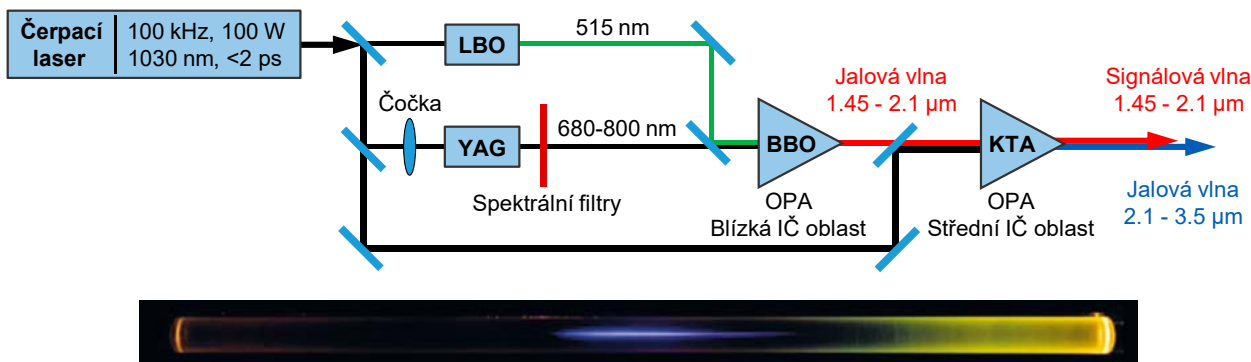


Obr. 6 Přeladitelnost a celkový výkon generovaný optickým parametrickým zesilovačem při použití KTA krystalů.

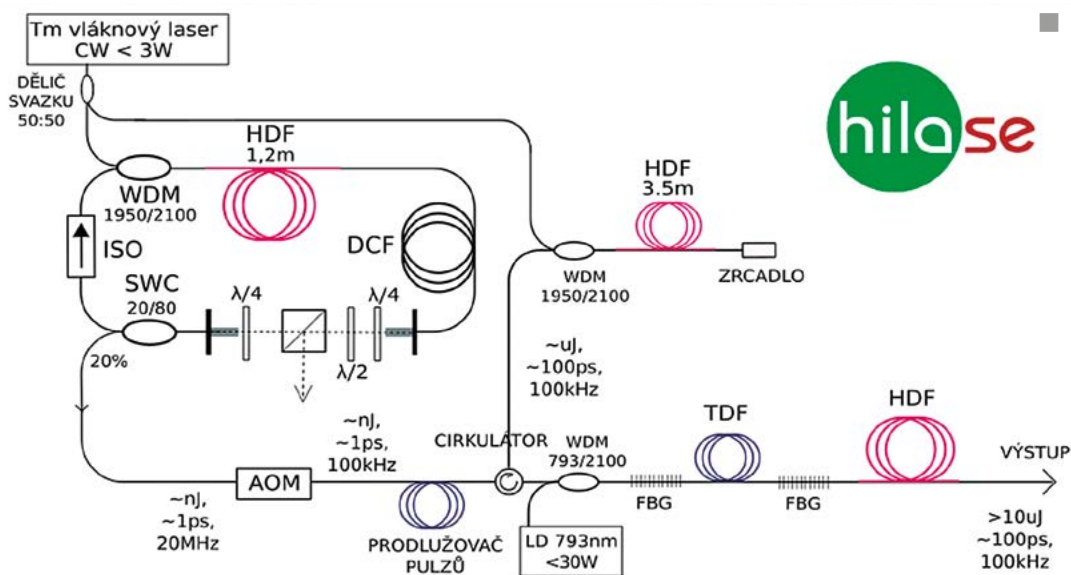
verzních krystalech na účinnost konverze. Tento proces je pravděpodobně zodpovědný za pokles konverzní účinnosti v BBO krystalech, a to při vyšších intenzitách záření.

Pro konverzi do střední infračervené oblasti byl modernizován systém na bázi optického parametrického zesilovače. Dosud používané KTP krystaly byly na-

hrazeny krystaly KTA (obr. 6), které díky nižší absorpci umožňují rozšířit pásmo laditelnosti systému od 1,5 μm do 3,2 μm (s KTP pak 1,7 μm – 2,6 μm). Tato změna je však vyvážena částečným snížením dosaženého středního výkonu na 5 W z celkových 13 W pro KTP. Systém pracuje s opakovací frekvencí impulsů 100 kHz a změn-



■ Obr. 7 Generátor superkontinua, který byl úspěšně otestován a bude integrován do optického parametrického zesilovače z důvodu nízké fluktuace energie generovaných impulsů. Fotografie záření superkontinua v krystalu YAG (dole).



■ Obr. 8 Optické schéma vláknového front-endu na bázi Ho-dopovaných vláken, které je součástí Ho:YAG tenkodiskového pikosekundového systému.

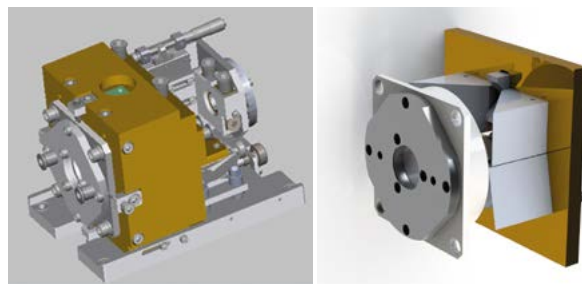
řená délka impulsu pomocí intenzitní autokorelace je 1,3 ps. Výsledky vývoje systému s KTP zesilovačem byly publikovány v roce 2018 [2].

Z důvodu snížení fluktuace energie laserových impulsů pracujeme na náhradě původního zdroje impulsů optického parametrického generátoru systému Perla G-500, a to pomocí generátoru superkontinua v nedopovaném YAG krystalu (obr. 7) následovaném BBO optickým parametrickým předzesilovačem buzeným vlnovou délkou 515 nm (2. harmonická frekvence laseru Perla). Generátor superkontinua byl úspěšně zprovozněn v roce 2018.


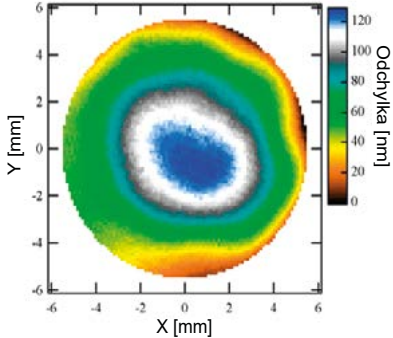
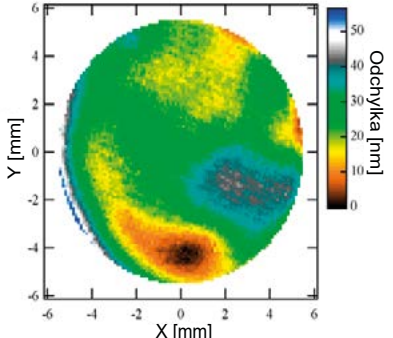
Dalším systémem, který je vyvíjen pro blízkou infračervenou oblast 2,1 μm, je tenkodiskový pikosekundový regenerativní zesilovač na bázi Ho:YAG s vláknovým oscilátorem a předzesilovačem. V roce 2018 byl sestaven a zprovozněn oscilátor se synchronizací módů na bázi tvorby solitonů včetně vláknového dvouprůchodového předzesilovače (obr. 8). Pro laser byla navržena nová tenkodisková hlavice (obr. 9) s větším množstvím průchodů budícího svazku. Hlavice je již ve výrobě a celý systém bude dokončen na podzim 2019. Ve spolupráci s National

Institute for Fusion Science v Japonsku byl vyvinut a zprovozněn malý laserový systém na bázi erbiem dopované sesquioxidové keramiky emitující vlnovou délkou $\approx 2,9\text{ }\mu\text{m}$. Jde o jeden ze dvou dosud známých keramických kontinuálních laserů tohoto typu [3].

Základním vývojovým programem HiLASE je vývoj diskových modulů (aktivního prostředí) pro tenkodiskové lasery. Kromě pokračující spolupráce s Tohoku university v Japonsku na optimalizaci modulů pomocí ADB technologie vyvíjíme také vlastní technologii lepení modulů



■ Obr. 9 Model nové hlavice zesilovače pro Ho:YAG tenkodiskový laser.

| Tenkodiskový modul | Profil povrchu | Bez sférické části |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Měď/MB/Nd filtr | PV = 128.3 mm, R = 149.4 m R _x = 167.7 m, R _y = 134.7 m | PV = 56.3 mm |

■ Obr. 10 Prototyp tenkodiskového modulu vyrobeného v optické dílně HiLASE (vlevo) a rovinnost chladiče disku měřená pomocí interferometru Zygo (uprostřed a vpravo).

v naší optické dílně. Podařilo se nejen zvládnout technologii leštění substrátů, ale i nalézt vhodná lepidla disků pro sestavení finálních disků s mimořádně tepelně i mechanicky namáhanými spoji vlastního laserového krystalu vybaveného chladičem (obr. 10). Vedlejším produktem naší aktivity bylo navržení nového konceptu chlazení zrcadel v laserech s vysokým středním výkonem, na které byla podána patentová přihláška.

2.5.2 Vývoj kryogenních laserů a technologií

Kromě našeho strategického cíle, kterým je vývoj nové generace kryogenních laserů a technologií, byl v roce 2018 využíván kryogenní laserový systém Bivoj pro řadu uživatelských experimentů, jako je např. testování meze poškození optických prvků (LIDT – Laser Induced Damage Threshold) nebo tvrzení materiálů rázovou vlnou (LSP – Laser Shock Peening). Dále byl poskytnut neplacený přístup pro externí uživatele v rámci Open Access.

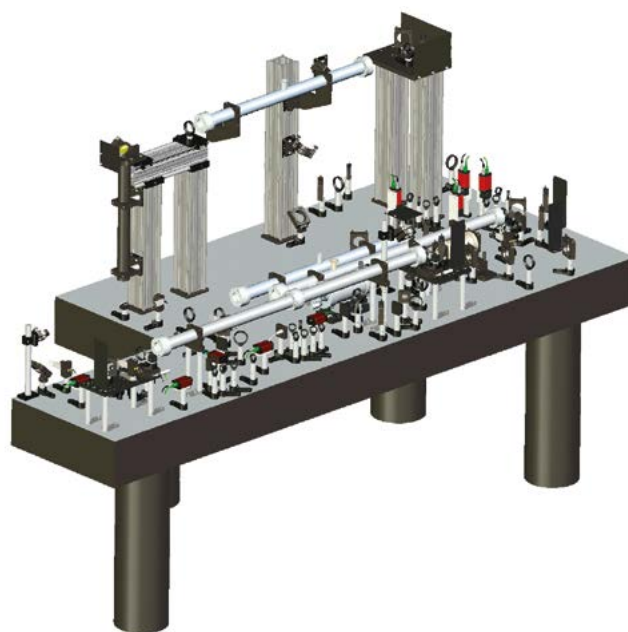
Přestože vysokoenergetický laser Bivoj je stále nejvýkonnějším vysokoenergetickým laserem na světě, i pro něj jsme začali připravovat mnohé inovace. Jde především o konverzi do druhé a třetí harmonické frekvence a Faradayův izolátor pro optickou izolaci hlavního zesilovače.

Pro generaci harmonických frekvencí byl navržen pilotní experiment pro konverzi záření z 10J předzesilovače, a to na zelené světlo (515 nm), kterým se ověří účinnost a kvalita konverze. Optimalizace zdroje 2. harmonické frekvence proběhne v roce 2019.

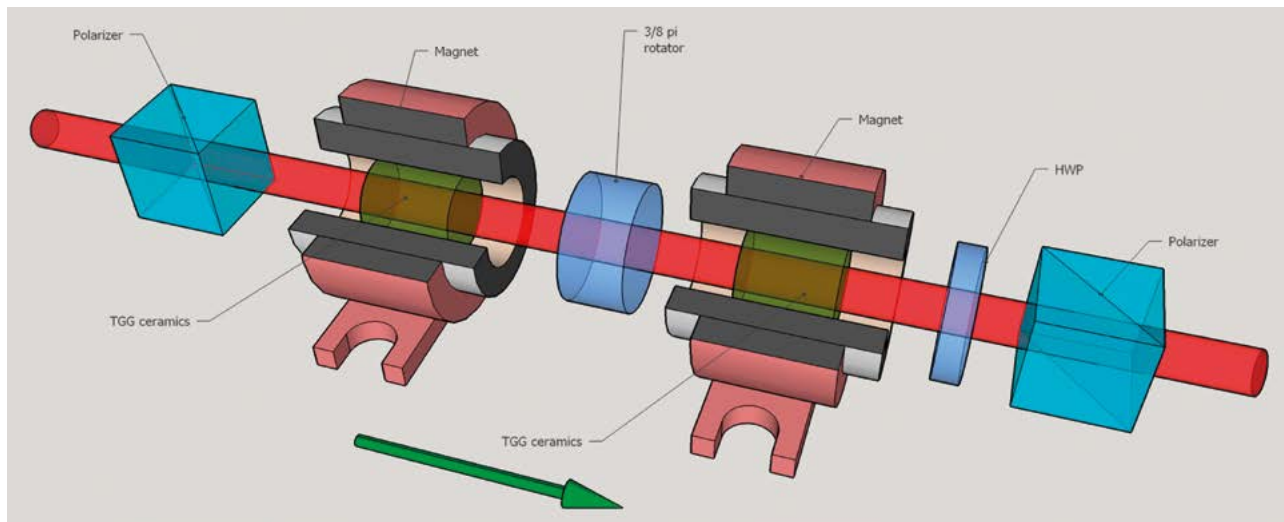
Hlavní výkonový zesilovač systému Bivoj o výstupní energii 100 J je zatím používán pouze pro omezené ex-

perimentální účely, a to kvůli celosvětově neexistujícímu optickému izolátoru. Vývoj tohoto izolátoru pokračoval v roce 2018, a sice konstrukcí prvního prototypu optického izolátoru pro lasery Perla, které mají podobně vysoký střední výkon, ale menší průměr svazku. Po provedených testech bude vyvíjen izolátor pro laser Bivoj. Jeho základem bude výkonný magnet a speciální TGG magnetooptický materiál [4].

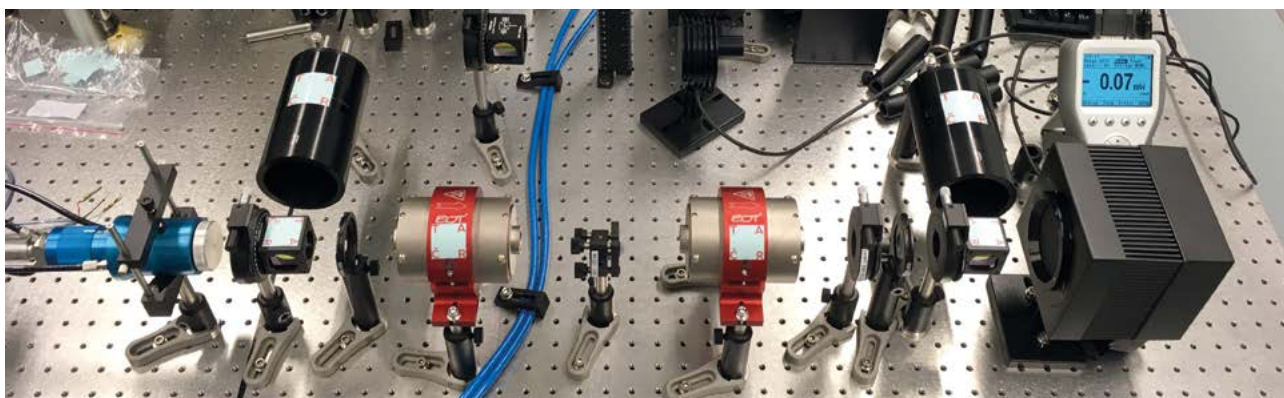
Vedle vývoje optického izolátoru pokračuje i hledání alternativních materiálů ke keramice typu Yb:YAG [5-6], která je momentálně velmi nákladnou komponentou



■ Obr. 11 Experimentální uspořádání pro konverzi záření 10J předzesilovače laseru Bivoj do druhé a třetí harmonické frekvence.



■ Obr. 12 Schéma optického izolátoru s kompenzací tepelných jevů pro lasery s vysokým středním výkonem.



■ Obr. 13 Prototyp optického izolátoru s kompenzací tepelných jevů pro lasery s vysokým středním výkonem.

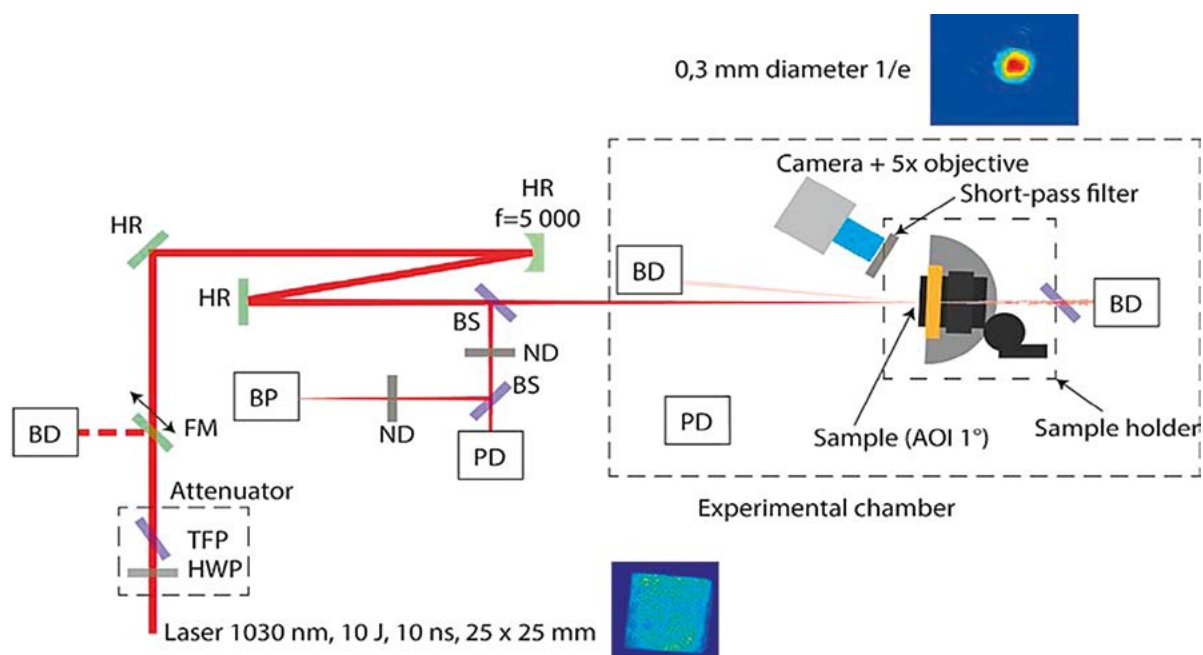
laserů a kterou je navíc schopen dodávat pouze jeden výrobce na světě. Vysokoenergetické lasery musejí mít aktivní prostředí omezující zesílenou spontánní emisi, která snižuje účinnost laseru. V případě keramiky je to slinutá vrstva Cr:YAG okolo aktivního prostředí Yb:YA-Gu. V případě monokrystalů nelze tuto vrstvu připravit slinutím, ale je nutné ji opticky napojit na monokrystal. Tuto unikátní strukturu vyvinutou českou firmou Crytur, s.r.o. jsme v roce 2018 úspěšně otestovali a ověřili jsme, že se její vlastnosti shodují s vlastnostmi výše zmíněné keramiky. Kromě toho úspěšně pokračovala spolupráce s Universitat Rovira i Virgili a Friedrich-Schiller University v oblasti spektroskopie aktivních laserových materiálů a mikročipových laserů [6-10].

2.5.3 Studium měření prahu poškození způsobeného laserem

V roce 2018 pokračovaly práce na zdokonalování experimentální stanice pro měření prahu poškození laserem

(LIDT). Stanice je v současnosti propojena s laserem Bivoj, což umožňuje provádět experimenty a testy s laserovými impulsy o délce 10 ns při intenzitách přesahujících 100 GW·cm⁻². Tyto testy lze provádět plně dle metodiky ISO a výsledky díky tomu lze uplatnit mimo výzkum a vývoj také v průmyslu. V průběhu roku bylo provedeno několik dílčích úprav zejména pro zvýšení kapacity a větší automatizaci měření a zpřesnění online detekce poškození. Interakční komora experimentu byla upravena i pro provoz ve vakuu a byla ověřena její funkčnost při tlaku 0,001 mBar. Úprava komory pro měření při kryogenních teplotách byla z důvodu rekonstrukce vodního chladicího systému v laboratořích přesunuta na rok 2019.

V roce 2018 pokračovaly experimenty v rámci projektů programu TAČR Epsilon (Stabilní tenké vrstvy pro optické a monokrystalické materiály) a programu MPO Trio (Technologie přenosu vysoce energetických laserových impulsů svazkem optických vláken, Tříbarevný rentgenový zdroj) zaměřené na spolupráci s průmyslovými partnery [11, 12]. V rámci interní spolupráce FZÚ proběhlo také několik experimentů s optickými komponentami s velkou



■ Obr. 14 Schematické uspořádání pracoviště LIDT. Laserový paprsek přichází z laseru Bivoj přes motorizovaný attenuátor skládající se z půlvlnné destičky (HWP) a tenkovrstvého polarizátoru (TFP). Pokud se posuvné zrcadlo (FM) nachází v dráze, je paprsek směřován do absorběru (BD), jinak prochází soustavou vysokoodrazných zrcadel (HR) směrem k experimentu. Součástí sestavy je fokusovací zrcadlo (HR $f = 5\,000$), které paprsek zaostřuje na vzorek. Z paprsku je vydělena malá část energie pomocí děliče svazku (BS), která je po dodatečném utlumení neutrálními filtry (ND) použita pro měření energie (PD) a prostorového profilu (BP) paprsku. Vzorek je umístěn v experimentální komoře na mikrometrickém posuvu. Odražené a procházející světlo ze vzorku je využíváno pro diagnostiku vzorku, celý průběh testu je sledován také vysokorychlostní kamerou.

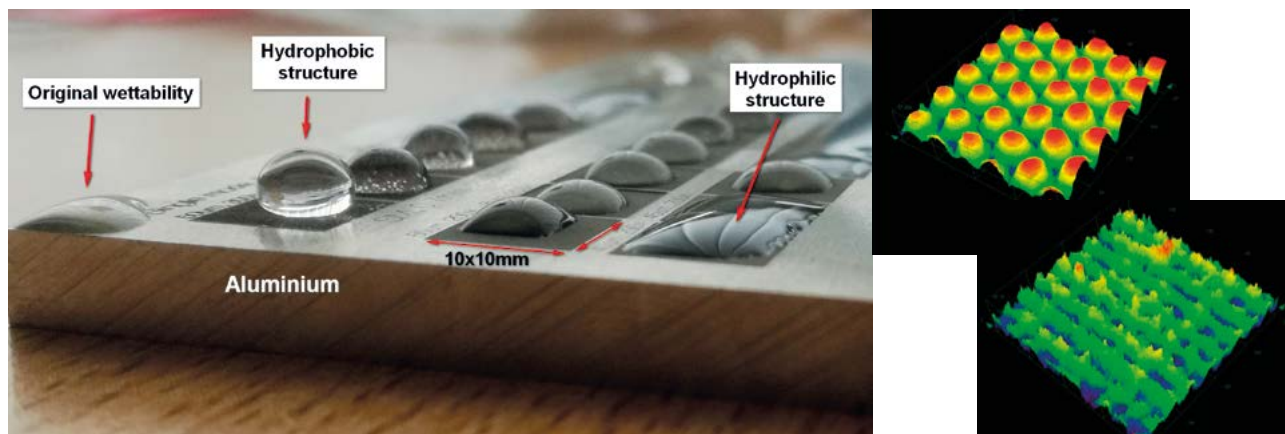
aperturou a byla navázána spolupráce s firmou vyvíjející epitaxní tenké optické vrstvy.

2.5.4 Zlepšování mechanických vlastností materiálu laserovými vysokovýkonnými impulsy

Experimentální stanice pro technologii laserového vyklepávání rázovou vlnou (Laser Shock Peening) je plně v provozu již od roku 2017. Samotná stanice (obr. 15) byla vybudována a postupně vylepšována podle vzoru několika specializovaných pracovišť ve Španělsku, Jihoafrické republice a zejména potom podle dříve komerčně provozované stanice na univerzitě v americkém Cincinnati, se kterou HiLASE v roce 2018 navázalo velmi úzkou spoluprací. Zařízení slouží ke zvyšování zbytkových napětí v povrchu materiálu, což má primárně za důsledek prodloužení životnosti cyklicky namáhaných komponent, dále pak zvýšení tvrdosti a zvýšení odolnosti proti mechanickému opotřebení a koroznímu praskání. Technologie je založena na generaci vysokých tlaků na povrchu opracovávaného materiálu prostřednictvím rychle se rozpínajícího laserového plazmatu. Povrch součástky je



■ Obr. 15 Nahoře – uspořádání pracoviště LSP s robotickým ramenem pro manipulaci se vzorky, optickým stolem pro práci se svazkem a laserovým distribučním systémem. Vlevo dole – typická textura po zpracování technologií LSP. Vpravo dole – povrchy vzorků modifikované pomocí různých parametrů technologie laser shock peening.



■ **Obr. 16** Vlevo – pohled na hliníkovou slitinu zpracovanou různými technologiemi laserového texturování za účelem získání hydrofobních nebo hydrofilních vlastností. Vpravo nahoře – mikroskopický snímek profilu superhydrofobního povrchu. Vpravo dole – mikroskopický snímek profilu superhydrofilního povrchu.

během procesu pokrytí adhezivní vrstvou (černá nebo hliníková páska), která povrch součástky chrání před tepelnými jevy doprovázejícími absorpcí nanosekundových laserových impulsů. Výsledný efekt na součástku je pak čistě mechanického charakteru. Během procesu je cílová oblast součástky pokryta tekoucí vodou, což zvyšuje velikost tlaku a dobu jeho působení.

V roce 2018 bylo ve stanici LSP zpracováno velké množství materiálů s různými možnostmi použití. Jednalo se např. o hliníkové slitiny hojně využívané v námořním průmyslu, kde v důsledku působení negativního vlivu prostředí dochází ke koroznímu praskání. Další z materiálů byly monokrystalická a polykrystalická měď a biokompatibilní slitina kobalt-chrom, která slouží k výrobě kloubních a dentálních náhrad. Velkou zkoumanou oblastí jsou dále nerezové oceli využívané v energetice, a to jak pro klasické parní turbíny, tak i jako části jaderných reaktorů. Mimo přímé ovlivnění laserem je nyní naše laboratoř vybavena i k analýze vnesených zbytkových napětí, a to buď pomocí rentgenové difraktometrie anebo mechanického odvrtávání spojeného s interferometrií. Vedle LSP stanice se v laboratoři nachází i metalografická buňka sloužící k přípravě a úpravě vzorků. Do budoucna plánujeme postavit druhou LSP stanici s vlastním nezávislým laserovým zdrojem, která bude sloužit k vývoji ryze průmyslových LSP aplikací v kombinaci s jinými již zaběhnutými technologiemi jako je laserové svařování a kalení.

2.5.5 Laserové mikroobrábění

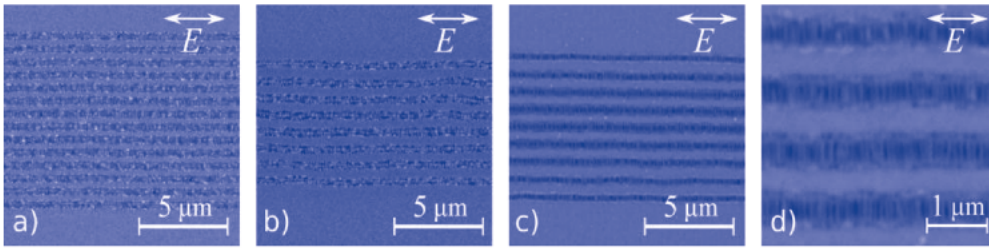
Mikroobrábění obecně je velmi žádanou technologií pro zpracování přesných dílců a dodržení vysoké kvality. Je to právě laserové mikroobrábění, které dokáže tyto požadavky splnit ve výrazně lepších přesnostech než ob-

rábění klasickými způsoby. Stejně tak zpracování povrchu laserem je velmi rychle se rozvíjející oblast, která díky vývoji laserů proniká do řady oborů. S novými lasery přicházejí nové principy a zároveň se snižuje cena opracování na jednotku plochy a tím se stává přesné laserové zpracování dostupnější pro stále více firem a oblastí výroby.

V minulých letech byl v centru HiLASE prováděn výzkum mikroobrábění pomocí průmyslových laserů. Paralelně s tím bylo vyvinuto několik unikátních laserových zdrojů vhodných právě pro tyto aplikace. Proto dnes pracujeme na vývoji efektivních mikroobráběcích procesů založených na laserových systémech vytvořených ve většině případů v centru HiLASE a nových metodách několikavazkového obrábění, rozmitání a tvarování svazku. Provozované laserové systémy pokrývají širokou škálu parametrů: od ultrafialové (UV) po infračervenou (IR) vlnovou délku s časovou délkou impulsu od nanosekund až po jednotky pikosekund a s opakovací frekvencí od jednoho impulsu po 100 kHz.

Naším cílem je rychle a efektivně vytvářet funkční mikro a nanostruktury (obr. 16) a vytvářet tak funkční povrchy nacházející uplatnění v široké škále průmyslových oblastí – v leteckém průmyslu (ledofóbní povrchy, snížení tahu, hydrofóbní povrchy), v automobilovém průmyslu (samočistící povrchy, zvyšování korozní odolnosti, redukce tření), ve zdravotnictví (antibakteriální, bio-kompatibilní povrchy), a další, mezi které spadá i efektivní řezání, vrtání, gravírování a značení kovů, plastů, keramiky, skla a kompozitů s minimálním teplotním ovlivněním a přesností v řádech mikrometrů.

Pro možnosti zkoumání vytvořených povrchů byla v roce 2018 naše laboratoř dovybavena nejmodernějšími měřicími přístroji, jako jsou zařízení pro měření smáčivosti, mikroskopy (optický, konfokální a elektronový) a XRD rentgenový difraktometr.



■ Obr. 17 Výsledek formování LIPSS na vrstvách chromu s různými tloušťkami: 28 nm (a), 70 nm (b), 125 nm (c). Zvětšený obrázek LIPSS na vrstvě chromu o tloušťce 125 nm (d).

V současnosti pracujeme na návrhu procesní stanice, která v budoucnu umožní zpracování povrchu za pomoci difrakčních optických elementů v plně automatickém režimu s možností aplikace na 2D i 3D povrchy.

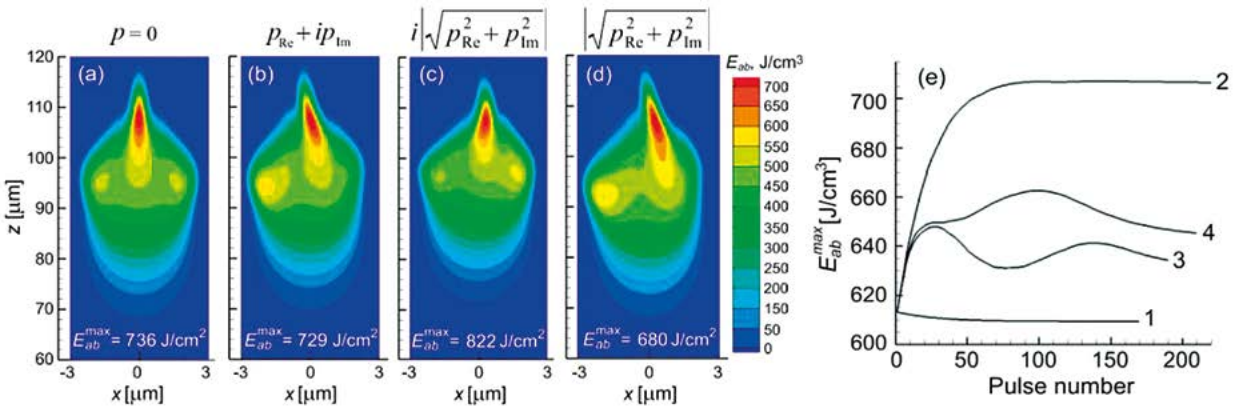
2.5.6 Interakce laseru s materiály

Oblast interakce ultrakrátkých laserových impulsů s látkou prochází neustálým vývojem a přináší nové objevy. Vědci z HiLASE přistupují k otázkám komplikovaných a nerovnovážných stavů hmoty pomocí teorie a numerického modelování, které dává možnost nahlédnout do průběhu nesmírně krátkých časových dějů a umožňuje rozpoznat klíčové vlivy mezi mnoha parametry vstupujícími do hry. Proto se náš tým již delší dobu věnuje jak teoretickému, tak experimentálnímu výzkumu v oblasti periodických povrchových struktur generovaných laserem (LIPSS). Dalším z aspektů, který byl blíže prozkoumán, je původ periodicity struktur v případě, že použitým substrátem je tenká vrstva chromu na skle. Formování LIPSS mají v tomto případě na svědomí plazmonické jevy, tedy kolektivní oscilace elektronů. V tomto případě oscilace vázané na obě rozhraní tenké vrstvy a módy, které se vodivou vrstvou šíří. Výsledná perioda povrchových struktur tvořených lokální oxidací kovu je zřejmě dána superpozicí těchto třech módů [13].

LIPSS byly zkoumány také na samotném skle, kde povrchové struktury utvářejí čistě mechanické jevy. Studie

ukázala, že pokud je materiál zahřátý kontinuálním laserem na vyšší teplotu před tím, než na něj dopadne primární laserový impuls, vede to jednak ke snížení prahové hodnoty energie pro zformování periodických struktur, ale také ke změně periody LIPSS (obr. 17). Důsledkem této změny je složitější souhra jevů interference a teplotních nestabilit v kapalném SiO₂, který vzniká bezprostředně po působení impulsu [14]. Vědci z HiLASE v roce 2016 požádali o patentování metody a zařízení pro přípravu vysoce pravidelných povrchových struktur s rekordní rychlostí přípravy. Tento patent byl udělen v roce 2018 s platností pro Českou republiku [15].

Časový a prostorový vývoj dopadajícího impulsu v látce hraje důležitou roli při laserové modifikaci látky uvnitř objemu průhledných materiálů. Často používaným zjednodušením je, že považujeme časové a prostorové souřadnice, pomocí nichž se charakterizuje šíření laserového impulsu v materiálu, za nezávislé. Pokud právě toto zjednodušení nebudeme uvažovat, můžeme v našich simulacích pozorovat jevy vedoucí k anizotropii při generaci objemových struktur. Tento jev sice pozorujeme v experimentech, ale snažíme se jej potlačit. Tím, že byl tento proces až doposud přičítán polarizaci nebo nesymetričnosti čela laserového impulsu, může naše vysvětlení pomoci experimentátorům zaměřit se správným směrem [16]. Numerické modelování bylo také úspěšně aplikováno na mechanismus vzniku věžovitých mikrostruktur u kovových materiálů [17].

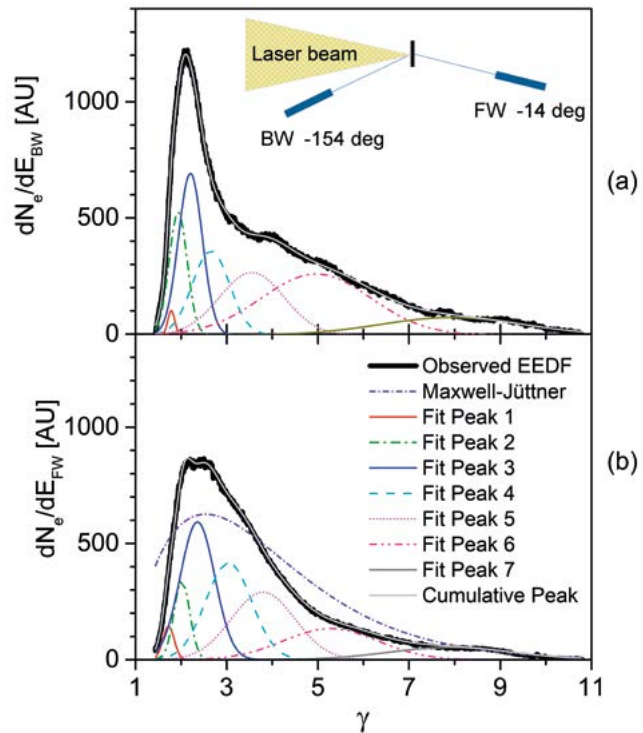


■ Obr. 18 Rozložení absorbované hustoty energie laserového svazku po průchodu jednoho impulsu ohniskem v pozici $z = 120 \mu\text{m}$. Ohnisko se nachází pod povrchem ozařovaného SiO₂. Impuls se šíří zdola nahoru. Parametry impulsu: $E_p = 2,4 \mu\text{J}$, $\tau = 73 \text{ fs}$, $\beta = -1,1 \times 10^{-7} \text{ fs}^{-2}$.

Experimentální výzkum generace ultrakrátkých impulsů na HiLASE ukázal, že zajímavé a doposud nepopsané jevy můžeme nalézt i ve zdánlivě obyčejném prostředí, jakým je vzduch. Zkoumáme-li místo ve vzduchu, kam je fokusován laserový svazek, při rychlém průchodu více impulsů vidíme, že v tomto místě vzniká plazma v důsledku několikanásobné absorpce fotonů, která je možná díky existenci metastabilních stavů molekul vzduchu. Ionizace vzduchu hraje důležitou roli zejména při vysoké opakovací frekvenci impulsů, řádově tisíc impulsů za sekundu a více. Tento výzkum vyvrací představu, že prosté zvýšení opakovací frekvence je cestou k efektivnějšímu dosažení stejné modifikace materiálu a navrhuje pravděpodobný mechanismus vzniku mělké prohlubně v materiálu okolo laserem vytvořeného kráteru, a to při přechodu k vysoké opakovací frekvenci pulsního laseru [18]. Další oblastí zájmu experimentátorů na HiLASE jsou vlastnosti povrchů materiálů. Oblíbenou aplikací laseru je jeho schopnost propůjčit povrchu hydrofobní nebo hydrofilní vlastnosti. Jak lze také ladit hydrofilicitu, resp. hydrofobicitu křemíku, ukázala studie, v níž byla použita kombinace laserové modifikace povrchu a následného nanosení vrstvy fluoropolymeru. Právě tloušťka fluoropolymeru je tím, co ovlivňuje, jak snadno voda přilne k vytvořenému povrchu a řízením tloušťky vrstvy můžeme měnit kontaktní úhel mezi vodou a povrchem substrátu v rozsahu 0 – 170 stupňů [19].

Povrchové nanostruktury jsou předmětem zájmu mnoha vědeckých skupin pro své velmi odlišné chování od toho, jaké známe z objemových materiálů. Zabývali jsme se chováním vrstev zlatých nanočástic v režimu femtosekundových impulsů a zkoumali jsme jejich nelineární optické vlastnosti. Ukázali jsme, že abychom vysvětlili pozorované jevy, jakými jsou naměřená hodnota absorpce vrstvou a negativní fokusace, musíme vzít v úvahu i několikanásobnou interferenci svazku a nelineární členy Fresnelových koeficientů. Kromě experimentálního změření optických vlastností můžeme pozorovat, že vrstva zlatých nanočástic se pro vysoké hodnoty výkonu chová podobně jako souvislá vodivá vrstva a pro nižší hodnoty výkonu v impulsu jako dielektrikum. Volný pohyb elektronů mezi nanočásticemi v režimu vysoké intenzity je připisován kvantovému tunelování vodivostních elektronů mezi sousedními nanočásticemi [20].

Dále provádíme i experimenty s přenosem mikro a nanostruktur pomocí formování takzvaných blisterů. Při tomto typu přenosu dopadá laserový impuls na opačnou stranu vzorku, než kde jsou umístěny dané struktury. Používáme skleněný substrát pokrytý kovovou vrstvou. Impuls tedy prochází sklem a při interakci s kovem vytváří blister, který umožní přeměnu části energie impulsu na kinetickou energii a způsobí desorpci a tak následný



■ **Obr. 19** Energetické rozdělení elektronů v závislosti na Lorenzově faktoru pozorované jak z přední strany CD_2 fólie, tak i z její zadní strany [23], a to ve směrech (a) -154° a (b) -14° vzhledem ke směru šíření laserového svazku, tj. k úhlu 0° . Experimentálně získané rozdělovací funkce byly analyzovány pomocí spektrální dekonvoluce za účelem vyhledání jednotlivých maxim spektra s použitím Gaussovy funkce. Čerchovaná čára na grafu (b) představuje fit experimentální rozdělovací funkce jednoduchou Maxwell-Jüttnerovou funkcí. CD_2 fólie o tloušťce $0,5\text{ mm}$ byla ozářena intenzitou $5 \times 10^{16}\text{ Wcm}^{-2}\text{ }\mu\text{m}^2$. Jednotka AU udává počet elektronů v prostorovém úhlu $5 \times 10^{-6}\text{ sr}$.

transfer částic z tohoto povrchu jinam. Při použití femtosekundových impulsů je možné přenášet molekuly nebo malé nanočástice za dobře definovaných podmínek, tedy se známou rychlostí a směrem pohybu. Navíc se během našich experimentů podařilo prokázat, že i v případě, kdy tímto způsobem přenášíme části velmi křehké monovrstvy krystalů chalkogenidů, můžeme tyto nanokrystaly přenést bez toho, že by byly ovlivněny působením laserového impulsu a že by došlo například k degradaci jejich optických nebo elektronických vlastností [21].

Závěrem uvádíme, že vědci z HiLASE ve spolupráci s kolegy z Oddělení materiálových věd Univerzity ve Virgínii sepsali kapitolu pro knihu *Advances in the application of lasers in material sciences*, kterou v roce 2018 vydalo nakladatelství Springer. Text umožňuje čtenářům nahlédnout do podstaty jevů nastávajících při interakci laseru s látkou prostřednictvím modelů na úrovni jednotlivých atomů. Tam, kde mají analytické modely omezenou platnost nebo

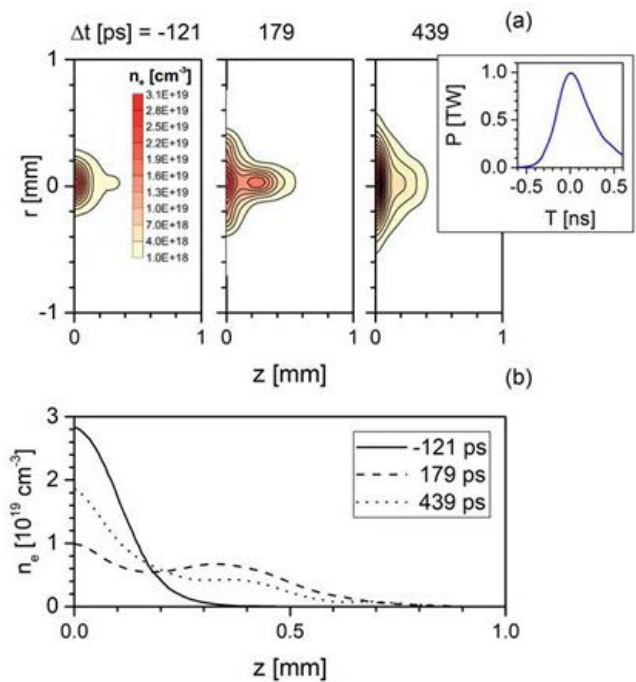
jsou příliš složité, aby zprostředkovaly vzhled do problematiky, jsou právě počítačové simulace tím, což nám umožňuje tyto někdy těžko představitelné děje pochopit a díky tomu rozšířit spektrum laserových aplikací [22].

2.5.7 Mohou při intenzitách laserového záření dosud považovaných za sub-relativistické vznikat relativistické elektrony?

Při interakci laserového svazku s hmotou se vytváří plazma. To je zdrojem elektronů, iontů a rentgenového záření. Dosáhne-li hustota výkonu laserového záření na terči hodnotu $P \cong 10^{18} \text{ W/cm}^2$, pozorujeme ve fokusovaném laserovém svazku relativistický pohyb elektronů. I když hustota výkonu fokusovaného laserového svazku generovaného systémem PALS (Prague Asterix Laser System) dosahuje jen $\sim 5 \times 10^{16} \text{ W/cm}^2$, experimenty prokázaly generaci relativistických elektronů [23].

Experimenty také ukázaly, že rozdělovací funkce elektronů (EEDF) nevykazuje tvar odpovídající základní rozdělovací funkci, kterou je pro relativistické elektrony Maxwell-Jüttnerova funkce, viz obr. 19. Naopak EEDF vykazuje řadu zjevných i skrytých maxim, které lze zjistit dekonvolucí EEDF pomocí posunutých Gaussových funkcí. Fitování ukázalo, že polohy jednotlivých maxim jsou pro oba směry totožné, zatímco šířka jednotlivých píků kolísá mezi 100–800 keV. Z poloh jednotlivých maxim lze odhadnout, že maximální teplota generovaných horkých elektronů kT_h dosahuje hodnoty $\sim 800 \text{ keV}$. To, že analýzu experimentálně určené EEDF lze provést pomocí posunutých Gaussových funkcí (tzv. Sherlockovy aproximace), svědčí o tom, že produkce elektronů není řízena pouze jedním, ale několika nezávislými procesy. Proto pozorované EEDF mohou mít tendenci být normálními, tj. Gaussovskými distribucemi.

Příčinou jsou zřejmě nelineární procesy vyskytující se během interakce 400ps laserového impulsu s generovaným plazmatem. K nim patří např. samofokuse laserového svazku v plazmatu expandujícím do vakua, která může vést k vytváření filamentů. Proto jsme sledovali změny v prostorovém rozdělení elektronů pomocí unikátního zařízení provozovaném na pracovišti PALS, a sice pomocí femtosekundové interferometrie, která nám umožňuje sledovat vývoj hustoty elektronů kolem terče během interakce laserového impulsu s plazmatem. Obr. 20 ukazuje, že ve vzdálenosti 300 – 400 μm před povrchem terče se objevuje zhustek (bunch) elektronů, který mohl vzniknout díky samofokusaci laserového svaz-



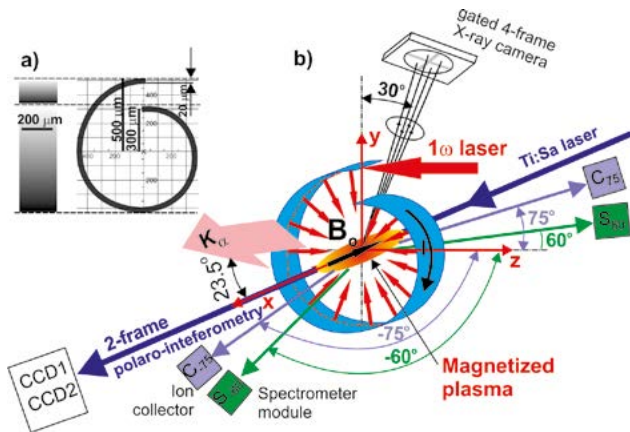
■ **Obr. 20** (a) Prostorové rozdělení hustoty elektronů v plazmatu před ozářeným povrchem terče pozorované v časech -121, 179 a 439 ps vzhledem k maximu intenzity laserového impulsu, který dopadá zprava [23]. Jeho časový profil je v horním rámečku. (b) Závislost hustoty elektronů podél osy laserového svazku ($r = 0$). CD_2 fólie o tloušťce 0,5 mm byla ozářena intenzitou $5 \times 10^{16} \text{ W cm}^{-2} \mu\text{m}^2$ [23].

ku v expandujícím plazmatu. Laserový svazek dopadá na terč z pravé strany a plazma expanduje proti němu. Rozbor podmínek interakce ukázal, že během této interakce jsou splněny předpoklady pro vznik ponderomotivní a relativistické filamentace.

2.5.8 Imploze laserového magnetizovaného plazmatu generovaného ve šnekovém terči

Významným experimentálním výsledkem, který byl v roce 2018 dosažen ve Velké výzkumné infrastruktuře PALS, je realizace laserem generované imploze magnetizovaného plazmatu v terči tvaru připomínajícím ulitu šneka [24]. Laserový svazek dopadající do této malé ulitky o průměru 1 mm se postupně odráží od jejího kraje až k jejímu středu, jak ukazuje obr. 21.

Díky dlouhé interakční oblasti terče dochází k velmi účinné absorpci laserového záření. Plazma vytvořené na vnitřní ploše terče pak zcela uniformně emituje měkké rtg záření. Současně dochází k potlačení emise horkých elektronů, a to nejen v důsledku poklesu intenzity



■ Obr. 21 Princip interakčního experimentu ve šnekovém (ulitkovém) terči [24].

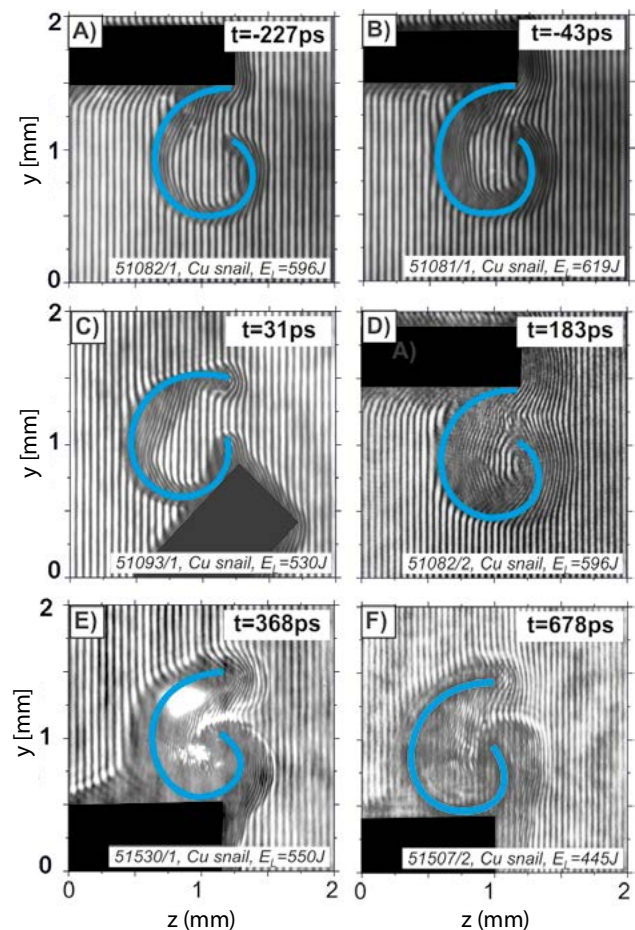
dopadajícího záření způsoben velkým úhlem dopadu, ale i díky vznikajícímu silnému magnetickému poli uvnitř terče. Potlačení emise horkých elektronů u šnekových terčů v porovnání s plochými terči bylo rovněž potvrzeno proudovou sondou, která měří proud mezi zemnicí částí držáku terče a ozařovaným terčem. Magnetické pole, vytvořené plazmatem v uzavřeném prostoru ulitky, má vzhledem k době interakce laseru s terčem poměrně dlouhou dobu života a jeho stav lze označit za ustálený. Proběhnuvší experiment potvrdil také představu, že během formování magnetizovaného plazmoidu dochází k nárůstu amplitudy magnetického pole, a to v důsledku jeho radiální imploze (obr. 22). Pomocí femtosekundové polaro-interferometrie jsme zjistili, že v centrální části plazmoidu dosahuje magnetické pole úrovně 40 - 60 T. Jelikož lze řídit intenzitu takto generovaného magnetického pole, mohou být experimenty tohoto typu s výhodou využity v rámci komplexních astrofyzikálních studií, při výzkumu generace magnetizovaných rázových vln, formování plazmových jetů nebo magnetické rekonexe.

2.5.9 Nové interakční experimenty s lasery na volných elektronech (FEL): využití rtg laseru a spektroskopie k odměřování časů srážek elektronů a iontů v hustém plazmatu a studiu poškození kovových vrstev jedním impulsem a více impulsy měkčího FEL záření

Dynamika srážek elektronů a iontů v hustém plazmatu je významná pro stanovení jeho transportních vlastností, stanovení podílu absorpce elektromagnetického

záření mechanismem *inverse bremsstrahlung*, sledování nerovnovážného vývoje plazmatu a poškození objektů difrakčně zobrazovaných pomocí laserů s volnými elektrony (FEL). Nedávno publikovaný článek [25] přináší výsledky vůbec prvního přímého velmi rychlého měření kolizní ionizační dynamiky dopadem elektronů pomocí rezonanční spektroskopie vnitřních hladin v hořčíkovém plazmatu s hustotou pevné fáze, jež bylo vytvořeno a zároveň i diagnostikováno fokusovaným svazkem rtg FEL (LCLS - Linac Coherent Light Source provozovaný ve SLAC, Menlo Park, Kalifornie). Práce vznikla v rámci mezinárodní spolupráce s účastí pracovníků našeho oddělení radiční a chemické fyziky a oddělení laserového plazmatu ÚFP AV ČR, v.v.i., kde byla podpořena OP VVV projektem CZ.0 2.1.01/0.0/0.0/16_013/0001552.

Vývoj optiky nových kompaktních repetitivních FEL zdrojů pracujících v extrémní ultrafialové s měkké rentgenové oblasti si vyžádal studium odezvy rutheniových tenkých vrstev, uvažovaných pro pokrytí optických prvků zamýšlených pro vedení a fokusaci svazků očekávaných vlastností, na jednotlivé impulsy [26,27] a akumulovaný větší počet méně intenzivních impulsů [28] generova-



■ Obr. 22 Komplexní interferogramy ukazující postup imploze magnetizovaného plazmatu [24].

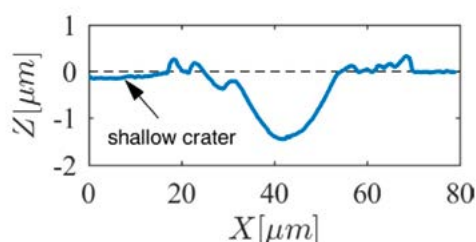
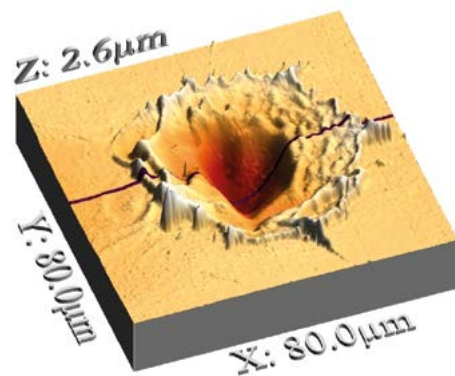
ných na zařízení FLASH (Free Electron LASer in Hamburg; DESY, Hamburk, SRN), který pracuje na delších vlnových délkách než výše zmíněný LCLS. Výsledky experimentů [26] byly srovnány s počítačovými simulacemi [27] pro jednotlivé impulsy interagující s tenkou vrstvou nad prahem poškození. Za předpokladu dominance poškození ohřevem mřížky rychlými elektrony následovaným spalací materiálu jsou experimentální i vypočtené prahy ve velmi dobré shodě. Pro výsledky získané více FEL impulsy pod prahem poškození jedním impulsem se takové shody zatím dosáhnout nepodařilo.

2.5.10 Jak působí XUV laserové záření na povrch telluridu kademnatého?

Tellurid kademnatý (CdTe) je společně s dalšími materiály $Cd_{1-x}Zn_xTe$ ($x = 0,1 - 0,2$) významným zástupcem II-VI polovodičů s uplatněním v solárních článcích či detektorech rentgenového záření a záření gama. Tato studie se zabývá popisem vlivu intenzivního krátkovlnného záření (XUV) na bodové i objemové defekty (Te inkluze a precipitáty), které negativně ovlivňují sběr náboje v radiačních detektorech.

Vzorky CdTe:In byly ozářeny [29] několika různými krátkovlnnými laserovými zdroji včetně několikamilijoulového XUV laseru realizovaného na výkonovém laserovém zařízení PALS. Tento jódový laserový systém je schopen vygenerovat 400 pikosekundové impulsy na vlnové délce 1315,2 nm a energii dosahující až 1 kJ. Infračervený (IČ) impuls je fokusován cylindrickou čočkou na zinkový terč, kde vzniká zinkové plazma s vysokým zastoupením neonu podobných iontů. Zde se pomocí dvouprůchodového režimu generuje několikamilijoulový XUV laserový impuls na vlnové délce 21,2 nm, trvající řádově desítky pikosekund. Intenzita tohoto impulsu je případně zeslabena při průchodu tenkými hliníkovými filtry a následně je fokusován na vzorek Al/Mo vícevrstevným zrcadlem s B_4C filmem na povrchu. Vytvořené ablační otisky byly následně analyzovány pomocí několika různých mikroskopických i spektroskopických technik: Nomarski DIC mikroskop, interferometrie v bílém světle (WLI), mikroskopie atomárních sil (AFM), mikro Ramanova spektroskopie a mapování fotoluminiscence.

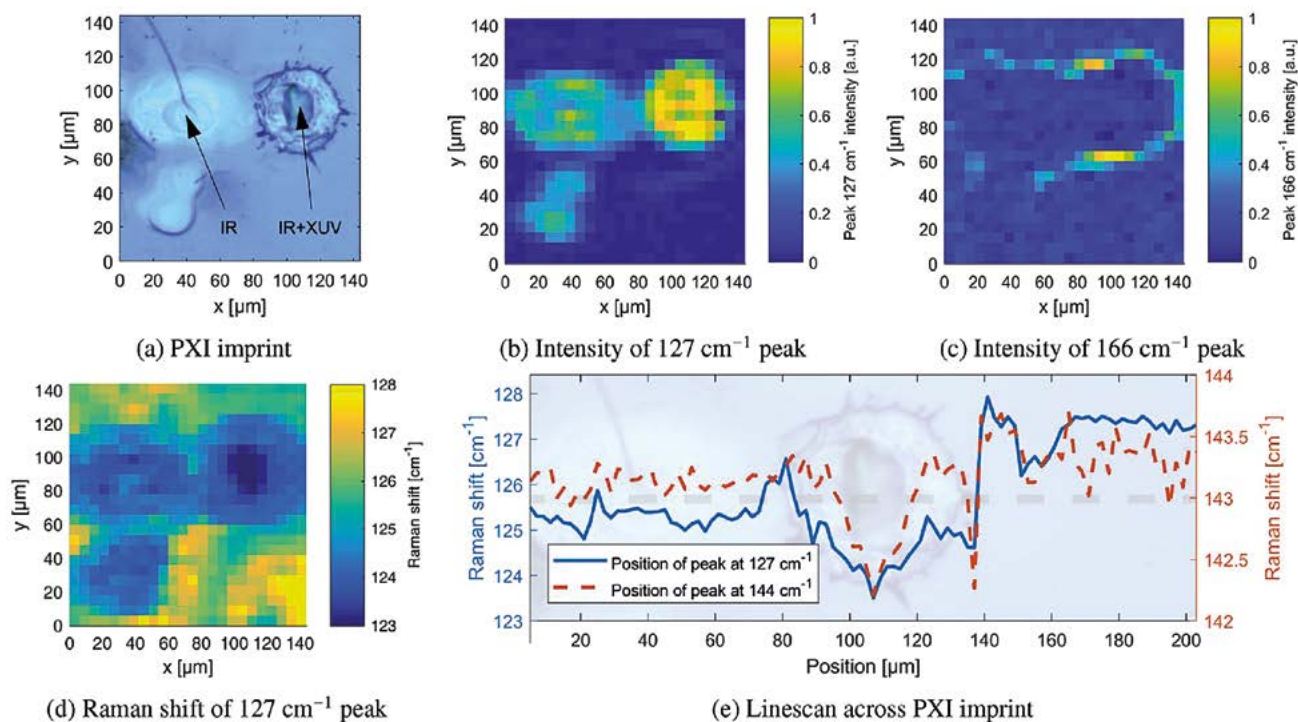
Na obr. 23 je vidět ablační otisk vytvořený netlumeným XUV impulsem, jenž byl následně rekonstruován pomocí AFM. Z příčného řezu lze vidět, že hlavní kráter má průměr zhruba 30 μm a maximální hloubku 1,5 μm . Pro charakterizaci změn v krystalové struktuře byla použita přede-



■ **Obr. 23** Rekonstrukce povrchu pomocí mikroskopu atomárních sil (AFM). Povrch byl poškozen impulsem ze zařízení PALS, který obsahoval jak vygenerované XUV fotony, tak i rozptýlené IČ záření z budícího impulsu. Zatímco hlavní kráter ve středu byl způsoben XUV impulsem, rozptýlené IČ záření způsobilo jen malé poškození, které je zde vidět jakožto mělká prohlubeň v levé části příčného řezu [29].

vším mikro Ramanova spektroskopie, jejíž výsledky jsou shrnuty na obr. 24. Jednou z hlavních změn, kterou jsme pozorovali, byla relaxace napětí v okolí tellurových inkluzí v mřížce CdTe. Vibrace elementárního telluru (E(Te)) jsou běžně pozorovány na 121 cm^{-1} , avšak díky kompresivnímu napětí v okolí Te inkluzí dochází k posunu tohoto píku na 127 cm^{-1} . Jak lze vyčíst z obrázku 24(d), po ozáření dochází k částečné relaxaci tohoto napětí. V tomto případě předpokládáme, že ve středu ablačního otisku došlo ke kolapsu CdTe mřížky a uvolnění Te inkluzí, čemuž napovídá i vzrůstající intenzita E(Te) módu (obr. 24(b)). Pík na 166 cm^{-1} (obr. 24(c)), jenž přísluší podélným kmitům mřížky CdTe (LO(CdTe)), je naopak detekovaný pouze na okraji ozářené oblasti. Tato skutečnost zároveň s analýzou dalších otisků indikuje, že mód LO(CdTe) je běžně utlumen Te inkluzemi a objeví se pouze v případech, když jsou inkluze odstraněny.

Závěrem lze říci, že v centrální části otisků, kde intenzita záření převyšuje ablační práh, dochází k roztavení a následné ablaci materiálu. Kompresivní napětí v okolí Te inkluzí je tedy kvůli rozpadu CdTe mřížky uvolněno, což lze pozorovat jakožto posun píku na 127 cm^{-1} . Na okrajích otisků získávají tellurové inkluze v povrchové vrstvě energii z nízkointenzivní okrajové části impulsu či z tepla,



■ **Obr. 24** Analýza ablačního otisku pomocí mikro Ramanovy spektroskopie [29] a) Mikrofotografie z optického mikroskopu. b) a c) Mapy intenzit Ramanových píků na 127 cm^{-1} a 166 cm^{-1} . d) Mapa změny pozice píku na 127 cm^{-1} , e) Lineární sken pozice píků na 127 cm^{-1} a 144 cm^{-1} napříč imprintem.

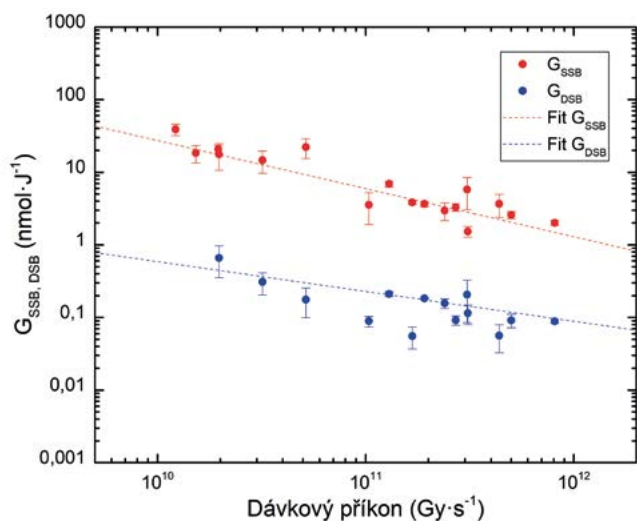
jež se šíří z centrální části ven. To vede k termální difuzi inkluzí směrem k povrchu a jejich případnému odpaření. Ve druhém případě zůstane na povrchu pouze čistá mřížka CdTe již zbavená inkluzí, což je pozorováno jakožto nárůst intenzity píku na 166 cm^{-1} (LO(CdTe)) a zároveň pokles intenzity píku na 127 cm^{-1} (E(Te)). Ozařování vzorků CdTe intenzivním XUV zářením může mít tedy případné využití pro odstraňování tellurových inkluzí z povrchu materiálu. Podrobný popis experimentů a jejich výsledků a interpretace čtenář nalezne v článku [29].

2.5.11 Poškozuje intenzivnější XUV laserové záření biomakromolekuly efektivněji ?

Dávkový příkon, tedy absorbovaná dávka dodaná ionizujícím zářením za jednotku času, hraje v radiační chemii a radiobiologii velmi důležitou roli. Se zvyšující se hustotou ionizace v ozařovaném systému roste pravděpodobnost vzájemné rekombinace mezi vytvořenými radikály a tak klesá jejich efektivní koncentrace, tedy takové množství, které v důsledku vede k modifikaci okolních species či jejich poškození.

Efekt dávkového příkonu extrémního ultrafialového (XUV) záření s vlnovou délkou $46,9\text{ nm}$ na tvorbu jedno-

duchých (SSB – single strand breaks) a dvojných zlomů (DSB – double strand breaks) byl sledován na modelovém systému plazmidové DNA [30]. Dávkový příkon v molekule DNA byl variován změnou dopadající plošné hustoty toku fotonů v impulsu dlouhém $1,5\text{ ns}$ a složením vzorku. Při sledování účinků přímého typu záření v DNA na tvorbu zlomů se projevuje efekt dávkového příkonu tak, že výtěžek SSB a DSB s jeho rostoucí hodnotou klesá,



■ **Obr. 25** Závislost radiačně chemického výtěžku jednoduchých (SSB) a dvojných zlomů (DSB) plazmidové DNA na dávkovém příkonu extrémního ultrafialového (XUV) záření s vlnovou délkou $46,9\text{ nm}$ [30].

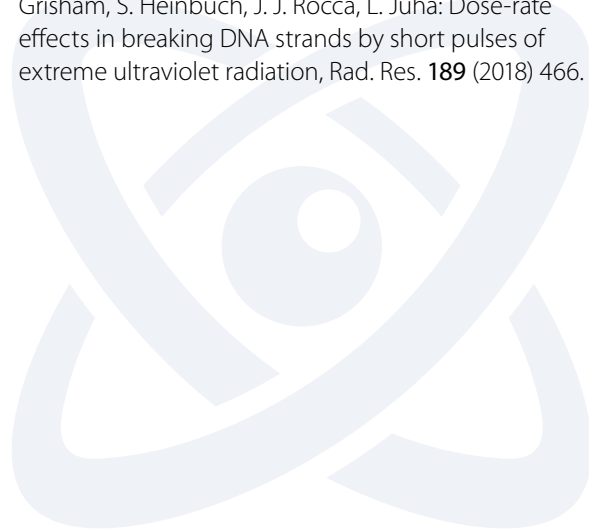
viz obr. 25. Ve sledovaném rozmezí dávkového příkonu z $1,2 \times 10^{10}$ na $8,1 \times 10^{11}$ Gy·s⁻¹ byl zaznamenán pokles radiačně chemického výtěžku z 39 na 2 nmol·J⁻¹, tedy na hodnoty nižší, než byly zjištěny použitím synchrotronového záření monochromatizovaného na blízké vlnové délce.

Vlivem silné absorpce XUV záření dochází v molekule DNA k vytvoření vysoké hustoty ionizací (tvorby páru elektron-díra) a následně jejich četnými rekombinacemi je snížen podíl radikálů (díry na cukr-fosfátové kostře) vedoucí ve výsledku k tvorbě SSB a DSB. Experimentální výsledky ukázaly, že efekt dávkového příkonu hraje velmi důležitou roli při přímém účinku, tedy při interakci ionizujícího záření přímo s molekulou DNA.

Literatura

- [1] L. Chen a kol.: Generating 84-fs, 4-nJ directly from a Yb-doped fiber oscillator by optimization of the net dispersion, přijato k publikaci v *Laser Physics*.
- [2] M. Vyvlečka, O. Novák, M. Smrz, and T. Mocek, High power picosecond parametric mid-IR source tunable between 1.7 and 2.6 μm, *Appl. Opt.* **57**, 8412-8417 (2018).
- [3] J. Mužík, R. Yasuhara, M. Smrž, V. Kubeček, and T. Mocek, A high-brightness room temperature 2.7 μm Er:Y2O3 ceramic laser, *Laser Phys. Lett.* **16**, 035801 (2019).
- [4] D. Vojna, R. Yasuhara, H. Furuse, O. Slezak, S. Hutchinson, A. Lucianetti, T. Mocek, M. Cech, Faraday effect measurements of holmium oxide (Ho2O3) ceramics-based magneto-optical materials, *High Power Laser Science and Engineering* **6**, e2 (2018).
- [5] S.P. David, V. Jambunathan, A. Lucianetti, and T. Mocek, Overview of ytterbium based transparent ceramics for diode pumped high energy solid-state lasers, *High Power Laser Science and Engineering* **6**, e62 (2018).
- [6] S.P. David, V. Jambunathan, F. Yue, P. Navratil, M. Mika, A. Lucianetti, T. Mocek, Effect of Gd3+/Ga3+ on Yb3+ emission in mixed YAG at cryogenic Temperature, *Ceramics International* (2018).
- [6] X. Zhang, P. Loiko, X. Mateos, J.M. Serres, J. Ren, J. Guo, R. Cheng, C. Gao, Q. Dong, V. Jambunathan, A. Lucianetti, T. Mocek, E. Vilejshikova, U. Griebner, V. Petrov, Z. Wang, S. Guo, X. Xu, M. Aguilo, F. Diaz, Crystal growth, low-temperature spectroscopy and multi-watt laser operation of Yb:Ca3NbGa3Si2O14, *J. Lumin.* **197**, 90–97 (2018).
- [7] P. Loiko, P. Koopmann, X. Mateos, J.M. Serres, V. Jambunathan, A. Lucianetti, T. Mocek, M. Aguilo, F. Diaz, U. Griebner, V. Petrov, and C. Kränkel, Highly Efficient, Compact Tm3+:RE2O3 (RE = Y, Lu, Sc) Sesquioxide Lasers Based on Thermal Guiding, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **24**, (2018).
- [8] J.M. Serres, P. Loiko, V. Jambunathan, X. Mateos, V. Vitkin, A. Lucianetti, T. Mocek, M. Aguilo, F. Diaz, U. Griebner, and V. Petrov, Efficient diode-pumped Er:KLu(WO4)2 laser at ~1.61 μm, *Opt. Lett.* **43**, 218-221 (2018).
- [9] X. Zhang, P. Loiko, J.-M. Serres, V. Jambunathan, Z. Wang, S. Guo, A. Yasukevich, A. Lucianetti, T. Mocek, U. Griebner, V. Petrov, X. Xu, M. Aguilo, F. Diaz, and X. Mateos, Passive Q switching of Yb:CNGLs lasers by Cr4+:YAG and V3+:YAG saturable absorbers, *Appl. Opt.* **57**, 8236-8241 (2018).
- [10] J. Körner, T. Lühder, J. Reiter, I. Uschmann, H. Marschner, V. Jambunathan, A. Lucianetti, T. Mocek, J. Hein, M.C. Kaluza, Spectroscopic investigations of thulium doped YAG and YAP crystals between 77 K and 300 K for short-wavelength infrared lasers, *J. Lumin.* **202**, 427–437 (2018).
- [11] J. Vanda a kol.: Multiple pulse nanosecond laser-induced damage threshold on AR coated YAG crystals, *Proc. SPIE 10805* (2018).
- [12] M. Muresan a kol.: Laser induced damage in optical glasses using nanosecond pulses at 1030 nm, *Proc. SPIE 10805* (2018).
- [13] Dostovalov, A. V., Derrien, T. Y., Přeučil, F., Mocek, T., Korolkov, V. P., Babin, S. A., & Bulgakova, N. M. (2018, September). The evidence of the role of surface plasmon polaritons in formation of femtosecond highly-regular laser-induced periodic structures on Cr films. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1092, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- [14] Gräf, S., Kunz, C., Engel, S., Derrien, T., & Müller, F. (2018). Femtosecond Laser-Induced Periodic Surface Structures on Fused Silica: The Impact of the Initial Substrate Temperature. *Materials*, **11**(8), 1340.
- [15] Orazi, L., Gnilytskyi, I., Thibault, D., Bulgakova, N., & Mocek, T. (2017). Method and System of Ultrafast Laser Writing of Highly-Regular Periodic Structures.
- [16] Bulgakova, N. M., Zhukov, V. P., & Aktürk, S. (2018, May). Impacts of spatio-temporal coupling in ultrashort laser pulses on laser energy absorption by transparent dielectrics in bulk modification regimes. In *CLEO: Science and Innovations* (pp. SM30-3). Optical Society of America.
- [17] Genin, D. E., Beloplotov, D. V., Panchenko, Bulgakova N. M., A. N. Panchenko, & Tarasenko, V. F. (2018, April). Microstructure formation on liquid metal surface under pulsed action. In *International Conference on Atomic and Molecular Pulsed Lasers XIII* (Vol. 10614,

- p. 106140X). International Society for Optics and Photonics.
- [18] Bulgakov, A. V., Mirza, I., Bulgakova, N. M., Zhukov, V. P., Machulka, R., Haderka, O., Campbell E. E. B. & Mocek, T. (2018). Initiation of air ionization by ultrashort laser pulses: evidence for a role of metastable-state air molecules. *Journal of Physics D: Applied Physics*, **51**(25), 25LT02.
- [19] Starinskiy, S. V., Bulgakov, A. V., Gatapova, E. Y., Shukhov, Y. G., Sulyaeva, V. S., Timoshenko, N. I., & Safonov, A. I. (2018). Transition from superhydrophilic to superhydrophobic of silicon wafer by a combination of laser treatment and fluoropolymer deposition. *Journal of Physics D: Applied Physics*, **51**(25), 255307.
- [20] Mirza, I., McCloskey, D., Blau, W. J., & Lunney, J. G. (2018). Mechanism of large optical nonlinearity in gold nanoparticle films. *Optics letters*, **43**(7), 1455-1458.
- [21] Goodfriend, N. T., Heng, S. Y., Nerushev, O. A., Gromov, A. V., Bulgakov, A. V., Okada, M., ... & Campbell, E. E. B. (2018). Blister-based-laser-induced-forward-transfer: a non-contact, dry laser-based transfer method for nanomaterials. *Nanotechnology*, **29**(38), 385301.
- [22] Shugaev, M. V., He, M., Lizunov, S. A., Levy, Y., Derrien, T. J. Y., Zhukov, V. P., ... & Zhigilei, L. V. (2018). Insights into laser-materials interaction through modeling on atomic and macroscopic scales. In *Advances in the Application of Lasers in Materials Science* (pp. 107-148). Springer, Cham.
- [23] J. Krása, D. Klír, K. Řezáč, J. Cikhardt, M. Krůs, A. Velyhan, M. Pfeifer, S. Buryšková, J. Dostál, T. Burian, R. Dudžák, K. Turek, T. Pisarczyk, Z. Kalinowska, T. Chodukowski, J. Kaufman: Production of relativistic electrons, MeV deuterons and protons by sub-nanosecond terawatt laser, *Phys. Plasmas* **25** (2018) 113112.
- [24] T. Pisarczyk, S. Yu. Gus'kov, A. Zaras-Szydłowska, R. Dudzak, O. Renner, T. Chodukowski, J. Dostal, Z. Rusiniak, T. Burian, N. Borisenko, M. Rosinski, M. Krupka, P. Parys, D. Klir, J. Cikhardt, K. Rezac, J. Krasa, Y. J. Rhee, P. Kubes, S. Singh, S. Borodziuk, M. Krus, L. Juha, K. Jungwirth, J. Hrebicek, T. Medrik, J. Golasowski, M. Pfeifer, J. Skala, P. Pisarczyk, P. Korneev: Magnetized plasma implosion in a snail target driven by a moderate intensity laser pulse, *Sci. Rep.* **8** (2018) 17895.
- [25] Q. Y. van den Berg, E. V. Fernandez-Tello, T. Burian, J. Chalupský, H.-K. Chung, O. Ciricosta, G. L. Dakovski, V. Hájková, P. Hollebon, L. Juha, J. Krzywinski, R.W. Lee, M. P. Minitti, T. R. Preston, A. G. de la Varga, V. Vozda, U. Zastra, J. S. Wark, P. Velarde, S. M. Vinko: Clocking femtosecond collisional dynamics via resonant X-ray spectroscopy, *Phys. Rev. Lett.* **120** (2018) 055002.
- [26] I. Milov, I. A. Makhotkin, R. Sobierajski, N. Medvedev, V. Lipp, J. Chalupský, J. M. Sturm, K. Tiedtke, G. de Vries, M. Stoermer, F. Siewert, R. van de Kruijs, E. Louis, I. Jacyna, M. Jurek, L. Juha, V. Hájková, V. Vozda, T. Burian, K. Saks, B. Faatz, B. Keitel, E. Ploenjes, S. Schreiber, S. Toleikis, R. Loch, M. Hermann, S. Strobel, H.-K. Nienhuys, G. Gwalt, T. Mey, H. Enkisch, F. Bijkerk: Mechanism of single-shot damage of Ru thin films irradiated by femtosecond extreme UV free-electron laser, *Opt. Express* **26** (2018) 19665.
- [27] I. Milov, V. Lipp, N. Medvedev, I. A. Makhotkin, E. Louis, F. Bijkerk: Modeling of XUV-induced damage in Ru films: the role of model parameters, *J. Opt. Soc. Amer. B* **35** (2018) B43.
- [28] I. A. Makhotkin, I. Milov, J. Chalupský, K. Tiedtke, H. Enkisch, G. de Vries, F. Scholze, F. Siewert, J.M. Sturm, K.V. Nikolaev, R.W.E. van de Kruijs, M.A. Smithers, H.A.G.M. van Wolferen, E.G. Keim, E. Louis, I. Jacyna, M. Jurek, D. Klinger, J. B. Pelka, L. Juha, V. Hájková, V. Vozda, T. Burian, K. Saks, B. Faatz, B. Keitel, E. Plonjes, S. Schreiber, S. Toleikis, R. Loch, M. Hermann, S. Strobel, R. Donker, T. Mey, R. Sobierajski: Damage accumulation in thin ruthenium films induced by repetitive exposure to femtosecond XUV pulses below the single-shot ablation threshold, *J. Opt. Soc. Amer. B* **35** (2018) 2799.
- [29] V. Vozda, T. Burian, J. Chalupský, V. Dědič, V. Hájková, P. Hlídaek, L. Juha, M. Kozlová, M. Krůs, J. Kunc, M. Rejhon, L. Vyšín, P. Mojzeš, J. J. Rocca, J. Franc: Micro-Raman mapping of surface changes induced by XUV laser radiation in cadmium telluride, *J. Alloys Comp.* **763** (2018) 662.
- [30] L. Vysin, T. Burian, E. Ukrainsev, M. Davidkova, M. E. Grisham, S. Heinbuch, J. J. Rocca, L. Juha: Dose-rate effects in breaking DNA strands by short pulses of extreme ultraviolet radiation, *Rad. Res.* **189** (2018) 466.





2.6 Sekce realizace projektu ELI Beamlines v roce 2018

Rok 2018 představuje významný mezník v aktivitách výzkumného centra ELI Beamlines, neboť došlo k dokončení infrastrukturního projektu financovaného z Operačního programu Výzkum, vývoj, vzdělávání. Po téměř 75 letech byl infrastrukturní projekt, který byl rozdělen do dvou fází – I. fáze 2011–2015 a II. fáze 2016–2018, dokončen v prosinci 2018.

Velké úsilí více než 300 zaměstnanců výzkumného centra ELI Beamlines a rozsáhlá mezinárodní spolupráce umožnily úspěšnou výstavbu jedinečné výzkumné infrastruktury.

Dále byly realizovány projekty podpořené z Národního programu udržitelnosti II – ELISus a programu velké výzkumné infrastruktury. Díky dostupnosti experimentální infrastruktury bylo možno realizovat řadu experimentů v kombinovaném zapojení interních a externích uživatelů v rozsahu 1200 hodin na 4 experimentálních stanicích. To poskytuje výzkumnému centru ELI Beamlines pevný základ pro první výzvu mezinárodní vědecké komunity, které jsou plánovány pro rok 2019.

Současně jednotlivé projektové týmy byly velmi úspěšné v publikaci svých výsledků ve velmi dobře hodnocených mezinárodních časopisech, stejně jako účasti na vědeckých konferencích.

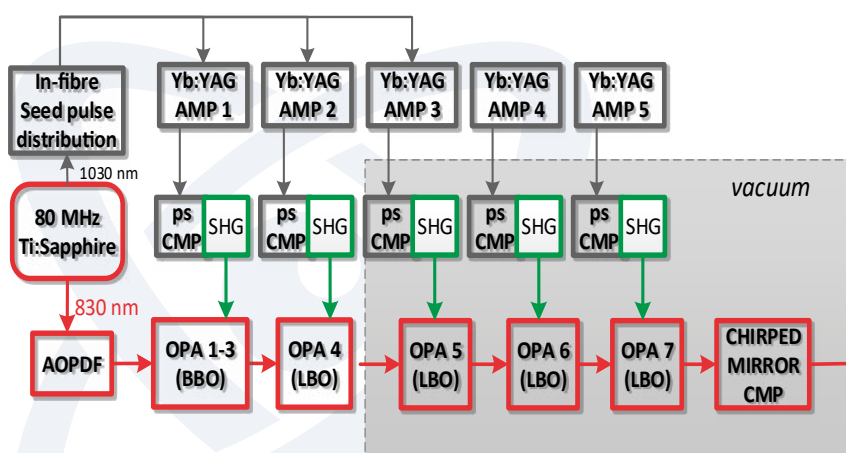
Díky výsledkům z předchozích let realizace projektu byla dále rozvíjena spolupráce s mezinárodními týmy v rámci návazných projektů v oborech, které se odvíjejí od jednotlivých výzkumných programů ELI Beamlines a jsou podpořeny zejména ze strany Evropské komise prostřednictvím H2020.

Dále byl připraven Strategický plán rozvoje do roku 2023, který byl diskutován s Mezinárodním vědeckým poradním panelem a publikován na webových stránkách centra.

2.6.2 Oddělení 91: Vývoj laserů pro centrum ELI Beamlines

Oddělení 91 vyvíjí, uvádí do provozu a provozuje laserové systémy ve výzkumném centru ELI Beamlines. Vývoj a uvádění do provozu probíhají v mezinárodní spolupráci zahrnující významné světové laboratoře a subjekty v oboru laserových technologií, z nichž nejvýznamnější je Lawrence Livermore National Laboratory (USA).

Aktivity oddělení 91 vedly v roce 2018 k dosažení několika zásadních milníků pro centrum ELI Beamlines, jmenovitě zprovoznění laserového systému L1-ALLEGRA



■ **Obr 1** Schéma laserového systému L1-ALLEGRA. Prvotní pulsy generované v Ti:safírovém oscilátoru jsou po adjustaci optické fáze (AOPDF - acousto-optic programmable dispersion filter) zesíleny kaskádou 7 OPCPA širokopásmových zesilovačů a komprimovány na délku 12 fs v kompresoru (CMP) na bázi disperzních zrcadel. OPCPA zesilovače jsou buzeny frekvenčně konvertovanými (SHG – second harmonic generation) svazky tenkodiskových čerpacích laserů (AMP 1 - 5). První dva z těchto laserů (30 mJ a 80 mJ) byly vyvinuty v odd. 91, ostatní byly vyvinuty průmyslem.



Obr 2 Instalovaný laserový systém L1-ALLEGRA v hale L1 centra ELI Beamlines.

a realizaci prvních experimentů s tímto laserem, instalace první části laseru L2, zprovoznění PW laserového systému L3-HAPLS a instalaci laseru L4 včetně provedení prvních zkušebních výstřelů.

Vysokorepetiční laserový systém L1-ALLEGRA je vyvíjen a budován vlastními silami oddělení 91. Tento laser bude sloužit především k buzení monochromatických i širokopásmových femtosekundových zdrojů rentgenového záření pro materiálové, molekulární a biomolekulární aplikace, a rovněž ke generaci kompaktních zdrojů urychlených částic. L1-ALLEGRA nyní poskytuje laserové pulsy o délce cca 12 fs a energii cca 20 mJ. V roce 2019 bude tento systém jednak sloužit mezinárodním uživatelům centra ELI Beamlines, jednak bude zprovozněním dalších zesilujících stupňů v několika postupných krocích zvyšována jeho výstupní energie až na úroveň přesahující 100 mJ. Svými parametry a flexibilitou je systém L1-ALLEGRA jedním z nejmodernějších laserových řetězců svého druhu na světě. Architektura systému umožňuje rozšiřitelnost výstupní energie na úroveň minimálně 200 mJ. Klíčovými technologiemi, umožňujícími dosažení výše uvedených parametrů, jsou jednak vysoce výkonné pulsní čerpací lasery na bázi tzv. tenkých disků (s aktivním prostředím tvořených Yb:YAG krystaly) a technika zesilování ultrakrátkých širokopásmových pulsů na bázi nelineárního parametrického procesu OPCPA (*Optical Parametric Chirped Pulse Amplifier*). Zesilovací řetězec širokopásmových pulsů tvoří kaskáda OPCPA zesilovačů na bázi krystalů BBO (*baryum tetraborát*) a LBO (*lithium triborát*). Tři nejsilnější zesilovače této kaskády a výstupní kompresor pulsů, sestávající z frekvenčně disperzních zrcadel (*chirped mirrors*), musí být vzhledem k vysokým intenzitám pulsů umístěny ve vakuu.

Pomocí systému L1- vysokorepetičního ALLEGRA byl v září 2018 úspěšně realizován první integrovaný experiment v centru ELI Beamlines. Předmětem tohoto experimentu, v němž byly výstupní pulsy laseru L1-ALLEGRA transportovány do experimentální haly E1, byla generace koherentního XUV svazku na principu vybuzení vyšších harmonických frekvencí (HHG) v ionizovaných atomech argonu. Výsledky experimentu přesvědčivě ukázaly přednosti systému L1-ALLEGRA nad komerčními lasery, konkrétně generaci XUV záření na kratších vlnových délkách oproti komerčním systémům.

V roce 2018 byla v centru ELI Beamlines rovněž nainstalována první část laserového systému L2, vysokorepetičního diodově čerpaného 10J laserového řetězce s aktivním prostředím Yb:YAG chlazeným na teplotu cca 150 °C. Hlavice výkonového zesilovače tohoto laseru byla



Obr. 3 První část laseru L2, 10J/10Hz laserový řetězec s Yb:YAG kryogenním stupněm, instalovaný v centru ELI Beamlines.



■ **Obr. 4** Laserový systém L3-HAPLS během ověřovacích zkoušek v centru ELI Beamlines. Výstupní pulsy na vlnové délce ~810 nm jsou generovány v Ti:safírovém výkonovém zesilovači buzeným laserovým svazkem na vlnové délce 527 nm. Na snímku je vidět zbytkové rozptýlené zelené světlo tohoto svazku, který je vytvářen jako druhá harmonická frekvence z primárního svazku na vlnové délce 1053 nm.

vyvinuta v Rutherford Appleton Laboratory (Velká Británie). Celý 10J laserový řetězec byl v předchozích letech úspěšně testován v laboratoři Sofia FZÚ v areálu Slovanka. Na vývoji systému se aktivně podílel i tuzemský průmysl (vývoj vysoce homogenních Yb:YAG monokrystalů a vývoj kryogenní jednotky na bázi Braytonova cyklu s vodou jako primárním zdrojem chladu).

Diodově čerpaný kryogenní laser 10 J bude v následujícím období v rámci projektu DUHA modifikován tak, aby byl možný jeho provoz na opakovací frekvenci 20 Hz (a v další fázi na 50 Hz). Frekvenčně konvertovaný výstup systému (projektovaná energie >4 J na vlnové délce 515 nm při opakovací frekvenci 20 Hz) bude použit pro buzení vysokoenergetického parametrického OPCA řetězce generujícího širokopásmové pulsy, jejichž délka po finální kompresi bude cca 25 fs a provozovat laserový systém při výrazně vyšší opakovací frekvenci 50 Hz, což je mnohem více, než bylo původně plánováno 10 Hz opakování.

Koncem června 2018 byly v ELI Beamlines úspěšně završeny instalace a zprovoznování laserového systému L3HAPLS (*High repetition rate Advanced Petawatt Laser System*), který byl ve spolupráci s týmem oddělení 91 vyvinut, počínaje zářím 2013, americkou laboratoří Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL). Instalace systému L3-HAPLS a jeho integrace do infrastruktury ELI Beamlines proběhla v intenzivní spolupráci českého a amerického týmu. Součástí prací byla rovněž instalace vakuového optického kompresoru výstupních laserových pulsů, který byl navržen a zhotoven ve spolupráci s českým průmyslem.

L3-HAPLS představuje technologicky zcela novou generaci vysokoenergetických výkonových laserových systémů. Jako první PW systém na světě využívá k buzení aktivního prostředí výlučně vysokovýkonové pulsní polovodičové laserové diody a díky průkopnické technologii heliového chlazení a konfiguraci aktivního prostředí výkonových stupňů umožňuje generovat PW pulsy s repeticí 10 Hz. Díky využití nových technologií se systém vyznačuje vysokou stabilitou výstupních parametrů a vysokým stupněm automatizace.



■ **Obr. 5** Vakuový mřížkový kompresor výstupních laserových pulsů systému L3-HAPLS. Výstupní pulsy generované laserovým řetězcem (45 J) jsou komprimovány na délku <30 fs pomocí difrakčních mřížek o rozměrech 80×36 cm. Vzhledem k velmi vysoké špičkové intenzitě pulsů musí být optická soustava kompresoru umístěna ve vakuu – vakuová komora má rozměry 5,1 × 2,7 × 2,2 m.



■ **Obr. 6** Ceremonie slavnostního předání laseru L3-HAPLS do rukou FZÚ / ELI Beamlines dne 2. července 2018. Zleva prof. Eva Zažímalová, předsedkyně AVČR, Dr. William Goldstein, ředitel Lawrence Livermore National Laboratory, Dr. Michael Prouza, ředitel FZÚ AVČR a Dr. Constantin Haefner, manažer projektu L3-HAPLS.

Během provozních testů v červnu 2018 systém L3-HAPLS překonal plánovanou úroveň projektovaného výkonu pro fázi zprovoznování. Bylo dosaženo generace pulsů s energií >15 J o délce 27,1 fs, odpovídající špičkovému výkonu 0,42 PW. V následujícím období bude výkon laseru postupně zvýšen na úroveň 1 PW a poté zvýšena repetice systému na 10 Hz.

Počátkem roku 2019 budou zahájeny první experimenty s využitím laseru L3-HAPLS s cílem generace urychlených svazků protonů a elektronů. Půjde o první experimenty v centru ELI Beamlines realizované při relativistických úrovních intenzity interakce laseru s hmotou, tj. převyšujících hodnotu 10^{18} Wcm⁻².

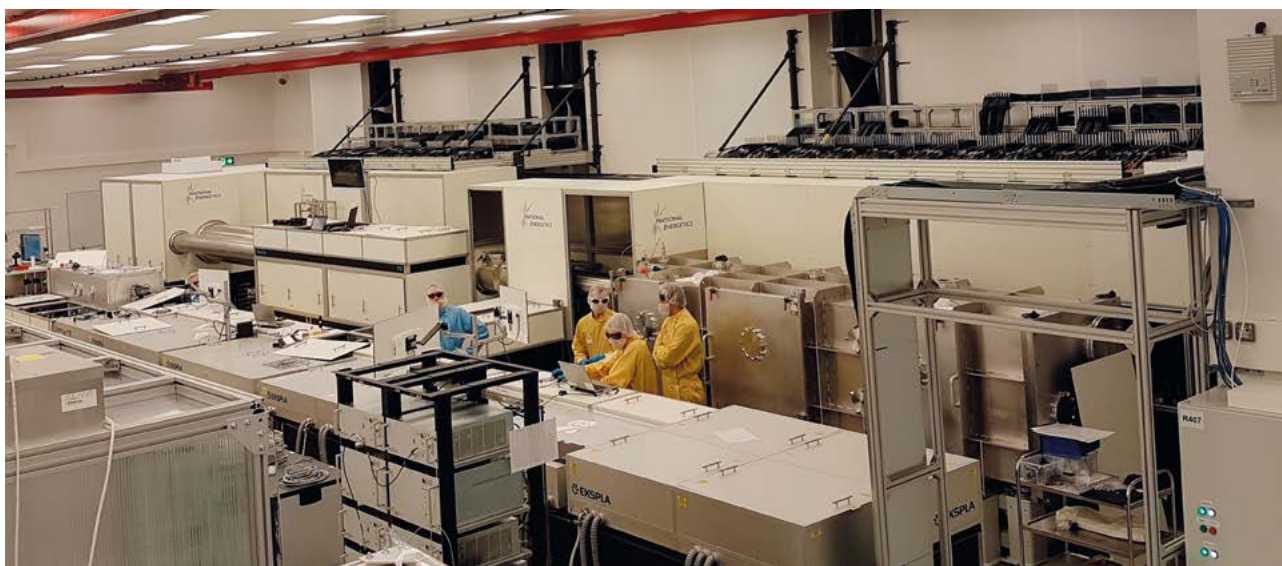
V období září až prosinec 2018 byl v centru ELI Beamlines dále instalován kJ laser L4, jehož cílem je generace



■ **Obr. 8** Výstupní kJ zesilovač systému L4: aktivním prostředím je Nd:dopované sklo a velikost optické apertury je 30 × 30 cm.

pulsů se špičkovým výkonem 10 PW. Laser L4 je schopen poskytovat výstupní pulsy s četností až 1krát za minutu, což je nejméně 30krát více, než je potenciál srovnatelných kJ výkonových laserů existujících v několika málo světových výzkumných centrech. Laserový řetězec L4 byl vyvinut americkou společností National Energetics v intenzivní spolupráci s pracovníky ELI Beamlines. Dodavatelem několika subsystémů je dále litevská technologická společnost EKSPILA a laboratoř Lawrence Livermore National Laboratory. Na realizaci projektu se rovněž významně podílí i český technologický průmysl (vysokonapěťové kondenzátorové baterie, optomechanické, vakuové a elektronické systémy, realizace komory obřího vakuového kompresoru).

Laser byl sestaven v centru ELI Beamlines v mimořádně krátkém čase přibližně 3 měsíců, kdy na jeho instalaci intenzivně pracoval společný tým složený z vědeckých a technických pracovníků z National Energetics, Fy-



■ **Obr. 7** Laserový řetězec L4 instalovaný v ELI Beamlines během prvních ověřovacích výstřelů v prosinci 2018.



■ **Obr. 9** 10 PW vakuový optický kompresor systému L4 má délku 18 m a výšku 4,2 m. Komora kompresoru je nyní ve výrobě a bude instalován v ELI Beamlines v druhé polovině roku 2019.

zikálního ústavu AV ČR a společnosti EKSPLA. V pondělí 17. prosince 2018 se uskutečnily první testovací výstřely, při nichž bylo dosaženo energie 1,2 kJ ve výstupních pulsech.

V roce 2019 bude laser L4 dále testován a vylepšován, včetně zvyšování energie výstupních pulsů na úroveň 1,5–2 kJ. Hlavní aktivitou bude dokončení výroby a instalace a osazení obřího vakuového kompresoru výstupních laserových pulsů, který umožní jejich kompresi na 150 fs a tím generaci špičkového výkonu 10 PW.

2.6.3 Oddělení 92 Experimentální programy Beamlines

Oddělení 92 experimentálních programů ELI Beamlines soustředilo svou činnost zejména na výstavby a testování klíčových stanic (beamlines), experimentálních prostor a platform. Všechny součásti pro budoucí experimenty HHG, PXS, optické, čerpací a sondačích svazky a stanice pro koncové uživatele v E1 (produkce rentgenových svazků), ELIMAIA (urychlování iontů) v E4, P3 (platforma pro plazmovou fyziku) v E3, HELL platforma (elektronové urychlování) a LUX (záření z undulátoru) v E5 prošly velmi významným pokrokem. Některá ze zařízení již po nastavení prvotních parametrů prošla zkušebním provozem a proběhla jejich úprava na předpokládanou úroveň ve smyslu maximálního výkonu, průměrného výkonu a intenzity k úspěšnému zajištění začátku experimentální fáze. Části vakuového systému a transportu svazku byly nainstalovány a řádně testovány. Velký důraz byl kladen na nastavení kontrolních mechanismů a bezpečnostních opatření. Velkou úlohu hraje stabilita všech propojených systémů: směrovosti laseru, jeho energetických fluktuací, délky impulsu, vlnoplochy, zaměřovací stability systému transportu svazku, automatického zaměřování atd. Spolupráce s mezinárodními institucemi a laboratořemi poskytla prostor pro vývoj stěžejních prvků a diagnostic-

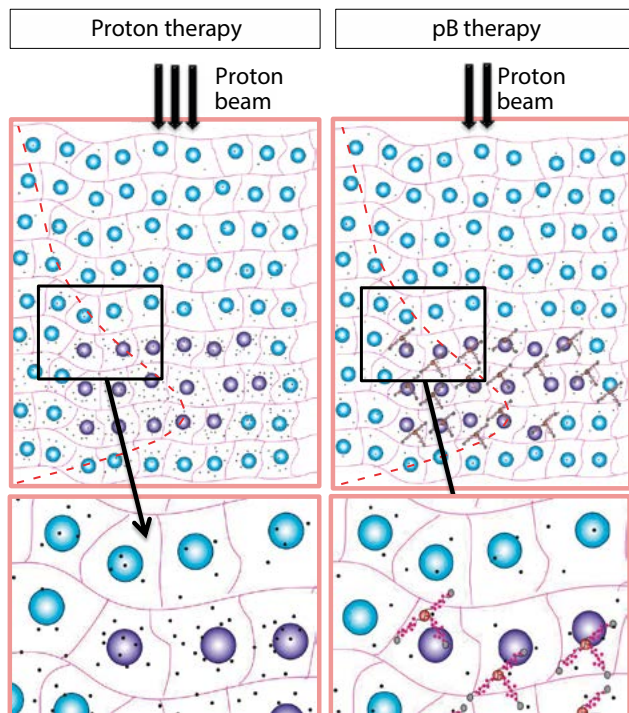
kých prostředků včetně rozšíření vědeckých znalostí. Výsledky vědeckých experimentů a teoretického výzkumu provedeného členy výzkumných programů a skupin vedly k velkému množství publikací ve vysoce hodnocených časopisech.

Výzkumný program 2 – Rentgenové zdroje

V roce 2018 skupina významně pokročila v integraci XUV zdroje založeného na generaci vysokých harmonických frekvencí budícího laseru (HHG) a plazmového zdroje rentgenového záření. Oba zdroje pracující s opakovací frekvencí 1 kHz byly připojeny k vakuovému systému vedení laserových svazků a úspěšně zprovozněny v experimentální hale E1. V druhé polovině roku byl proveden experimentální test, při kterém byl ke generaci vysokých harmonických frekvencí úspěšně použit svazek z front-endu laserového systému L1.

Experimentální haly E2 a E5 byly připraveny pro instalaci zdrojů založených na laserem urychlených relativistických elektronových svazcích: Gammatronu a undulátorového zdroje rentgenového záření (LUIS). Diagnostika elektronových svazků byla otestována v INFN (Frascati, Itálie). Experimenty zaměřené na elektronové urychlování pro undulátorový zdroj pokračovaly v laboratořích DESY (Hamburg, Německo), kde bylo dosaženo nepřetržitého 24hodinového provozu celého zařízení stabilně urychlujícího elektrony na energii 450 MeV s opakovací frekvencí 5 Hz. Při ladění parametrů laserového urychlování bylo dosaženo elektronových energií až 1 GeV.

Skupina se významně podílela na pořádání mezinárodní konference rentgenových laserů (16th international conference on X-ray lasers, icxrl2018.eli-beams.eu) a zároveň spolupořádala workshop zaměřený na generaci ultrakrátkých rentgenových impulsů prostřednictvím tzv. plazmového betatronu aplikací těchto zdrojů (LWFA-based X-ray Sources and Their Applications, indico.eli-beams.eu/event/308).



■ Obr. 10 První experimentální důkaz protonové borové záchytové terapie (PBCT) ke zvýšení efektivity protonové terapie.

Výzkumný program 3 – Urychlování částic Úspěchy dosažené RP3 v roce 2018

První experimentální důkaz protonové borové záchytové terapie (PBCT) ke zvýšení efektivity protonové terapie (ELI-FZU ve spolupráci s LNS-INFN):

Využili jsme $p + {}^{11}\text{B} \rightarrow 3\alpha$ reakci abychom pomocí klinického protonové svazku generovali alfa částice o vysokém LET. Použili jsme merkaptododekaborát sodný (BSH) s přirozeným obsahem boru, abychom maximalizovali

četnost reakcí. Zaznamenali jsme významně zvýšenou buněčnou smrt a míru poškození chromozomů. Je tím tedy demonstrována strategie kombinující balistickou přesnost protonu s vyšší RBÚ (relativní biologická účinnost) slibovanou borovou neutronovou záchytovou terapií a terapií ionty ${}^{12}\text{C}$ [G.A.P. Cirrone, L. Manti, D. Margaronne et al., First experimental proof of Proton Boron Capture Therapy (PBCT) to enhance protontherapy effectiveness, Nature Scientific Reports 8 (2018) 1141].

<https://www.eli-beams.eu/en/media-en/news/enhancement-of-proton-therapy-effectiveness-experimentally-demonstrated-for-the-first-time-proton-boron-capture-therapy-pbct/>

První ionty a první elektrony urychlené L3-HAPLS laserem na ELI Beamlines

Pomocí laserového systému L3-HAPLS bylo poprvé na ELI Beamlines generováno sekundární záření z laserového plazmatu. Dvě krátké experimentální kampaně na urychlování iontů a elektronů byly provedeny v experimentální sestavě nazvané TERESA (TESTbed for high-REpetition-rate Sources of laser-Accelerated particles). Přestože energie laserového impulsu na terči dosáhla pouze 100 mJ, odhadovaná intenzita byla výrazně vyšší než 10^{18} W/cm². Dosažení takových relativistických laserových intenzit umožnilo urychlovat protony a uhlíkové ionty z tenkých pevnolátkových fólií, stejně tak jako elektrony z plyných terčů, a tudíž demonstrovat fokusovatelnost a kompresi HAPLS laserového svazku na terči. To můžeme označit jako první krok ke generaci energetických částic pomocí HAPLS laseru s vysokou opakovací frekvencí. Tento výsledek je založen na dosažení optimálních podmínek mezi parametry laserového impulsu a parametry terče.



■ Obr. 11 Fotografie vlevo: RP3-ELIMAIA (ELI Multidisciplinary Applications of Laser-Ion Acceleration) tým a RP3-HELL (High-energy Electrons by Laser Light) tým. Fotografie vpravo: L3-HAPLS laserový tým.



■ Obr. 12 Experimentální hala E1 pro vědy s využitím vysoce intenzivního a vysokorepetičního (1 kHz) laseru a laserem generovaných zdrojů extrémního UV a rentgenového záření.



■ Obr. 13 Výzkumní pracovníci během raných experimentů s femtosekundovou vibrační spektroskopií pomocí nově zprovozněné koncové stanice pro stimulovaný ramanovský rozptyl.

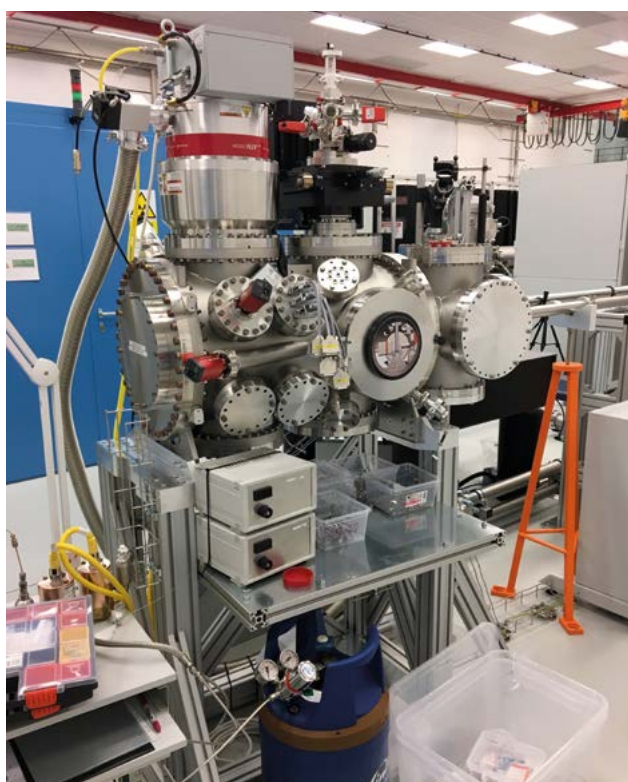
Výzkumný program 4 – Materiálové a biomolekulární aplikace

Hodnocení hlavních aktivit

Pokrok v rozvoji kapacit ELI Beamlines v oblasti aplikací pro molekulární, biomedicínské a materiálové vědy:

Během roku 2018 se členové aktivity RP4 zaměřili na instalaci a oživení vědeckých stanic pro spektroskopii,

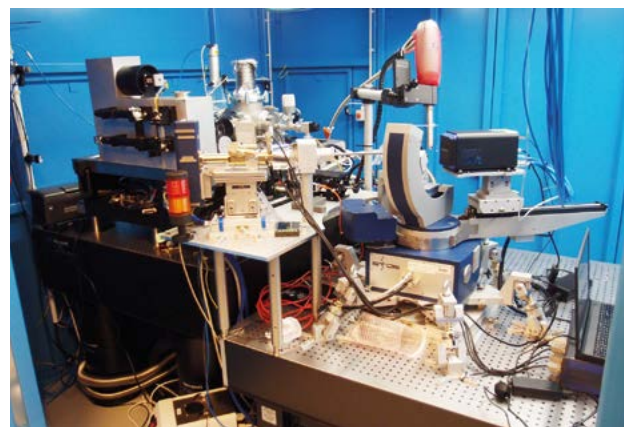
difrakci/rozptyl a zobrazování umístěných v experimentální hale E1 (obr. 12, 13 a 14). Tato zařízení jsou vyvíjena za účelem využívání buď zdrojů extrémního ultrafialového nebo rentgenového záření generovaných pomocí laseru L1 ALLEGRA nebo využívání paprsku laseru L1 přímo. Takéž během intenzivní instalační fáze bylo možné zahájit a udržet značnou míru vědeckých aktivit. Během roku 2018 výzkumní pracovníci týmu RP4 podpořili více než 1200 hodin experimentálních měření v rámci spolupráce s externími spolupracovníky, kteří přišli do haly E1 (a jejich podpůrných laboratoří), aby využili experimentální zařízení již během této rané fáze provozu.



Další aktivity

Výzkum na dalších zařízeních a laboratořích

Členové týmu RP4 byli aktivní ve výzkumu na dalších mezinárodních uživatelských zařízeních a ve spolupracujících laboratořích. Nejvýznamnější byly účasti



■ Obr. 14 Vlevo: Koncová stanice MAC pro atomovou, molekulární a optickou fyziku a koherentní difrakční zobrazování. Tato stanice je umístěna na beamline zdroje HHG v hale E1 a využívá laser L1 ALLEGRA pro svůj provoz. Vpravo: Stanice TREX pro rtg difrakci, rozptyl a spektroskopii. Obě stanice byly uvedeny do základního provozu během roku 2018 a budou zprovozněny pro uživatelské experimenty v roce 2019.



■ Obr. 15 Účastníci III. pracovního setkání ELIps.

na experimentálních kampaních na zařízení European XFEL a měkký rentgenový laser FLASH, oboje pracoviště jsou v německém Hamburku. Členové týmy také aktivně přispívali na národních a mezinárodních konferencích, workshopech, školách a setkáních. Několikrát byli též přizváni jako přednášející.

RP4 zorganizovalo nebo spoluorganizovalo následující hlavní události:

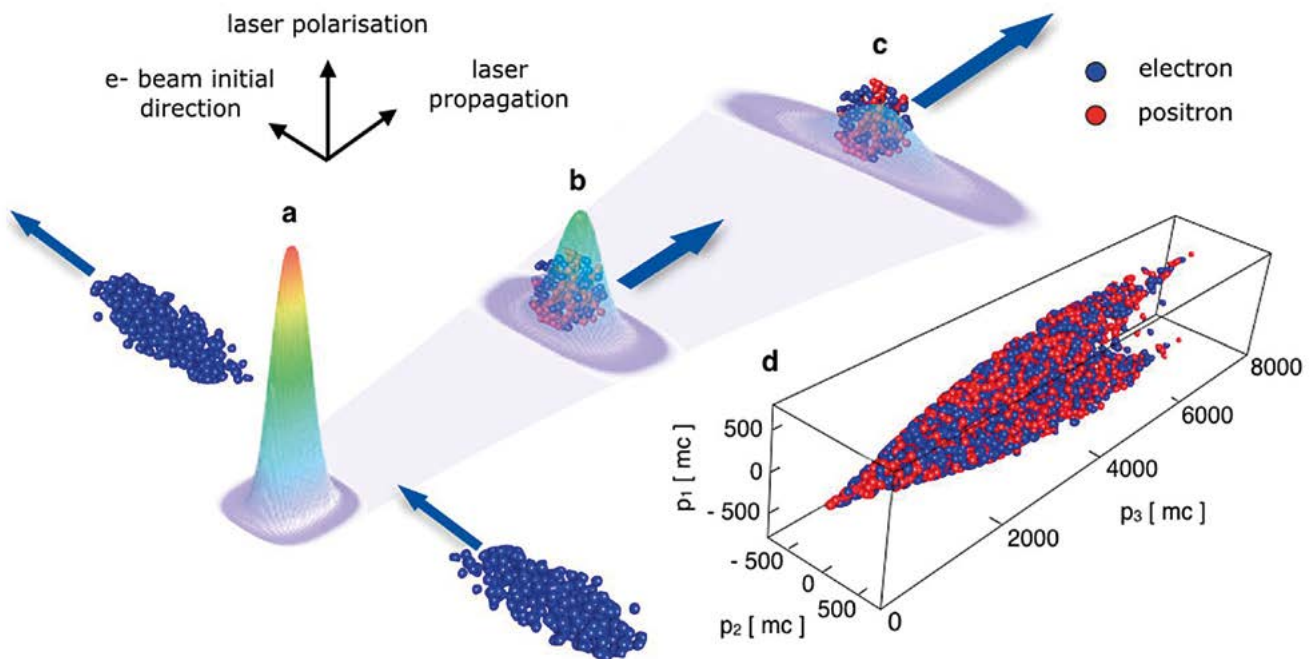
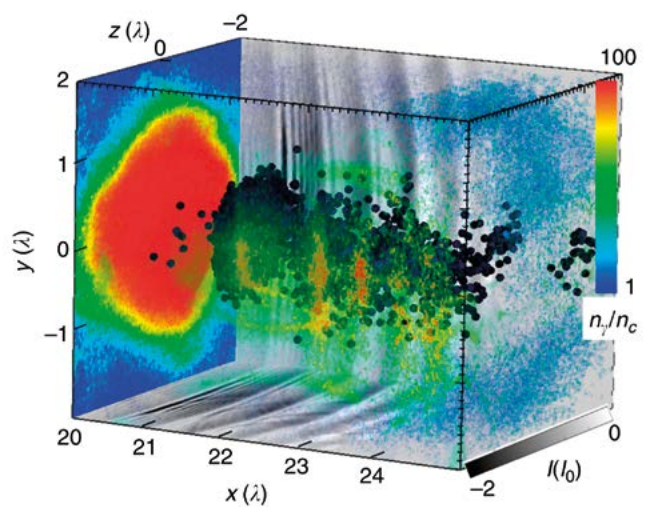
- III. Pracovní setkání ELIps uživatelů časově rozlišené spektroskopické elipsometrie a materiálové fyziky v oblasti vakuového UV. 12. – 14. listopadu 2018 (obr. 15)

- Škola ELITRANS o sekundárních světelných zdrojích na ELI Beamlines, 25. – 27. července 2018
- Výroční setkání projektu EUCALL 2018. 30. května až 1. června 2018
- Velký počet studentských exkurzí a školení pro tuzemské a zahraniční studenty

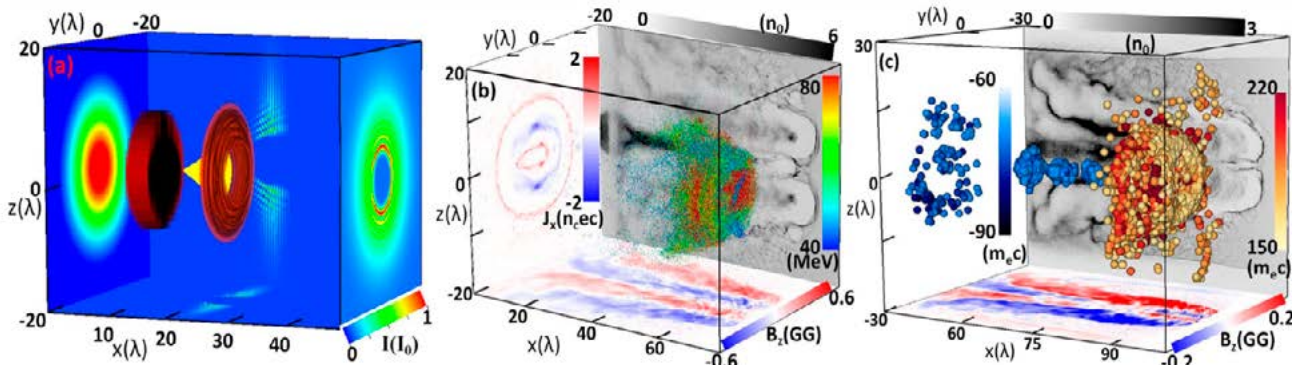
Výzkumný program 5 – Fyzika plazmatu

Hlavní úspěchy výzkumného programu R5:

Interakční komora P3 pro laserové experimenty s vysokou intenzitou a vysokou energií je již plně funkč-



■ Obr. 16 (dole) Uspořádání interakce svazku vysokoenergetických elektronů letících kolmo na laserový svazek s velmi vysokou intenzitou. Toto uspořádání umožňuje současné vytvoření a následné urychlení svazku kvazineutrálního elektron-positronového plazmatu na velmi vysoké energie (obrázek z publikace [1]); (vpravo nahoře) generace elektron-positronových párů s použitím pevného terče jako zrcadla (obrázek z publikace [2]).



■ Obr. 17 Tvar laserového svazku před a po interakci s kónickým terčem (vlevo), struktura plazmového kanálu a energetické rozdělení částic (uprostřed), zpětně urychlené elektrony poukazující na magnetickou rekonekci (vpravo).

ní a má vynikající vlastnosti z hlediska čerpání a udržení vakua. Rovněž transportní systém laserového svazku L3 je již v experimentální hale z velké části nainstalován a v současné době je testován. Vědecký tým se nyní připravuje na první experimenty pro ověření celého systému při jeho uvádění do provozu, které by se měly konat na konci roku 2019. Současně se členové týmu účastní experimentů v Evropě, Rusku a Číně v souvislosti s přípravou na budoucí experimenty v interakční komoře P3 a také kvůli testování diagnostického a jiného zařízení vyvinutého na ELI Beamlines.

diska potenciálních nových sekundárních zdrojů záření a částic. Tyto aktivity se zaměřují na přípravu budoucích experimentů na ELI Beamlines, které budou prováděny s laserem s 10 PW výkonem.

Výzkumný program 6 – Interakce s ultravysokou intenzitou

Hlavní úspěchy výzkumného programu R6

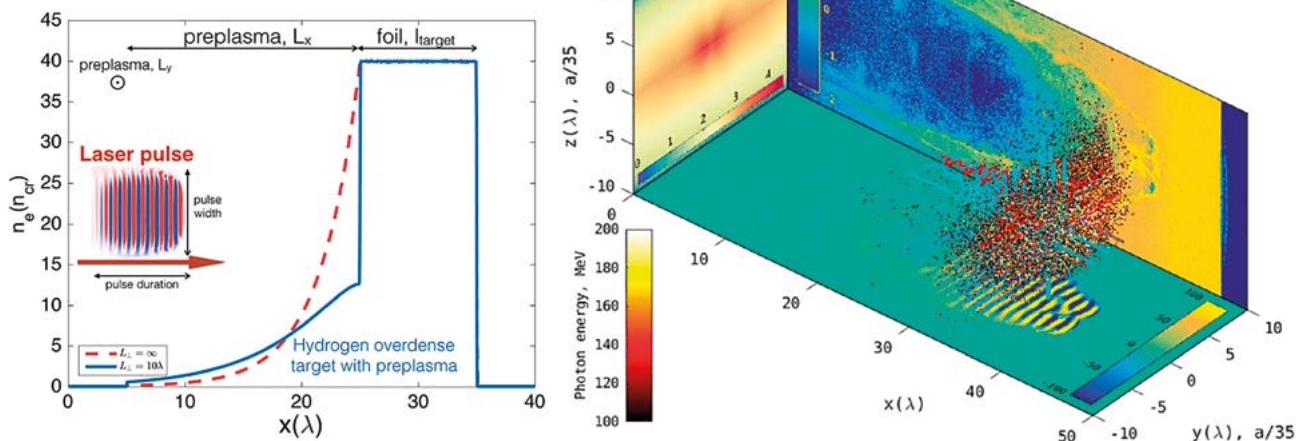
Interakce laserových pulsů s velmi vysokou intenzitou přesahující 10^{20} W/cm² s hmotou vede k tvorbě extrémně energetických částic a gama fotonů a také ke vzniku nových neočekávaných fyzikálních jevů (obr. 16). Kinetické simulace a analytické teorie se zaměřují na detailní pochopení těchto jevů, jakož i na jejich optimalizaci z hle-

2.6.4 Projekt HiFI – Výzkum velmi intenzivních polí

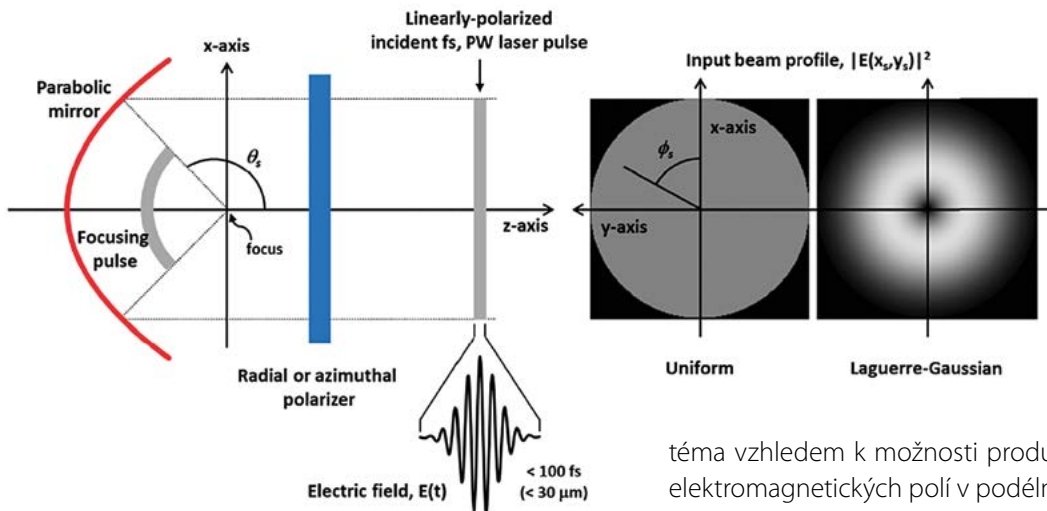
Významné vědecké výsledky dosažené v roce 2018

Y. J. Gu, S. S. Bulanov, G. Korn, and S. V. Bulanov, Splitter target for controlling magnetic reconnection in relativistic laser plasma interactions, Plasma Phys. Control. Fusion 60, 044020 (2018).

Tato práce se zabývá využitím kónických terčů pro vysokovýkonové lasery jako nástroj ke studiu rychlé magnetické rekonekce během relativistické interakce laserových svazků s plazmatem. Tento typ terčů v kombinaci s plynovou tryskou je schopen modulovat dopadající laserový



■ Obr. 18 Nastavení terče a laserového svazku pro numerické simulace (vlevo), výsledek trojrozměrné simulace zobrazující energii fotonů (vpravo).



■ Obr. 19 Diagram znázorňující fokuzaci radiálně polarizovaných femtosekundových laserových svazků.

svazek. Výsledkem jsou dva rovnoběžné laserové svazky ve dvourozměrném případě, respektive jeden toroidální svazek v trojrozměrném případě. Anihilace a rekonexce magnetického pole probíhá v plynové trysce v místech poklesu hustoty plazmatu, kde je energie magnetického pole konvertována na kinetickou energii nabitých částic. Důkazem rekonexce, jež byla studována pomocí náročných počítačových simulací, jsou zpětně urychlené elektronové svazky. V případě dosažení velmi přesné synchronizace dvou laserových svazků je navržený mechanismus mimořádně přínosný pro širokou škálu experimentů studujících fundamentální problémy relativistické interakce silných elektromagnetických polí s plazmatem.

K. V. Lezhnin, P. V. Satorov, G. Korn, and S. V. Bulanov, High power gamma flare generation in multi-petawatt laser interaction with tailored targets, Phys. Plasmas 25, 123105 (2018).

Tato práce se zabývá optimalizací produkce gama záření vznikajícího během interakce petawattových laserů se speciálně navrženými kryogenními terči za pomoci rozsáhlých počítačových simulací využívajících poznatky z kvantové elektrodynamiky. Výstupem je tvrzení, že je možné efektivně konvertovat energii dopadajícího laserového svazku na energii gama záření. Práce dále diskutuje parametry navržených terčů a laserového svazku v kontextu účinnosti přenosu energie a potenciálních aplikací. Popsaný mechanismus je využitelný pro novou generaci vysokovýkonných laserových systémů.

T. M. Jeong, S. V. Bulanov, S. Weber, and G. Korn, Analysis on the longitudinal field strength formed by tightly-focused radially-polarized femtosecond petawatt laser pulse, Optics Express 26, 342257 (2018).

Zaostření radiálně nebo azimutálně polarizovaných laserových svazků je v poslední době velmi atraktivní

téma vzhledem k možnosti produkce extrémně silných elektromagnetických polí v podélném směru. Tato práce se zabývá stanovením síly těchto polí v případě femtosekundových petawattových laserových svazků dopadajících na parabolické terče. Výstupem je tvrzení, že je možné dosáhnout elektrických polí o velikosti $2,2 \times 10^{13}$ V/cm za pomoci radiálně polarizovaného laserového impulsu (11,2 fs, 11,2 J). Součástí práce jsou také důkladné studie rozdílu velikosti příčné a podélné složky tohoto pole pro několik typů profilu a spektra interagujícího laseru.

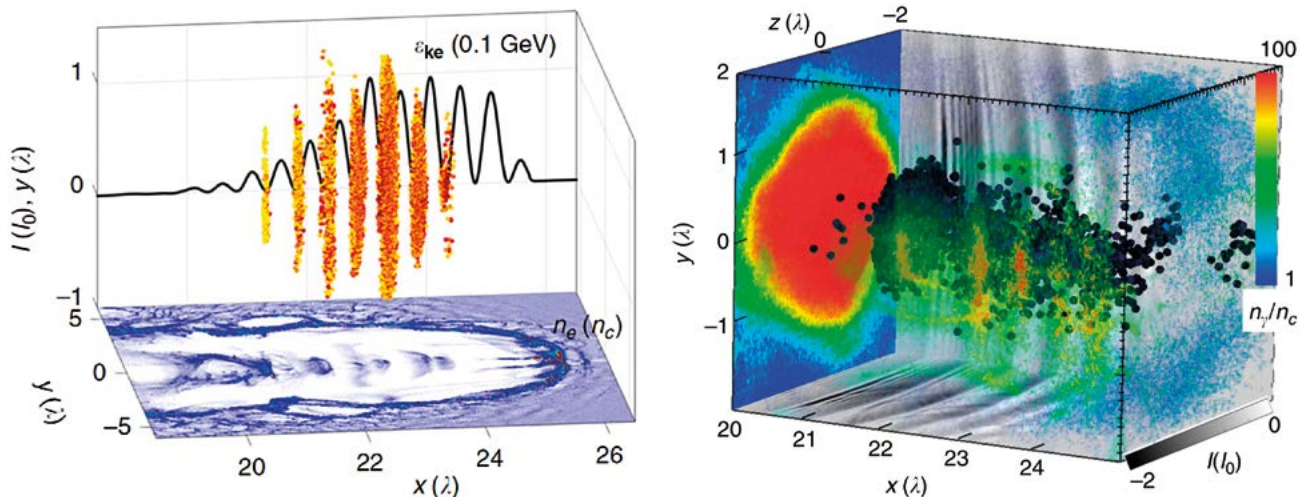
Y.-J. Gu, O. Klimov, S. V. Bulanov, and S. Weber, Brilliant gamma-ray beam and electron-positron pair production by enhanced attosecond pulses, Communications Physics 1:93 (2018).

K produkci elektron-pozitronových párů za pomoci Breit-Wheelerova jevu je zapotřebí využít laserových svazků dosahujících intenzit 10^{24} W/cm², protože účinný průřez této interakce je velmi malý. V rámci této práce je navržen mechanismus k produkci gama záření, elektron-positronových párů a vysokých harmonických frekvencí za použití plazmového zrcadla a ultrakrátkých laserových impulsů o intenzitě 3×10^{23} W/cm². Laserový svazek se po dosažení skinové hloubky deformovaného zrcadla odráží a dále je zesílen vlivem fokuzace a kompresních jevů. Elektrony zachycené v elektromagnetickém poli emitují fotony v oblasti gama. Numerické simulace také predikují produkci pozitronového svazku o hustotě 4×10^{21} cm⁻³ a celkovém počtu částic $5,6 \times 10^9$.

2.6.5 Skupina bezpečnosti a ochrany

Příklady výsledků skupiny Bezpečnosti

V roce 2018 pracoval na vytváření vnitřních standardů a postupů pro zajištění dlouhodobého bezpečného a hladkého provozu, přípravě zajištění kontinuálního mo-



■ Obr. 20 Hustota elektronů zachycených v elektromagnetickém poli (vlevo), výsledek trojrozměrné částicové simulace znázorňující hustotu fotonů v oblasti gama (vpravo).

nitoringu dávkových příkonů a koncentrací technických plynů a poskytoval podporu a odbornou expertizu pro činnost výzkumných a realizačních týmů. Tým se aktivně podílel na denním provozu pravidelnými kontrolami laboratoří, zajištěním služeb zabezpečení, poskytováním odborných školení, kontrolou vlivu provozu na životní prostředí, poskytováním podpory prvním uživatelským experimentům a koordinací dodavatelů v oblasti bezpečnosti.

Tým byl aktivní a uznávaný i na mezinárodní úrovni: jsme aktivními členy mezinárodní kolaborace výpočetního kódu FLUKA (členové týmu jsou lektory oficiálních kurzů kódu, člen našeho týmu byl navíc jmenován do tříčlenného nadnárodního řídicího výboru kurzů), vedoucí týmu byla v roce 2018 zvolena sekretářem skupiny „Vysokoenergetická pole záření“ Evropské dozimetrické společnosti EURADOS, zúčastnili jsme se také několika mezinárodních oborových workshopů.

Příklady výsledků skupiny Radiační ochrany

V roce 2018 bylo dle skupinou připravených fyzikálních modelů vyrobeno a nainstalováno lokální stínění a stoper svazku pro experimentální uspořádání PXS (VP4) a TERESA (VP3). Pro experiment PXS byla dále zpracována dokumentace dle Atomového zákona a získáno povolení k jeho provozu. Bylo zahájeno dlouhodobé měření pozadí v budově a jejím okolí. Pro experimentální stanice, které budou zprovozněny v průběhu roku 2019, byly aktualizovány mapy dávkových příkonů a provedeny doplňující simulace možné aktivace materiálů a radiačního poškození elektroniky. Skupina dále prováděla další simulace a výpočty pro efektivnější průběh experimentů výzkumných skupin a teoretické zdůvodnění jimi získaných výsledků.

Příklady výsledků skupiny BOZP

V roce 2018 byly zahájeny práce na integrovaném bezpečnostním systému PSI (Personal safety interlock), jehož koncept byl skupinou dříve vyvinut. Ve spolupráci s dodavatelem byly provedeny detailní analýzy rizika pro haly E1, E3 a E4 a v případě haly E1 byly započaty realizační práce. Skupina úzce spolupracovala s ostatními týmy na zajištění laserové bezpečnosti, což zahrnovalo i návrh a instalaci lokálních stínících prvků (např. u experimentu SRS). V neposlední řadě byla vyvinuta a implementována metodika (LOTO) pro bezpečnou současnou práci více osob na elektrických a mechanických zařízeních (např. vakuové pumpy).

2.6.6 Oddělení 93 - Konstrukční a projekční podpory

Oddělení 93 zajišťuje technickou podporu pro výzkumné centrum ELI Beamlines, především pro vědecké týmy, v oblastech: návrh, konstrukce a výroba mechanických a optomechanických celků, vakuových a kryogenních celků a elektrických systémů.

V roce 2018 pokračovala spolupráce s laserovým týmem na systémech L1, L2, L3 a L4, s experimentálními týmy na jednotlivých systémech a také na L3 beam transportu.

Příklady výsledků skupiny Mechanika a optomechanika

V roce 2018 poskytovala skupina konstrukční podporu vědeckým týmům na základě zadaných požadavků. Konstrukční kapacitu skupiny doplňovali konstruktéři externí firmy, kteří podle pokynů zpracovávali požadavky experimentálních týmů.



■ **Obr. 21** *Beam dump vlastní konstrukce pro vysokovýkonové laserové svazky o výkonu od 10 W do 1 kW (podle provedení).*

Do finální podoby byla dotažena konstrukce řady optomechanických zařízení. Příkladem jsou kompaktní optomechanické montáže rovinných zrcadel L3 a montáže OAP L3 do ECU komor experimentů ELIMAIA a HELL, které se následně realizovaly včetně výběrového řízení na vysoce přesné vakuové aktuátory. Konstruovaly se také manipulační přípravky pro instalaci L3 optiky. Ve spolupráci s CITT oddělením byly pro komerční využití zpracovány konstrukce beam dumpů pro vysokovýkonové laserové svazky (obr. 21) a dále motorizované flexi stolky pro L1 OPCPA.

Další oblastí práce byla konstrukce a instalace nosných konstrukcí videostěn pro velíny laserů L1 a L4, čistých stanů pro experimenty včetně nákupu laminárních ventilátorů s filtrací, servisních plošin pro obsluhu L3 beam transportu v experimentálních halách E3 a E4 spolu s čistými stany.

Konstrukční práce byly doplněny FEM výpočty a simulacemi navrhovaných konstrukcí jak pro posouzení jejich bezpečnosti, tak i pro optimalizaci z hlediska tuhosti, tvarové a vibrační stability.

Příklady výsledků skupiny Vakuum a kryogenika

V roce 2018 byl v laserové budově instalován centrální rozvod vakua pro haly E3, E4, L2 a L4b, který slouží pro flexibilní předčerpání vakuových komor ($1 \cdot 10^{-2}$ mbar) a pro podporu sekundárních čerpacích jednotek. Pro centrální rozvod byly instalovány a uvedeny do provozu vysokokapacitní vývěvy v technologickém zázemí budovy, které byly integrovány do řídicího systému.

V halách E3 a E4 a byly instalovány vakuové komory s vakuovou aparaturou, které byly následně napojeny na centrální rozvod vakua. V hale E3 byly instalovány a uvedeny do provozu kryogenní vývěvy o celkové čerpací kapacitě 20000 l/s, které spolu s turbomolekulárními vývěvami slouží pro rychlé vyčerpání P3 komory o obje-

mu více jak 40 m^3 na tlak $5 \cdot 10^{-7}$ mbar. V hale E1 byla instalována a otestována vakuová distribuce laserového svazku L1 o celkovém objemu 12 m^3 , tato distribuce po testech na čistotu byla následně napojena na experimentální stanice a na vakuovou část laserového systému L1.

Dalším významným milníkem bylo dokončení instalace vakuové části experimentu TERESA v hale L2 s napojením na L3 kompresor. Tento vakuový systém byl uveden do provozu koncem roku 2018.

Příklady výsledků skupiny Elektro a EMP

V roce 2018 byla připravena elektroinstalace pro laser L4 včetně jeho vysokonapětového napájení (Capacitor room) a první část laseru L2, dále pro experimentální halu E4, E3, E2, halu S2, kde byla vybudována nová zkušební laboratoř pro projekt LUIS.

V hale S2 se navíc provedla instalace rozvodů elektrické energie pro zásuvky umístěné v plastových kabelových žlabech, napájení osvětlovacích těles a instalace datových kabelů a zásuvek.

V experimentální hale E1 byla dokončena instalace plastových kabelových žlabů osazených zásuvkami pro silové napájení a datovými zásuvkami. V experimentální hale E4 byly provedeny externí firmou elektroinstalátorské práce, které následně pokračovaly v hale E3. Skupina elektro připravila zadání a spolupracovala na vypracování projektové dokumentace pro napájecí a datové rozvody, osazení racků a skříní kontrolního systému, na návrhu kovových a plastových kabelových tras v podlahových kanálech a vedení kabelů po podlaze (pochozí hliníkové kabelové trasy) pro experimentální prostory E3, E2, E5. Dále vykonávala technický dozor při vlastní realizaci instalačních prací.

Příklady výsledků skupiny Výroba a montáž (dílny)

V dílnách ELI a FZÚ se v roce 2018 realizovala řada prototypů a finálních zařízení kromě těch, která se z technologických nebo kapacitních důvodů zadávala externě nebo výběrovým řízením.

Z důvodu nárůstu požadavků vědeckých týmů na výrobu v této fázi realizace projektu byly kapacity dílen ELI zvýšeny nákupem dalšího nástrojového vybavení, rozšířením montážní dílny a navýšením skladových zásob používaných materiálů. Výsledkem těchto investic je nárůst kapacity výroby v dílnách ELI oproti roku 2017 na dvojnásobek (o 100%) a zvýšení kvality výroby. Objem externí výroby narostl meziročně o 156% a v dílnách FZÚ o 25%.

V roce 2018 se vyráběly například kompaktní optomechanické montáže rovinných zrcadel L3 a montáže OAP L3 do ECU komor experimentů ELIMAIA a HELL, motorizované flexi stolky pro L1 OPCPA (obr. 22) a beam



■ Obr. 22 Motorizované flexi stolky pro L1 OPCPA.

dumpy pro vysokovýkonové laserové svazky (obojí s možností komerčního využití), čisté stany pro laserové a experimentální haly a mnoho dalších sestav a dílů pro účely laserových a experimentálních týmů.

Literatura

Významné publikace:

Oddělení 92

RP2:

- [1] V. E. Nefedova et al., Efficiency control of high-order harmonic generation in gases using driving pulse spectral features, *Appl. Phys. Lett.* 113, 191101 (2018)
- [2] M. Albrecht et al., Pulse duration of a partially coherent soft X-ray laser estimated from far-field speckle statistics, *Opt. Lett.* 43, 4586 (2018)
- [3] V. E. Nefedova et al., Determination of the spectral variation origin in high-order harmonic generation in noble gases, *Phys. Rev. A* 98, 033414 (2018)
- [4] K. Bohacek et al. Stable electron beams from laser wakefield acceleration with few-terawatt driver using supersonic air jet, *NIMA* 883, p.24 (2018).
- [5] N. Delbos et al., Lux – A Laser-Plasma Driven Undulator Beamline, *NIMA* 909, 318 (2018)

RP3:

- [1] [G.A.P. Cirrone, L. Manti, D. Margarone et al., "First experimental proof of Proton Boron Capture Therapy (PBCT) to enhance protontherapy effectiveness", *Nature Scientific Reports* 8 (2018) 1141] <https://www.eli-beams.eu/en/media-en/news/enhancement-of-proton-therapy-effectiveness-experimentally-demonstrated-for-the-first-time-proton-boron-capture-therapy-pbct/>

RP4:

Během roku 2018 byli členové RP4 spoluautory 16 publikací (publikovaných či přijatých k publikaci) ve vědeckých časopisech s peer review. Toto je výběr těch nejvýznamnějších:

- [1] Structural dynamics upon photoexcitation-induced charge transfer in a dicopper (i)–disulfide complex
M Naumova, D Khakhulin, M Rebarz, M Rohrmüller, B Dicke, M Biednov, et al. *Physical Chemistry Chemical Physics* 20 (9), 6274–6286
- [2] Megahertz serial crystallography
MO Wiedorn, D Oberthür, R Bean, R Schubert, N Werner, B Abbey, et al. *Nature communications* 9 (1), 4025
- [3] Transferring the entatic-state principle to copper photochemistry
B Dicke, A Hoffmann, J Stanek, MS Rampp, B Grimm-Lebsanft, F Biebl, et al. *Nature chemistry* 10 (3), 355
- [4] Molecular Origin of Photoprotection in Cyanobacteria Probed by Watermarked Femtosecond Stimulated Raman Spectroscopy
Yusaku Hontani, Miroslav Kloz, Tomáš Polívka, Mahendra K Shukla, Roman Sobotka, John TM Kennis
J. Phys. Chem. Lett., 2018, 9 (7), pp 1788–1792
- [5] Femtosecond X-ray Fourier holography imaging of free-flying nanoparticles
T Gorkhover, A Ulmer, K Ferguson, M Bucher, FRNC Maia, J Bielecki, et al. *Nature Photonics* 12 (3), 150

RP5:

- [1] T. Pisarczyk, S. Gus'kov, A. Zaras-Szydłowska, R. Dudzak, O. Renner, T. Chodukowski, J. Dostal, Z. Kalinowska-Rusiniak, T. Burian, N. Borisenko, M. Rosinski, M. Krupka, P. Parys, D. Klir5, J. Cikhardt, K. Rezac, J. Krasa, Yong-Joo Rhee, P. Kubes, S. Singh, S. Borodziuk, M. Kruz, L. Juha, K. Jungwirth, J. Hrebicek, T. Medrik, J. Golasowski, M. Pfeifer, J. Skala, P. Pisarczyk, Ph. Korneev, Magnetized plasma implosion in a snail target driven by a sub-relativistic laser pulse, (*Nature*) *Sci. Rep.* 8, 17895 (2018)
- [2] K. Falk, M. Holec, C. J. Fontes, C. L. Fryer, C.W. Greeff, H. M. Johns, D. S. Montgomery, D.W. Schmidt, M. Šmíd, Measurement of Preheat Due to Nonlocal Electron Transport in Warm Dense Matter, *Phys. Rev. Lett.* 120, 025002 (2018)
- [3] S. Singh, R. Versaci, A. Laso Garcia, L. Morejon, A. Ferrari, M. Molodtsova, R. Schwengner, D. Kumar, T. Cowan, Compact high energy x-ray spectrometer based on forward Compton scattering for high intensity laser plasma experiments, *Rev. Sci. Instrum.* 89, 085118 (2018)

RP6:

- [1] M. Vranic, O. Klimo, G. Korn, S. Weber, Multi-GeV electron-positron beam generation from laser-electron scattering, (Nature) Sci. Rep. 8, 4702 (2018)
- [2] Y. Gu, O. Klimo, S. Bulanov, S. Weber, Brilliant gamma-ray beam and electron–positron pair production by enhanced attosecond pulses, (Nature) Comm. Phys. 1, 93 (2018)
- [3] E. Gelfer, N. Elikina, A. Fedotov, Unexpected impact of radiation friction: enhancing production of longitudinal plasma waves, (Nature) Sci. Rep. 8, 6478 (2018)

Seznam publikací členů HiFi v recenzovaných časopisech za rok 2018:

- [1] G. A. Bagdasarov, N. A. Bobrova, A. S. Boldarev, O. G. Olkhovskaya, P. V. Satorov, V. A. Gasilov, S. K. Barber, S. S. Bulanov, A. J. Gonsalves, C. B. Schroeder, J. van Tilborg, E. Esarey, W. P. Leemans, T. Levato, D. Margarone, G. Korn, M. Kando, and S. V. Bulanov, On production and asymmetric focusing of flat electron beams using rectangular capillary discharge plasmas, *Physics of Plasmas* 24, 123120 (2017).
- [2] S. Kawata, Y. J. Gu, X. F. Li, T. Karino, H. Kato, J. Limpouch, O. Klimo, D. Margarone, Q. Yu, Q. Kong, S. Weber, S. Bulanov, and A. Andreev, Dynamic stabilization of filamentation instability, *Phys. Plasmas* 25, 011601 (2018).
- [3] Y. J. Gu, S. S. Bulanov, G. Korn, and S. V. Bulanov, Splitter target for controlling magnetic reconnection in relativistic laser plasma interactions, *Plasma Phys. Control. Fusion* 60, 044020 (2018).
- [4] K. Huang, T. Esirkepov, J. K. Koga, H. Kotaki, M. Mori, Y. Hayashi, N. Nakanii, S. V. Bulanov, M. Kando, Electro-optic spatial decoding on the spherical-wavefront Coulomb fields of plasma electron sources, *Scientific Reports* 8, 2938 (2018).
- [5] A. S. Pirozhkov, T. Zh. Esirkepov, T. A. Pikuz, A. Ya. Faenov, A. Sagisaka, K. Ogura, Y. Hayashi, H. Kotaki, E. N. Ragozin, D. Neely, J. K. Koga, Y. Fukuda, M. Nishikino, T.

Imazono, N. Hasegawa, T. Kawachi, H. Daido, Y. Kato, S. V. Bulanov, K. Kondo, H. Kiriyaama, and M. Kando, *Laser Requirements for High-Order Harmonic Generation by Relativistic Plasma Singularities*, *Quantum Beam Sci.* 2018, 2, 7; doi:10.3390/qubs2010007

- [6] A. Sagisaka, A. S. Pirozhkov, M. Nishiuchi, K. Ogura, H. Sakaki, A. Ya. Faenov, T. A. Pikuz, T. Zh. Esirkepov, S. V. Bulanov, M. Kando, H. Kiriyaama, K. Kondo, UV Harmonic Generation and Laser-Driven Proton Acceleration from Thin-Foil Target, *The Review of Laser Engineering* 46, 148 (2018).
- [7] J. K. Koga, S. V. Bulanov, T. Zh. Esirkepov, M. Kando, S. S. Bulanov, A. S. Pirozhkov, Relativistically Upshifted Higher Harmonic Generation via Relativistic Flying Mirrors, *Plasma Phys. Control. Fusion* 60, 074007 (2018).
- [8] J. K. Koga, S. V. Bulanov, T. Zh. Esirkepov, M. Kando, S. S. Bulanov, A. S. Pirozhkov, Corrigendum: Relativistically upshifted higher harmonic generation via relativistic flying mirrors, *Plasma Phys. Control. Fusion* 60, 099501 (2018).
- [9] M. Kando, T. Esirkepov, J. K. Koga, A. S. Pirozhkov, and S. V. Bulanov, Coherent, Short-Pulse X-ray Generation via Relativistic Flying Mirrors, *Quantum Beam Sci.* 2018, 2, 9; 10.3390/qubs2020009.
- [10] K. V. Lezhnin, F. F. Kamenets, T. Zh. Esirkepov, and S. V. Bulanov, On annihilation of the relativistic electron vortex pair in collisionless plasmas, *Journal of Plasma Physics* 84, 905840610 (2018).
- [11] T. M. Jeong, S. V. Bulanov, S. Weber, and G. Korn, Analysis on the longitudinal field strength formed by tightly-focused radially-polarized femtosecond petawatt laser pulse, *Optics Express* 26, 342257 (2018).
- [12] K. V. Lezhnin, P. V. Satorov, G. Korn, and S. V. Bulanov, High power gamma flare generation in multi-petawatt laser interaction with tailored targets, *Phys. Plasmas* 25, 123105 (2018).
- [13] Y.-J. Gu, O. Klimo, S. V. Bulanov, and S. Weber, Brilliant gamma-ray beam and electron–positron pair production by enhanced attosecond pulses, *Communications Physics* 1:93 (2018).





2.7 Projekty programů EU řešené na pracovišti v roce 2018

AIDA-2020 (V. Vrba)

Evropský projekt H2020

Účastníme se projektu Moderní evropské infrastruktury pro detektory na urychlovačích, akronym AIDA-2020, který byl zahájen v květnu 2015 a potrvá čtyři roky. Projekt spojuje dohromady hlavní evropské infrastruktury pro vývoj detektorů s řadou akademických institucí a účastní se ho celkem 19 zemí a CERN. AIDA-2020 vychází z priorit Evropské strategie pro částicovou fyziku, konkrétně pracujeme v balíčku WP14 – Infrastruktura pro moderní kalorimetry – a v balíčku WP5 – Sběr dat pro testy na svazcích. Specifickými úkoly, které řešíme, jsou: Infrastruktura pro testy inovativních kalorimetrů s optickým vyčítáním (spolu s Univerzitou v Bergenu), Vyčítací systém pro inovativní kalorimetry (s DESY Hamburk) a Vývoj monitorování kvality dat a slow control (společně s britskými institucemi pod vedením University College London a University of Bristol a s DESY Hamburk).

ASCIMAT (M. Nikl)

Evropský projekt H2020 – Twinning

V roce 2015 byl udělen evropský projekt ASCIMAT (Zvýšení vědecké excelence a inovační kapacity v oblasti pokročilých scintilačních materiálů ve Fyzikálním ústavu AV ČR) v programu Twinning, H2020, v němž je FZÚ koordinačním pracovištěm. Tříletý projekt byl zahájen 1. ledna 2016 a jeho cílem je zvýšení vědecké excelence a inovační kapacity v oboru scintilačních materiálů s pomocí cílené a koordinované spolupráce především formou výměnných stáží mladých vědeckých pracovníků s vysoce kvalifikovanými partnerskými pracovišti: European Organization for Nuclear Research (CERN), Université Claude Bernard Lyon 1 – Institut Lumière Matière (UCBL-ILM), Università degli Studi di Milano-Bicocca (UNIMIB) a Intelligentsia Consultants (Intelligentsia). Projekt ASCIMAT s celkovým rozpočtem 1 milion eur je jedním z pěti udělených z celkem 56 zaslaných návrhů v České republice. Celková úspěšnost v rámci výše zmíněné výzvy byla méně než 13 %.

ASPIN (T. Jungwirth)

Evropský výzkumný projekt Antiferromagnetic spintronics – ASPIN koordinovaný Fyzikálním ústavem Akademie věd uspěl v náročné soutěži Future and Emerging Technologies v rámci pilíře Excelentní výzkum rámcového programu Horizon 2020. Projekt ASPIN vychází z práce řešitelského týmu publikované v roce 2016 v časopise Science, která otevřela nový směr výzkumu a vývoje extrémně rychlých pamětí na bázi tzv. antiferomagnetů s potenciálem využití v klasických i neuronových informačních technologiích. Kromě Fyzikálního ústavu a Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy jsou mezi členy projektového týmu tři německé Max Planck instituty – v Berlíně, Drážďanech a Halle – a univerzita v Mainzu, britská Univerzita v Nottinghamu a španělská firma IGSresearch Ltd. Projekt je čtyřletý s celkovou dotací 3,7 milionu eur.

ELITRANS (R. Hvězda)

je projekt podpořený z H2020, do kterého je zapojeno deset partnerů ze sedmi zemí, který je realizován v letech 2015-2018. Hlavním cílem ELITRANS je doplnění závěrečné fáze implementace a příprava a provedení transformace ze tří právně nezávislých projektů směrem k zajištění jejich provozu zajištěným jednou právníčkou osobou - mezinárodním konsorciem ELI-ERIC.

EUCALL (R. Hvězda)

je projekt podpořený z H2020. Evropský klastr pokročilých laserových světelných zdrojů (zkr. EUCALL) je zájmová skupina předních uživatelských výzkumných center pro využití laserového záření na volných elektronech (FEL), synchrotronů a optických laserů a také jejich uživatelů. V rámci EUCALL projektu dochází ke spolupráci na výzkumných a technických metodách, výzkumných příležitostech a vývoji nástrojů pro udržitelnou podporu této spolupráce v budoucnosti. EUCALL zahrnuje jedenáct partnerů z devíti zemí.

FUNMAH (L. Straka)

Evropský projekt H2020 – Marie Skłodowska-Curie Actions

Projekt Nová funkčnost materiálů s magnetickou tvarovou pamětí pomocí řízení magnetické hystereze byl zahájen v březnu 2017. Slitiny s magnetickou tvarovou pamětí vykazují široké spektrum magnetomechanických jevů, které jsou slibné i pro praktické využití v rychlých aktuátorech, generátorech energie anebo např. pro medicínskou a lab-on-chip mikrofluidiku. Cílem projektu je prozkoumat nedávno objevené další nové možnosti materiálů, jichž lze dosáhnout řízením magnetické hystereze. Příkladem nové funkčnosti je mechanicky indukovaná demagnetizace materiálů (MID) nebo mechanicky indukovaná rotace remanentní magnetizace (MIRMR). Jednotlivými podcílí projektu jsou: i) Identifikace příčin zvětšené magnetické hystereze v Ni-MnGa(-B) slitinách, ii) Identifikace fyzikálních mechanismů, které stojí za novou funkčností, iii) Výroba nových slitin, ve kterých bude nová funkčnost dobře pozorovatelná, iv) Ilustrace praktického využití nové funkčnosti.

HEATEXMOL (G. Foti)

Evropský projekt H2020 – Marie Skłodowska-Curie Actions

Projekt zkoumá vibrační zahřívání a ochlazování molekulárních přechodů vyvolané elektronovým proudem. Na těchto přechodech lze dosáhnout velké dynamiky ohřevu/chlazení vnějšími vlivy, a to v závislosti nejen na použité molekule, ale také na uspořádání jednotlivých atomů na rozhraních molekuly s elektrodami. Vibrační zahřívání a ochlazování molekulárních přechodů má významné důsledky pro stabilitu a chování molekulárních obvodů. V prvním roce jsme zkoumali sérii molekulárních přechodů založených na karbenových molekulách a objevili jsme vysokou citlivost těchto přechodů na zakončení elektrod na atomární úrovni. Ostře zakončené a protáhlé elektrody podporují rozptyl nadměrného tepla, což zvyšuje stabilitu přechodu pod napětím, na rozdíl od elektrod s tupým zakončením.

HiLASE CoE (T. Mocek)

Projekt HiLASE – Centre of Excellence je první český projekt schválený v rámci výzvy „Widespread Teaming“ evropského programu Horizon 2020 a komplementární výzvy OP VVV. Společný projekt Fyzikálního ústavu a Science & Technology Facilities Council (STFC) z Velké Británie má za cíl přeměnit HiLASE do roku 2022 na centrum excelence v oblasti aplikačně orientovaného laserového výzkumu a vývoje. V partnerství se STFC dojde k modernizaci stávajících laserových technologií centra a k rozšíření nabídky VaV služeb pro externí uživatele podle jejich skutečných potřeb. Dalším cílem je zajištění dlouhodobé finanční stability centra založené na kvalitním managementu, vícezdrojovém financování a otevřenosti vůči uživatelům z řad vědeckovýzkumných institucí a high-tech průmyslu.

CHAMPAGNE (O. Hort)

Evropský projekt H2020

Projekt se zabývá studiem zesilování koherentních impulsů záření ze spektrální oblasti za UV záření (EUV: extreme ultra violet). Použijeme kombinaci dvou technik z různých oborů: 1. generace vysokých harmonických (HHG) a 2. generace terahertzového (THz) záření v plasmatu. Tímto dosáhneme parametrické generace a zesilování EUV záření ve formě vhodné pro aplikace. Pro obě dvě techniky bude použit laser generující femtosekundové (1 fs = 10⁻¹⁵ s) impulsy pro dosažení vysoké intenzity pole na terči.

Projekt je realizován na pracovišti ELI Beamlines v experimentální hale E1 a využívá existující HHG beamlinu a laser L1 (ve výstavbě) nebo komerční laser Astrella.

CHAMPP (G. Korn)

Navržený projekt Teaming umožní transformaci ELI Beamlines v centrum excelence CHAMPP s celosvětově unikátními a bezprecedentními příležitostmi, a to jak pro vědecké komunity, tak i pro zvýšení inovačního potenciálu České republiky. V případě úspěšného hodnocení tohoto projektu v H2020 se Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy zavázalo poskytnout rozhodující dodatečné financování z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV). Oba granty budou cíleny na následující klíčové oblasti:

- poskytnutí vysoce zářivých zdrojů rentgenového záření příští generace uživatelům z vědecké a průmyslové sféry,
- a to díky vývoji a zprovoznění světově prvního ultrakompaktního laseru s volnými elektrony (Free Electron Laser – FEL) buzeného laserem,
- vývoj a zprovoznění inovativního medicínského fotonového svazku a zobrazovacích metod s vysokým rozlišením pro farmakokinetiku a včasnou diagnostiku nádorů.

Klíčovým prvkem projektu je partnerství s DESY a Univerzitou v Hamburku (UHH). DESY je jednou z předních velkých světových laboratoří provozujících urychlovače částic a FEL pro uživatele a získalo rozsáhlé zkušenosti ve vytváření a koordinaci velkých mezinárodních komunit uživatelů s impresivní historií vědeckých publikací a patentů. UHH je světovým leaderem v oblasti elektronových a protonových zdrojů řízených laserem a má bohaté zkušenosti v mezioborovém výzkumu a vzdělávání. Projekt Teaming bude stavět na probíhajícím projektu UHH-ELI-Beamlines LUX zahájeném v roce 2012 se sídlem v DESY a bude řízen Fyzikálním ústavem (IoP) v České republice, přičemž členy Projektové řídicí rady budou vysocí představitelé všech projektových partnerů, což zajistí udržitelné strategické partnerství.

Intelum (M. Nikl)

Evropský projekt H2020

Projekt Intelum je čtyřletý evropský projekt v programovém období Horizont 2020, v podprogramu „Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange (RISE)“, podporující mezinárodní a intersektorovou mobilitu vědeckých pracovníků v širokém konsorciu projektu (16 partnerských organizací z Evropy USA a Japonska). Projekt je koordinován z CERNu a je zaměřen na vývoj rychlých scintilačních vláken pro použití v budoucích kalorimetrických detektorech na urychlovačích ve fyzice vysokých energií. Tým FZÚ vede pracovní balíček WP1 zaměřený na přípravu monokrystalických vláken a jejich optimalizaci.

IQONIC (D. Rostohar)

Projekt IQONIC – Innovative strategies, sensing and process Chains for increased Quality, re-configurability, and recyclability of Manufacturing Optoelectronics byl schválen v rámci výzvy Factories of the Future (FoF) programu H2020 a je realizován v konsorciu 17 partnerů zastupujících průmyslovou a akademickou sféru, kteří mají bohaté zkušenosti s nejmodernějšími technologiemi a aktivní účastí ve fotonice a výrobě v EU. Cílem

IQONIC je nabízet škálovatelnou platformu s nulovými defekty pokrývající celkový procesní a hodnotový řetězec optoelektrických produktů. IQONIC zahrnuje také nové hardwarové a softwarové komponenty propojené se stávajícími zařízeními prostřednictvím internetu věcí a data managementu platformem, přičemž bude řízen pomocí škálovatelných strategií na úrovni komponent, pracovních stanic a továrního prostředí.

LASERLAB-EUROPE IV (K. Jungwirth)

Integrovaná iniciativa evropských laserových výzkumných infrastruktur. K hlavním cílům projektu přibylo poslání rozšiřovat evropskou základnu laserového výzkumu a aplikací vazbami na spřízněné vědecké komunity. To našlo svůj odraz i ve dvou startujících JRA – Inovative LAser Technologies (ILAT), kde je nově zapojeno HiLASE, a Laser-driven High Energy Photon and Particle Sources towards Industrial and Societal Applications (LEPP), kde se zúročí již realizovaná modernizace infrastruktury PALS.

NextBase (A. Fejfar)

Evropský projekt H2020 – Low-Carbon Energy NextBase (plným názvem Next-generation interdigitated backcontacted silicon heterojunction solar cells and modules by design and process innovations) je projekt z výzvy Horizon 2020 'Developing the next generation technologies of renewable electricity and heating/cooling'. Tříletý projekt byl zahájen 1. října 2016 a jeho celkový rozpočet 5,6 milionu eur podpoří 14 partnerů z 8 evropských zemí. Cílem projektu je realizace IBC-SHJ solárních článků s účinností přes 26,0% a odpovídajících slunečních panelů s účinností nad 22,0%. Dalším výstupem bude prototyp průmyslového zařízení pro výrobu IBC-SHJ článků s nízkými výrobními náklady, které by dovolily konkurenceschopné náklady výroby na úrovni méně než 0,35 eura za 1 Wp. Tato hodnota by dovolila dosažení LCOE nákladů na výrobu elektřiny v oblastech s hojným osluněním blízcí se 0,04 eura za 1 kWh. Pracovníci FZÚ přispěli k úspěchu projektu zejména vývojem nové optické profilometrie založené na Ramanově rozptylu. Metoda byla identifikována jako jeden ze tří klíčových využitelných výsledků projektu.

SC2 (J. Wunderlich)

Evropský projekt pro pokročilá studia

V projektu Přeměna mezi spinem, nábojem a teplem na hybridních organicko-anorganických rozhraních jde o teoretický a experimentální výzkum, který má vést k propojení doposud nezávislých oborů organických polovodičů a spintroniky v anorganických materiálech. Organické polovodiče dnes hrají významnou roli v optoelektronice, např. při vývoji flexibilních obrazovek a solárních článků. Spintronika v anorganických materiálech se naopak uplatňuje v magnetických technologiích pro ukládání informace. Cílem projektu je najít synergie mezi fyzikou a chemií v těchto rozdílných oborech a otevřít cestu ke zcela novým typům optoelektronických, spintronických a termoelektrických součástek využívajících hybridní organicko-anorganická rozhraní.

TAKEMI5 (M. Niki)

V souladu s potřebami průmyslu a Moorova zákona, který je kvantifikován v dokumentech ITRS 2013/2015 a ECSEL JU MASP 2016, hlavním cílem projektu TAKEMI5 je objevit, vyvinout a demonstrovat litografickou metrologii, proces a integrační technologie, které umožní modulární integraci s rozlišením 5 nm. Toto je plánováno s dostupnými EUV/NA0.33 skenery, které jsou optimalizovány pro spolupráci s existujícími DUV/NA1.35 skenery, s návrhem systému a s vývojem a integrací nového hyper NA EUV litografického nástroje, aby bylo možné dosáhnout v jednotlivé expozici rozlišení 5 nm při tvorbě komplexních integrovaných obvodů.

TheMoDS (C. Skordis)

7. rámcový program EU – ERC Grant

Projekt TheMoDS zpochybňuje jeden z předpokladů moderní kosmologie, tedy že popis gravitace Einsteinovou obecnou teorií relativity je v kosmologickém měřítku správný. S tímto předpokladem a podle současných dat potřebujeme ke kosmologickému modelu existenci takzvaného temného sektoru: temnou hmotu (TH) a temnou energii (TE). O povaze TH víme velice málo a nebyla zatím experimentálně detekována. Nejjednodušší forma TE kompatibilní s daty, kosmologická konstanta, má hodnotu neslučitelnou s kvantovou teorií pole. Náš tým konstruuje parametrické modely temného sektoru a modely gravitace mimo obecnou relativitu. Pomocí měření reliktního mikrovlnného záření pořízených sondou Planck Evropské kosmické agentury hodnotíme, který z modelů nejvíce odpovídá datům, s cílem dosažení přesnějšího porozumění gravitaci a roli temného sektoru v kosmologii.





2.8 Spolupráce s vysokými školami v roce 2018

2.8.1 Spolupráce s VŠ na uskutečňování bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů

Forma vědeckého vzdělávání

- Celkový počet doktorandů

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Počet doktorandů k 31. 12. 2018: | 142 |
| Počet absolventů v roce 2018: | 26 |
| Počet nově přijatých v roce 2018: | 30 |

- Z toho zahraniční doktorandi

| | |
|-----------------------------------|----|
| Počet doktorandů k 31. 12. 2018: | 32 |
| Počet absolventů v roce 2018: | 7 |
| Počet nově přijatých v roce 2018: | 8 |

Forma výchovy studentů pregraduálního studia

Počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu: 47

Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti pracovníků ústavu

| | <i>vědecká hodnost nebo titul</i> | | <i>vědecko-pedagog. hodnost</i> | |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------------|--------|
| | DrSc., DSc. | CSc., Ph.D. | profesor | docent |
| Počet k 31. 12. 2018 | 31 | 425 | 22 | 21 |
| z toho uděleno v roce 2018 | 0 | 16 | 0 | 2 |

2.8.2 Pedagogická činnost pracovníků ústavu

Zaměstnanci FZÚ přednášejí na více než deseti fakultách vysokých škol v rámci bakalářských, magisterských i doktorských programů. Obzvláště intenzivní je pedagogická činnost v Praze na MFF UK, FJFI ČVUT, FBMI ČVUT, FEL ČVUT, různých fakultách VŠCHT a na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci.

- Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ v programech bakalářských/magisterských/doktorských

| | |
|--------------------------|---------------|
| Letní semestr 2017/2018: | 1366/976/142 |
| Zimní semestr 2018/2019: | 1627/1940/239 |

- Počet semestrálních cyklů přednášek/seminářů/cvičení v bakalářských programech

| | |
|--------------------------|----------|
| Letní semestr 2017/2018: | 36/8/23 |
| Zimní semestr 2018/2019: | 33/10/37 |

- Počet semestrálních cyklů přednášek/seminářů/cvičení v magisterských programech

| | |
|--------------------------|----------|
| Letní semestr 2017/2018: | 35/11/25 |
| Zimní semestr 2018/2019: | 48/12/27 |

- Počet pracovníků ústavu působících na VŠ v programech bakalářských/magisterských/doktorských

| | |
|--------------------------|----------|
| Letní semestr 2017/2018: | 48/49/20 |
| Zimní semestr 2018/2019: | 50/60/26 |

2.8.3 Vzdělávání středoškolské mládeže

Vedení středoškolských studentů v rámci projektu Otevřená věda, účast při organizaci Mezinárodního turnaje mladých fyziků, vedení středoškolských maturitních prací na SPŠ sdělovací techniky, jednotlivé přednášky na gymnáziích v Praze aj.

- Počet odpřednášených hodin v roce 2017/2018 (2018/2019): 251 (213)
- Počet vedených prací (např. SOČ): 6 (5)
- Počet (spolu)organizovaných soutěží: 4 (3)

2.8.4 Spolupráce pracoviště s VŠ ve výzkumu

- Počet projektů řešených v r. 2018 společně s VŠ (grantové/programové)

| | |
|------------------------------|------|
| Pracoviště AV příjemcem | 19/7 |
| Pracoviště AV spolupříjemcem | 20/7 |

2.8.5 Doktorandi a diplomanti, kteří vypracovali doktorskou či diplomovou práci ve Fyzikálním ústavu AV ČR a obhájili ji v roce 2018

Doktorandi

Mgr. Lenka Řiháková, Ph.D. (PřF UP Olomouc)

- Netradiční vybrané aplikace laserových technologií
- Školitel: prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc. (FZÚ)

Mgr. Jan Tomáščík, Ph.D. (PřF UP Olomouc)

- Charakterizace tenkých vrstev
- Školitel: prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc. (FZÚ)

RNDr. Petr Hruška, Ph.D. (MFF UK)

- Study of hydrogen interaction with defects in thin metallic films
- Školitel: prof. RNDr. Jakub Čížek, Ph.D., MFF UK
- Školitel specialista: Dr.Ing. Jiří Bulíř (FZÚ)

Ing. Kateřina Horáková, Ph.D. (FTOP VŠCHT)

- Interaction on surfaces of technically important alloys
- Školitel: doc. RNDr Petr Sajdl, CSc. (VŠCHT Praha)
- Školitel specialista: Ing. Vladimír Cháb, CSc. (FZÚ)

Mgr. Martin Golan, Ph.D. (MFF UK)

- Influence of freezing and thawing process on cryopreserved cells nuclei and surfaces. Functions and physico-chemical properties of cryoprotectants.
- Školitel: doc. Ing. Irena Kratochvílová, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Jan Škarohlíd, Ph.D. (Fakulta strojní ČVUT)

- Pokročilé povlaky pokrytí jaderného paliva
- Školitel: doc. Ing. Radek Škoda, Ph.D. (FS ČVUT)
- Školitel specialista: doc. Ing. Irena Kratochvílová, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Michaela Dvořáková, Ph.D. (VŠCHT Praha)

- Příprava a charakterizace polovodičových vrstev WO₃ A Fe₂O₃
- Školitel: prof. Dr. Ing. Josef Krýsa (VŠCHT Praha)
- Školitel specialista: Mgr. Zdeněk Hubička, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Ekaterina Chernova, Ph.D. (FJFI ČVUT)

- Studium epitaxních jevů ve feroelektrických nanovrstvách použitím spektrální elipsometrie
- Školitel: prof. Ing. Zdeněk Brykner, CSc. (ČVUT v Praze)
- Školitel specialista: Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Marie Krátká, Ph.D. (MFF UK)

- Elektronické jevy na rozhraní biomolekul, buněk a diamantu
- Školitel: doc. RNDr. Bohuslav Rezek, Ph.D. (FZÚ)
- Školitel specialista: doc. RNDr. Dana Gášková, CSc. (MFF UK)

Ing. Petr Levinský, Ph.D. (FJFI ČVUT)

- Characterization and Optimisation of New Thermoelectric Materials
- Školitel: doc. Ing. Ladislav Kalvoda, CSc. (FJFI ČVUT), Dr. Anne Dauscher (Fr), Institut Jean Lamour, Nancy, France
- Školitel specialista: Ing. Jiří Hejtmánek, CSc., (FZÚ), prof. Dr. Bertrand Lenoir (Fr), Institut Jean Lamour, Nancy, France

Mgr. Peter Pira, Ph.D. (MFF UK)

- Charakterizace a fokusace svazku kapilárního XUV laseru pro účely depozice tenkých vrstev
- Školitel: doc. RNDr. Jan Wild, CSc. (MFF UK)
- Školitel specialista: Ing. Libor Juha, CSc. (FZÚ)

Ing. Martin Müller, Ph.D. (FJFI ČVUT)

- Thin silicon films for solar cells
- Školitel: RNDr. Antonín Fejfar, CSc. (FZÚ)
- Školitel specialista: doc. Dr. Ing. Ivan Richter (FJFI ČVUT)



Mgr. Jiří Procházka, Ph.D. (MFF UK)

- Pružné srážky protonů s protony při vysokých energiích / Elastic proton-proton collisions at high energies
- Školitel: RNDr. Vojtěch Kundrát, DrSc. (FZÚ)

Ing Pavel Sedmák, Ph.D. (FJFI ČVUT)

- Investigation of deformation processes in NiTi shape memory alloys by synchrotron x-ray diffraction
- Školitel: prof. Dr. RNDr. Miroslav Karlík (FJFI ČVUT)
- Školitel specialista: RNDr. Petr Šittner, CSc. (FZÚ)

Ing. Eduardo Alarcon, Ph.D. (FJFI ČVUT)

- Structural Fatigue of Superelastic NiTi
- Školitel specialista: Ing. Luděk Heller, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Marie Krečmarová, Ph.D. (FMBI ČVUT)

- Příprava tenkovrstvých diamantových biosenzorů pro detekci oligonukleotidů v lékařských aplikacích, pracujících na principu kvantové metody detekce.
- Školitel specialista: Dr. Vincent Mortet, Ph.D. (FZÚ)

Dr. Agnieszka Kozub (MFF UK)

- Electronic structure and magnetic properties of the materials with strong electron-electron correlations
- Školitel: Ing. Alexander Shick, DSc. (FZÚ)

Ing. Mária Domonkos, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT)

- Příprava a studium periodických mezo – a nanostruktur na bázi alotropů uhlíku
- Školitel: prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. (FZÚ)
- Školitel specialista: doc. Ing. Alexander Kromka, DrSc. (FZÚ)

Diplomanti

Ing. Marek Vronka (FJFI ČVUT)

- Mobility Of Martensitic Twin Boundaries In Single Crystals Of Shape Memory Alloys
- Školitel: prof. Dr. RNDr. Miroslav Karlík (FJFI ČVUT)
- Školitel specialista: Oleg Heczko, Dr. (FZÚ)

Ing. Tereza Schönfeldová (FJFI ČVUT)

- Study of optoelectronic properties of organo-metallic perovskite thin films
- Školitel: RNDr. Martin Ledinský, Ph.D. (FZÚ)
- Školitel specialista: doc. Dr. Ing. Ivan Richter (FJFI ČVUT)

Mgr. Martin Vacula (PřF UP Olomouc)

- Určení celkové a v čase degradované účinnosti optické části zařízení SkyFlower
- Školitel: Mgr. Miroslav Pech, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Lukáš Václavěk (PřF UP Olomouc)

- Fyzikální charakterizace optických tenkých vrstev
- Školitel: Mgr. Radim Čtvrtlík, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Ladislav Chudý (PřF UP Olomouc)

- Studium praskání skel při indentační zkoušce
- Školitel: Mgr. Radim Čtvrtlík, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Lenka Raszková (Tomiczková) (PřF UP Olomouc)

- Korelace lomové houževnatosti a mikrotvrdosti
- Školitel: Mgr. Radim Čtvrtlík, Ph.D. (FZÚ)

Mgr. Jana Urzová (FBMI ČVUT)

- Studium teplotních charakteristik tkání
- Školitel: prof. Ing. Miroslav Jelínek, DrSc. (FZÚ)

Bc. Alena Bakalová (FJFI ČVUT)

- Connection between Energy Spectrum, Mass Composition and Distribution of Sources of Extragalactic Cosmic Rays
- Školitel: Ing. Jakub Vícha, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Šimon Novák (FJFI ČVUT)

- Impact of invisible energy on the energy reconstruction of cosmic-ray shower using fluorescence telescopes at the Pierre Auger Observatory
- Školitel: RNDr. Petr Trávníček, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Věra Latoňová (MFF UK)

- Studium detekčních vlastností křemíkových stripových senzorů pro projekt ATLAS ITk Upgrade
- Školitel: Ing. Marcela Mikeščíková, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Martin Učík (PřF UP Olomouc)

- Laserové navařování kovovým práškem
- Školitel: RNDr. Hana Chmelíčková (FZÚ)

Bc. Jan Vaněk (PřF UP Olomouc)

- Aditivní tavení kovových prášků pomocí laseru
- Školitel: RNDr. Hana Chmelíčková (FZÚ)

Bc. Jan Dzian (PřF UP Olomouc)

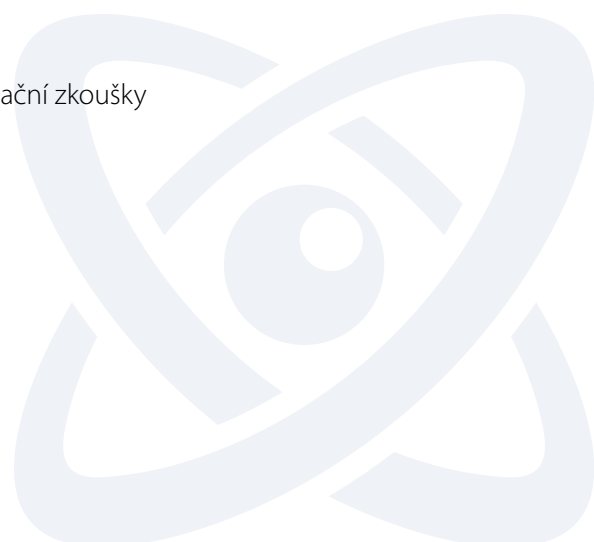
- Stavba a charakterizace aparatury pro měření spekter luminiscence
- Školitel: doc. Mgr. Jan Soubusta, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Radim Kudělka (PřF UP Olomouc)

- Vliv korekčních faktorů na vyhodnocení nanoindentační zkoušky
- Školitel: Mgr. Radim Čtvrtlík, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Michal Krejčířek (PřF UP Olomouc)

- Degradace polymerních materiálů pro 3D tisk
- Školitel: Mgr. Jan Tomáščík, Ph.D. (FZÚ)



Bc. Václav Miřátský (MFF UK)

- Anomální tepelná odezva v nerovnovážných stochastických modelech
- Školitel: Mgr. Karel Netočný, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Radim Hlůžek (Fakulta stavební ČVUT)

- Analýza a modifikace přechodových zón mezi vláknitou výztuží a cementovou maticí
- Školitel: Ing. Václav Nežerka, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
- Školitel specialista: doc. Ing. Alexander Kromka, DrSc, (FZÚ)

2.8.6 Společná pracoviště ústavu s účastí VŠ

Fyzikální ústav velmi úzce spolupracuje s vysokými školami. Jednou z významných forem této spolupráce jsou společná pracoviště (laboratoře), která sdružují specialisty z různých institucí pro práci na společném výzkumném programu. FZÚ je členem těchto společných pracovišť:

Společná laboratoř optiky

Je pracovištěm Univerzity Palackého v Olomouci a Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i. v Praze (založena v roce 1984). Vědecké úsilí je soustředěno na kvantovou a nelineární optiku, kvantové zpracování informace, vlnovou optiku a laserové a optické technologie. V oblasti kvantové optiky je hlavní pozornost věnována statistickým vlastnostem optických polí na úrovni jednotlivých fotonů a elementárním stavebním prvkům pro kvantové zpracování informace, jako jsou kvantová hradla nebo kvantové klonery. Skupina vlnové optiky se zabývá vybranými problémy spekulové interferometrie, interferometrie v bílém světle a moiré topografie. V oblasti optických technologií je hlavní úsilí laboratoře soustředěno na optické a mechanické vlastnosti tenkých vrstev získaných napařováním ve vakuu nebo depozicí z plazmatu nebo na návrh a výrobu specializovaných optických komponent, které nacházejí uplatnění ve velkých mezinárodních vědeckých kolaboracích, jako je např. Observatoř Pierra Augera. Tyto oblasti jsou dále doplněny modelováním detekčních procesů v rámci experimentu CERN-ATLAS nebo výzkumem v oblasti průmyslových aplikací laserů.

Web: jointlab.upol.cz

Společná laboratoř nízkých teplot

Je pracovištěm Ústavu anorganické chemie AV ČR, v. v. i., Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i., Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Výzkum je zaměřen na Mössbauerovu spektroskopii systémů obsahujících nanočástice sloučenin a slitin železa, magnetické a transportní vlastnosti supravodičů, studované pomocí vysoce citlivých magnetometrů typu „RF-SQUID“ a na kryogenní dynamiku tekutin, zejména proudění supratekutého ^4He a kvantovou turbulenci.

Web: www.fzu.cz/oddeleni/oddeleni-magnetismu-a-nizkych-teplot/laboratories/spolecna-laborator-nizkychteplot, www.superfluid.cz

Společná laboratoř pro magnetická studia

Ve společné laboratoři Fyzikálního ústavu AV ČR a Matematicko-fyzikální fakulty UK je studováno široké spektrum materiálů se silně korelovanými d- a f- elektrony v kombinovaných extrémních podmínkách – v teplotním oboru 0,35–350 K, magnetických polích do 14 T a za hydrostatického tlaku do 2 GPa. Hlavním cílem je určit a vysvětlit korelace mezi elektronovou strukturou a fyzikálními vlastnostmi těchto látek, což umožní přípravu nových materiálů s požadovanými vlastnostmi.

Web: kfl.cz/jlms

Badatelské centrum PALS

Bylo vytvořeno ve spolupráci s Ústavem fyziky plazmatu AV ČR v roce 1998 jako uživatelská laboratoř založená na terawattovém Pražském Asterix Laserovém Systému (PALS), který byl původně vyvinut v MPQ v Garchingu ve SRN. Inovované zařízení reinstalované v nové laserové hale v Praze bylo zprovozněno v červnu 2000 a je využíváno ke studiu interakce laserového svazku s hmotou, zvláště pro generaci horkého a hustého plazmatu. Důležitou součástí zařízení PALS je moderní dvojité terčíkové komora vybavená diagnostikou na současné světové úrovni. Od samého počátku poskytuje Centrum PALS část svého experimentálního času evropským badatelům v rámci programu Evropské Unie „Access to Large Scale Facilities“.

Web: www.pals.cas.cz

Společná laboratoř optospintroniky

Společná laboratoř vznikla v roce 2011 jako výsledek spolupráce Oddělení spintroniky a nanoelektroniky FZÚ a Katedry chemické fyziky a optiky MFF UK v rámci předchozího Centra nanotechnologií a materiálů pro nanoelektroniku MŠMT. Výzkum je zaměřen na studium magnetooptických vlastností materiálů pro spintroniku a na studium spintronických nanosoučástek s optickou generací a detekcí spinově polarizovaných nosičů. Společná laboratoř je podporována z Advanced Grant of European Research Council 0MSPIN.

Web: physics.mff.cuni.cz/kchfo/ooe/laserove-laboratore/laborator-opto-spintroniky

Společná laboratoř technologie polymerních nanovláken FZÚ AV ČR a FS ČVUT v Praze

Laboratoř byla založena v lednu 2013. Společný výzkum je zaměřen na využívání a rozvoj metod technologie polymerních vláken, které umožňují jejich povrchovou modifikaci nebo cílenou materiálovou transformaci (např. použitím plazmatických technik), studium mechanických, chemických a strukturních vlastností materiálů, které jsou zajímavé z hlediska fyziky, elektroniky a senzoriky, biotechnologií (antibakteriálnost) s vysokým aplikačním potenciálem ve stavitelství a architektuře.

Web: www.fzu.cz/spolecna-pracoviste



2.8.7 Akreditované programy

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., je významným školícím pracovištěm pro celou řadu fyzikálních oborů. V rámci akreditovaných studijních programů ve spolupráci s vysokými školami jsou na pracovištích Fyzikálního ústavu školeni studenti doktorského (Ph.D.) a magisterského studia. V následující tabulce je uveden seznam akreditovaných oborů.

Akreditované studijní programy ve FZÚ

| <i>Dohoda s VŠ</i> | <i>Název programu</i> | <i>Název oboru</i> | <i>Platnost akreditace</i> |
|--------------------|-------------------------------|---|----------------------------|
| MFF UK Praha | Fyzika | Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika (A) | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Fyzika povrchů a rozhraní | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Kvantová optika a optoelektronika | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Subjaderná fyzika | 31. 8. 2019 |
| MFF UK Praha | Fyzika | Fyzika nanostruktur (A) | 31. 8. 2019 |
| FEL ČVUT Praha | Elektrotechnika a informatika | Elektronika | 31. 12. 2019 |
| FEL ČVUT Praha | Elektrotechnika a informatika | Elektrotechnologie a materiály | 31. 12. 2019 |
| FEL ČVUT Praha | Elektrotechnika a informatika | Fyzika plazmatu | 31. 12. 2019 |
| FJFI ČVUT Praha | Aplikace přírodních věd | Fyzikální inženýrství | 31. 7. 2023 |

Kromě doktorských a magisterských (nebo diplomových) prací je možné ve FZÚ vypracovat i práce *bakalářské*. Fyzikální ústav také spolupracuje se středními školami. Je možné dohodnout přednášky pro jejich studenty i učitele a je také možné vypracovat ve FZÚ *středoškolské práce*.





2.9 Popularizace, konference, hosté, dohody

2.9.1 Nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště

Dny otevřených dveří (8. – 10. 11. 2018) a Týden vědy a techniky

Fyzikální ústav Akademie věd ČR uvítal během listopadových Dnů otevřených dveří rekordních 1670 návštěvníků, kteří zavítali na čtyři pracoviště ústavu – na Slovance, v Cukrovarnické ulici a do laserových center HiLASE a ELI Beamlines v Dolních Břežanech. Účastníci měli možnost se na dnech otevřených dveří zúčastnit bohatého programu a navštívit laboratoře zaměřené na nejrůznější témata fyzikálního výzkumu, např. materiály s tvarovou pamětí, tenké vrstvy využitelné v biomedicíně a optoelektronice, rentgenovou strukturní analýzu aj. Na přednášce „Proč je nebe modré?“ se děti dozvěděly odpověď na jedno z mnoha proč, se kterým nám fyzika může pomoci. Dospělí si zase přišli na své např. při komentovaných prohlídkách hal s nejvýkonnějšími lasery světa v centrech ELI Beamlines a HiLASE.

Dny otevřených dveří bývají kromě exkurzí a přednášek tradičně doplněny i doprovodnými aktivitami – jednou z nich byl například workshop elektronové mikroskopie pro učitele základních a středních škol, na kterých s pomocí učitelů hledáme cesty, jak studentům otevřít brány do světa elektronových mikroskopů skrze jedinečnou možnost „vidět“ pro světelné mikroskopy už neviditelné viry, nanočástice či nanostruktury.

Rozšířili jsme i nabídku zážitků ve virtuální realitě, kdy kromě tradiční prohlídky prostor s nejvýkonnějšími lasery světa v ELI Beamlines či haly detektoru ATLAS v CERNu si mohli návštěvníci také prohlédnout a vyzkoušet virtuální realitu představující obor krystalografie.

Ke slavnostnímu roku stého výročí Československa také čekala návštěvníky malá exkurze do historie Fyzikálního ústavu na pracovišti Cukrovarnická. Účastníci se při „Historické procházce“ seznámili s areálem budov, který byl postaven podle návrhu architekta Záruby-Pfeffermanna v letech 1920-1922 pro tehdejší Výzkumný ústav cukrovarnický.

Veletrh vědy

Veletrh vědy je každoroční akcí pořádanou SSČ AV ČR, které se pravidelně účastníme. Fyzikální ústav se mohl v tomto roce pochlubit největším stánkem s více než 20 stanovišti o celkové ploše přes 300 m². V průběhu Veletrhu jej navštívilo několik tisíc návštěvníků, kteří se mohli seznámit s elektronovým mikroskopem, vyzkoušet si laserové bludiště, objevit krásy nanosvětla v Domě nanohrůzy, pozorovat elementární částice v mlžné komoře či zjistit, jak se chovají lasery. Nechyběla ani virtuální realita či ukázka praktické aplikace výzkumu - přístroj na hojení ran nízkoteplotním plazmatem a aplikace tenkých vrstev ve fotovoltice. Za FZÚ se do přípravy a průběhu Veletrhu zapojilo několik desítek pracovníků.

Talentová akademie

Zkušenosti pracovníků Akademie věd a českých univerzit daly vzniknout laserovým centrům ELI Beamlines a HiLASE – největší vědecké investici v historii naší země. Být na světové špičce však znamená hledat ty, kdo nám pomohou se tam udržet. Pro úspěchu prvního ročníku v roce 2017 proto pokračujeme v pořádání Talentové akademie pro nadané středoškoláky se zájmem o vědu a zápalem naplno se pustit do této jen málo probádané oblasti fyziky. Zájemci o účast museli již v červenci vyplnit dotazník sestávající z otázek fyzikálního i obecného charakteru, zaměřený na jejich porozumění a schopnost hledání řešení. Dvanáct vybraných studentů se zúčastnilo víkendového finále přímo v laboratořích laserových center, kde si vyzkoušeli reálnou práci vědců. Studenti museli intenzivní formou získat nové informace a ihned je převádět do praxe, výsledky komplexního projektu pak týmově obhájit před komisí a kriticky posoudit slabé stránky. Studenti nakonec získali nejen certifikát o absolvování Talentové akademie, ale byla jim i nabídnuta spolupráce na popularizačních aktivitách Fyzikálního ústavu, účast ve vzdělávacích programech a spolupráce při studiu. Pět účastníků Talentové akademie z roku 2017 navíc absolvovalo v průběhu léta 2018 týdenní stáže na laserových centrech.

Noc vědců

Noc vědců je celoevropskou akcí, která představuje vědecká pracoviště široké veřejnosti v nevšední atmosféře nočních a večerních hodin. Branami našich pracovišť prošlo během Noci vědců přes 1100 návštěvníků, což je zdvojnásobení návštěvnosti oproti roku 2017. Účastníci se seznámili se špičkami současného fyzikálního výzkumu v České republice a měli příležitost na vlastní oči vidět moderní laboratoře a výzkumná pracoviště. Škála programů byla široká, od běžných přednášek a exkurzí po specializované programy pro studenty fyziky se zájmem o vědeckou kariéru či „science videomapping“. Noc vědců je v ČR známá a zaběhlá akce, jednalo se již o čtrnáctý ročník, nově pod vedením národního koordinátora Ostrava. Fyzikální ústav se akce zúčastnil podruhé jako jeden z mála ústavů Akademie věd a byl jedním z koordinujících členů pražské Noci vědců.

Festival vědy

Podruhé jsme se zúčastnili Festivalu vědy, venkovní popularizační akcí, která probíhá již poněkoliakáté začátkem školního roku na pražském Vítězném náměstí a může se pyšnit více než 17 000 návštěvníky. Na stánku Fyzikálního ústavu bylo k vidění několik specializovaných stanovišť, kde jsme pomocí pokusů či demonstračních přístrojů představili jednotlivé oblasti výzkumu na FZÚ. Mnozí studenti a učitelé ocenili také nabízené vzorečkové pexeso či populární publikaci o biologii a magnetismu kolem nás z pera výzkumných pracovníků FZÚ.

Mezinárodní den světla

16. května 1960 americký fyzik a inženýr Theodore Maiman úspěšně spustil vůbec první laserový systém na světě. V roce 2018 byl tento den organizací UNESCO ustanoven jako mezinárodní den světla. Akce se slaví napříč všemi kontinenty. V laserových centrech ELI Beamlines a Hilase Centre byl při této příležitosti uspořádán mimořádný den otevřených dveří s komentovanými prohlídkami a doprovodným programem, který navštívilo několik set účastníků.

Příležitostné popularizační přednášky a besedy

V průběhu roku 2018 proběhlo několik besed a popularizačních seminářů o projektech ELI Beamlines a HiLASE, četné přednášky na hvězdárnách a školách o astronomických jevech, o aktuálních tématech z fyziky a o aktuálních problémech, řešených na FZÚ, vystoupení na tuzemských i zahraničních vysokých školách s prezentací evropských projektů ELI, HiLASE, o účasti FZÚ v mnoha mezinárodních projektech a spolupracích (CERN, Fermilab, Observatoř Pierra Augera, CTA a další).

Exkurze studentů středních a vysokých škol

probíhaly ve FZÚ na základě individuální dohody v průběhu celého roku 2018; tímto způsobem FZÚ navštívilo více než několik set studentů.

Rozhovory pro rozhlasové a televizní vysílání

Pracovníci FZÚ poskytli několik desítek rozhovorů a zúčastnili se vystoupení v pořadech veřejnoprávních i komerčních rozhlasových a televizních stanic a online médiích (Česká televize, Český rozhlas, Rádio Impuls, Radio Wave, Aktuálně.cz aj.).

Popularizační články v denním tisku, časopisech a na internetových zpravodajských portálech

Pracovníci FZÚ publikovali či poskytli podklady pro několik stovek příspěvků, např. „Úspěch českých vědců: Dokážou tvarovat molekuly“ (Hospodářské noviny), „Čeští vědci mění svět počítačů: Vyvinuli převratný čip. Tisíckrát zrychlí zápis dat“ (Hospodářské noviny), „Diamanty z metanu ochrání jaderné reaktory“ (Hospodářské noviny), „Bez znalosti struktury krystalů nepochopíme svět kolem nás“ (Český Rozhlas Plus), „Odolá bouři, dešti. Chytré parkoviště bude mít Třebíč ještě na podzim“ (trebicky.denik.cz) nebo „Zájem o lasery z českého vědeckého centra HiLASE roste, ozývají se i firmy z Japonska“ (lidovky.cz), „V Dolních Břežanech se chystají na spuštění nového superlaseru. Bude nejsilnější, jaký tu mají“ (irozhlas.cz).

Československý časopis pro fyziku

Fyzikální ústav zajišťuje práci redakce (vedoucí, výkonný a techničtí redaktori a sekretariát redakce fungují v rámci FZÚ), časté jsou též příspěvky autorů z FZÚ v jednotlivých číslech. Časopis přináší původní i přeložené referativní články, aktuality, zprávy a recenze knih. Uveřejňuje diskuse o filozofických aspektech fyziky, vědní politice a články z historie fyziky (6 čísel ročně). Od roku 2018 je nově vedoucím redaktorem časopisu prof. RNDr. Jan Valenta, Ph.D.

Jemná mechanika a optika

Fyzikální ústav zajišťuje práci redakce, četné jsou též příspěvky autorů v jednotlivých číslech, časopis je určen pro informování široké obce zájemců o současných problémech z oborů optiky a jemné mechaniky, včetně interdisciplinárních témat (8 čísel + 2 dvojčísla ročně).

ELI Beamlines Newsletter

Newsletter projektu ELI Beamlines informuje o postupu projektu ELI Beamlines, přináší články o významných hostech, kteří ELI a HiLASE v Dolních Břežanech navštívili, rozhovory s českými i zahraničními vědci, novinky z vědeckého týmu a řadu dalších informací o dění v projektech ELI Beamlines a HiLASE.

Další akce

Badatelé z FZÚ se podíleli též na prezentaci FZÚ na několika tematických akcích a veletrzích v ČR i zahraničí. FZÚ byl představen například na Dni firem pro fyziku studentům MFF UK a ČVUT. Na našem ústavu také probíhají stáže projektu Otevřená věda, kterých se v roce 2018 zúčastnilo celkem 18 středoškolských studentů.

2.9.2 Akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo nebo v nich vystupovalo jako spolupořadatel

- Gravity@Prague 2018, pořadatelé: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, počet účastníků 100, z toho ze zahraničí 70
Internetové stránky: <https://gravity-prague.fzu.cz>
- XXIII Česko-polský seminář: Strukturní a feroelektrické fázové přechody (XXIII Czech-Polish Seminar on Structural and Ferroelectric Phase Transitions), pořadatelé: Česká fyzikální společnost, sekce Jednoty českých matematiků a fyziků, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, počet účastníků 100, z toho ze zahraničí 65
Internetové stránky: <http://palata.fzu.cz/cpsem/>
- Advanced Research Workshop -“Terahertz (THz), Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures against Explosives and CBRN“, pořadatelé: Prof. Mauro Fernandes Pereira, Prof. Leonid Culiuc , počet účastníků 31, z toho ze zahraničí 24
Internetové stránky: <http://tera-mir.org/main/node/87>
- FAST General Meeting Olomouc (FAST – Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes), pořadatelé: Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, ČR, FAST kolaborace, počet účastníků 10, z toho ze zahraničí 3
Internetové stránky: http://jointlab.upol.cz/cta/FAST_meetings/2018/index.php
- FAST General Meeting Utah (FAST – Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes), pořadatelé: Univerzita Chicago, Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR, Univerzita Utah, Univerzita Tokyo, počet účastníků 7, z toho ze zahraničí 3
- 3. výroční workshop HiLASE, pořadatelé: Centrum HiLASE, Fyzikální ústav AVČR, počet účastníků 60, z toho ze zahraničí 30
Internetové stránky: <http://hilaseworkshop.cz>
- Kulatý stůl o prohřáté husté hmotě (WDM – Warm Dense Matter), pořadatelé: Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., ELI Beamlines, počet účastníků 20, z toho ze zahraničí 12
- Výkonové laserové systémy – struktura, principy architektury a implementace, v rámci projektu IT-ELLI (Innovative Training and Education for Large Laser Infrastructure), pořadatel:ELI-Beamlines, Dolní Břežany, počet účastníků 23, z toho ze zahraničí 16
Internetové stránky: http://www.it-elli.org/media/1090/laser_arch_flyer_final.pdf <http://www.it-elli.org/training/>
- Třetí uživatelský workshop ELIps (3rd ELIps user Workshop). pořadatel: ELI Beamlines, počet účastníků 35, z toho ze zahraničí 0
Internetové stránky: <http://indico.eli-beams.eu/e/ELIPS2018>

2.9.3 Nejvýznamnější zahraniční vědci, kteří navštívili pracoviště

- Hiroyuki Sagawa, University of Tokyo, Japonsko, hlavní řešitel kolaborace a experimentu Telescope Array.
- Katherine Freese, University of Stockholm a University of Michigan, odbornice v oblasti astročásticové fyziky, Kavli Prize Lecturer, American Astronomical Society, Austin, USA; Distinguished Visiting Research Chair, Perimeter Institute, Waterloo, Canada; popularizátorka vědy a spolupracovnice BBC.
- Dam Thanh Son, University of Chicago, USA, odborník v oblasti teoretické fyziky, držitel ocenění Dirac medal for Advancement of Theoretical Physics.

- Andreas Albrecht, University of California at Davis, USA, ředitel centra pro kvantovou matematiku a fyziku, špičkový odborník v oblasti kvantové teorie a kosmologie.
- Prof. Tae Won Noh, ředitel centra pro systémy s korelovanými elektrony v Institute for Basic Science, Department of Physics & Astronomy Seoul National University, přední odborník na perovskitová rozhraní.
- Prof. Peter Mullner, Boise University, Idaho, USA, špičkový odborník v oboru paměťových slitin, specialista na mechanismus dvojčatění.
- Prof. Tarak ben Zineb, Universite de Lorraine, Metz, Francie, přední světový odborník na mechanické modelování deformačního chování pevných látek.
- Prof. Ferdinand Scholz, Universität Ulm, Německo, špičkový odborník na technologii a fyziku nitridových sloučenin.
- Prof. Yuriy Zorenko, Institute of Physics, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, špičkový odborník na růst tenkých vrstev.
- Prof. Christophe Dujardin, Claude Bernard University Lyon 1, špičkový odborník na luminiscenční jevy.
- Prof. Tania Paskova, North Carolina State University, National Science Foundation, USA. Prof. Tania Paskova se zabývá růstem krystalů III-V skupiny polovodičů metodami HVPE a MOCVD.
- Prof. Thomas Hannappel, Department of Photovoltaics, Institute of Physics, Ilmenau University of Technology, 98693 Ilmenau, Germany, odborník na přípravu fotovoltaických článků a na růst vrstev pomocí MOCVD.
- Prof. Chan Im, Konkuk University, Seoul, Korea, špičkový odborník v organických polovodičích.
- Dr. Myriam Haydee Aguirre, Assoc. Prof Dept. Condensed Matter Physics, INA – Instituto de Nanociencia de Aragón, specialista na materiálový výzkum zejména tenkých vrstev a nanomateriálů, thermo-spin efekty, spin Seebeck effect.
- Prof. Shaoyi Jiang, Ph.D., University of Washington, Seattle, Washington, USA. Špičkový odborník v oblasti vývoje a výzkumu zwitterionických funkčních materiálů, ultrarezistentních funkčních povrchů a biofoulingu. Profesor Jiang přijel jako host na prestižní Dvořákovu přednášku konanou dne 13.6.2018, kde přednášel na téma „Molecular Understanding, Design and Development of Ultra-Low Fouling Zwitterionic Materials“.
- Dr. Klaus Ellmer, Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V., Berlin, Německo, špičkový odborník v oboru tenkovrstvých sulfidových a selenidových vrstev a jejich plazmatické přípravy.
- Dr. Raivo Jaaniso, Univerzita v Tartu, Estonsko, špičkový odborník v oblasti chemických senzorů plynů.
- Maria Bondani, University of Insubria, Como Italy, Istituto di Fotonica e Nanotechnologie, Consiglio Nazionale delle Ricerche. Špičková odbornice v oblasti kvantové a nelineární optiky.
- Prof. Heinrich Hora, University of New South Wales, Austrálie, špičkový teoretický fyzik v oboru laserové fúze a plazmatu.
- Prof. Wolfgang Kautek, University of Vienna, Rakousko, vynikající fyzikální chemik v oboru interakce laserů s povrchy a přesného laserového nanostrukturování.
- Prof. Inger Andersson, profesor na katedře Department of Cell and Molecular Biology, Molecular Biophysics, University of Uppsala, Švédsko.
- Dr. Edward Ira Moses, americký fyzik a bývalý předseda organizace Giant Magellan Telescope Organization, USA.
- Eduardo G. Yukihiro, vedoucí oddělení Radiation Metrology Section na Paul Scherrer Institut, Švýcarsko.
- Prof. Dr. Markus Büscher, JuSPARC – The Jülich Short-Pulse Particle and Radiation Center, Německo.

- Prof. Sergey Tarapov, DrSc., korespondenční člen Nat. Acad. of Sci. of Ukraine – NASU, vedoucí oddělení Radiospectroscopy Dept. na Institute of Radiophysics & Electronics of NASU, National Patrimony of Ukraine „Cryomagnetic Complex“, Center of Joint Usage „EHF-radiospectroscopy“, specialista a špičkový odborník na radiospektroskopii materiálů a spinovou rezonanci.

2.9.4 Aktuální meziústavní dvoustranné dohody 2018

- Advanced Photonics Research Institute (APRI-GIST), Korea, MoU for a scientific and technological collaboration towards „Ultralight Intensity Laser-Matter Interaction at ELI-Beamlines“
- Akademie věd ČR, v. v. i., Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., Akademie věd ČR, v.v.i., ČR, Smlouva o spolupráci v oblasti výzkumu a vývoje
- AXEL Co., Ltd., Korea Electronic Technology Institute, PROFiber Networking CZ s.r.o., Korea, Agreement on Research and Development (Project TA ČR, Program DELTA)
- Brookhaven Science Associates, LLC, Brookhaven National Laboratory, USA, Non-proprietary User Agreement – granted access to and use of the facility
- Brookhaven Science Associates, LLC, Brookhaven National Laboratory, USA, Amendment to Non-proprietary User Agreement
- CARDAM s.r.o., ČR, Rámcová smlouva o základních zásadách vzájemné spolupráce
- Center for Physical Sciences and Technology, Litva, MoU on joint project proposal ELI-SA (H2020)
- Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Francie, CNRS transfers material to the FZU
- Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Francie, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Francie, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i., Agreement to create the European Associated Laboratory „Nuclear Astrophysics and Grids“ (LeA NuAG“)
- Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Université of Caen (UNICAEN), École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen (ENSICAEN), Francie, Confidential Agreement with CRIStallography and MATerials science Laboratory
- Centro De Laseres Pulsados (CLPU), Spain, MoU regarding their scientific and other related cooperation
- Centro De Laseres Pulsados (CLPU), Španělsko, MoU on a scientific and technological collaboration for „Experiments and Simulations in the Field of High Power Lasers and Secondary Sources“
- Centro Láser de la Universidad Politécnica de Madrid (CLUPM), Španělsko, MoU on a Development of Laser Shock Processing
- Centro Nacional de Biotecnología of the Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spain, MoU mobility KA 26
- Commissariat a l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), Institute of Plasma Physics, ASCR, Francie, Lol for a joint experimental campaign on „Laser driven proton acceleration from H2 cryogenic target“
- Consortium IQONIC, více zemí, Consortium Agreement – IQONIC
- České vysoké učení technické v Praze, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, ČR, MoU on Scientific Collaboration
- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, ČR, Dohoda o vzájemné spolupráci při uskutečňování doktorského studijního programu Biomedicínská a klinická technika (smlouva trvá po dobu studia studenta)

- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze, ČR, Dohoda o spolupráci
- České vysoké učení technické v Praze, Astronomický ústav AV ČR, Ústav jaderné fyziky, Technická univerzita v Liberci, Slezská univerzita v Opavě, Univerzita Karlova, Univerzita Palackého v Olomouci, ČR, Společenská smlouva – byla založena „Česká společnost pro astročásticovou fyziku“
- České vysoké učení technické v Praze, Westinghouse Electric ČR s.r.o., ČR, Smlouva o využití výsledků projektu
- Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Collaboration, Velká Británie, Lol on Scientific Collaboration
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Německo, Cooperation Agreement – HERA experiments
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Německo, Software licence agreement – XRAYPAC Software
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Universität Hamburg, Germany, Cooperation Agreement – Czech Hamburg Advanced Medical and Photonics Project – CHAMPP
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY. Cherenkov Telescope Array Observatory gemeinnützige GmbH, Německo, Nákup akcií v Cherenkov Telescope Array project (CTA-Project)
- Donetsk National Medical University of Maxim Gorky, Ukrajina, MoU for research collaboration: „Medical nonthermal plasma (MNP)“
- École Polytechnique Federale de Lausanne, Photovoltaics-Laboratory of Microengineering Institute, Švýcarsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Elettra – Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Itálie, Agreement on the access to electron beam
- Elettra – Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Itálie, MoU on a scientific and technological collaboration
- ELI Attosecond Light Pulse Source, ELI Nuclear Physics, ČR, MoU on ELI-ERIC
- ENSTA-ParisTech, Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA), CNRS Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Francie, MoU on Collaborative Program for Applications of High Energy, Diode-Pumped Lasers in Laser Induced Damage Studies
- ENVINET a. s., ČR, Smlouva o spolupráci č.: RS0510, „Nové scintilační a další materiály“
- European Organization for Nuclear Research (CERN), Institut for Physical Research, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Forschungszentrum Jülich GmbH, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Université de la Méditerranée, Claud Bernard Lyon 1, Institute for Nuclear Problems - Belarussian State University, Laboratório de Instrumentacao e Física Experimental de Partículas, Sungkyunkwan University, Centro De Investigaciones Energeticas, Medioambientales Y Technologicas, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Universita Politecnica Delle Marche (UPM), Universiteit Gent (uGent), Faculty of Sciences, University of Lisbon, Švýcarsko, Agreement for Accession to the Crystal Clear Collaboration Agreement
- European Organization for Nuclear Research (CERN), Švýcarsko, License Agreement
- European Organization for Nuclear Research (CERN), Švýcarsko, Memorandum on cooperation for the CLIC Detector and Physics Study
- European Organization for Nuclear Research (CERN), Švýcarsko, MoU for collaboration in the field of technology transfer
- European Synchrotron Radiation Facility, European Synchrotron Radiation Facility, Francie, MoU – Medium Term Arrangement concerning the scientific use of synchrotron radiation for non-proprietary research for the period 2018–2022
- European Synchrotron Radiation Facility, France, Medium Term Arrangement concerning the scientific use of synchrotron radiation for non-proprietary research for the period 2018–2022

- European Synchrotron Radiation Facility, Francie, MoU for TANGO Collaboration
- European Synchrotron Radiation Facility, Francie, MoU on Arrangement between CENTRALSYNC Consortium and the European Synchrotron Radiation Facility concerning the long-term scientific use of synchrotron radiation for non-proprietary research
- European Synchrotron Radiation Facility, Francie, Studentship Agreement – „In-situ synchrotron X-Ray diffraction studies of smart structures for actuators by shape memory alloys (SMA)“
- European X-Ray Free-Electron Laser Facility GmbH, Německo, MoU on cooperation in the field of Photon Science
- Ferdinand-Braun-Institut, Leibnitz-Institut fuer Hoechstfrequenztechnik (FBH), Německo, MoU on collaborative program on Laser-Diode Technology for High Average Power, Diode – Pumped Solid State Lasers
- Fermi Research Alliance, LLC, Fermi National Accelerator Laboratory, USA, Non-proprietary User Agreement
- Fondazione Famiglia Pintaura, Itálie, MoU on Collaborative Research partnership for Master and PhD Students
- Forschungszentrum Jülich GmbH, Německo, Agreement for Cooperation concerning „Electrospray deposition of large organic compounds“
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institute for Surface Science and Corrosion, Německo, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- GIGAPHOTON INC., Japonsko, Collaborative research agreement, Project: „Research and development of 1 MHz, 1 kW, picosecond solid state laser“
- Government of India, Ministry of Defence, Defence Research & Development Organization, Laser Science & Technology Centre (LASTEC), Indie, Contract Proposal – Research Studies on Centrifugal Spray Singlet Oxygen Generator for COIL
- Government of India, Ministry of Defence, Defence Research & Development Organization, Laser Science & Technology Centre (LASTEC), Indie, Contract Proposal – Research Studies on Molecular Iodine Generation for COIL
- Gwangju Institute of Science and Technology, Advanced Photonics Research Institute (APRI), South Korea, MoU on Collaborative Program on Research and Development of Ultra-Intense Lasers and Applications
- Hangdong Global University, Global Institute of Laser Technology, Korea, MoU on Collaborative program development of high energy laser for industry and application of laser shock peening
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, Německo, Mou on establishing framework and academic cooperation
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V. (HZDR), Německo, MoU for a scientific and technological collaboration towards „Plasma and High Energy Density Physics“ experiment at ELI-Beamlines“
- HITACHI EUROPE LIMITED, United Kingdom, Agreement
- HITACHI EUROPE LIMITED, Velká Británie, Cooperation Agreement in the common field of Nanospintronics
- Chinese Academy of Sciences, Shanghai Institute of Ceramics, Čína, Collaborative research agreement
- Chinese Academy of Sciences, Shanghai Institute of Ceramics, Čína, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Chinese Academy of Sciences, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (SIOM), China, MoU regarding scientific and other related cooperation on Laser-Plasma Interaction Experiments using Multi-PW Lasers and associated Theory & Simulation Activities

- Innsbruck Medical University, University of Innsbruck, Department of Therapeutic Radiology and Oncology, Innsbruck Medical University, Department of Infrastructure, Rakousko, Cooperation Agreement – Project: „i-scaff“
- Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Canada, MoU mobility KA 36
- Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Kanada, MoU on a scientific collaboration on „Warm Dense Matter physics induced by laser-matter interactions“
- Institute of Optics and Quantum Electronics (IOQ), Německo, MoU on Collaborative Program for High Power, Diode-Pumped Laser Science and Technology
- Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Poland, MoU regarding scientific and other related cooperation
- Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Polsko, MoU on a scientific and technological collaboration
- Instituto de Astrofísica de Canarias, Španělsko, Agreement on the instalation and the operation of the FRAM telescope at the Roque de Los Muchachos Observatory
- Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores para os Microsistemas e as Nanotecnologias (INESC-MN), Portugalsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Instituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Italy, Scientific Collaboration and Non Disclosure Agreement
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali del Sud, Itálie, MoU on a scientific and technological collaboration towards medical applications at ELI-Beamlines
- International Particle Physics Outreach Group (IPPOG), více zemí, MoU Establishing The International Particle Physics Outreach Group Collaboration
- Ioffe Institute, Rusko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Italian National Research Council, Institute of Photonics and Nanotechnology (CNR-IFN), Itálie, MoU on Collaborative Program on Adaptive Optics Technology for High Average Power, Diode-Pumped Solid State Lasers
- Jan Kochanowski University in Kielce, Polsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Japonsko, General Arrangement for Cooperation in Research, Development and Applications of High Power Laser Systems
- Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Polsko, MoU for research collaboration in the field of optical, optoelectronic, luminescence and scintillation materials
- Keldysh Institute of Applied Mathematics (KIAM), Rusko, MoU on a scientific collaboration in „Modelling of capillary discharges and pre-plasma formation“ at ELI-Beamlines
- Korea Advanced Institute of Science and Techology (KAIST), Laser Science Research Laboratory, Korea, MoU on Collaborative Program on Application on Multi-slab, Diode Pumped Solid State Laser to SBS-PCM and Holographic Machining
- Korea Atomic Energy Research Institute, Korea, MoU on Collaborative Program for High Power Pulsed Laser Technology Development
- Korea Basic Science Institute (KBSI), Korea, MoU on Scientific Collaboration
- Korea Institute of Machinery and Materials, South Korea, MoU on Collaborative Program on Development of High Power Lasers Technologies for Industrial and Scientific Applications
- Korea Institute of Materials Science, Korea, MoU for a scientific and technological collaboration
- Kumamoto University, Faculty of Engineering and Graduate School of Science and Technology, Japonsko, Agreement on Academic Exchange

- Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces, Ecole Polytechnique, Francie, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Laboratori Nazionali del Sud (LNS), INFN, Itálie, MoU for a scientific and technological collaboration towards medical applications at ELI-Beamlines
- Large Synoptic Survey Telescope, INC., USA, MoU on scientific collaboration – „Large Synoptic Survey Telescope“
- Laser-Laboratorium Göttingen e. V. (LLG), Německo, MoU on collaborative program on EUV light source and applications
- Le Laboratoire d’Optique Appliquée (CNRS, Ecole Polytechnique, ENSTA-ParisTech), France, Collaboration Agreement – mobility KA 35
- Leipzig University, Institute of Experimental Physics II, Německo, MoU on terms and conditions of mutual cooperation
- Leland Stanford, Jr., University, SLAC National Accelerator Laboratory, USA, Non-proprietary User Agreement – Contract
- Ludwig-Maximilians-Universität München, Německo, Mutual nondisclosure agreement for exchange of information with Ludwig-Maximilians-Universität
- Lund University, Department of Chemistry, Sweden, MoU regarding scientific and other related cooperation
- Masarykova universita, Centrum CERIT-SC, Ústav výpočetní techniky, ČR, Dohoda o vzájemné spolupráci mezi Fyzikálním ústavem AV ČR a Centrem CERIT-SC
- Max-Planck-Gesellschaft, Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter, Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V., Německo, Partnership Agreement – Project: Quantum Effects in Multicolor Ultrafast Laser Processing: Broadening Boundaries of Classical Descriptions „QuantumLaP“
- Max-Planck-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V., Německo, Agreement to establish a partner group
- Medizinische Universität Innsbruck, Rakousko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Moskevská státní univerzita M. V. Lomonosova, Rusko, Smlouva o vědecké a vzdělávací spolupráci, zejména v oblasti přípravy a výzkumu organických spontánně se uspořádávajících materiálů s kapalně krystalickými vlastnostmi
- Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Čína, MoU on Research Collaboration – research and PhD training in the field of smart engineering materials
- National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk Institute for Physics and Engineering named after O. O. Galkin, Ukrajina, MoU for research collaboration: „The electron paramagnetic resonance study of functional oxide-based materials“
- National Applied Research Laboratories, Instrument Technology Research Center, National Applied Research Laboratories, Taiwan, MoU on Research Collaboration with a vision to promote bilateral cooperation in science and technology development
- National Council of Research of Italy, Institute of Photonics and Nanotechnology of National Council of Research of Italy, Itálie, MoU on scientific and technological collaboration
- National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Rumunsko, Agreement for Collaboration: „New pulsed laser technology of organic bi – and multi-layers depositions for photovoltaic applications“

- National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Rumunsko, Agreement of joint scientific research and technical assistance in the field of Al and Ni doped ZnO synthesized by PLD for high temperature thermoelectric applications“
- National Institutes of Natural Sciences, National Institute for Fusion Science (NIFS), Japonsko, MoU on providing the framework for scientific and technical exchanges in the development of High Power Lasers and their Application
- National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan, MoU on education and academic research
- National Research Nuclear University „MEPhI“, Rusko, MoU for a scientific collaboration towards „ultra-intense laser matter interaction“
- New Mexico State University, USA, MoU regarding scientific and other related cooperation
- Osaka University, Institute of Laser Engineering, Japan, MoU regarding scientific and other related cooperation – laser driven plasmas
- Paul Scherrer Institute, Switzerland, MoU mobility KA 4
- Penza State University, Rusko, MoU on Research Collaboration
- Pierre Auger Observatory, Argentina, Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory
- Pierre et Marie Curie University, Francie, Agreement on Cooperation: Theory, simulation and experiment of laboratory astrophysics, ELI-Beamlines project
- Polish Academy of Sciences University of Geneva (UNIGE), H. Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, University of Geneva (UNIGE), Švýcarsko, Polsko, Agreement on „SST-1M Mini-array Construction and Testing as Technology Demonstrator for the Cherenkov Telescope Array“
- Polish Academy of Sciences, Institute of Physical Chemistry, Polsko, MoU – Agreement on the terms and conditions of mutual cooperation
- Polish Academy of Sciences, Institute of Physical Chemistry, Polsko, MoU – Agreement on the terms and conditions of mutual cooperation
- Proton Therapy Provider s.r.o., Proton Therapy Center Czech s. r. o., ČR, Memorandum o společném zájmu
- Research and Development Center Saigon Hi-Tech Park, Vietnam, Lol on scientific collaboration: „Development of alternative PECVD technology of hydrogenated silicon thin films for solar cells
- Riga Technical University, Latvia, Cooperation Agreement
- Royal Holloway and Bedford New College (RHUL), United Kingdom, MoU on joint research activities in accelerator physics and its application
- Russian Academy of Sciences, Institute of Automation and Control Processes, Rusko, Lol on scientific collaboration
- Russian Academy of Sciences, Institute of Thermophysics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ITP), Rusko, Amendment to MoU on Collaborative Program on Material Processing with High Average Power, Diode – Pumped Solid State and Fiber Lasers
- Russian Academy of Sciences, Institute of Thermophysics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ITP), Rusko, MoU on Collaborative Program on Material Processing with High Average Power, Diode-Pumped Solid State and Fiber Lasers
- Russian Academy of Sciences, Ioffe Institute, Rusko, Příprava a charakterizace pokročilých GaN nano-hetero-struktur

- Russian Academy of Sciences, Rzhanov Institute of Semiconductor Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Memorandum on Scientific Collaboration
- Russian Academy of Sciences, V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IGM), Rusko, MoU on framework for scientific and technical exchanges between IGM and HiLASE, Collaborative Program on Modification of Materials by Lasers
- Science and Technology Facilities Council (STFC), Velká Británie, Consortium Agreement – Teaming Phase 2 - HiLASE Centre of Excellence
- Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Itálie, Agreement on educational, cultural and scientific exchanges
- Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (SIOM), Čína, MoU on a scientific collaboration on „Laboratory astrophysics, multiple beam experiments and theory/simulation“
- SIGMA Clermont, Francie, MoU – Framework Agreement for Research and Academic Cooperation
- Strathclyde University, Strathclyde Intense Laser Interaction Studies Group, Velká Británie, MoU on scientific collaboration on „Expert, theory and simulation of plasma amplification, laser driven particle acceleration, light sources and diagnostics“
- Sumy State University, Ukrajina, Ukrajina, MoU for research collaboration: „In vivo monitoring of delivery of magnetically labeled stem cells and magnetic carriers“
- Tata Institute of Fundamental Research (TIFR), India, MoU regarding scientific and other related cooperation – high intensity laser matter interaction, laboratory astrophysics with short pulse laser matter interaction
- Technische Universität Berlin (TUB), Německo, Agreement on the terms and conditions of mutual cooperation
- Technische Universität Berlin (TUB), Německo, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation (kopie)
- Technische Universität Darmstadt, Department of Physics, Germany, Agreement on the establishment of one „Tenure-Track“ Young Investigator Position „Nuclear Photonics“
- Technische Universität Darmstadt, Německo, MoU on a scientific collaboration on „Warm Dense Matter physics induced by intense laser and ion beam interaction with matter“
- The Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures (BCM), Španělsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- The Queen’s University of Belfast, Velká Británie, MoU for a scientific and technological collaboration towards Laser-driven Acceleration and Laser Plasma Physics experiments at ELI-Beamlines
- The University of Tokyo, The Institute for Solid State Physics, Japonsko, Agreement on academic exchange
- Tohoku University, Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Japonsko, Join Research Agreement
- Tohoku University, Institute for Materials Research, Tohoku University, Japonsko, MoU on collaboration
- Universidade de Lisboa, Instituto Superior Technico, Portugal, MoU mobility KA 37
- Università degli Studi dell’Insubria, Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Italy, MoU mobility
- Universität Hamburg, Faculty of Mathematics, Informatics and Natural Sciences (MIN), Německo, MoU on terms and conditions of mutual cooperation
- Universitat Rovira I Virgili (URV), Física i Cristallografia de Materials (FiCMA), Španělsko, MoU on Collaborative Program on Diode Pumped Microchip Solid State Lasers
- Universität Ulm, Germany, MoU mobility

- Universität Wien, Rakousko, Academic license for the use of the software package VASP (Vienna ab.initio simulation program), VASP 5.2 and VASP 4.6
- Université de Bordeaux, Francie, Grant Agreement – Project: „Innovative Training and Education for Large Laser Infrastructures“ – ERASMUS+
- Université de Lorraine, Institut Jean Lamour, Francie, Lol on Scientific cooperation in the frame of the proposed project
- Université Lyon 1, Institute of Light and Matter, Francie, MoU on terms and conditions of mutual cooperation
- University of Bergen, Institute of Physics and technology, Norsko, MoU for research collaboration
- University of Bialystok, Polsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- University of Messina, Section of Radiological Sciences of the Department of Biomedical Sciences and of Morphologic and Functional Imaging, Itálie, MoU for a scientific and technological collaboration for „Monte Carlo characterization of Radiation Fields“ at ELI-Beamlines
- University of Modena and Reggio Emilia, Department of Sciences and Methods for Engineering, Itálie, MoU on Collaborative Program on Development of High Power Ultrafast Surface Treatments for Industrial and Scientific Applications
- University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Srbsko, Partnership Statement – Project: Microtubules as Biological Nanowires and Pathways for Nanomotors
- University of Parma, Information Engineering Department (DII) , Itálie, MoU on Collaborative Program on a Fiber Development for High Average Power, Diode-Pumped Solid State and Fiber Lasers
- University of Rochester, Laboratory for Laser Energetics (LLE), USA, MoU on Scientific Collaboration
- University of Zaragoza, Španělsko, MoU on the terms and conditions of mutual cooperation
- Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Czech Republic, Dílčí dohoda o spolupráci při uskutečňování doktorských studijních programů
- Univerzita T. Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky (FAI-UTB), Czech Republic, Smlouva o spolupráci ve vědní oblasti fyziky nanostruktur
- Upsalla University, Laboratory of Molecular Biophysics of the Department of Cell and Molecular Biology, Švédsko, MoU on Collaboration in Coherent Diffractive Imaging and Atomic, Molecular and Optical Sciences
- Ural Federal university, Rusko, MoU for collaboration: „Modeling of innovative materials on the basis of first-principles electronic structure calculations“
- UT-BATTELLE, LLC, Oak Ridge National laboratory, USA, Non-proprietary User Agreement
- Utsunomiya University, Faculty of Engineering, Graduate School of Engineering, Japonsko, MoU on Collaborative Program for Applications of Laser Driven Plasma X-ray Source Studies
- Vietnam Academy of Science and Technology (VAST), Ho Chi Minh City Institute of Physics, Vietnam, Lol on scientific collaboration: Development and application of measured methods for spectral changes of solar radiation with aim to realize optimal structures of the solar cells based on hydrogenated silicon thin films
- Vietnam Academy of Science and Technology (VAST), Institute of Applied Material Science, Vietnam, Lol on Scientific Collaboration – Development of hydrogenated silicon thin films for solar cells and alternative applications
- Vojenský technický ústav, s.p., STAR Research & Innovation Cluster, z.ú., Czech Republic, Memorandum o spolupráci – Projekt SHIELD

- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemicko-inženýrská, Czech Republic, Dílčí dohoda o spolupráci při uskutečňování doktorských studijních programů – Technická kybernetika, Molekulární chemická fyzika a sensorika
- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemicko-inženýrská, Czech Republic, Dílčí dohoda o spolupráci při uskutečňování doktorských studijních programů – Chemie a technologie materiálů, Chemie
- Vysoké učení technické v Brně – Středoevropský technologický institut (CEITEC VUT), Czech Republic, Smlouva o vědecké spolupráci
- Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v. v. i., ČR, Memorandum o spolupráci v oblasti biomedicínských nanotechnologií a nové infrastruktury, která bude pořízena v rámci projektu „FIT“
- Waseda University, Research Institute for Science and Engineering, Japonsko, MoU on Collaborative Program for Applications of High Energy, Diode-Pumped Lasers in Soft X-ray Source Studies
- Wrocław University of Science and Technology, Poland, Lol regarding partnership for joint implementation of the Project entitled „Academic Partnerships of Wrocław University of Science and Technology“
- Wrocław University of Science and Technology, Poland, MoU regarding scientific and other related cooperation – optoelectronics
- Západočeská univerzita v Plzni, ČR, Smlouva o spolupráci
- University of California, Department of Physics and Astronomy, USA, MoU mobility KA 39

2.9.5 Statistika zahraničních styků

Statistika zahraničních cest v roce 2018 – FZÚ

| | Výjezdy – počet | | Výjezdy – počet dnů | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| | <i>celkem</i> | <i>dlouhodobé¹</i> | <i>celkem</i> | <i>dlouhodobé¹</i> |
| Sekce fyziky elementárních částic | 420 | 45 | 5 626 | 2 255 |
| Sekce fyziky kondenzovaných látek | 267 | 4 | 1 912 | 281 |
| Sekce fyziky pevných látek | 352 | 19 | 3 406 | 1 338 |
| Sekce optiky | 121 | 9 | 1 162 | 432 |
| Sekce výkonových systémů | 274 | 13 | 2 485 | 867 |
| Sekce ELI Beamlines | 551 | 20 | 3 741 | 1 412 |
| ostatní | 37 | 18 | 1 074 | 1 014 |
| <i>celkem</i> | <i>2 022</i> | <i>128</i> | <i>19 406</i> | <i>7 599</i> |

¹dlouhodobý pobyt = delší než 30 dnů

| Země | Výjezdy – počet | Země | Výjezdy – počet | Země | Výjezdy – počet |
|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Německo | 444 | Dánsko | 17 | Turecko | 4 |
| Francie | 198 | Korejská republika | 14 | Kypr | 3 |
| Švýcarsko | 189 | Portugalsko, Azory | 13 | Brazílie | 2 |
| Spoj. st. americké | 131 | Kanada | 11 | Černá Hora | 2 |
| Itálie | 129 | Nizozemsko | 11 | Gruzie | 2 |
| Velká Británie | 95 | Tchaj-wan | 11 | Chile | 2 |
| Polsko | 89 | Ukrajina | 10 | Kolumbie | 2 |
| Španělsko | 76 | Austrálie, Oceánie | 9 | Konžská dem. rep. | 2 |
| Japonsko | 64 | Izrael | 9 | Norsko | 2 |
| Rakousko | 61 | Singapur | 9 | Saúdská Arábie | 2 |
| Česká republika | 54 | Argentina | 8 | Jihoafriká rep. | 1 |
| Belgie | 52 | Indie | 8 | Lotyšsko | 1 |
| Rusko | 45 | Bulharsko | 7 | Lucembursko | 1 |
| Slovensko | 44 | Chorvatsko | 7 | Makedonie | 1 |
| Maďarsko | 39 | Mexiko | 7 | Maroko | 1 |
| Rumunsko | 26 | Slovinsko | 6 | Peru | 1 |
| Švédsko | 23 | Estonsko | 5 | Portoriko | 1 |
| Čína | 20 | Litva | 5 | Vietnam | 1 |
| Finsko | 18 | Srbsko | 5 | Celkem | 2022 |
| Řecko | 18 | Irsko | 4 | | |

Pracovníci FZÚ vyjeli v roce 2018 celkem do 58 zemí, celkové náklady ze strany FZÚ na jejich cesty činily 48,47 milionu Kč.

Hosté FZÚ v roce 2018 – přehled

| | Počet – přijetí | | | Přijetí – počet dnů | | |
|-----------------------------------|-----------------|------------|--------|---------------------|------------|--------|
| | interní | akademické | celkem | interní | akademické | celkem |
| Sekce fyziky elementárních částic | 66 | 0 | 66 | 299 | 0 | 299 |
| Sekce fyziky kondenzovaných látek | 28 | 8 | 36 | 129 | 34 | 163 |
| Sekce fyziky pevných látek | 104 | 6 | 110 | 525 | 45 | 570 |
| Sekce optiky | 14 | 7 | 21 | 93 | 46 | 139 |
| Sekce výkonových systémů | 37 | 0 | 37 | 262 | 0 | 262 |
| Sekce ELI Beamlines | 84 | 0 | 84 | 471 | 0 | 471 |
| <i>celkem</i> | 333 | 21 | 354 | 1 779 | 125 | 1 904 |

| <i>Země</i> | <i>interní</i> | <i>akademické</i> | <i>celkem</i> | <i>Země</i> | <i>interní</i> | <i>akademické</i> | <i>celkem</i> |
|-------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Německo | 48 | 4 | 52 | Litva | 4 | 0 | 4 |
| VB | 39 | 0 | 39 | Lotyšsko | 1 | 3 | 4 |
| Francie | 35 | 0 | 35 | Finsko | 3 | 0 | 3 |
| USA | 26 | 0 | 26 | Portugalsko | 3 | 0 | 3 |
| Rusko | 24 | 0 | 24 | Korea | 3 | 0 | 3 |
| Polsko | 12 | 4 | 16 | Rumunsko | 3 | 0 | 3 |
| Švýcarsko | 15 | 0 | 15 | Thajsko | 3 | 0 | 3 |
| Japonsko | 13 | 0 | 13 | Izrael | 2 | 0 | 2 |
| Rakousko | 12 | 0 | 12 | Turecko | 2 | 0 | 2 |
| Švédsko | 12 | 0 | 12 | Indie | 1 | 1 | 2 |
| Itálie | 11 | 0 | 11 | Dánsko | 2 | 0 | 2 |
| Španělsko | 10 | 0 | 10 | Slovinsko | 2 | 0 | 2 |
| Belgie | 7 | 0 | 7 | Brazílie | 1 | 0 | 1 |
| Slovensko | 5 | 2 | 7 | Kanada | 1 | 0 | 1 |
| Čína | 4 | 3 | 7 | Kypr | 1 | 0 | 1 |
| Maďarsko | 7 | 0 | 7 | Saudská Arábie | 1 | 0 | 1 |
| Nizozemí | 6 | 0 | 6 | Maroko | 1 | 0 | 1 |
| Estonsko | 3 | 3 | 6 | Mexiko | 1 | 0 | 1 |
| Tchaj-wan | 5 | 0 | 5 | JAR | 1 | 0 | 1 |
| Ukrajina | 3 | 1 | 4 | Celkem | 333 | 21 | 354 |

V roce 2018 navštívili FZÚ hosté z 39 zemí.





2.10 Publikace zaměstnanců FZÚ v roce 2018

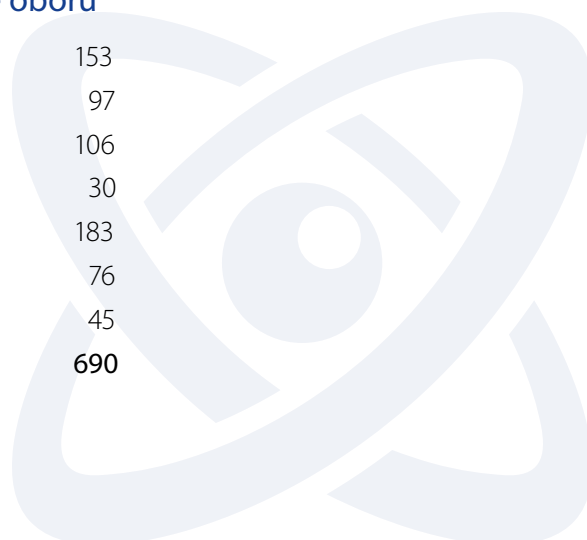
2.10.1 Přehled

| | Sekce fyziky vysokých energií | Sekce fyziky kondenzovaných látek | Sekce fyziky pevných látek | Sekce optiky | Sekce vý- konových systémů | Sekce realizace projektu ELI Beamlines | celkem |
|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------------|--|--------|
| Kniha, monografie | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| Kapitola v knize | 0 | 2,25 | 6 | 4,75 | 1 | 0 | 14 |
| Publikace v impaktovaném periodiku | 182,00 | 153,18 | 211,49 | 48,80 | 41,30 | 53,23 | 690 |
| Publikace v neimpaktovaném periodiku | 4,00 | 16,52 | 6,00 | 6,48 | 6,00 | 4,00 | 43 |
| Publikace v konferenčním sborníku | 0 | 6,25 | 19,75 | 1 | 0,86 | 1,14 | 29 |
| Patenty | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 7 |
| Užité a průmyslové vzory | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 3 | 7 |

(Poznámka: Pokud má jeden vědecký výstup autory z různých sekcí Fyzikálního ústavu, jsou v tabulce výše započteny těmto sekcím jen poměrné části takového výstupu. Například pro publikaci s 10 autory z FZÚ, z toho 9 ze Sekce 2 a 1 ze Sekce 3, se započte 0,9 pro Sekci 2 a 0,1 pro Sekci 3.)

Členění publikací v impaktovaném periodiku dle oborů

| | |
|---|------------|
| Nové technologie a materiály | 153 |
| Elektronová a geometrická struktura pevných látek | 97 |
| Magnetické a dielektrické vlastnosti | 106 |
| Optika | 30 |
| Fyzika vysokých energií | 183 |
| Fyzika interakce laserového záření s hmotou | 76 |
| Ostatní | 45 |
| Celkem | 690 |



2.10.2 Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2018

1

Významný výsledek vědecké činnosti v roce 2018

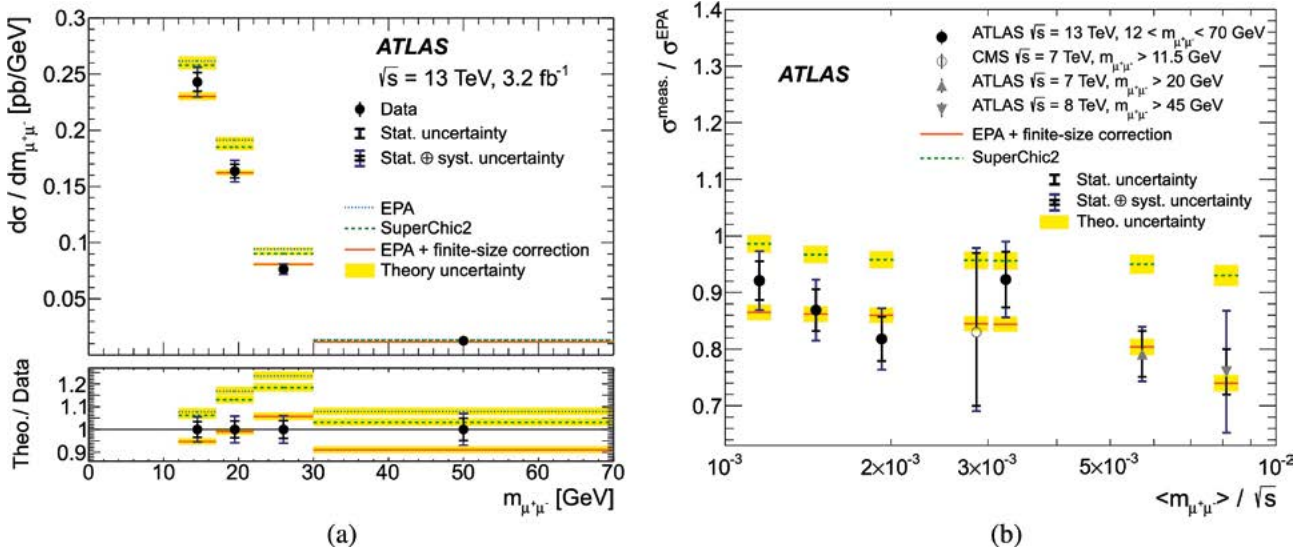
Phys. Lett. B 777 (2018) 303–323

Doi: 10.1016/j.physletb.2017.12.043

Měření exklusivního procesu $\gamma\gamma \rightarrow \mu\mu$ v proton-protonových srážkách při energii 13 TeV zaznamenaných detektorem ATLAS

M. Aaboud et al. (ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš & M. Taševský)

Při srážkách protonových svazků na urychlovači LHC v CERNu dochází vzácně k interakci dvou fotonů vyzářených ze srážejících se protonů. Tyto případy představují cenný nástroj pro studium elektroslabých interakcí. Např. v procesech s párovou produkcí intermediálních bosonů $\gamma\gamma \rightarrow WW$ umožňují s vysokou přesností určit kvartickou vazbu mezi fotonem a W. Měření párové produkce mionů, $\gamma\gamma \rightarrow \mu\mu$, je na této cestě důležitým milníkem. Ukazuje, že jsme schopni dvoufotonové procesy na ohromném pozadí identifikovat, a zároveň slouží jako etalon pro porovnání s teoretickými modely.

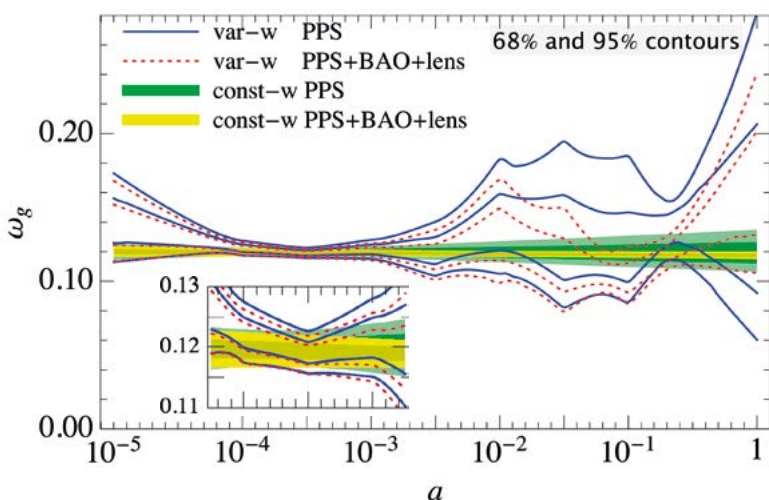


Četnost exklusivní produkce $\gamma\gamma \rightarrow \mu\mu$ změřené experimentem ATLAS na urychlovači LHC v CERNu. Změřený diferenciální účinný průřez jako funkce invariantní hmotnosti mionového páru (a). Srovnání s předpovědí základního modelu Ekvivalentní Fotonové Aproximace (EPA) a s jinými měřeními na LHC (b).

Stavová rovnice temné hmoty v historii vesmíru

M. Kopp, C. Skordis, D. B. Thomas, S. Ilic

Chladná temná hmota je důležitou součástí současného standardního kosmologického modelu. Jelikož je parametr w v její stavové rovnici roven nule, hustota její energie se škáluje nepřímo úměrně objemu a je tedy jednoznačně popsána jediným číslem, které udává její současné zastoupení ve vesmíru. Toto jednoduché škálovací pravidlo pro temnou hmotu jsme otestovali tak, že jsme ponechali parametr w jako proměnnou, a to nezávisle v osmi intervalech červeného posuvu. Použili jsme nejnovější měření záření kosmického pozadí z družice Planck rozšířená o další datové řady. Nenašli jsme žádné známky odchylky parametru w od nuly v žádném z osmi intervalů červeného posuvu. Za pomoci našich výsledků se poprvé podařilo jednak omezit úroveň „chladnosti“ temné hmoty, která je požadována během různých kosmologických epoch, a rovněž ukázat, že zastoupení temné hmoty bylo vždy větší než nula.



Na obrázku vidíme model s konstantní hodnotou parametru w (*const-w*) a rovněž model s proměnnou hodnotou parametru w (*var-w*), oba pro dvě rozdílné datové řady (viz vysvětlivky). Zobrazeny jsou 68% a 95% kontury 1D marginalizovaných posteriorů zastoupení temné hmoty ω_g v závislosti na škálovém faktoru „ a “ pro oba modely.

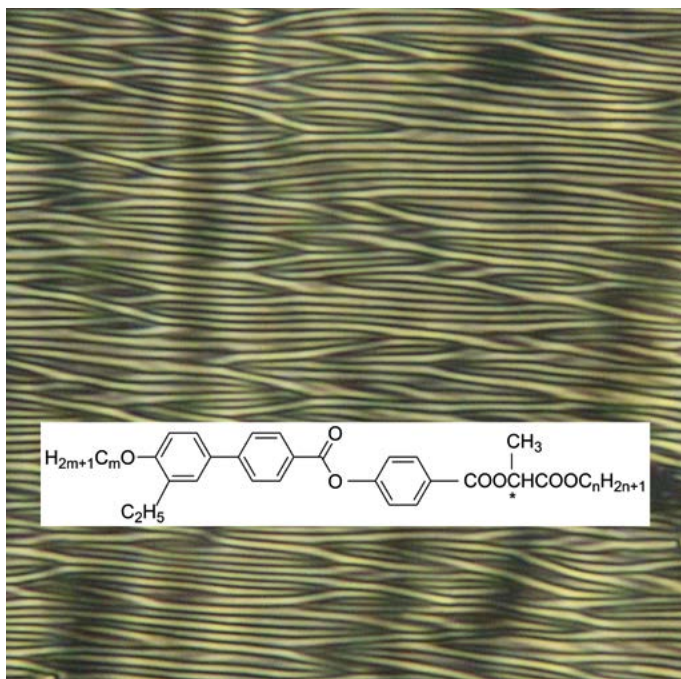


Netypické chování nových cholesterických kapalných krystalů s extrémně krátkým krokem spirály v přiloženém elektrickém poli

V. Novotná, V. Hamplová, M. Glogarová, L. Lejček, E. Gorecka

Objevili jsme netypické chování nových cholesterických kapalných krystalů v elektrickém poli. Pozitivní dielektrická anizotropie způsobuje reorientaci dlouhé osy molekul v planární cele vlivem elektrického pole a díky velmi krátkému kroku spirály dochází k neobvyklým změnám textury. Byl navržen model založený na pravidelné struktuře defektů (disklinací), který popisuje toto chování a umožňuje výpočet energie kotvení.

Bylo zjištěno, že nové kapalně krystalické materiály odvozené od kyseliny mléčné vykazují cholesterickou fázi s krokem spirály 120–200 nm v širokém teplotním intervalu až do pokojových teplot. Objevili jsme netypické chování při aplikaci elektrického pole. Pozitivní dielektrická anizotropie způsobuje reorientaci dlouhé osy molekul v planární cele vlivem elektrického pole. Díky krátkému kroku spirály ve studovaných cholesterických materiálech dochází v poli k neobvyklým změnám textury. Chování molekul bylo popsáno modelem, který zahrnuje přítomnost defektů (disklinací) a silné kotvení molekul na povrchu vzorku. Tento model umožňuje výpočet kotvicí energie.



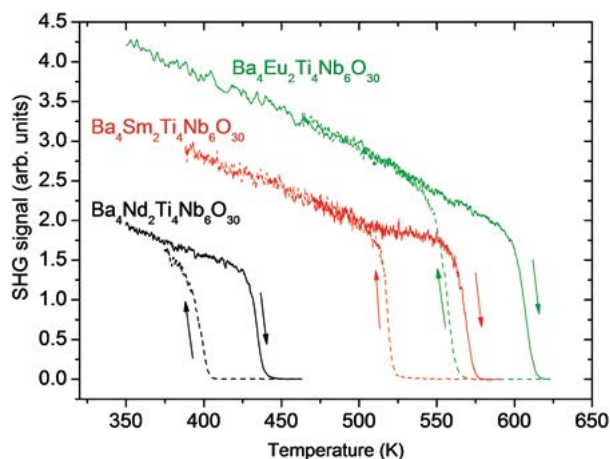
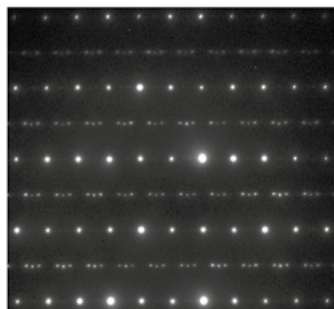
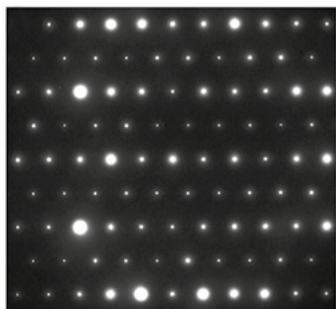
Textura cholesterického kapalného krystalu v přiloženém elektrickém poli

Textura cholesterického kapalného krystalu v přiloženém elektrickém poli. Ve výřezu je chemický vzorec studovaných kapalně krystalických látek.

Elektrickým polem indukovaný přechod z nesouměřitelně do souměřitelně modulované fáze

K. Li, X.L. Zhu, X.Q. Liu, X. Ma, M. Sen Fu, J. Kroupa, S. Kamba, and X. M. Chen

Antiferoelektrické polarizační hysterezní smyčky v $\text{Ba}_4\text{Sm}_2\text{Ti}_4\text{Nb}_6\text{O}_{30}$ and $\text{Ba}_4\text{Eu}_2\text{Ti}_4\text{Nb}_6\text{O}_{30}$ byly vysvětleny jako elektrickým polem indukované přechody z nepolární a nesouměřitelně modulované fáze do polární a souměřitelně modulované fáze. Tento objev otevírá nový perspektivný směr výzkumu bezolovnatých materiálů pro možnou akumulaci elektrické energie.



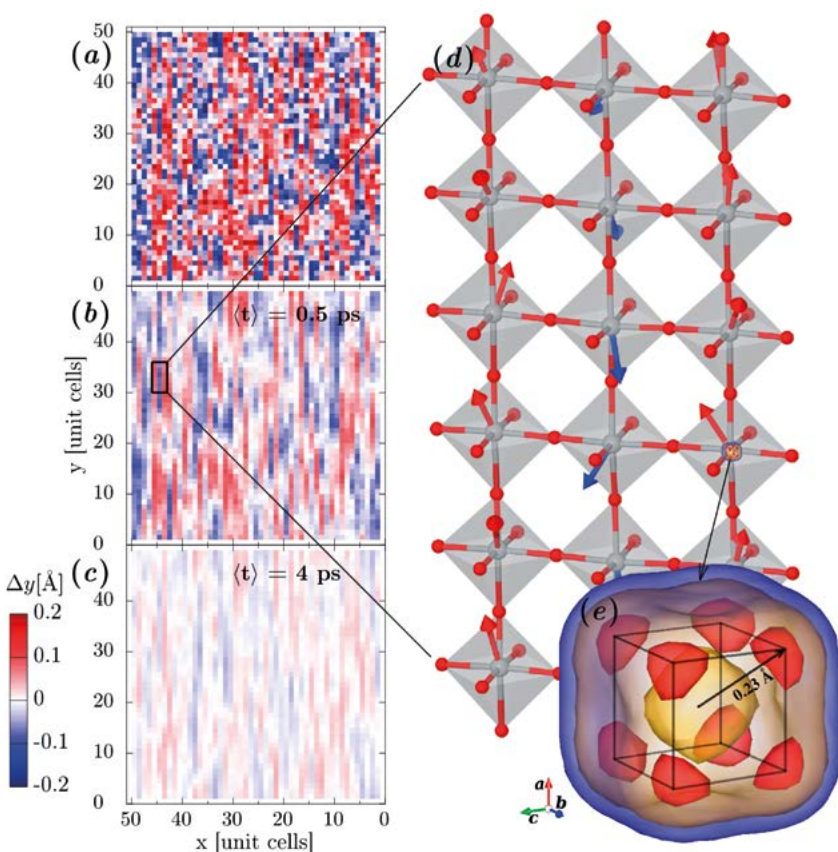
Vlevo – elektronové difrakční záznamy souměřitelně a nesouměřitelně modulované fáze v $\text{Ba}_4\text{Sm}_2\text{Ti}_4\text{Nb}_6\text{O}_{30}$. Vpravo – teplotní závislost signálu druhé harmonické ukazující teplotní hysterezi u feroelektrických fázových přechodů ve studovaných materiálech.



Pikosekundová iontová dynamika vysvětluje dielektrické vlastnosti BaTiO₃

M. Paściak, T.R. Welberry, J. Kulda, S. Leoni, J. Hlinka

BaTiO₃ je často považován za modelový feroelektrický materiál, jehož dielektrické vlastnosti jsou určeny především posuny iontů Ti vůči kyslíkovým oktaedřům, obklopujícím tyto ionty. I po desetiletích dedikovaného výzkumu však na tomto poli zůstává mnoho nejasností – např. se dosud nepodařilo přesně a přesvědčivě popsat kolektivní dynamiku iontů Ti. Naším záměrem bylo studovat tento problém pomocí „nanoskopických“ metod RTG rozptylu a atomistických simulací. Kombinací těchto metod se nám podařilo ukázat, že dynamika iontů titanu může být vyčerpávajícím způsobem popsána pomocí fononů, excitovaných na škálách pikosekund.



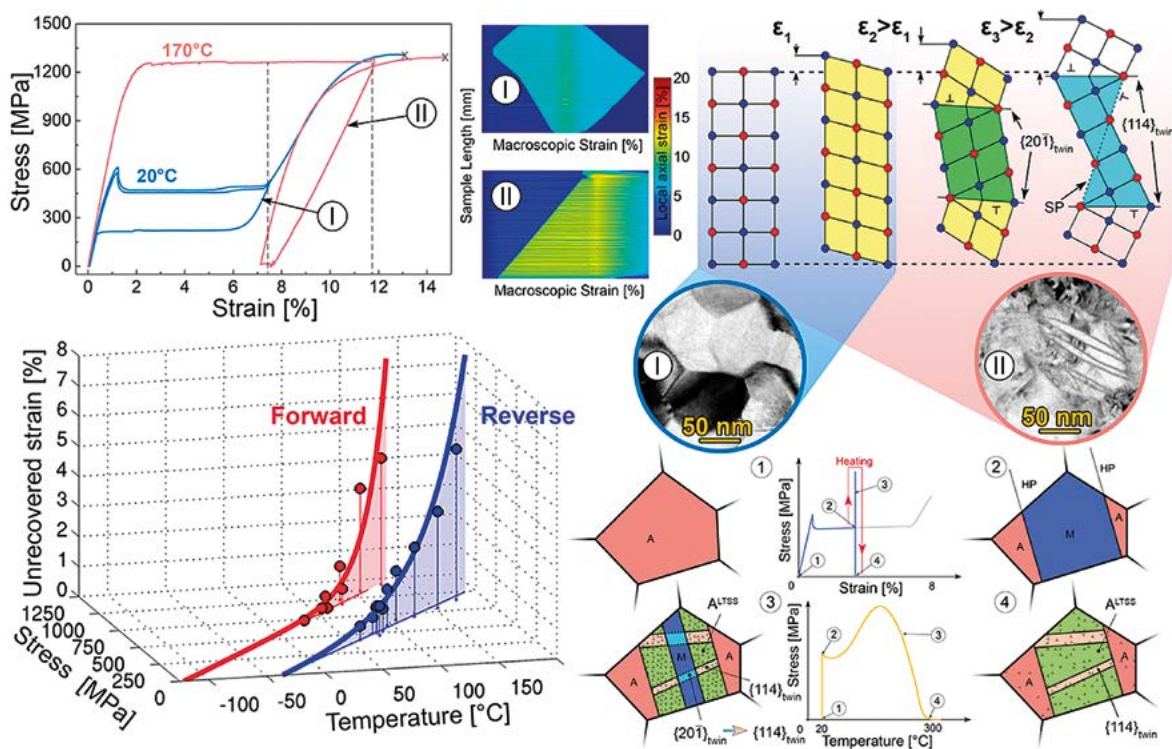
Prostoročasové rozdělení relativních výchylek Ti-O₆ v kubickém BaTiO₃

Jedna komponenta relativní výchylky Ti-O₆ v rámci jedné vrstvy materiálu, zmapovaná pomocí různých časových průměrování (a-c). Výsledek jednoznačně ukazuje, že korelace v rámci řetězců existují na škále pikosekund. Výchylky zprůměrované přes celou dobu simulace a všechny elementární buňky mají kvádrové rozdělení s mělkými minimy podél diagonálních směrů.

Deformační mechanismus v paměťových slitinách NiTi při zvýšených teplotách

P. Šittner, P. Sedlák, H. Seiner, P. Sedmák, J. Pilch, R. Delville, L. Heller, L. Kadeřávek:

Výsledkem systematického výzkumu tenkých vláken NiTi pomocí termomechanických zkoušek v oddělení funkčních materiálů doplněných *in-situ* studii pomocí rentgenového a neutronového záření, transmisní elektronovou mikroskopií a mechanickým modelováním, byly tři rozsáhlé práce, publikované v časopisech Progress in Material Science a International Journal of Plasticity. V pracích je představen nový deformační mechanismus aktivovaný při zvýšených teplotách v materiálech NiTi.

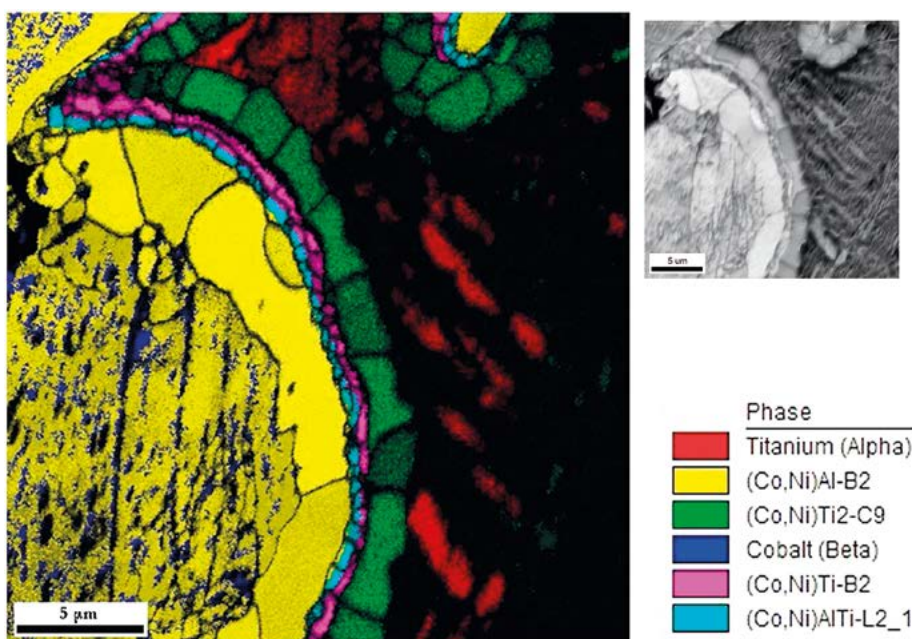


TRIPu podobný deformační mechanismus v tenkém drátu NiTi termomechanicky namáhaném při zvýšených teplotách a napětích

Komplexní charakterizace sintrovaného kompozitu lehkého kovu – titanu a feromagnetické slitiny s tvarovou pamětí CoNiAl

J. Kopeček, K. Bartha, R. Mušálek, Z. Pala, T. Chráska, P. Beran, V. Ryukhtin, P. Strunz, J. Nováková, J. Stráský, P. Novák, O. Heczko, M. Landa, H. Seiner, M. Janeček

Kompozit složený z lehkého kovu – titanu a kovu s tvarovou pamětí, zde slitiny $\text{Co}_{38}\text{Ni}_{33}\text{Al}_{29}$, ukazuje možnosti kombinování materiálů sintrováním průchodem velkého proudu (spark plasma sintering). Produkt si drží vlastnosti obou konstituentů, je lehčí, ale je i feromagnetický. Spojení neobvyklých materiálů vede v jejich kontaktu ke vzniku řady intermetalických fází, které byly komplexně charakterizovány pestrou paletou metod.



Mapa rozložení fází ve vzorku sintrovaném 5 min při poměru konstituentů $\text{Ti}:\text{Co}_{38}\text{Ni}_{33}\text{Al}_{29}$ 1:2. Vpravo dole je popis fází, vpravo nahoře kvalita EBSD signálu.

Experimentální měření energetických podmínek diamantové nukleace odhaluje klasické i neklasické rysy

M. A. Gebbie, H. Ishiwata, P. J. McQuade, V. Petrák, A. Taylor, Ch. Freiwald, J. E. Dahl,
R. M. K. Carlson, A. A. Fokin, P. R. Schreiner, Z. X. Shen, M. Nesládek, N. A. Melosh

Nukleace je omezujícím krokem pro termodynamické fázové přechody. Zatímco klasické modely předpovídají, že nukleace by měla být extrémně vzácná, nukleace je překvapivě rychlá při syntéze diamantu, křemíku či jiných průmyslových materiálů z plynné fáze. Vyvinuli jsme metodu pro měření nukleačních podmínek pomocí atomově definovaných prekurzorů a zjistili jsme, že kritický diamantový zárodek neobsahuje žádné objemové atomy, což vede k nukleační bariéře, která je o čtyři řády nižší než předchozí odhady. Naše zjištění naznačují, že metastabilní molekulární prekurzory hrají klíčovou roli ve snižování nukleačních bariér během syntézy materiálů a poskytují kvantitativní podporu nedávným teoretickým návrhům vícestupňových nukleačních cest s mnohem nižšími bariérami, než předpovídala klasická nukleační teorie.

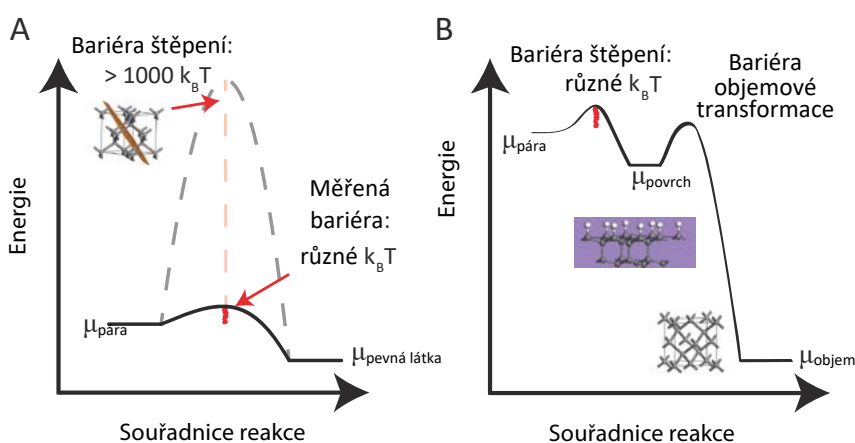


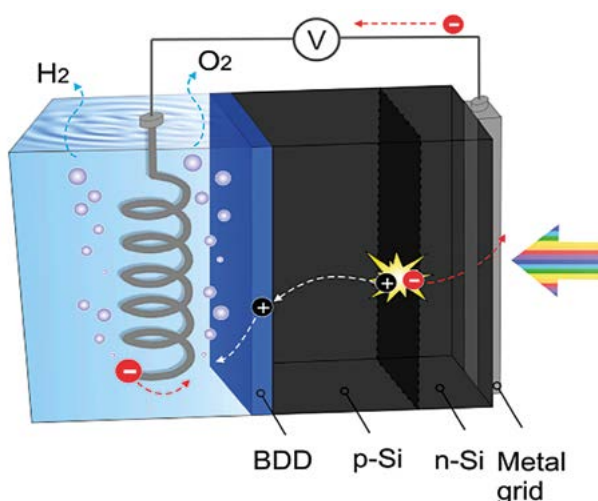
Schéma diamantové nukleační reakce: (a) Nukleace kondenzovaných uhlíkových fází z přesycených uhlíkových par, (b) dvoustupňový mechanismus růstu diamantu.

Nukleace kondenzovaných uhlíkových fází z přesycených uhlíkových par, kde relativní chemické potenciály jsou na uhlíkový atom se dvěma odlišnými stavy: $\mu_{\text{pára}}$ a $\mu_{\text{pevná fáze}}$. Odhadování nukleačních bariér z objemové energie štěpení vede k bariéře větší než $1000 k_B T$ za podmínek PECVD metody; tento přístup předpokládá, že nukleace je jednostupňový proces v objemové krystalické diamantové fázi. Naopak, změřená nukleační bariéra je řádově několik $k_B T$. Dvoustupňový mechanismus růstu diamantu je nejjednodušší příklad vícestupňové diamantové nukleace a růstové dráhy, se třemi odlišnými stavy: $\mu_{\text{pára}}$ a μ_{povrch} a μ_{objem} . Kritický zárodek je složen pouze z povrchových atomů s vazbou podobnou diamantové, což vyžaduje další objemový transformační krok k vytvoření objemu diamantu. Přesycení uhlíkem v plazmě pohání nukleaci, a nukleační bariéra je určena mezifázovou energií jádra a plazmy, která je silně ovlivněna zakončením povrchu diamantu.

Nanokrystalický borem dopovaný diamant jako korozi odolná anoda pro oxidaci vody pomocí křemíkových fotoelektrod

P. Ashcheulov, A. Taylor, V. Mortet, A. Poruba, F. Le Formal, H. Krýsová, M. Klementová, P. Hubík, J. Kopeček, J. Lorinčík, Jun-Ho Yum, I. Kratochvílová, L. Kavan, K. Sivula

Nanokrystalické borem dopované diamantové vrstvy (BDD) chrání podkladové křemíkové fotoelektrody (Si) v širokém rozmezí pH (1–14) ve vodných roztocích elektrolytů. Si|BDD fotoelektrody nevykazují žádné známky zhoršení charakteristik po kontinuálním zpracování v neutrálních, kyselých a bazických elektrolytech. Depozice katalyzátoru vývoje kyslíku na vrstvu BDD významně snižuje přepětí pro oxidaci vody.



Schematické znázornění fotoelektrody založené na nanokrystalické borem dopované diamantové vrstvě (BDD) a křemíkovém solárním článku pro oxidaci a redukci vody.

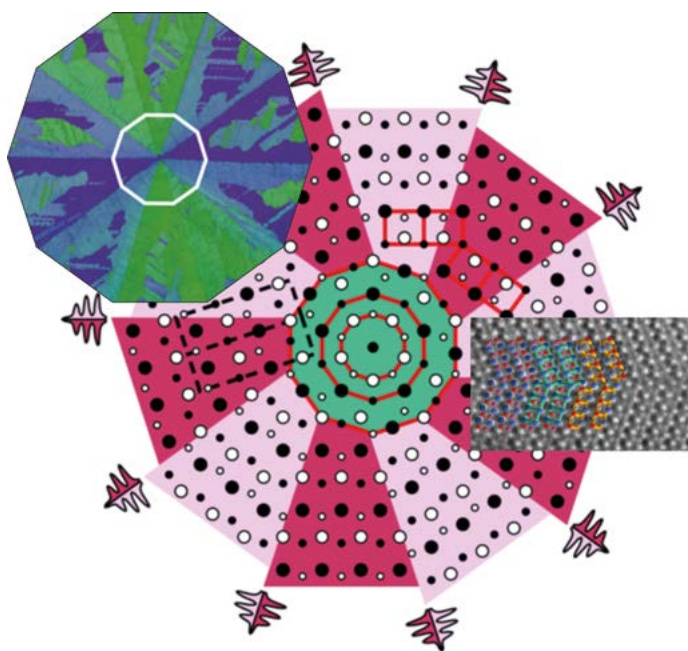
Fotovoltaický komponent (*np-Si solární článek*) je zodpovědný za absorpci dopadajícího světla a separaci náboje přes PN přechod, vývoj kyslíku nastává na povrchu BDD elektrody/elektrolytu a vodík se vyvíjí na externě zapojené kovové katodě.



Kvazikrystalická nukleace a růst dvojčete podle Z modulu v intermetalické skelné fázi

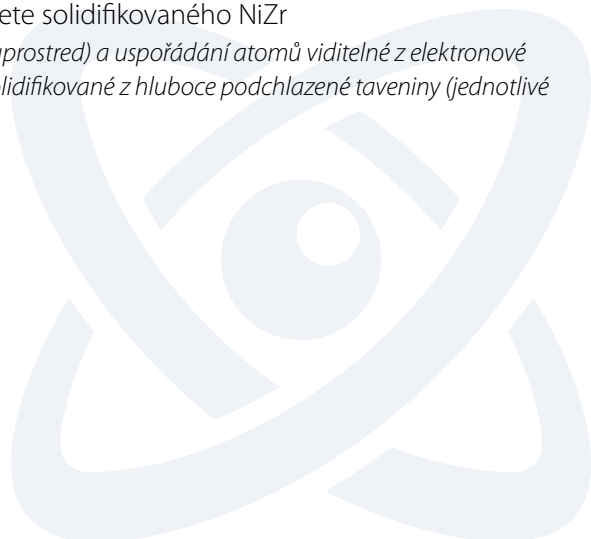
W. Hornfeck, R. Kobold, M. Kolbe, M. Conrad, D. Herlach

Pomocí metody elektrostatické levitace jsme hluboce podchlادili taveninu NiZr a provedli in-situ pozorování procesu solidifikace vysokorychlostní kamerou. Metodami EBSD, RTG difrakce a HRTEM jsme dokázali jako první popsat proces solidifikace intermetalické skelné fáze od jednotlivých atomů až do makroměřítk. Vyvinuli jsme model desetinásobného dvojčete a ukázali jsme jeho vztah k dekadagonálním kvazikrystalům. Tím jsme přispěli k mnohaleté kontroverzní diskuzi o vztahu mezi kvazikrystaly a vícenásobnými dvojčaty.



Dendritická mikrostruktura a model desetinásobného dvojčete solidifikovaného NiZr

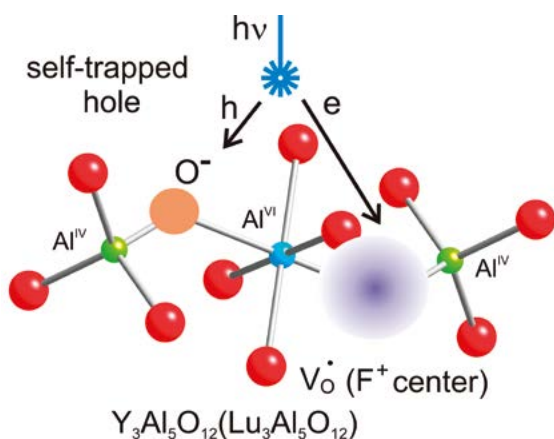
Dendritická mikrostruktura (vlevo), model desetinásobného dvojčete (uprostřed) a uspořádání atomů viditelné z elektronové mikroskopie vysokého rozlišení (vpravo), tak jak byly zjištěny pro NiZr solidifikované z hluboce podchlazené taveniny (jednotlivé obrázky nejsou na stejné škále).



Autolokalizace děr v krystalech granátů $Y_3Al_5O_{12}$ a $Lu_3Al_5O_{12}$

V. Laguta, M. Buryi, J. Pejchal, B. Babin, M. Nikl

Scintilátory s granátovou strukturou se těší značnému zájmu vzhledem k jejich aplikacím v lékařském zobrazování, diagnostice svazků částic a použití v dalších moderních přístrojích. Scintilační mechanismus může být zkomplikován a jejich výkonnost snížena, pokud nastává záchyt nosičů náboje předtím, než se mohou dostat na emisní centra. Tato práce poskytuje detailní popis a vysvětlení mechanismu záchytu jak elektronů, tak děr v granátové struktuře a přispívá tak k porozumění a optimalizaci celé skupiny těchto scintilátorů.



Ilustrace děrové (h) a elektronové (e) lokalizace v granátové struktuře

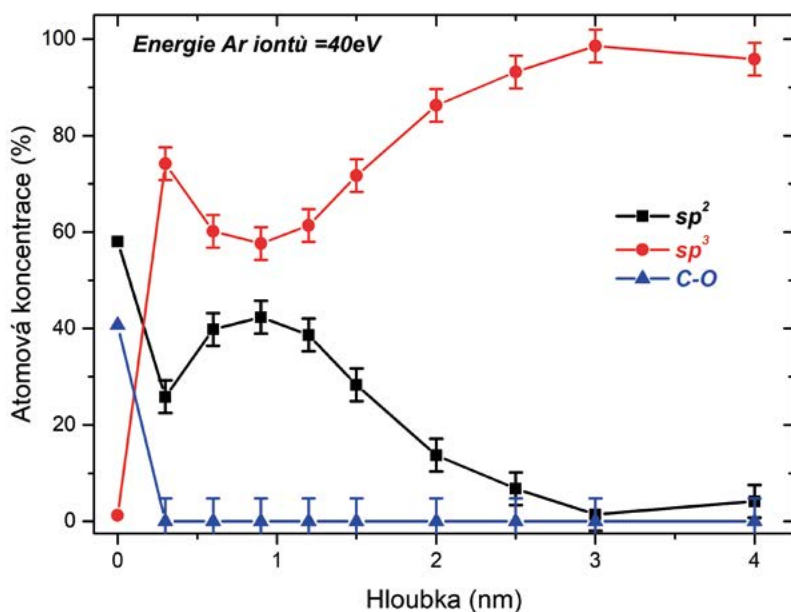
Díry vytvořené ionizujícím zářením jsou dočasně zachyceny na regulárních kyslíkových iontech, čímž zformují malé O^- polarony. Elektrony vytvořené při stejném ozařovacím procesu jsou zachyceny na kyslíkových vakancích, čímž vytvoří barevné F^+ centrum.



Rozložení sp^2 a sp^3 koordinace atomů uhlíku na povrchu a pod povrchem u diamantu podobných uhlíkových vrstev modifikovaných při růstu ionty argonu

J. Zemek, J. Houdková, P. Jiříček, M. Jelínek

Diamantu podobné amorfnní uhlíkové (DLC) vrstvy byly připraveny laserovou ablací grafitového terče při současném bombardování rostoucí vrstvy ionty argonu. Hloubkové rozdělení koordinace uhlíkových atomů bylo stanoveno nedestruktivně a kvantitativně z úhlově rozlišených C 1s spekter metodou maximální entropie. Výsledky ukázaly obohacení povrchu sp^2 koordinací, zatímco pod povrchem převládá sp^3 koordinace. Hloubkový profil byl nezávisle potvrzen analýzou Augerových spekter C KVV a měřením hustoty vrstev.



Hloubkový profil hybridizace uhlíkových atomů

Hloubkové rozdělení C sp^2 , C sp^3 a C-O vazebných stavů pro DLC vrstvu bombardovanou při růstu ionty argonu o energii 40 eV.



Nature 557 (2018) 701-705.

Doi: 10.1038/s41586-018-0122-2

Nature Communications 9 (2018) 122(1) -122(7).

Doi: 10.1038/s41467-017-02635-5

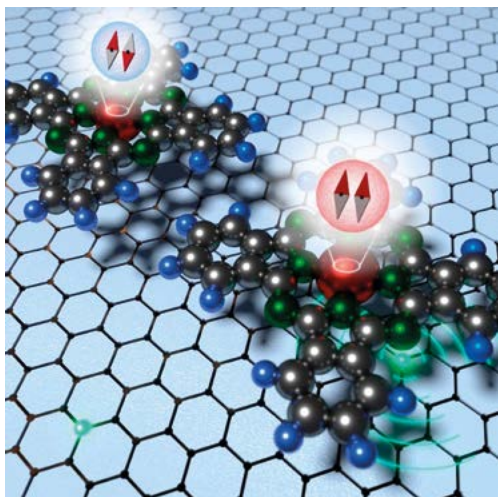
Nature Communications 9 (2018) 2831(1)-2831(9).

Doi: 10.1038/s41467-018-05163-y

Další rozvoj techniky vysokého rozlišení molekul a nanostruktur pomocí rastrovacích mikroskopů s funkčními hroty

J. Peng, D. Cao, Z. He, J. Guo, P. Hapala, R. Ma, B. Cheng, J. Chen, W. J. Xie, X.-Zh. Li, P. Jelínek, L.-M. Xu, Y. Q. Gao, E.-G. Wang, Y. Jiang; J. Peng, J. Guo, P. Hapala, D. Cao, R. Ma, B. Cheng, L. Xu, M. Ondráček, P. Jelínek, E. Wang, Y. Jiang; B. de la Torre, M. Švec, P. Hapala, J. Redondo, O. Krejčí, R. Lo, D. Manna, A. Sarmah, D. Nachtigallová, J. Tuček, P. Błoński, M. Otyepka, R. Zbořil, P. Hobza, P. Jelínek

Rozvíjeli jsme techniku rastrovacích mikroskopů umožňující submolekulární rozlišení molekul a nanostruktur na površích pevných látek. Vyvinuli jsme novou metodu, která umožňuje dosažení prostorového submolekulárního rozlišení slabě vázaných klastřů vody na povrchu soli a následné studium jejich mobility. Také jsme prokázali, že tato technika umožňuje diskriminace spinových stavů jednotlivých molekul na površích pevných látek.



Obr. VV 13: Molekuly ftalocyaninu železnatého na dopovaném grafénu.

Schematické znázornění změny spinového stavu molekuly ftalocyaninu železnatého v blízkosti substitučního dusíkového defektu grafénu.

J. Am. Chem. Soc., 2018, 140 (28), pp 8944–8949

Doi: 10.1021/jacs.8b05184

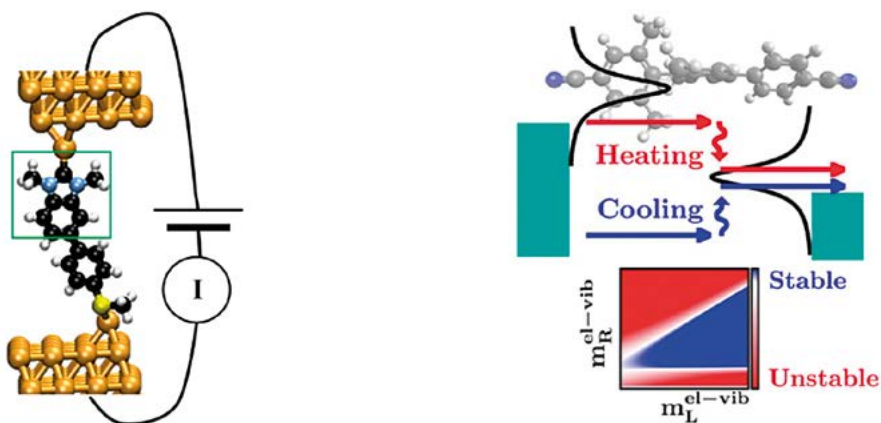
J. Phys. Chem. Lett. 2018, 9, 2791–2796

Doi: 10.1021/acs.jpcclett.8b00940

Molecular Transport group

*E. A. Doud, M. S. Inkpen, G. Lovat, E. Montes, D. W. Paley,
M. L. Steigerwald, H. Vázquez, L. Venkataraman, X. Roy, G. Foti*

Skupina molekulárního transportu je vedena Héctorem Vázquezem, jehož Fellowship J. E. Purkyně skončil v roce 2018. V minulém roce se skupina věnovala studiu transportních vlastností molekulárních kontaktů pomocí ab-initio metod. Ve spolupráci s kolegy ze zahraničí poprvé demonstrovala molekulární obvody připojené k elektrodám pomocí kotvicích skupin tvořených N-heterocyklickými karbeny (obr. 1a) [1]. Skupina také pomocí teoretických výpočtů rychlosti změn výměnné energie mezi elektronovými a vibračními stupni volnosti (obr. 1b) předpověděla stabilitu široké třídy molekulárních kontaktů v závislosti na aplikovaném napětí [2].



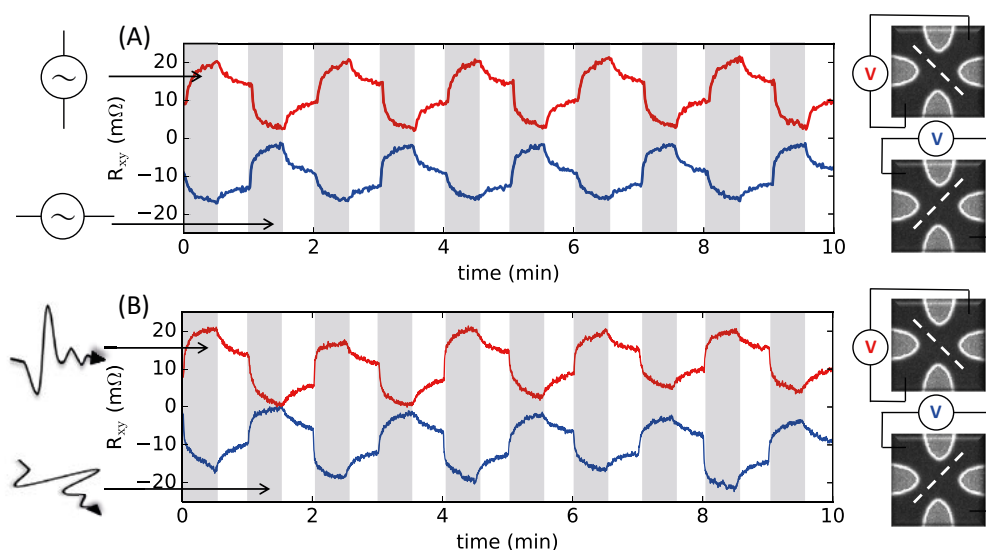
a) Schéma uspořádání obvodu určeného pro studium elektronového transportu přes molekulu kontaktovanou zlatými elektrodami. b) Hlavní procesy ohřevu a chlazení v molekulárním obvodu.



Terahertzová rychlost zápisu do antiferomagnetické paměti

K. Olejnik, T. Seifert, Z. Kaspar, V. Novak, P. Wadley, R.P. Campion, M. Baumgartner, P. Gambardella, P. Nemeč, J. Wunderlich, J. Sinova, P. Kuzel, M. Müller, T. Kampfrath, T. Jungwirth

Představili jsme nový typ paměti založené na antiferomagnetech, která umožňuje zápis informace pomocí pikosekundových elektrických pulzů. Jedná se o tisíckrát rychlejší ukládání dat než ve stávajících pamětech. Navíc naše paměť vykazuje vícestavové memristorové chování, což vedle konvenční digitální elektroniky může nabídnout aplikace v umělých neuronových sítích.



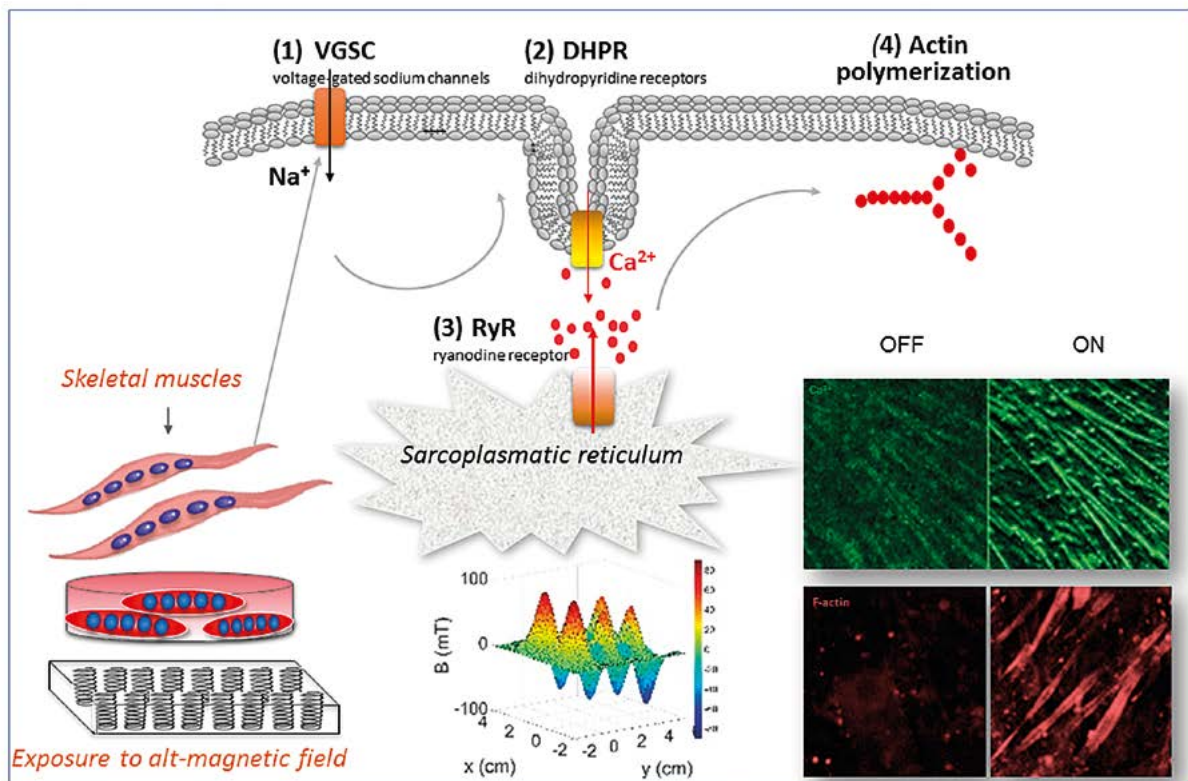
Srovnání zápisu do antiferomagnetu pomocí mikrosekundových elektrických pulzů (A) a terahertzových pulzů o délce jedné pikosekundy (B)



Časoprostorové proměnlivé magnetické pole zvyšuje úroveň cytosolického Ca^{2+} a indukuje polymerizaci aktinu pomocí aktivace napětově řízených sodíkových kanálů v buňkách kosterního svalstva

M. Rubio Ayala, T. Syrovets, S. Hafner, V. Zablotskii, A. Dejneka, T. Simmet

Membránový potenciál buněk může být pozměněn časově i prostorově závislými magnetickými poli (ČP-MP), což ukazujeme na kontrole vnitrobuněčné signalizace kosterního svalstva. Expozice těchto buněk ČP-MP způsobuje značné zvýšení úrovně cytosolického Ca^{2+} vedoucí k polymeraci aktinu. Identifikovali jsme buněčné efekty ČP-MP a navrhli nové možnosti předpovídání efektů, spojených s depolarizací membrán. Použití ČP-MP pro modulaci buněčných funkcí otevírá nové možnosti v léčbě celé řady myopatií.



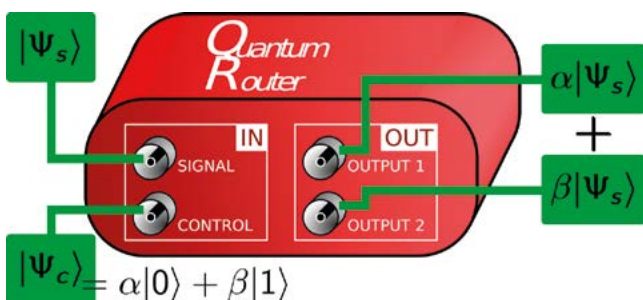
Působení magnetického pole

Přechodná depolarizace buněčné membrány a následná sekvence vnitrobuněčných událostí způsobená magnetickým polem: i) vtok Na^+ skrz napětově řízené kanály (VGSC) ii) zvýšení hladiny cytosolického vápníku a iii) VGSC a na ryanodinovém receptoru závislé zvýšení polymerizace aktinu.

Experimentální realizace efektivního lineárně optického kvantového směrovače

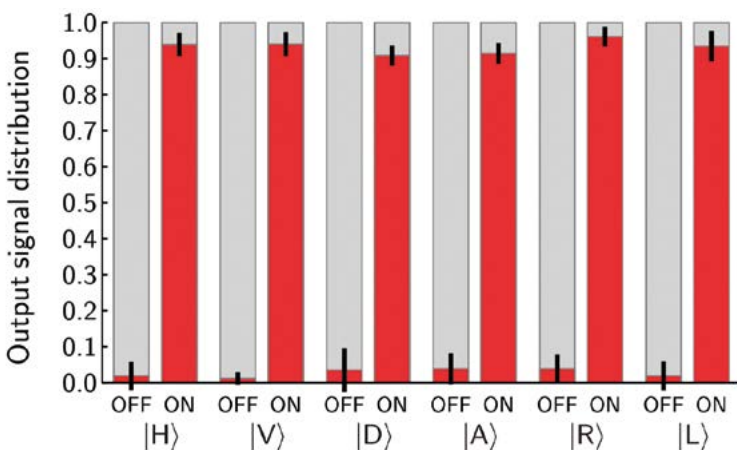
K. Bartkiewicz, A. Černochoch, K. Lemr

Sestrojili jsme prototyp zařízení pro směrování kvantových stavů (qubitů). Toto zařízení umožňuje koherentně směrovat kvantové stavy zakódované do polarizačního stavu jednotlivých fotonů do dvou různých prostorových módů v závislosti na stavu dvou identických kontrolních qubitů. Polarizační stav původního signálního qubitů není operací poškozen. Efektivita směrování může být zvýšena až na 25 %, čímž by se toto zařízení stalo nejefektivnějším současným kvantovým směrovačem.



Konceptní schéma kvantového směrovače

Zařízení směruje signální qubit koherentně do dvou výstupních módů v závislosti na stavu kontrolního qubitů.



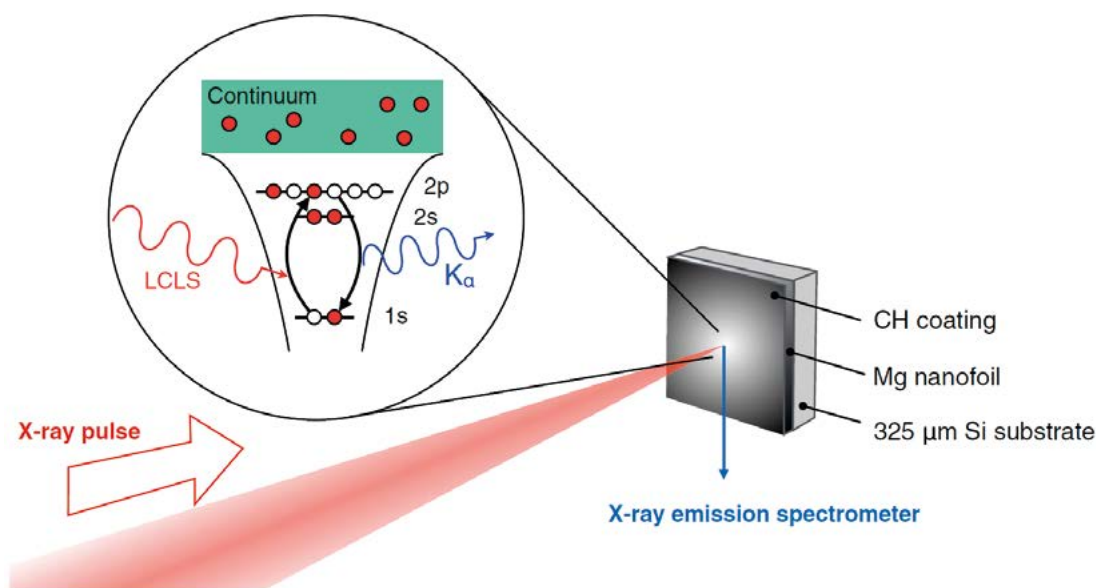
Graf směrovací pravděpodobnosti

Graf znázorňuje pravděpodobnost detekce signálního qubitů v šesti různých polarizačních stavech v prvním výstupním módu pro dva mezní stavy kontrolního qubitů (OFF pro stav $|1\rangle$, ON pro stav $|0\rangle$).

Využití rtg laseru a rtg spektroskopie ke studiu dynamiky srážek elektronů a iontů v hustém plazmatu

Q. Y. van den Berg, E. V. Fernandez-Tello, T. Burian, J. Chalupský, H.-K. Chung, O. Ciricosta, G. L. Dakovski, V. Hájková, P. Hollebon, L. Juha, J. Krzywinski, R.W. Lee, M. P. Minitti, T. R. Preston, A. G. de la Varga, V. Vozda, U. Zastra, J. S. Wark, P. Velarde, S. M. Vinko

Dynamika srážek elektronů a iontů v hustém plazmatu je významná pro studium jeho transportních vlastností, nerovnovážného vývoje a poškození objektů difrakčně zobrazovaných pomocí laserů s volnými elektrony (FEL). Podíleli jsme se na vůbec prvním přímém měření velmi rychlé dynamiky srážek elektronů a iontů, které využívá rezonanční spektroskopie vnitřních hladin v hořčíkovém plazmatu s hustotou pevné fáze vytvořeného a diagnostikovaného fokusovaným svazkem rtg FEL; konkrétně šlo o LCLS - *Linac Coherent Light Source* provozovaný ve SLAC, Menlo Park, Kalifornie, USA.



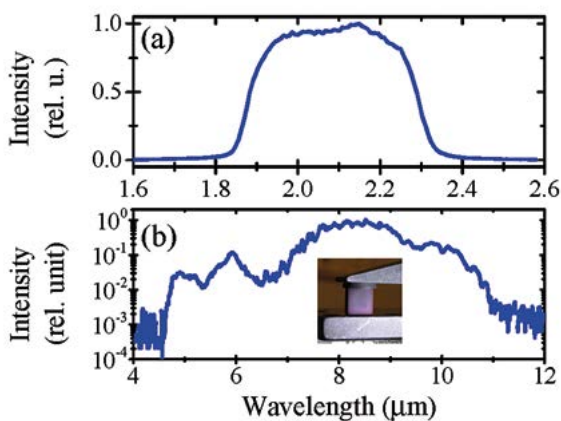
Uspořádání interakčního experimentu na laseru s volnými elektrony LCLS

Fokusovaným pulzem rtg laseru ozáříme vrstvu hořčíku tenkou 54 nm. Vlnová délka FEL je nastavena tak, aby byl elektron v iontech Mg^{7+} rezonančně vypuzen ze slupky 1s do slupky 2p. Tím byla ve slupce 1s vytvořena vakance, k jejímuž zaplnění dojde buď nezářivě (Augerovým jevem), nebo emisí Ka záření.

Femtosekundové impulzy o vlnové délce 8,5 μm získané generováním rozdílové frekvence mezi frekvenčními složkami širokospektrálního impulsu o vlnové délce 2,1 μm

O. Novák, P. R. Krogen, T. Kroh, T. Mocek, F. X. Kärtner, K.-H. Hong

Rozsah aplikací laserových impulzů ve střední a dlouhé infračervené spektrální oblasti v posledních letech značně roste. Femtosekundové impulzy s několika málo cykly elektromagnetického pole jsou důležité pro rychlou spektroskopii i experimenty studující chování nanostruktur a pevných látek v přítomnosti velmi vysokých intenzit záření. Skupina sestávající z vědců centra HiLASE a Massachusetts Institute of Technology (USA) úspěšně demonstrovala generaci impulzů se střední vlnovou délkou 8,5 μm a obrovské šířce 6,2 μm (na úrovni 1 % maxima). Impulzy generované jednoduchou experimentální sestavou měly několik málo cyklů elektromagnetického pole a měly pasivně stabilizovaný posun fáze oscilací elektromagnetického pole vzhledem k jejich obálce. Poslední zmíněná vlastnost je velmi důležitá, protože posun fáze velmi krátkých impulzů významně ovlivňuje interakci záření s hmotou. Výstupní pulzy o energii 2 μJ byly získány jako rozdíl jednotlivých frekvenčních složek samotného vstupního impulsu se střední vlnovou délkou 2,1 μm a šířkou spektra 0,45 μm (na úrovni 10 % maxima). Generování rozdílových frekvencí proběhlo v krystalu AgGaSe_2 , který je vhodný pro tuto spektrální oblast. Vstupní impuls o vlnové délce okolo 2 μm je mnohem výhodnější oproti tradičně používaným impulzům s kratšími vlnovými délkami (0,8 μm nebo 1 μm) vzhledem k vyšší účinnosti konverze do dlouhovlnné infračervené oblasti a menší absorpci vstupního záření v tomto typu krystalu. Je to poprvé, kdy měly vstupní impulzy pro takoveto účinné generování rozdílové frekvence vlnovou délku okolo 2 μm .



Spektrum vstupního a výstupního impulsu

(a) Spektrum širokospektrálního vstupního zdrojového impulsu se střední vlnovou délkou 2,1 μm , (b) spektrum výstupního impulsu získaného jako rozdíl frekvenčních složek impulsu vstupního. Uprostřed je vložen snímek použitého AgGaSe_2 krystalu pro generování rozdílové frekvence.

(Nature) Scientific Reports 8, 4702 (2018)

Doi: 10.1038/s41598-018-23126-7

(Nature) Scientific Reports 8, 6478 (2018)

Doi: 10.1038/s41598-018-24930-x

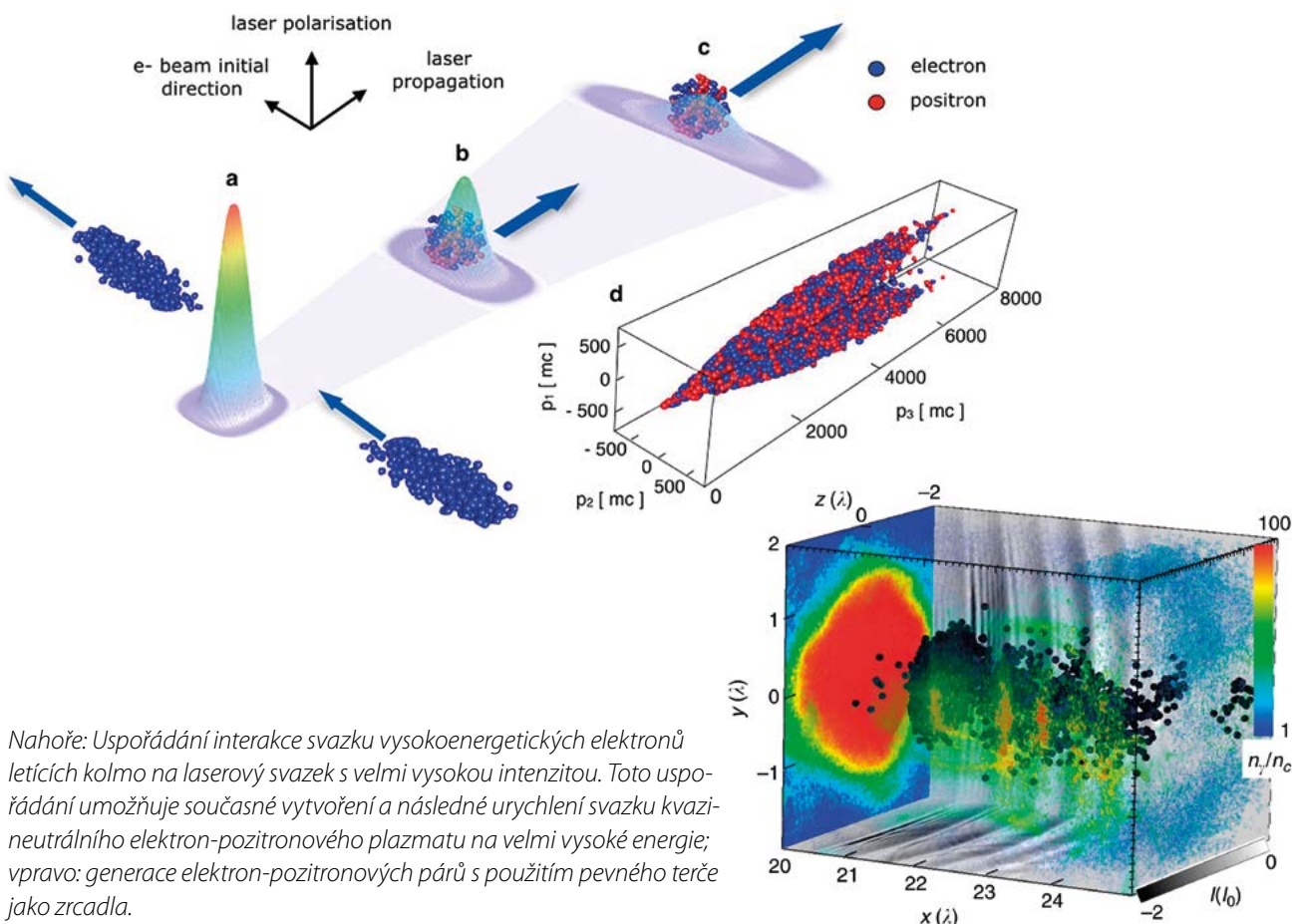
(Nature) Communications Physics 1, 93 (2018)

Doi: 10.1038/s42005-018-0095-3

Interakce laserových impulsů s extrémně vysokou intenzitou

M. Vranic, O. Klimo, G. Korn, S. Weber; E. Gelfer, N. Elikina,
A. Fedotov; Y. Gu, O. Klimo, S. Bulanov, S. Weber,

Při interakci laserových impulsů s extrémně vysokou intenzitou vyšší než 1020 W/cm² dochází k tvorbě extrémně energetických částic [1] a gama fotonů [2], a tato interakce je doprovázena novými neočekávanými fyzikálními jevy [3]. Cílem kinetických simulací a analytických modelů jsou detailní pochopení těchto nových fyzikálních jevů a optimalizace nových způsobů generace sekundárních zdrojů energetických částic a záření. Numerické simulace jsou zaměřeny na predikce a přípravu budoucích experimentů, které mají být prováděny s 10PW laserem v ELI Beamlines.

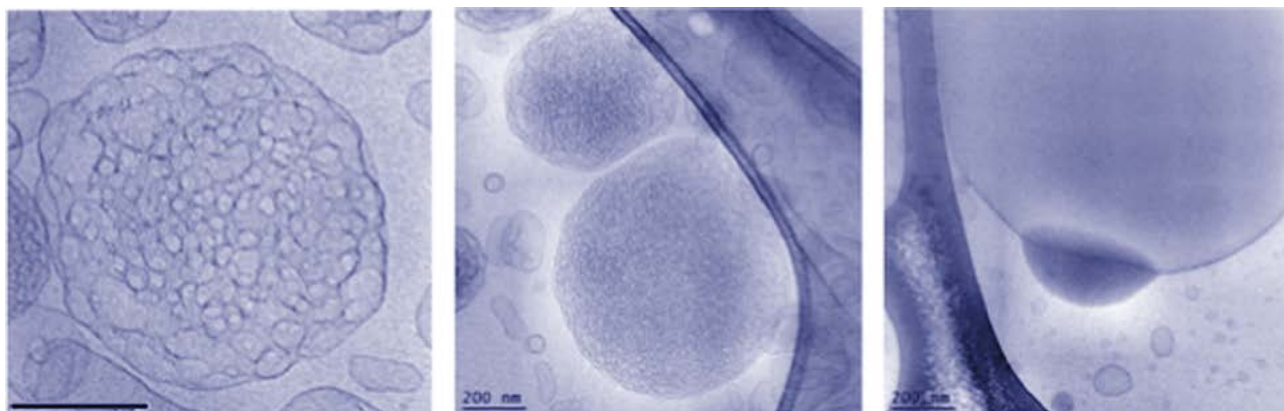


Nahoře: Uspořádání interakce svazku vysokoenergetických elektronů letících kolmo na laserový svazek s velmi vysokou intenzitou. Toto uspořádání umožňuje současné vytvoření a následné urychlení svazku kvazi-neutrálního elektron-pozitronového plazmatu na velmi vysoké energie; vpravo: generace elektron-pozitronových párů s použitím pevného terče jako zrcadla.

Pochopení struktury biolipidů jako cesta k novým způsobům transportu léčiv působících proti neurodegenerativním onemocněním

A. Angelova, M. Drechsler, V. M. Garamus, B. Angelov

Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny (ω -3 PUFA) jsou bioaktivní lipidy s dopadem na medicínu a stravování. Tyto látky působí na strukturu buněčné membrány, regulují genovou expresi a modulují signalizační kaskády. Popíšeme struktury supramolekulárních lipidových agregátů a ukazujeme, že PUFA ovlivňují fázový typ a rozměr těchto přenašečů. Výsledné systémy s mnoha oddíly mohou sloužit jako mezopórézní zásobníky pro společné zapouzdření ω -3 PUFA s léčivými, jež jsou ve vodě nerozpustná, či s hydrofilními makromolekulami pro nový typ léčby.



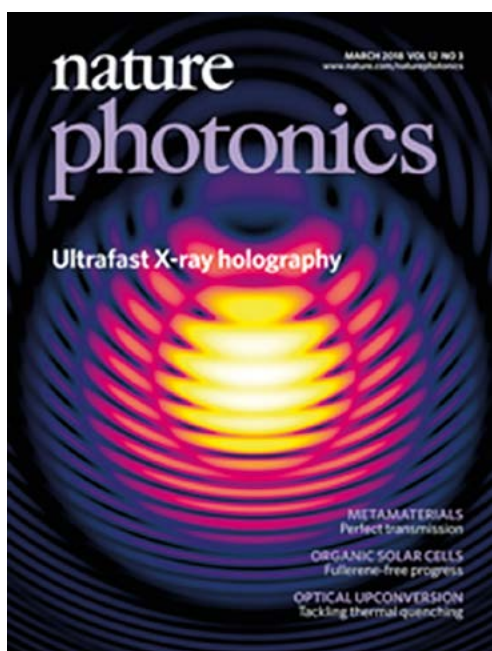
Kapalné krystalové lipidové nosiče z omega-3 nenasycených mastných kyselin.



Realizace holografického zobrazování volných mikročástic pomocí rentgenových laserů

T. Gorkhover, A. Ulmer, K. Ferguson, M. Bucher, F. R. N. C. Maia, J. Bielecki, T. Ekeberg, M. F. Hantke, B. J. Daurer, C. Nettelblad, J. Andreasson, A. Barty, P. Bruza, S. Carron, D. Hasse, J. Krzywinski, D. S. D. Larsson, A. Morgan, K. Mühlig, M. Müller, K. Okamoto, A. Pietrini, D. Rupp, M. Sauppe, G. van der Schot, M. Seibert, J. A. Sellberg, M. Svenda, M. Swiggers, N. Timneanu, D. Westphal, G. Williams, A. Zani, H. N. Chapman, G. Faigel, T. Möller, J. Hajdu, C. Bostedt

Realizovali jsme metodu rentgenové holografie volně letící částice, ve které jsme použili nanoklastry jako referenční rentgenové rozptylující částice k tomu, aby zakódovaly relativní fázovou informaci do difrakčních vzorců zobrazované virové částice. Výsledný hologram obsahuje jednoznačnou trojrozměrnou mapu viru a dvou nanoklastrů se zatím nejlepším změřeným rozlišením v příčném směru dosaženým jednopulzní rentgenovou holografií. Náš přístup odemyká přínosy holografie pro ultrarychlé rentgenové zobrazování nanoskopických neperiodických systémů a klade cestu k přímému zobrazení komplexní elektronové dynamiky až s attosekundovým časovým rozlišením.



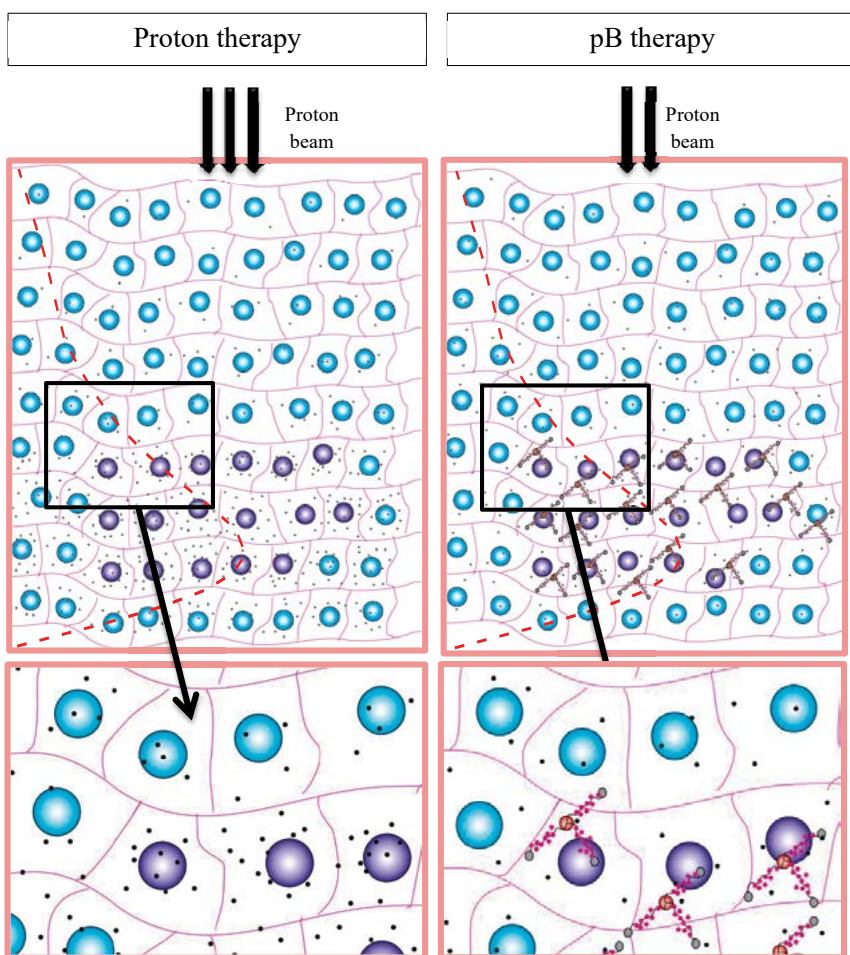
Titulní strana časopisu Nature Photonics s rentgenovým difrakčním vzorcem použitým pro výpočet obrazů malých částic



První experimentální důkaz protonové borové záchytové terapie (PBCT) ke zvýšení efektivity protonové terapie

G. A. P. Cirrone, L. Manti, D. Margarone et al

Využili jsme $p + {}^{11}\text{B} \rightarrow 3\alpha$ reakci, abychom pomocí klinického protonového svazku generovali alfa částice o vysokém LET. Použili jsme merkaptododekaborát sodný (BSH) s přirozeným obsahem boru, abychom maximalizovali četnost reakcí. Zaznamenali jsme významně zvýšenou buněčnou smrt a míru poškození chromozomů. Je tím tedy demonstrována strategie kombinující balistickou přesnost protonu s vyšší RBÚ (relativní biologická účinnost) slibovanou borovou neutronovou záchytovou terapií a terapií ionty ${}^{12}\text{C}$.



Schematické znázornění „konvenční“ radioterapie pomocí protonových svazků s nízkým LET (lineární přenos energie) (vlevo) a demonstrace bórem vylepšené protonové terapie (vpravo). Zatímco v konvenční radioterapii vede dopadající protonový svazek hlavně k izolovaným, většinou opravitelným zlomům v DNA, extrémně lokalizovaná emise záření o vysokém LET produkovaná fúzí protonů a bóru v oblasti Braggova píku způsobuje neopravitelné kumulované poškození DNA, podobně jako je tomu při použití iontů ${}^{12}\text{C}$. To vede tedy k očekávanému zvýšení účinnosti při likvidaci nádorových buněk.

2.10.3 Knihy, monografie

1. H. Beran, V. Cílek, **A. Fejfar**, **E. Hulicius**, L. Lízal, V. Mařík, V. Pačes, M. Punčochář, R. Šrám, J. Vondráš, V. Wagner
Where Czech energetics will be directed?
Albatros Media a.s., 2018, ISBN 978-80-7261-560-5, 240 stran.
2. **J. Hlinka**, **J. Pokorný**, **A. Bubnov**
CPSEM2018: Structural and ferroelectric phase transitions
Eds. J. Hlinka, J. Pokorný, A. Bubnov; Praha 2018, ISBN: 978-80-905962-7-6, 140 stran.
3. B. Honerlage, **I. Pelant**
Symmetry and Symmetry-Breaking in Semiconductors. Fine Structure of Exciton States
Springer Tract in Modern Physisc 279, Springer International Publishing AG, 2018, 240 stran.
4. S. Samal
Thermal Plasma Processing of Ilmenite
Thermal Plasma Processing of Ilmenite, Springer International Publishing AG, 2018, ISBN 978-3-319-70732-7, 80 stran.
5. **D. Savchenko**, A. Kassiba
Frontiers in Magnetic Resonance (Volume 1): Electron Paramagnetic Resonance in Modern Carbon-Based Nanomaterials
Frontiers in Magnetic Resonance (Volume 1): Electron Paramagnetic Resonance in Modern Carbon-Based Nanomaterials, Bentham Science Publishers 2018, ISBN: 978-1-68108-694-1, 288 stran.

2.10.4 Kapitoly v knihách

1. E. Kalabukhova, **D. Savchenko**, B. Shanina
Chapter 13: Paramagnetic Defects in Amorphous Hydrogenated Silicon Carbide and Silicon Carbonitride Films
Frontiers in Magnetic Resonance, Vol. 1, Bentham Books 2018, ISBN 978-1-68108-694-1, pp. 254–282
2. P. Klapetek, **A. Fejfar**, **B. Rezek**, **J. Čermák**
Chapter 10: Local Current Measurements,
Quantitative Data Processing in Scanning Probe Microscopy, 2nd Edition SPM Applications for Nanometrology by Petr Klapetek, Elsevier Science 2018, ISBN 978-01-28133-484
3. **T. Kocourek**, **M. Jelínek**, **V. Studnička**, **J. Drahokoupil**
Chapter 2: Crystalline Thin Layers of BaTiO₃ for Gas Sensors Prepared by PLD Advanced Nanotechnologies for Detection and Defence against CBRN Agents, Springer 2018, ISBN 978-94-024-1297-0, pp. 17–30
4. **I. Kratochvílová**, R. Škoda, **A. Taylor**, J. Škarohlíd, **P. Ashcheulov**, **F. Fendrych**
Polycrystalline diamond coating protects Zr cladding surface against corrosion in water-cooled nuclear reactors: Nuclear fuel durability enhancement
Advanced Coating Materials, pp.123–156
5. J. Minár, I. Di Marco, **J. Koloreň**
Implementation of Exact Diagonalization in KKR+DMFT
Multiple Scattering Theory for Spectroscopies, Eds. D. Sébilleau, K. Hatada, H. Ebert. Springer 2018, ISBN 978-3-319-73810-9, pp. 369–374
6. J. Minár, **O. Šipr**, J. Braun, H. Ebert
Chapter 4: KKR Green's function method in reciprocal and real space
Multiple Scattering Theory for Spectroscopies. Springer Proceedings in Physics book series (SPPHY, volume 204), Springer 2018, ISBN 978-3-319-73810-9, pp. 93–137
7. **M. Ondráček**, **P. Hapala**, **M. Švec**, **P. Jelínek**
Chapter 16: Imaging Charge Distribution Within Molecules by Scanning Probe Microscopy
Kelvin Probe Force Microscopy, eds. S. Sadewasser & T. Glatzel, Springer Series in Surface Sciences, vol. 65, Springer, Cham, 2018, ISBN 978-3-319-75686-8, pp. 499–518
8. P. Písařík, **M. Jelínek**, **J. Remsa**, **J. Mikšovský**
Chapter 46: Antibacterial Coatings for Biomedical Applications
Advanced Nanotechnologies for Detection and Defence against CBRN Agents. Springer 2018, ISBN 978-94-024-1297-0, pp. 467–476

9. **D. Savchenko**
Chapter 12: Size-dependent Effects in Silicon Carbide and Diamond Nanomaterials as Studied by CW and Pulse EPR Methods
 Frontiers in Magnetic Resonance, Vol. 1, Bentham Science Publishers 2018, ISBN: 978-1-68108-694-1, pp. 242–253
10. **D. Savchenko**, A. Pöpp, A. H. Kassiba
Chapter 11: CW and Pulse EPR Study of Paramagnetic Centers in Silicon Carbide Nanomaterials, Frontiers in Magnetic Resonance, Vol. 1, Bentham Science Publishers 2018, ISBN 978-1-68108-694-1, pp.225–242
11. M. V. Shugaev, Miao He, S. A. Lizunov, **Y. Levy**, T. J.-Y. Derrien, V. P. Zhukov, N. B. Bulgakova, L. V. Zhigilei
Insights into Laser-Materials Interaction Through Modeling on Atomic and Macroscopic Scales
 Advances in the Application of Lasers in Materials Science 247, Springer 2018, ISBN 978-3-319-96844-5, pp. 107–148
12. **O. Šipr**
Chapter 29: Magnetic dipole term T_z and its importance for analysing XMCD spectra
 Multiple Scattering Theory for Spectroscopies, Springer Proceedings in Physics book series (SPPHY, volume 204) 2018, ISBN 978-3-319-73810-9, pp. 387–397
13. **L. Šmejkal** and **T. Jungwirth**
Symmetry and topology in antiferromagnetic spintronics
 Topology in Magnetism, Eds. J. Zang, V. Cros, A. Hoffmann, Springer International Publishing 2018, ISBN 978-3-319-97333-3, pp. 267–298
14. A. Taranukhina, A. Novakovich, C. R. Natoli, **O. Šipr**
Multiple Scattering in Green's Function Formalism: Single-Channel and Multichannel Versions
 Multiple Scattering Theory for Spectroscopies. Springer Proceedings in Physics, vol 204. Springer, Cham 2018, ISBN 978-3-319-73810-9, pp. 171–196

2.10.5 Publikace v impaktovaných časopisech

Nové technologie a materiály

1. R. G. Acres, X. Cheng, **K. Beranová**, S. Bercha, T. Skála, V. Matolín, Y. Xu, K. C. Prince, and N. Tsud
An experimental and theoretical study of adenine adsorption on Au(111)
 Phys. Chem. Chem. Phys. 20 (2018) 4688–4698.
2. **P. Ashcheulov**, **A. Taylor**, **V. Mortet**, A. Poruba, F. Le Formal, H. Krýsová, M. Klementová, **P. Hubík**, **J. Kopeček**, J. Lorinčík, Jun-Ho Yum, **I. Kratochvílová**, L. Kavan, K. Sivula
Nanocrystalline Boron-Doped Diamond as a Corrosion Resistant Anode for Water Oxidation via Si Photoelectrodes
 ACS Applied Materials and Interfaces 10 (2018) 29552–29564.
3. **O. Babchenko**, G. Vanko, M. Gerboc, **T. Ižák**, M. Vojs, T. Lalinský, **A. Kromka**
Study on electronic properties of diamond/SiNx-coated AlGaIn/GaN high electron mobility transistors operating up to 500 °C
 Diam. Relat. Mater. 89 (2018) 266–272.
4. **V. Babin**, **P. Boháček**, **K. Jurek**, M. Kučera, **M. Nikl**, S. Zazubovich
Dependence of Ce³⁺-related photo- and thermally stimulated luminescence characteristics on Mg²⁺ content in single crystals and epitaxial films of Gd₃(Ga,Al)₅O₁₂:Ce,Mg
 Opt. Mater. 83 (2018) 290–299.
5. **V. Babin**, **M. Buryi**, V. Chlan, Y. Fomichov, K. Kamada, **V. V. Laguta**, **M. Nikl**, **J. Pejchal**, H. Štěpánková, A. Yoshikawa, Yu. Zagorodniy, S. Zazubovich
Influence of gallium content on Ga³⁺ position and photo – and thermally stimulated luminescence in Ce³⁺-doped multicomponent (Y, Lu)₃Ga_xAl_{5-x}O₁₂ garnets
 J. Lumin. 200 (2018) 141–150.
6. K. Bajžíková, J. Veselý, V. Kozmík, J. Svoboda, **V. Novotná**, D. Pocięcha
Diphenylthiophenes as central part for the design of bent-core liquid crystalline compounds.
 J. Mol. Liq. 267 (2018) 496–503.

7. **K. Bartosiewicz, V. Babin, K. Kamada, A. Yoshikawa, A. Beitlerová, M. Nikl**
Effects of Gd/Lu ratio on the luminescence properties and garnet phase stability of Ce³⁺ activated Gd_xLu_{3-x}Al₅O₁₂ single crystals
Opt. Mater. 80 (2018) 98–105.
8. **Petr Brázda, Pingo Mutombo, Martin Ondráček, Cinthia Antunes Corrêa, Jaromír Kopeček, Lukáš Palatinus**
Silicene-terminated surface of calcium and strontium disilicides: properties and comparison with bulk structures by computational methods
Philos. Mag. 98 (2018) 1131–1150.
9. **A. Bubnov, M. Cigl, A. Machado, D. Pocięcha, V. Hamplová, M. Cidade**
Design of calamitic self-assembling reactive mesogenic units: mesomorphic behaviour and rheological characterization
Liq. Cryst. 45 (2018) 561–573.
10. **A. Bubnov, C. Vacek, M. Czerwiński, T. Vojtylová, W. Piecek, V. Hamplová**
Design of polar self-assembling lactic acid derivatives with the keto group possessing sub-micrometre helical pitch
Beilstein J. Nanotechnol. 9 (2018) 333–341.
11. **Jakub Budil, Petra Matyska Lišková, Anna Artemenko, Egor Ukraintsev, Ivan Gordeev, Jana Beranová, Ivo Konopásek, Alexander Kromka**
Anti-adhesive properties of nanocrystalline diamond films against Escherichia coli bacterium: Influence of surface termination and cultivation medium
Diam. Relat. Mater. 83 (2018) 87–93.
12. **J. Cajzl, B. Akhetova, P. Někviňová, A. Macková, P. Malinský, J. Oswald, Z. Remeš, M. Varga, A. Kromka**
Co-implantation of Er and Yb ions into single-crystalline and nano-crystalline diamond
Surf. Interface Anal. 50 (2018) 1218–1223.
13. **J. Cajzl, P. Někviňová, A. Macková, P. Malinský, J. Oswald, Z. Remeš, M. Varga, A. Kromka, B. Akhetova, R. Böttger, V. Prajzler**
Erbium Luminescence Centres in Single – and Nano-Crystalline Diamond – Effects of Ion Implantation Fluence and Thermal Annealing
Micromachines 9 (2018) 316–330.
14. **J. Čapek, E. Jablonská, J. Lipov, T. F. Kubatík, D. Vojtěch**
Preparation and characterization of porous zinc prepared by spark plasma sintering as a material for biodegradable scaffolds
Mater. Chem. Phys. 203 (2018) 249–258.
15. **R. Carron, E. Avancini, T. Feurer, B. Bissig, P. A. Losio, R. Figi, C. Schreiner, M. Bürki, E. Bourgeois, Z. Remeš, M. Nesladek, S. Buecheler, A. N. Tiwari**
Refractive indices of layers and optical simulations of Cu(In,Ga)Se₂ solar cells
Sci. Tech. Adv. Mater. 19 (2018) 396–410.
16. **X. Chen, Z. Hu, M. Cao, C. Hu, S. Liu, H. Chen, Y. Shi, H. Kou, T. Xie, A. Vedda, V. Jarý, R. Kučerková, M. Nikl, J. Li**
Influence of cerium doping concentration on the optical properties of Ce,Mg:LuAG scintillation ceramics
J. Eur. Ceram. Soc. 38 (2018) 3246–3254.
17. **Xiaopu Chen, Zewang Hu, Jiawei Dai, Haohong Chen, Yun Shi, Huamin Kou, R. Kučerková, A. Beitlerová, M. Nikl, Jiang Li**
Fabrication and optical properties of cerium doped Lu₃Ga₃Al₂O₁₂ scintillation ceramics
Opt. Mater. 85 (2018) 121–126.
18. **X. Chen, Z. Hu, J. Dai, H. Chen, Y. Shi, H. Kou, T. Wang, A. Vedda, A. Beitlerová, R. Kučerková, M. Nikl, J. Li**
The influence of air annealing on the microstructure and scintillation properties of Ce,Mg:LuAG ceramics
J. Am. Chem. Soc. 102 (2018) 1805–1813.
19. **W. Chewpraditkul, W. R. Chewpraditkul, N. Yawai, K. Wantong, M. Kucera, Z. Lucenicova, M. Nikl**
Scintillation Characteristics of GAGG:Ce Single-Crystalline Films Grown by Liquid Phase Epitaxy
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2131–2135.
20. **W. Chewpraditkul, N. Pattanaboonmee, O. Sakthong, W. Chewpraditkul, T. Szczesniak, M. Moszynski, K. Kamada, A. Yoshikawa, M. Nikl**
Luminescence and scintillation characteristics of (GdxY3-x)Al2Ga3O12:Ce (x = 1,2,3) single crystals
Opt. Mater. 76 (2018) 162–168.

21. W. Chewpraditkul, N. Pattanaboonmee, O. Sakthong, W. Chewpraditkul, T. Szczesniak, M. Moszynski, K. Kamada, S. Kurosawa, A. Yoshikawa, **M. Nikl**
Scintillation properties of Gd₃(Al_{5-x}Ga_x)O₁₂:Ce (x = 2.3, 2.6, 3.0) single crystals
Opt. Mater. 81 (2018) 23–29.
22. Z. Dai, Q. Liu, G. Toci, M. Vannini, A. Pirri, **V. Babin, M. Nikl**, W. Wang, H. Chen, J. Li
Fabrication and laser oscillation of Yb:Sc₂O₃ transparent ceramics from co-precipitated nano-powders
J. Eur. Ceram. Soc. 38 (2018) 1632–1638.
23. **M. Davydova**, A. Laposa, J. Smarhak, **A. Kromka, N. Neykova**, J. Nahlik, J. Kroutil, **J. Drahekoupil**, J. Voves
Gas-sensing behaviour of ZnO/diamond nanostructures
Beilstein J. Nanotechnol. 9 (2018) 22–29.
24. **M. Davydova, A. Taylor, P. Hubík, L. Fekete, L. Klimša**, D. Trémouilles, A. Soltani, **V. Mortet**
Characteristics of zirconium and niobium contacts on boron-doped diamond
Diam. Relat. Mater. 83 (2018) 184–189.
25. **M. Domonkos, T. Ižák, M. Varga, Š. Potocký, P. Demo, A. Kromka**
Diamond nucleation and growth on horizontally and vertically aligned Si substrates at low pressure in a linear antenna microwave plasma system
Diam. Relat. Mater. 82 (2018) 41–49.
26. T. Dostalova, M. Kasparova, P. Kriz, S. Halamova, **M. Jelínek**, P. Bradna, J. Mendricky
Intraoral scanner and stereographic 3D print in dentistry – quality and accuracy of model – new laser application in clinical practice
Laser Phys. 28 (2018) 125602(1)–125602(7).
27. **K. Dragounová, T. Ižák, A. Kromka**, Z. Potůček, Z. Bryknar, Š. Potocký
Influence of the growth temperature on the Si-V photoluminescence in diamond thin films
Appl. Phys. A-Mater. 124 (2018) 1–5.
28. C. Dujardin, E. Auffray, E. Bourret-Courchesne, P. Dorenbos, P. Lecoq, **M. Nikl**, A. N. Vasilev, A. Yoshikawa, R. -Y. Zhu
Needs, Trends, and Advances in Inorganic Scintillators
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 1977–1997.
29. F. Faisal, M. Bertram, C. Stumm, T. Wähler, R. Shuster, Y. Lykhach, A. Neitzel, T. Skála, N. Tsud, **K. Beranová**, K. C. Prince, V. Matolín, O. Brummel, and J. Libuda
Electrocatalysis with Atomically Defined Model Systems: Metal-Support Interactions between Pt Nanoparticles and Co₃O₄(111) under Ultrahigh Vacuum and in Liquid Electrolytes
J. Phys. Chem. C 122 (2018) 20787–20799.
30. F. Faisal, C. Stumm, M. Bertram, F. Waidhas, Y. Lykhach, S. Cherevko, F. Xiang, M. Ammon, M. Vorokhta, B. Šmíd, T. Skála, N. Tsud, A. Neitzel, **K. Beranová**, K. C. Prince, S. Geiger, O. Kasian, Wähler, R. Schuster, M. A. Schneider, V. Matolín, K. J. J. Mayrhofer, O. Brummel, and J. Libuda
Electrifying model catalysts for understanding electrocatalytic reactions in liquid electrolytes
Nature Mater. 17 (2018) 592–598.
31. **J. Fait, J. Čermák, J. Stuchlík, B. Rezek**
Complex nano-patterning of structural, optical, electrical and electron emission properties of amorphous silicon thin films by scanning probe
Appl. Surf. Sci. 428 (2018) 1159–1165.
32. M. Falk, I. Falková, E. Pagáčová, O. Kopečná, A. Bačíková, **D. Šimek, M. Golan**, S. Kozubek, M. Pekarová, S. E. Follett, B. Klejdus, K. W. Elliott, K. Varga, O. Teplá, **I. Kratochvílová**
Chromatin architecture changes and DNA replication fork collapse are critical features in cryopreserved cells that are differentially controlled by cryoprotectants
Sci. Rep. 8/14694 (2018) 1–18.
33. **J. Fikáček, O. Heczko, V. Kopecký, J. Kaštil, J. Honolka**
Magneto-optical Kerr effect of a Ni_{2.00}Mn_{1.16}Ga_{0.84} single crystal across austenite and intermartensite transitions
J. Magn. Magn. Mater. 452 (2018) 373–379.
34. J. Fitas, M. Marzec, M. Szymkowiak, T. Jaworska-Gołąb, A. Deptuch, M. Tykarska, K. Kurp, M. Żurowska, **A. Bubnov**
Mesomorphic, electro-optic and structural properties of binary liquid crystalline mixtures with ferroelectric and antiferroelectric liquid crystalline behaviour
Phase Transit. 91 (2018) 1017–1026.

35. **M. Fousová, D. Dvorský, M. Vronka, D. Vojtěch, P. Lejček**
The use of selective laser melting to increase the performance of AlSi9Cu3Fe alloy
Materials 11 (2018) 1918 (1)–1918 (16).
36. M. Frost, P. Sedlák, **L. Heller, L. Kadeřávek, P. Šittner**
Experimental and computational study on phase transformations in superelastic NiTi snake-like spring
Smart Mater. Struct. 27 (2018) 095005 (1)–095005 (10).
37. M. A. Gebbie, H. Ishiwata, P. J. McQuade, **V. Petrak, A. Taylor**, Ch. Freiwald, J. E. Dahl, R. M. K. Carlson, A. A. Fokin, P. R. Schreiner, Zhi-Xun Shen, M. Nesladek, N. A. Melosh
Experimental measurement of the diamond nucleation landscape reveals classical and nonclassical features
Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 115 (2018) 8284–8289.
38. **M. Glogarová, V. Novotná, A. Bubnov**
Dielectric response of ferroelectric liquid crystals in samples of finite thickness
Ferroelectrics 532 (2018) 20–27.
39. **M. Golan**, J. Příbyl, M. Pešl, Š. Jelínková, I. Acimovic, J. Jaroš, V. Rotrekl, M. Falk, L. Šefc, P. Skládal, **I. Kratochvílová**
Cryopreserved cells regeneration monitored by atomic force microscopy and correlated with state of cytoskeleton and nuclear membrane
IEEE Trans. Nanobiosci. 17 (2018) 485–497.
40. L. Grigorjeva, K. Kamada, **M. Nikl**, A. Yoshikawa, S. Zazubovich, A. Zolotarjovs
Effect of Ga content on luminescence and defects formation processes in Gd3(Ga,Al)5O12:Ce single crystals
Opt. Mater. 75 (2018) 331–336.
41. P. Haušild, M. Karlík, J. Čech, F. Průša, K. Nová, P. Novák, P. Minárik, **J. Kopeček**
Preparation of Fe–Al–Si Intermetallic Compound by Mechanical Alloying and Spark Plasma Sintering
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 724–728.
42. M. Havránek, T. Benka, M. Hejtmánek, Z. Janoska, V. Kafka, **J. Kopeček**, M. Kuklová, M. Marčíšovská, M. Marčíšovský, G. Neue, P. Švihra, L. Tomášek, P. Vančura, V. Vrba
MAPS sensor for radiation imaging designed in 180 nm SOI CMOS technology
JINST 13 (2018) 1–8.
43. **O. Heczko, V. Drchal, S. Cichoň, L. Fekete, J. Kudrnovský, I. Kratochvílová, J. Lančok, V. Cháb**
Electronic structure in the twinned 10M martensite phase of the Ni49.7Mn29.1Ga21.2 Heusler alloy: Experiment and theory
Phys. Rev. B 98 (2018) 184407(1)–184407(8).
44. **Oleg Heczko**, Hanuš Seiner, Pavla Stoklasová, Petr Sedlák, Jan Sermeus, Christ Glorieux, Anja Backen, Sebastian Fähler, Michal Landa
Temperature dependence of elastic properties in austenite and martensite of Ni–Mn–Ga epitaxial films
Acta Mater. 145 (2018) 298–305.
45. **L. Heller**, H. Seiner, **P. Šittner**, P. Sedlák, **O. Tyc, L. Kadeřávek**
On the plastic deformation accompanying cyclic martensitic transformation in thermomechanically loaded NiTi
Int. J. Plast. 111 (2018) 53–71.
46. **J. Hellerstedt, A. Cahlík, M. Švec**, B. de la Torre, M. Moro-Lagares, **T. Chutora**, B. Papoušková, G. Zoppellaro, **P. Mutombo**, M. Ruben, R. Zbořil, **P. Jelinek**
On-surface structural and electronic properties of spontaneously formed Tb2Pc3 single molecule magnets
Nanoscale 10 (2018) 15553–15563.
47. M. Horčic, J. Svoboda, **V. Novotná**, D. Pocięcha, E. Gorecka
Bent-core dimers with top-to-bottom linkage between central units
RSC Adv. 8 (2018) 22974–22985.
48. T. Horiai, S. Kurosawa, R. Murakami, Y. Shoji, **J. Pejchal**, A. Yamaji, Y. Ohashi, K. Kamada, Y. Yokota, T. Ishizu, Y. Ohishi, T. Nakaya, A. Yoshikawa
Crystal growth and temperature dependence of light output of Ce-doped (Gd, La, Y)2Si2O7 single crystals
J. Cryst. Growth 486 (2018) 173–177.
49. **J. Houdková**, M. Branecký, T. Plichta, **P. Jiříček, J. Zemek**, V. Čech
Chemical depth profile of layered a-CSiO:H nanocomposites
Appl. Surf. Sci. 456 (2018) 941–950.

50. M. Hromadová, J. Kocábová, L. Pospíšil, **S. Cichoň, V. Cháb**, M. Novák, J. Macák
Hydrogen Evolution Reaction at Zirconium and Si-Modified Zirconium Electrodes. Electrochemistry at Fractal Interfaces
Chem. Commun. 50 (2018) 75–81.
51. Z. Hu, X. Chen, J. Dai, H. Chen, Yun Shi, H. Kou, T. Xie, Z. Yang, L. Wu, Y. Pan, **M. Nikl**, J. Li
The influences of stoichiometry on the sintering behavior, optical and scintillation properties of Pr:LuAG ceramics
J. Eur. Ceram. Soc. 38 (2018) 4252–4259.
52. B. Jakubcová, J. Turňová, O. Řehounek, J. Polák, A. Mineva, **A. Taylor, P. Hubík, V. Petrák, V. Petráková**
Neuron Adhesion on Diamond: Competition between Polymer Treatment and Surface Morphology
Adv. Eng. Mater. 20 (2018) 1800182 (1)–1800182 (10).
53. **V. Jarý, P. Boháček, J. Pejchal, A. Beitlerová, B. Trunda**, D. Pánek, P. Brůža, S. Kurosawa, A. Yoshikawa, **M. Nikl**
Scintillating Ceramics Based on Non-stoichiometric Strontium Hafnate
Opt. Mater. 77 (2018) 246–252.
54. **V. Jarý, L. Havlák, J. Bárta**, M. Rejman, **A. Bystřický**, Ch. Dujardin, G. Ledoux, **M. Nikl**
Circadian Light Source Based on $K_xNa_{1-x}LuS_2:Eu^{2+}$ Phosphor
ECS J. Solid State Sci. Technol. 7(1) (2018) R3182–R3188.
55. **M. Jelínek, E. Buixaderas, J. Drahokoupil, T. Kocourek, J. Remsa, P. Vaněk**, M. Vandrovcová, M. Doubková, L. Bačáková
Laser-synthesized nanocrystalline, ferroelectric, bioactive $BaTiO_3/Pt/FS$ for bone implants
J. Biomater. Appl. 32 (2018) 1464–1475.
56. **V. Jirásek, Š. Stehlík, P. Štenclová, A. Artemenko, B. Rezek, A. Kromka**
Hydroxylation and self-assembly of colloidal hydrogenated nanodiamonds by aqueous oxygen radicals from atmospheric pressure plasma jet
RSC Adv. 8 (2018) 37681–37692.
57. **Miloš Jirsa, Michal Rameš**, Ivan Ďuran, Ladislav Viererbl
Effect of Neutron Irradiation on Critical Currents of REBaCuO Superconducting Tapes Considered for Magnets in Fusion Reactors
IEEE Trans. Appl. Supercond. 28 (2018) 6601505(1)–6601505(5).
58. K. Kamada, H. Yamaguchi, M. Yoshino, S. Kurosawa, Y. Shoji, Y. Yokota, Y. Ohashi, **J. Pejchal, M. Nikl**, A. Yoshikawa
Mg,Ce co-doped $Lu_2Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}$ by micro-pulling down method and their luminescence properties
Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 04FJ06(1)–04FJ06(5).
59. T. Káňa, A. Ostapovets, **V. Paidar**
The matrix–twin transition in a perfect Mg crystal: Ab initio study
Int. J. Plast. 108 (2018) 186–200.
60. Mahdi Kazazi; Zahid Ali Zafar; Mehdi Delshad; **Jiri Cervenka**; Changxin Chen
TiO₂/CNT nanocomposite as an improved anode material for aqueous rechargeable aluminum batteries
Solid State Ion. 320 (2018) 64–69.
61. K. Kirakci, J. Zelenka, M. Rumlová, **J. Martinčík, M. Nikl**, T. Ruml, K. Lang
Octahedral molybdenum clusters as radiosensitizers for X-ray induced photodynamic therapy
J. Mater. Chem. B 6 (2018) 4301–4307.
62. S. Kodama, S. Kurosawa, **J. Pejchal, R. Král**, A. Yamaji, Y. Ohashi, Y. Yokota, K. Kamada, **M. Nikl**, A. Yoshikawa
Growth and Luminescent Properties of Cs_2HfCl_6 Scintillators Doped With Alkaline Earth Metals
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2169–2173.
63. S. Kodama, S. Kurosawa, A. Yamaji, **J. Pejchal, R. Král**, Y. Ohashi, K. Kamada, Y. Yokota, **M. Nikl**, A. Yoshikawa
Growth and luminescent properties of Ce and Eu doped Cesium Hafnium Iodide single crystalline scintillators
J. Cryst. Growth 492 (2018) 1–5.
64. **J. Kopeček**, K. Bartha, R. Mušálek, Z. Pala, T. Chráska, P. Beran, V. Ryukhtin, P. Strunz, J. Nováková, J. Stráský, P. Novák, **O. Heczko**, M. Landa, H. Seiner, M. Janeček
Structural characterization of semi-heusler/light metal composites prepared by spark plasma sintering
Sci. Rep. 8 (2018) 11133-1-11133-13.
65. I. Kopova, **B. Rezek**, S. Stehlik, **E. Ukraintsev**, N. Slepickova Kasalkova, P. Slepicka, S. Potocky, L. Bacakova
Growth of Primary Human Osteoblasts on Plasma-Treated and Nanodiamond-Coated PTFE Polymer Foils
phys. status solidi b 0 (2018) 1700595-1-1700595-7.

66. V. Kozmík, E. Rodinová, T. Prausová, J. Svoboda, **V. Novotná**, E. Gorecka, D. Pociеча
Mesogens with central naphthalene core substituted at various positions
Liq. Cryst. 45 (2018) 746–756.
67. **I. Kratochvílová**, O. Kopečná, A. Bačíková, E. Pagáčová, I. Falková, S. E. Follett, K. W. Elliott, K. Varga, **M. Golan**, M. Falk
Changes in cryopreserved cell nuclei serve as indicators of processes during freezing and thawing
Langmuir 2 (2018) 1–13.
68. **I. Kratochvílová**, J. Šebera, B. Paruzel, J. Pflieger, P. Toman, **E. Marešová**, Š. Havlová, **P. Hubík**, **M. Buryi**, M. Vršata, R. Slota, M. Zakrzyk, **J. Lančok**, **M. Novotný**
Electronic functionality of Gd-bisphthalocyanine: Charge carrier concentration, charge mobility, and influence of local magnetic field
Synth. Met. 236 (2018) 68–78.
69. J. Kroutil, A. Laposa, J. Voves, **M. Davydova**, J. Nahlik, P. Kulha, M. Husak
Performance Evaluation of Low-Cost Flexible Gas Sensor Array With Nanocomposite Polyaniline Films
IEEE Sens. J. 18 (2018) 3759–3766.
70. R. Krumpolec, T. Homola, D. C. Cameron, J. Humlíček, O. Caha, **K. Kuldová**, R. Zazpe, J. Příkryl, J. M. Macak
Structural and Optical Properties of Luminescent Copper(I) Chloride Thin Films Deposited by Sequentially Pulsed Chemical Vapour Deposition
Coatings 8 (2018) 369(1)–369(16).
71. J. Krýsa, A. Němečková, M. Zlámal, T. Kotrla, M. Baudys, Š. Kment, **Z. Hubička**, M. Neumann-Spallart
 α -Fe₂O₃/TiO₂ stratified photoanodes
J. Photochem. Photobiol. A-Chem. 366 (2018) 12–17.
72. S. Kurosawa, T. Horiai, R. Murakami, Y. Shoji, **J. Pejchal**, A. Yamaji, S. Kodama, Y. Ohashi, Y. Yokota, K. Kamada, A. Yoshikawa, A. Ohnishi, M. Kitaura
Comprehensive Study on Ce-Doped (Gd, La)₂Si₂O₇ Scintillator
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2136–2139.
73. **V. Laguta**, **M. Buryi**, **J. Pejchal**, **V. Babin**, **M. Nikl**
Hole Self-Trapping in Y₃Al₅O₁₂ and Lu₃Al₅O₁₂ Garnet Crystals
Phys. Rev. Appl. 10 (2018) 034058(1)–034058(10).
74. **V. Lavrentiev**, **D. Chvostova**, A. Stupakov, I. Lavrentieva, J. Vacik, M. Motylenko, M. Barchuk, D. Rafaja, **A. Dejneka**
Quantum plasmon and Rashba-like spin splitting in self-assembled Co_xC₆₀ composites with enhanced Co content (x > 15)
Nanotechnology 29 (2018) 135701(1)–135701(9).
75. **P. Lejček**, S. Hofmann
Prediction of binary interaction coefficients in grain boundary segregation
Surf. Interface Anal. 50 (2018) 640–647.
76. **P. Lejček**, M. Všíanská, M. Šob
Recent trends and open questions in grain boundary segregation
J. Mater. Res. 33 (2018) 2647–2660.
77. B. Lesiak, L. Kover, J. Toth, **J. Zemek**, **P. Jiříček**, **A. Kromka**, N. Rangam
C sp²/sp³ hybridizations in carbon nanomaterials-XPS and (X)AES study
Appl. Surf. Sci. 452 (2018) 223–231.
78. P. Lišková, J. Beranová, **E. Ukraintsev**, R. Fišer, O. Kofroňová, O. Benada, I. Konopásek, **A. Kromka**
Diamond nanoparticles suppress lateral growth of bacterial colonies
Colloid Surf. B-Biointerfaces 170 (2018) 544–552.
79. R. Lorenzi, N. V. Golubev, M. Z. Ziyatdinova, **V. Jarý**, **V. Babin**, G. E. Malashkevich, A. Paleari, V. N. Sigaev, M. Fasoli, **M. Nikl**
Radio- and photoluminescence properties of Ce/Tb co-doped glasses with huntite-like composition
Opt. Mater. 78 (2018) 247–252.
80. M. T. Lucchini, O. Baganov, E. Auffray, **P. Bohacek**, M. Korjik, D. Kozlov, S. Nargelas, **M. Nikl**, S. Tikhomirov, G. Tamulaitis, A. Vaitkevicius, K. Kamada, A. Yoshikawa
Measurement of non-equilibrium carriers dynamics in Ce-doped YAG, LuAG and GAGG crystals with and without Mg-codoping
J. Lumin. 194 (2018) 1–7.

81. Y. Lykhach, F. Faisal, T. Skála, A. Neitzel, N. Tsud, M. Vorokhta, F. Dvořák, **K. Beranová**, Y. Kosto, K. C. Prince, V. Matolín, J. Libuda
Interplay between the metal-support interaction and stability in Pt/Co₃O₄(111) model catalysts
J. Mater. Chem. 6 (2018) 23078–23086.
82. A. Mairena, Ch. Wäckerlin, M. Wienke, K. Grenader, A. Terfort, K. -H. Ernst
Diastereoselective Ullmann Coupling to Bishelicenes by Surface Topochemistry
J. Am. Chem. Soc. 140 (2018) 15186–15189.
83. E. Marešová, D. Tomeček, P. Fitl, **J. Vlček**, M. Novotný, L. Fišer, Š. Havlová, **P. Hozák**, A. Tudor, T. Glennon, L. Florea, S. Coyle, D. Diamond, Z. Skaličan, M. Hoskovicová, M. Vršata
Textile chemiresistors with sensitive layers based on polymer ionic liquids: Applicability for detection of toxic gases and chemical warfare agents
Sensor Actuat. B-Chem. 266 (2018) 830–840.
84. C. C. Mayorga-Martinez, Z. Sofer, J. Luxa, Š. Huber, D. Sedmidubský, **P. Brázda**, **L. Palatinus**, M. Mikulics, P. Lazar, R. Medlín, M. Pumera
Ta₂S₃ Nanofibers: Layered Trichalcogenide for High Performance Electronic and Sensing Devices
ACS Nano 12 (2018) 464–473.
85. J. Mičová, **M. Buryi**, **D. Šimek**, **J. Drahokoupil**, **N. Neykova**, Y. -Y. Chang, **Z. Remeš**, O. Pop-Georgievski, J. Svoboda, Ch. Im
Synthesis, optical properties and crystal quality of zinc oxide nanostructures
Appl. Surf. Sci. 461 (2018) 190–195.
86. **E. Mihóková**, **V. Babin**, **J. Pejchal**, V. Čuba, **J. Bárta**, K. Popovich, L. S. Schulman, A. Yoshikawa, and **M. Nikl**
Afterglow and Quantum Tunneling in Ce-Doped Lutetium Aluminum Garnet
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2085–2089.
87. J. Milavec, A. Resetic, **A. Bubnov**, B. Zalar, V. Domenici
Dynamic investigations of liquid crystalline elastomers and their constituents by 2H NMR spectroscopy
Liq. Cryst. 45 (2018) 2158–2173.
88. M. Morales-Masis, E. Rucavado, R. Monnard, L. Barraud, **J. Holovský**, M. Despeisse, M. Boccard, C. Ballif
Highly Conductive and Broadband Transparent Zr-Doped In₂O₃ as Front Electrode for Solar Cells
IEEE J. Photovoltaics 5 (2018) 1202–1207.
89. **V. Mortet**, **A. Taylor**, Z. Vlčková Živcová, D. Machon, O. Frank, **P. Hubík**, D. Tremouilles, L. Kavan
Analysis of heavily boron-doped diamond Raman spectrum
Diam. Relat. Mater. 88 (2018) 163–166.
90. Miryala Muralidhar, Masaki Higuchi, Kotaro Kitamoto, Michael R. Koblischka, **Milos Jirsa** and Masato Murakami
Enhanced Critical Current Density in Bulk MgB₂
IEEE Trans. Appl. Supercond. 28 (2018) 8000405(1)–8000405(5).
91. V. Murašková, **M. Dušek**, **M. Buryi**, **V. Laguta**, Š. Huber, D. Sedmidubský
Synthesis, characterization and X-ray crystal structure of an iron(III) complex of a tripodal pyridoxal Schiff base ligand: effects of positional disorder on its magnetic properties
Transit. Met. Chem. 43 (2018) 605–619.
92. Denys Musienko, **Ladislav Straka**, **Ladislav Klimša**, Andrey Saren, Alexei Sozinov, **Oleg Heczko**, Kari Ullakko
Giant magnetic-field-induced strain in Ni-Mn-Ga micropillars
Scripta Mater. 150 (2018) 173–176.
93. M. Lunova, **A. Prokhorov**, M. Jirsa, M. Hof, A. Olzynska, P. Jurkiewicz, S. Kubinova, **O. Lunov**, **A. Dejneka**
Targeting nanoparticles to modulate mTOR activity in cancer cells
FEBS Open Bio 8 (2018) 93–94.
94. P. Novák, F. Průša, K. Nová, A. Bernatíková, P. Salvetr, **J. Kopeček**, P. Haušild
Application of Mechanical Alloying in Synthesis of Intermetallics
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 720–723.
95. **V. Novotná**, **V. Hamplová**, **M. Glogarová**, **L. Lejček**, E. Gorecka
Effect of the applied electric field on new cholesterics with extremely short pitch.
Liq. Cryst. 45 (2018) 634–640.

96. **J. Olejníček**, M. Zlámal, **Z. Hubička**, R. Perekrestov, **P. Kšírová**, **M. Čada**, Š. Kment, J. Krýsa
Fe-Ti alloy layer plasma deposition – Monitoring of plasma parameters and properties of deposited alloys, anodization and photoelectrochemical characterization
Catal. Today 313 (2018) 239–244.
97. **L. Ondič**, **M. Varga**, **I. Pelant**, **A. Kromka**, **K. Hruška**, R. G. Elliman
Two-dimensional photonic crystals increasing vertical light emission from Si nanocrystal-rich thin layers
Beilstein J. Nanotechnol. 9 (2018) 2287–2296.
98. **V. Paidar**, M. Čák, M. Šob, V. Vitek
Dislocation dissociations in C11b MoSi₂ and their impact on its plastic deformation
Intermetallics 97 (2018) 34–41.
99. **V. Paidar**, **J. Čapek**, A. Ostapovets
Secondary twinning in zinc
Philos. Mag. Lett. 98 (2018) 437–445.
100. **V. Paidar**, A. Ostapovets, T. Káňa
Dislocation Content of Non-Classical Twin Boundaries in Hexagonal Metals
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 690–692.
101. **J. Pejchal**, **V. Babin**, **R. Kučerková**, **E. Mihóková**, **A. Beitlerová**, S. Kurosawa, **M. Nikl**, A. Yoshikawa
Luminescence processes in Ti-doped LiAlO₂ single crystals for neutron scintillators
J. Lumin. 201 (2018) 231–244.
102. **J. Pejchal**, **J. Bárta**, **V. Babin**, **A. Beitlerová**, **P. Průša**, **R. Kučerková**, D. Pánek, T. Parkman, C. Guguschev, **L. Havlák**, **P. Zemenová**, K. Kamada, A. Yoshikawa
Influence of Mg-codoping, non-stoichiometry and Ga-admixture on LuAG:Ce scintillation properties
Opt. Mater. 86 (2018) 213–232.
103. G. Pilania, S. K. Yadav, **M. Nikl**, B. P. Uberuaga, C. R. Stanek
Role of Multiple Charge States of Ce in the Scintillation of ABO₃ Type Perovskites
Phys. Rev. Appl. 10 (2018) 024026(1)–024026(17).
104. P. Písařík, **J. Mikšovský**, **J. Remsa**, **J. Zemek**, Z. Tolde, **M. Jelínek**
Diamond-like carbon prepared by pulsed laser deposition with ion bombardment: physical properties
Appl. Phys. A-Mater. 124:85 (2018) 1–9.
105. **P. Pokorný**, **M. Novotný**, **P. Fitl**, **J. Zuklín**, **J. Vlček**, J. Nikl, **E. Marešová**, **P. Hruška**, **J. Bulíř**, **J. Drahokoupil**, **M. Čerňanský**, **J. Lančok**
Apparatus for measurements of thermal and optical stimulated exo-electron emission and luminescence
Meas. Sci. Technol. 29 (2018) 065902(1)–065902(6).
106. K. Popovich, K. Tomanová, V. Čuba, **L. Procházková**, I. T. Pelikánová, I. Jakubec, **E. Mihóková**, **M. Nikl**
LuAG:Pr³⁺-porphyrin based nanohybrid system for singlet oxygen production: Toward the next generation of PDTX drugs
J. Photochem. Photobiol. B-Biol. 179 (2018) 149–155.
107. **A. A. Prokhorov**, L. F. Chernush, R. Minikayev, A. Mazur, T. Zajarniuk, A. Szewczyk, V. Dyakonov, **J. Lančok**, A. D. Prokhorov
Structural and magnetic properties of YAl₃(BO₃)₄ and EuAl₃(BO₃)₄ single crystals doped with Co²⁺
J. Alloy. Compd.-(2018) 1–27.
108. F. Průša, A. Šenková, V. Kučera, **J. Čapek**, D. Vojtěch
Properties of a high-strength ultrafine-grained CoCrFeNiMn high-entropy alloy prepared by short-term mechanical alloying and spark plasma sintering
Mat. Sci. Eng. A-Struct. 734 (2018) 341–352.
109. J. Řáhová, K. Sampathkumar, **A. Vetushka**, **M. Ledinský**, **Z. Hájková**, **A. Fejfar**, O. Frank
Local Photovoltaic Properties of Graphene–Silicon Heterojunctions
phys. status solidi b 255 (2018) 1800305(1)–1800305(6).
110. J. Redondo, **M. Telychko**, P. Procházka, M. Konečný, **J. Berger**, **M. Vondráček**, J. Čechal, **P. Jelínek**, **M. Švec**
Simple device for the growth of micrometer-sized monocrystalline single-layer graphene on SiC (0001)
J. Vac. Sci. Technol. A 36 (2018) 031401-1-031401-6.
111. A. Rešetič, J. Milavec, V. Domenici, B. Zupančič, **A. Bubnov**, B. Zalar
Stress-strain and thermomechanical characterization of nematic to smectic A transition in a strongly-crosslinked

- bimesogenic liquid crystal elastomer*
Polymer 158 (2018) 96–102.
112. M. Reznikov, D. Andrienko, V. N. Boychuk, **A. Bubnov**, L. Dolgov, I. Dozov, P. Davidson, A. Gabovich, T. Hegmann, I. Ilchishin, R. Karapinar, P. Korniychuk, D. Stepanchikov, O. Tkachenko, Y. Kurioz, M. Manevich, A. M. Negriyko, J. Parka, V. Pergamenshchik, C. Rosenblatt, K. Singer, I. Terenetskaya, V. Vashchenko, M. Vasnetsov, M. Soskin, T. Wolinski, O. V. Yaroshchuk
Recollections of Professor Yuriy Reznikov
J. Mol. Liq. 267 (2018) 11–28.
113. O. Sakthong, W. R. Chewpraditkul, W. Chewpraditkul, T. Szczesniak, L. Swiderski, M. Moszynski, K. Kamada, A. Yoshikawa, **M. Nikl**
Comparative Study of GdLu₂Al₂Ga₃O₁₂:Ce and GdY₂Al₂Ga₃O₁₂:Ce Scintillation Crystals for γ -Ray Detection
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2081–2084.
114. S. Samal
Synthesis of TiO₂ Nanoparticles from Ilmenite Through the Mechanism of Vapor-Phase Reaction Process by Thermal Plasma Technology
J. Mater. Eng. Perform. 27 (2018) 2622–2628.
115. S. Samal, M. Stuchlík, I. Petrikova
Thermal behavior of flax and jute reinforced in matrix acrylic composite
J. Therm. Anal. Calorim. 131 (2018) 1035–1040.
116. **D. Savchenko**, R. Tarasenko, M. Vališka, **J. Kopeček**, **L. Fekete**, K. Carva, V. Holý, G. Springholz, V. Sechovský, **J. Honolka**
Local moment formation and magnetic coupling of Mn dopants in Bi₂Se₃: A low-temperature ferromagnetic resonance study
Physica B 536 (2018) 604–613.
117. **D. Savchenko**, A. Vasin, S. Muto, E. Kalabukhova, A. Nazarov
EPR Study of Porous Si:C and SiO₂:C Layers
phys. status solidi b-(2018) 1700559(1)–1700559(6).
118. **D. Savchenko**, V. Vorlíček, **A. Prokhorov**, E. Kalabukhova, **J. Lančok**, **M. Jelínek**
Raman and EPR spectroscopic studies of chromium-doped diamond-like carbon films
Diam. Relat. Mater. 83 (2018) 30–37.
119. R. K. Shukla, A. Chaudhary, **A. Bubnov**, K. K. Raina
Multi-walled carbon nanotubes-ferroelectric liquid crystal nanocomposites: Effect of cell thickness and dopant concentration on electro-optic and dielectric behaviour
Liq. Cryst. 45 (2018) 1672–1681.
120. **P. Šittner**, P. Sedlák, H. Seiner, **P. Sedmák**, **J. Pilch**, R. Deville, **L. Heller**, **L. Kadeřávek**
On the coupling between martensitic transformation and plasticity in NiTi: Experiments and continuum based modelling
Prog. Mater. Sci. 98 (2018) 249–298.
121. H. Sopha, **K. Tesař**, P. Knotek, A. Jäger, L. Hromádka, J. M. Macák
TiO₂ nanotubes grown on Ti substrates with different microstructure
Mater. Res. Bull. 103 (2018) 197–204.
122. **Stepan Stehlik**, **Lukas Ondic**, **Marian Varga**, **Jan Fait**, **Anna Artemenko**, Thilo Glatzel, **Alexander Kromka**, **Bohuslav Rezek**
Silicon-Vacancy Centers in Ultra-Thin Nanocrystalline Diamond Films
Micromachines 9 (2018) 281(1)–281(11).
123. M. Stehlík, J. Šulc, **P. Boháček**, H. Jelínková, K. Nejezchleb, **B. Trunda**, **L. Havlák**, **M. Nikl**, **K. Jurek**
Wavelength tunability of laser based on Yb-doped GGAG crystal
Laser Phys. 28 (2018) 105802(1)–105802(9).
124. **O. Stetsovych**, **P. Mutombo**, **M. Švec**, M. Šámal, J. Nejedlý, I. Císařová, **H. Vázquez**, M. Moro-Lagares, **J. Berger**, J. Vacek, I. G. Stará, I. Starý, **P. Jelínek**
Large converse piezoelectric effect measured on a single molecule on a metallic surface
J. Am. Chem. Soc. 140 (2018) 940–946.

125. **L. Straka, J. Drahokoupil, P. Veřtát, M. Zelený, J. Kopeček, A. Sozinov & O. Heczko**
Low temperature a/b nanotwins in Ni₅₀Mn_{25+x}Ga_{25-x} Heusler alloys
Sci. Rep. 8 (2018) 11943(1)–11943(11).
126. **L. Straka, L. Fekete, O. Heczko**
Antiphase boundaries in bulk Ni-Mn-Ga Heusler alloy observed by magnetic force microscopy
Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 172901(1)–172901(6).
127. R. Švejkar, J. Šulc, M. Němec, **P. Boháček**, H. Jelínková, **B. Trunda, L. Havlák, M. Nikl, K. Jurek**
Line-tunable Er:GGAG laser
Opt. Lett. 43 (2018) 3309–3312.
128. **A. Taylor, P. Ashcheulov, P. Hubík, L. Klimša, J. Kopeček, Z. Remeš, Z. Vlčková Živcová, M. Remzová, L. Kavan, E. Scheid, J. Lorinčík, V. Mortet**
Precursor gas composition optimisation for large area boron doped nano-crystalline diamond growth by MW-LA-PECVD
Carbon 128 (2018) 164–171.
129. M. Todorović, **O. Stetsovych**, C. Moreno, T. K. Shimizu, O. Custance, R. Pérez
Pentacene/TiO₂ Anatase Hybrid Interface Study by Scanning Probe Microscopy and First Principles Calculations
ACS Applied Materials and Interfaces 10 (2018) 34718–34726.
130. **J. Tomáščík, R. Čtvrtlík**, T. Ingr, **J. Maňák**, A. Opletalová
Effect of Nitrogen Doping and Temperature on Mechanical Durability of Silicon Carbide Thin Films
Sci. Rep. 8 (2018) 10428(1)–10428(17).
131. J. Urzová, **M. Jelínek**
Heat transfer modelling of pulsed laser-tissue interaction
Laser Phys. 28 (2018) 036001(1)–036001(5).
132. J. Vacek, J. Hrbáč, T. Strašák, V. Církva, J. Sýkora, L. Fekete, **J. Pokorný**, J. Bulíř, M. Hromadová, J. Crassous, J. Štorch
Anodic deposition of enantiopure hexahelicene layers
ChemElectroChem 5 (2018) 2080–2088.
133. C. N. Van, N. T. Hai, **J. Olejníček, P. Kšířová, M. Kohout**, M. Dvořáková, P. V. Hao, P. N. Hong, M. C. Tran, H. T. Do, D. V. Thanh
Preparation and photoelectrochemical performance of porous TiO₂/graphene nanocomposite films
Mater. Lett. 213 (2018) 109–113.
134. A. V. Vasin, I. P. Neshpor, T. V. Mosina, D. V. Vedel, A. V. Rusavsky, **J. Kopeček**, A. N. Nazarova, O. N. Grigoriev
Amorphous SiO_xC_y(:Er) films deposited by RF-magnetron sputtering on ZrB₂-SiC ceramics: Antioxidation and strengthening effects
Surf. Coat. Tech. 343 (2018) 11–16.
135. **P. Veřtát, L. Straka, J. Drahokoupil, O. Heczko**
Study of 10M' Nanotwinned Phase in the Vicinity of Martensitic Transformation in Ni-Mn-Ga Magnetic Shape Memory Alloy
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 859–862.
136. I. Villa. C. Villa, A. Monguzzi, **V. Babin**, E. Tervoort, **M. Nikl**, M. Niederberger, Y. Torrente, A. Vedda, A. Lauria
Demonstration of cellular imaging by using luminescent and anti-cytotoxic europium-doped hafnia nanocrystals
Nanoscale 10 (2018) 7933–7940.
137. **T. Jurkovičová Vojtylová, M. Cigl, P. Tomášková, V. Hamplová, D. Sýkora**
Influence of photoinduced isomerization on the chiral separation of novel liquid crystalline materials with a diazene moiety
J. Sep. Sci. 2018/41 (2018) 3034–3041.
138. **D. Vokoun, J. Racek, L. Kadeřávek, C. C. Kei, Y. S. Yu, L. Klimša, P. Šittner**
Atomic Layer-Deposited TiO₂ Coatings on NiTi Surface
J. Mater. Eng. Perform. 27 (2018) 572–579.
139. V. A. Volodin, **V. Mortet, A. Taylor, Z. Remeš, T. H. Stuchliková, J. Stuchlik**
Raman scattering in boron doped nanocrystalline diamond films: Manifestation of Fano interference and phonon confinement effect
Solid State Commun. 276 (2018) 33–36.
140. M. Vorokhta, I. Khalakhan, **M. Vondráček**, D. Tomeček, M. Vorokhta, **E. Marešová**, J. Nováková, J. Vlček, **P. Fítl, M. Novotný, P. Hozák, J. Lančok**, M. Vrňata, I. Matolínová, V. Matolín

- Investigation of gas sensing mechanism of SnO₂ based chemiresistor using near ambient pressure XPS*
Surf. Sci. 677 (2018) 284–290.
141. **Z. Weiss**, J. C. Pickering, V. Hoffmann
Obituary Prof. Edward B. M. Steers (1931–2018)
Spectrochim. Acta B 149 (2018) 241–242.
142. **Z. Weiss**, E. B. M. Steers, J. C. Pickering
Transition rate diagrams and excitation of titanium in a glow discharge in argon and neon
Spectrochim. Acta B 144 (2018) 20–28.
143. S. Witkiewicz-Lukaszek, V. Gorbenko, T. Zorenko, K. Paprocki, O. Sidletskiy, A. Fedorov, **R. Kučerková**, **J. A. Mareš**, **M. Nikl**, Y. Zorenko
Epitaxial growth of composite scintillators based on Tb₃Al₅O₁₂:Ce single crystalline films and Gd₃Al_{2.5}Ga_{2.5}O₁₂:Ce crystal substrates
CrystEngComm 20 (2018) 3994–4002.
144. Sandra Witkiewicz-Lukaszek, Vitalii Gorbenko, Tetiana Zorenko, Kazimierz Paprocki, Oleg Sidletskiy, Iaroslav Gerasymov, **Jiri A. Mares**, **Romana Kucerkova**, **Martin Nikl**, Yuriy Zorenko
Novel All-Solid-State Composite Scintillators Based on the Epitaxial Structures of LuAG Garnet Doped With Pr, Sc, and Ce Ions
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2114–2119.
145. S. Witkiewicz-Lukaszek, V. Gorbenko, T. Zorenko, K. Paprocki, O. Sidletski, I. Gerasymov, **J. A. Mares**, **R. Kucerkova**, **M. Nikl**, Yu Zorenko
Composite scintillators based on the crystals and single crystalline films of LuAG garnet doped with Ce³⁺, Pr³⁺ and Sc³⁺ ions
Opt. Mater. 84 (2018) 593–599.
146. W. Xie, J. Wang, M. Cao, Z. Hu, Y. Feng, X. Chen, N. Jiang, J. Dai, Y. Shi, **V. Babin**, **E. Mihóková**, **M. Nikl**, J. Li
Fabrication and properties of Eu:Lu₂O₃ transparent ceramics for X-ray radiation detectors
Opt. Mater. 80 (2018) 22–29.
147. Y. Yokota, C. Tanaka, S. Kurosawa, A. Yamaji, Y. Ohashi, K. Kamada, **M. Nikl**, A. Yoshikawa
Effects of Ca/Sr Ratio Control on Optical and Scintillation Properties of Eu-doped Li(Ca,Sr)AlF₆ Single Crystals
J. Cryst. Growth 490 (2018) 71–76.
148. M. Yoshino, K. Kamada, V. V. Kochurikhin, M. Ivanov, **M. Nikl**, S. Okumura, S. Yamamoto, J. Y. Yeom, Y. Shoji, S. Kurosawa, Y. Yokota, Y. Ohashi, A. Yoshikawa
Li⁺, Na⁺ and K⁺ co-doping effects on scintillation properties of Ce: Gd₃Ga₃Al₂O₁₂ single crystals
J. Cryst. Growth 491 (2018) 1–5.
149. Martin Zelený, **Ladislav Straka**, Alexei Sozinov and **Oleg Heczko**
Transformation paths from cubic to low-symmetry structures in Heusler Ni₂MnGa compound
Sci. Rep. 8 (2018) 7275(1)–7275(8).
150. **J. Zemek**, **J. Houdková**, **P. Jiříček**, **M. Jelínek**
Amorphous carbon nanocomposite films doped by titanium: Surface and sub-surface composition and bonding
Diam. Relat. Mater. 81 (2018) 61–69.
151. Z. Vlčková Živcová, **V. Mortet**, **A. Taylor**, A. Zukal, O. Frank, L. Kavan
Electrochemical characterization of porous boron-doped diamond prepared using SiO₂ fiber template
Diam. Relat. Mater. 87 (2018) 61–69.
152. Y. Zorenko, S. Witkiewicz-Lukaszek, V. Gorbenko, T. Zorenko, O. Sidletskiy, I. Gerasymov, A. Fedorov, **J. A. Mares**, **M. Nikl**
Development of composite scintillators based on the single crystalline films and crystals of Ce³⁺ doped (Lu,Gd)₃(Al,Ga)₅O₁₂ mixed garnet compounds
Cryst. Growth Des. 18 (2018) 1834–1842.
153. M. Żurowska, M. Szala, J. Dziaduszek, P. Morawiak, **A. Bubnov**
Effect of lateral fluorine substitution far from the chiral center on mesomorphic behaviour of highly tilted antiferroelectric (S) and (R) enantiomers
J. Mol. Liq. 245267 (2018) 504–510.

Elektronová a geometrická struktura pevných látek

1. C. A. Correa **Karel Výborný**
Electronic structure and magnetic anisotropies of antiferromagnetic transition-metal difluorides
Phys. Rev. B 97 (2018) 235111-.
2. J. Fernandez Afonso, A. Sotnikov, **J. Kuneš**
Theoretical investigation of excitonic magnetism in LaSrCoO₄
J. Phys.-Condens. Mat. 30 (2018) 135603(1)–135603(6).
3. Z. Asadi, M. Golchin, **V. Eigner, M. Dušek**, Z. Amirghofran
A novel water-soluble tetranuclear copper (II) Schiff base cluster bridged by 2, 6-bis-[(2-hydroxyethylimino)methyl]-4-methylphenol in interaction with BSA: Synthesis, X-ray crystallography, docking and cytotoxicity studies
J. Photochem. Photobiol. A-Chem. 361 (2018) 93–104.
4. Z. Bacic, D. Benoit, M. Biczysko, J. Bowman, S. Bradforth, T. Burd, G. Chambaud, D. Clary, C. Crepin, M. Dracinsky, P. Felker, I. Fischer, F. Gianturco, M. Hochlaf, K. Kouril, **I. Kratochvilova**, Ch. Liu, A. McCoy, J. Miyazaki, H. Mouhib, J. Richardson, P. Slavicek, T. Stoecklin, K. Szalewicz, A. Avoird and A. Zehnacker-Rentien
Molecules in confinement in clusters, quantum solvents and matrices: general discussion
Faraday Discuss. 212 (2018) 1–34.
5. H. Barfeie, G. Grivani, **V. Eigner, M. Dušek**, A. D. Khalaji
Copper(II), nickel(II), zinc(II) and vanadium(IV) Schiff base complexes: Synthesis, characterization, crystal structure determination, and thermal studies
Polyhedron 146 (2018) 19–25.
6. L. Bejaoui, **J. Rohlíček**, R. Ben Hassen
New cobalt (II) complexes of '3-acetyl-4-hydroxy-2H-chromene-2-one': Crystal structure and Hirshfeld surface analysis, fluorescence behaviour and antioxidant activity
J. Mol. Struct. 1173 (2018) 574–582.
7. M. Biabani, H. Saravani, **V. Eigner, M. Dušek**
A novel coordination polymer of Cd(II) based on 2-mercaptopyrimidine: Sonochemical synthesis, characterization, and antibacterial properties
J. Mol. Struct. 1166 (2018) 470–478.
8. L. Bindi, **J. Plášil**
Special issue "Deciphering the complexity of mineral structures"
Z. Kristallogr. 233 (3-4) (2018) 153–154.
9. I. Boldog, **M. Dušek**, T. Jelínek, P. Švec, F. S. de O. Ramos, A. Růžička, R. Bulánek
Porous 10- and 12-vertex (bi)-p-dicarba-closo-boranedicarboxylates of cobalt and their gas adsorptive properties
Microporous Mesoporous Mat. 271 (2018) 284–294.
10. D. Bowden, Y. Krysiak, **L. Palatinus**, D. Tsioulas, S. Plana-Ruiz, E. Sarakinou, U. Kolb, D. Stewart, M. Preuss
A high-strength silicide phase in a stainless steel alloy designed for wear-resistant applications
Nat. Commun. 9 (2018) 1374(1)–1374(10).
11. R. Cimrman, **M. Novák**, R. Kolman, M. Tůma, J. Plešek, **J. Vackář**
Convergence study of isogeometric analysis based on Bézier extraction in electronic structure calculations
Appl. Math. Comput. 319 (2018) 138–152.
12. R. Cimrman, **M. Novák**, R. Kolman, M. Tůma, **J. Vackář**
Isogeometric analysis in electronic structure calculations
Math. Comput. Simul. 145 (2018) 125–135.
13. M. Čubiňák, **V. Eigner**, T. Tobrman
Bench-Stable Sulfoxide-Based Boronates: Preparation and Application in a Tandem Suzuki Reaction
Adv. Synth. Catal. 360 (2018) 4604–4614.
14. N. Ruiz del Arbol, I. Palacio, G. Otero-Irurueta, J. I. Martínez, P. de Andres, **O. Stetsovych**, M. Moro-Lagares, **P. Mutombo**, **M. Svec**, **P. Jelínek**, A. Cossaro, L. Floreano, G. J. Ellis, M. F. López, J. A. Martín-Gago
On-Surface Bottom-Up Synthesis of Azine Derivatives Displaying Strong Acceptor Behavior
Angew. Chem. Int. Ed. 57 (2018) 8582–8586.



15. P. Devi, S. Singh, B. Dutta, K. Manna, S. W. D'Souza, Y. Ikeda, E. Suard, **V. Petříček**, P. Simon, P. Werner, S. Chadhov, S. S. P. Parkin, C. Felser, D. Pandey
Adaptive modulation in the $Ni_2Mn_{1.4}In_{0.6}$ magnetic shape-memory Heusler alloy
Phys. Rev. B 97 (2018) 224102(1)–224102(6).
16. E. A. Doud, M. S. Inkpen, G. Lovat, E. Montes, D. W. Paley, M. L. Steigerwald, **H. Vázquez**, L. Venkataraman and X. Roy
In situ formation of N-Heterocyclic Carbene-bound single-molecule junctions
J. Am. Chem. Soc. 140 (2018) 8944–8949.
17. S. Y. Ebrahimipour, M. Khosravan, J. Castro, F. K. Nejad, **M. Dušek**, **V. Eigner**
Synthesis and structure elucidation of a novel mixed-ligand Cu(II) Schiff base complex and its catalytic performance for the synthesis of 2-amino-4H-pyrans and tetrahydro-4H-chromenes
Polyhedron 146 (2018) 73–80.
18. N. Erfaninia, R. Tayebee, **M. Dušek**, M. M. Amini
Ethylene diamine grafted nanoporous UiO-66 as an efficient basic catalyst in the multi-component synthesis of 2-aminothiophenes
Appl. Organomet. Chem. 32 (2018) e4307(1)–e4307(10).
19. N. Erfaninia, R. Tayebee, E. L. Foletto, M. M. Amini, **M. Dušek**, F. M. Zonoz
Preparation of magnetically recyclable $ZnFe_2O_4$ nanoparticles by easy single-step co-precipitation method and their catalytic performance in the synthesis of 2-aminothiophenes
Appl. Organomet. Chem. 32 (2018) 4047(1)–4047(7).
20. **J. Fábry**
Bis(3-carbamoylpyridin-1-ium) phosphite monohydrate
Acta Crystallogr. E 74 (2018) 1295–1298.
21. **J. Fábry**
A resonance-assisted intramolecular hydrogen bond in compounds containing 2-hydroxy-3,5-dinitrobenzoic acid and its various deprotonated forms: redetermination of several related structures
Acta Crystallogr. E 74 (2018) 1344–1357.
22. **J. Fábry**
Pyridine-3-carboxamide–telluric acid (1/1)
Acta Crystallogr. E 74 (2018) 1521–1525.
23. J. Fernández, M. Moro-Lagares, D. Serrate, A. A. Aligia
Manipulation of the surface density of states of Ag(111) by means of resonators: Experiment and theory
Phys. Rev. B 94 (2018) 075408(1)–075408(8).
24. **G. Foti**, **H. Vázquez**
Origin of Vibrational Instabilities in Molecular Wires with Separated Electronic States
J. Phys. Chem. Lett. 9 (2018) 2791–2796.
25. S. Ghazisaeed, J. Majzlan, **J. Plášil**, B. Kiefer
A simple method for the prediction of the orientation of H_2O molecules in ionic crystal
J. Appl. Crystallogr. 51 (2018) 1116–1124.
26. M. Hakimi, B. Tarani, Z. Mardani, K. Moeini, **M. Kučeráková**, **M. Dušek**
Spectral, structural, theoretical and docking studies of a Mn(II) complex with an N_4 -donor ligand
J. Chem. Res 42 (2018) 623–627.
27. A. Harchani, **M. Kučeráková**, **M. Dušek**, A. Haddad
Structures, electronic properties, reactivity and dynamic studies of three new polyoxometalate compounds
Dalton T. 47 (2018) 10965–10975.
28. A. Hariki, M. Winder, **J. Kuneš**
Continuum charge excitations in high-valence transition-metal oxides revealed by resonant inelastic X-ray scattering
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 126403(1)–126403(6).
29. L. Havela, S. Mašková, **J. Kolorenč**, E. Colineau, J. -C. Griveau, R. Eloirdi
Electronic properties of $Pu_{19}Os$ simulating β -Pu: the strongly correlated Pu phase
J. Phys.-Condens. Mat. 30 (2018) 085601(1)–085601(7).

30. P. Herich, L. Bučinský, M. Breza, M. Gall, M. Fronc, **V. Petříček**, J. Kožíšek
Electronic structure of two isostructural 'paddle-wheel' complexes: a comparative study
Acta Crystallogr. B 74 (2018) 681–692.
31. J. Herrmann, A. Voegelin, **L. Palatinus**, S. Mangold, J. Majzlan
Secondary Fe–As–Ti mineralization in soils near Buus in the Swiss Jura Mountains
Eur. J. Mineral 30 (2018) 887–898.
32. **W. Hornfeck**
A tenfold twin of the CrB structure type
Acta Crystallogr. A 74 (2018) 659–672.
33. **W. Hornfeck**, R. Kobold, M. Kolbe, M. Conrad, D. Herlach
Quasicrystal nucleation and Z module twin growth in an intermetallic glass-forming system
Nat. Commun. 9:4054 (2018) (1)–(6).
34. Z. Huesges, K. Kliemt, C. Krellner, R. Sarkar, H. -H. Klauß, C. Geibel, M. Rotter, **P. Novák**, **J. Kuneš**, O. Stockert
*Analysis of the crystal electric field parameters of YbNi₅P
New J. Phys. 20 (2018) 073021(1)–073021(10).*
35. M. Hušák, A. Jegorov, **J. Rohlíček**, A. Fitch, J. Czernek, L. Kobera, J. Brus
Determining the Crystal Structures of Peptide Analogs of Boronic Acid in the Absence of Single Crystals: Intricate Motifs of Ixazomib Citrate Revealed by XRPD Guided by ss-NMR
Cryst. Growth Des. 18, 6 (2018) 3616–3625.
36. **J. Hybler**, **M. Klementová**, **M. Jarošová**, I. Pignatelli, R. Mosser-Ruck, S. Ďurovič
Polytype identification in trioctahedral 1:1 layer silicates using electron diffraction with application to a chronstedtite that was synthesized using metallic iron-clay interactions
Clay Clay Min. 66, 4 (2018) 379–402.
37. A. R. Kampf, **J. Plášil**, A. V. Kasatkin, J. Marty, J. Čejka
Markeyite, a new calcium uranyl carbonate mineral from the Markey mine, San Juan County, Utah, USA
Mineral. Mag. 82(5) (2018) 1089–1100.
38. A. R. Kampf, **J. Plášil**, B. P. Nash, J. Marty
Meitnerite, (NH₄)(UO₂)(SO₄)(OH)•2H₂O, a new uranyl-sulfate mineral with a sheet structure
Eur. J. Mineral 30 (2018) 999–1006.
39. A. R. Kampf, **J. Plášil**, T. A. Olds, B. P. Nash, J. Marty
Ammoniozippeite, a new uranyl sulfate mineral from the Blue Lizard mine, San Juan County, Utah, and the Burro mine, San Miguel County, Colorado, USA
Can. Mineral. 56 (2018) 235–245.
40. A. V. Kasatkin, E. Makovicky, **J. Plášil**, R. Škoda, A. A. Agakhanov, V. Y. Karpenko, F. Nestola
Tsygankoite, Mn₈Tl₈Hg₂(Sb₂₁Pb₂Tl)_{Σ24}S₄₈, a new sulfosalt from the Vorontsovskoe gold deposit, northern Urals, Russia
Minerals 8 (2018) 218(1)–218(11).
41. A. V. Kasatkin, F. Nestola, A. A. Agakhanov, R. Škoda, V. Y. Karpenko, M. V. Tsyganko, **J. Plášil**
Vorontsovite, (Hg₅Cu)_{ε6}TlAs₄S₁₂, and ferrovorontsovite, (Fe₅Cu)_{ε6}TlAs₄S₁₂: The Tl- and Tl-Fe-analogues of galkhaite from the Vorontsovskoe gold deposit, northern Urals, Russia
Minerals 8, 185 (2018) 1–13.
42. A. V. Kasatkin, **J. Plášil**, R. Škoda, D. I. Belakovkiy, J. Marty, N. Meisser, I. V. Pekov
Redefinition of thérèsemagnanite, NaCo₄(SO₄)(OH)₆Cl•6H₂O: new data and relationship to 'cobaltogordaite'
Mineral. Mag. 82(1) (2018) 159–170.
43. L. Kobera, J. Czernek, S. Abbrent, H. Mackova, L. Pavlovec, **J. Rohlíček**, J. Brus
The nature of chemical bonding in Lewis adducts as reflected by Al-27 NMR quadrupolar coupling constant: Combined solid-state NMR and quantum chemical approach
Inorg. Chem. 57 (2018) 7428–7437.
44. **J. Kolorenč**
Theory of resonant x-ray emission spectra in compounds with localized f electrons
Physica B 536 (2018) 695–700.

45. **K. Král**, M. Menšík
Charge transfer between quasi-zero-dimensional nanostructures
Chem. Papers 72 (2018) 1697–1705.
46. J. Králová, M. Jurášek, L. Krčová, B. Dolenský, I. Novotný, **M. Dušek**, Z. Rottnerová, M. Kahle, P. Drašar, P. Bartůšek, V. Král
Heterocyclic sterol probes for live monitoring of sterol trafficking and lysosomal storage disorders
Sci. Rep. 8 (2018) 14428(1)–14428(11).
47. Oleg Kristanovski, Alexander B. Shick, Frank Lechermann, and Alexander I. Lichtenstein
Role of nonspherical double counting in DFT + DMFT: Total energy and structural optimization of pnictide superconductors
Phys. Rev. B 97 (2018) 201116(R) -1-201116(R) -4.
48. C. Krull, M. Castelli, **P. Hapala**, D. Kumar, A. Tadich, M. Capsoni, M. T. Edmonds, **J. Hellerstedt**, S. A. Burke, **P. Jelinek**, A. Schiffrin
Iron-based trinuclear metal-organic nanostructures on a surface with local charge accumulation
Nat. Commun. 9 (2018) 3211(1)–3211(7).
49. **L. Lejček**, **V. Novotná**, **M. Glogarová**
Nucleation of filaments of the TGBA phase in free-standing films
Liq. Cryst. 45 (2018) 173–179.
50. J. Majzlan, E. Dachs, A. Benisek, **J. Plášil**, J. Sejkora
Thermodynamics, crystal chemistry and structural complexity of the $Fe(SO_4)(OH)(H_2O)_x$ phases: $Fe(SO_4)(OH)$, metahohmannite, butlerite, parabutlerite, amarantite, hohmannite, and fibroferrite
Eur. J. Mineral 30 (2018) 259–275.
51. N. Mészárosová, R. Skála, Š. Matoušková, P. Mikysek, **J. Plášil**, I. Císařová
Hydrothermal-to-metasomatic overprint of the neovolcanic rocks evidenced by composite apatite crystals: a case study from the Maglovec hill, Slánské vrchy mountains, Slovakia
Geol. Carpath. 69, 5 (2018) 439–452.
52. R. Mozara, M. Valentyuk, I. Krivenko, E. Şaşıoğlu, **J. Kolorenč**, and A. I. Lichtenstein
Cobalt adatoms on graphene: Effects of anisotropies on the correlated electronic structure
Phys. Rev. B 97 (2018) 085133(1)–085133(11).
53. T. A. Olds, **J. Plášil**, A. R. Kampf, F. Dal Bo, P. C. Burns
Paddlewheelite, a new uranyl carbonate from the Jáchymov district, Bohemia, Czech Republic
Minerals 8 (2018) 511(1)–511(16).
54. T. A. Olds, **J. Plášil**, A. R. Kampf, P. C. Burns, B. P. Nash, J. Marty, T. P. Rose, S. M. Carlson
Redcanyonite, $(NH_4)_2Mn[(UO_2)_4O_4(SO_4)_2](H_2O)_4$, a new zippeite-group mineral from the Blue Lizard mine, San Juan County, Utah, USA
Mineral. Mag. 82, 6 (2018) 1261–1275.
55. T. A. Olds, **J. Plášil**, A. R. Kampf, T. Spano, P. Haynes, S. M. Carlson, P. C. Burns, A. Simonetti, O. P. Mills
Leesite, $K(H_2O)_2[(UO_2)_4O_2(OH)_3] \cdot 3H_2O$, a new K-bearing schoepite-family mineral from the Jomac mine, San Juan County, Utah, USA
Am. Mineral. 103 (2018) 143–150.
56. **M. Pasciak**, **M. Kopecký**, **J. Kub**, **J. Fábry**, J. Dec, **P. Ondrejko**, **J. Hlinka**, **E. Buixaderas**
X-ray diffuse scattering observations for $Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$ single crystals with $x=0.35$ and 0.81
Phase Transit. 91 (2018) 969–975.
57. J. Peng, D. Cao, Z. He, J. Guo, **P. Hapala**, R. Ma, B. Cheng, J. Chen, W. J. Xie, X. -Zh. Li, **P. Jelínek**, L. -M. Xu, Y. Q. Gao, E. -G. Wang, Y. Jiang
The effect of hydration number on the interfacial transport of sodium ions
Nature 557 (2018) 701–705.
58. J. Peng, J. Guo, **P. Hapala**, D. Cao, R. Ma, B. Cheng, L. Xu, **M. Ondráček**, **P. Jelínek**, E. Wang, Y. Jiang
Weakly perturbative imaging of interfacial water with submolecular resolution by atomic force microscopy
Nat. Commun. 9 (2018) 122(1)–122(7).
59. **J. Plášil**
The crystal structure of uranyl-oxide mineral schoepite, $[(UO_2)_4O(OH)_6](H_2O)_6$, revisited
Journal of Geosciences 63 (2018) 65–73.

60. **J. Plášil**
Uranyl-oxide hydroxy-hydrate minerals: their structural complexity and evolution trends
Eur. J. Mineral 30 (2018) 237–251.
61. **J. Plášil**
Structural complexity of uranophane and uranophane-b: implications for their formation and occurrence
Eur. J. Mineral 30 (2018) 253–257.
62. **J. Plášil**
A unique structure of uranyl-carbonate mineral sharpite: a derivative of the rutherfordine topology
Z. Kristallogr. 233(8) (2018) 579–586.
63. **J. Plášil**
Mineralogy, crystallography and structural complexity of natural uranyl silicates
Minerals 8 (2018) 551(1)–551(15).
64. **J. Plášil**, A. R. Kampf, J. Sejkora, J. Čejka, R. Škoda, J. Tvrký
Horákite, a new hydrated bismuth uranyl–arsenate–phosphate mineral from Jáchymov (Czech Republic) with a unique uranyl-anion topology
Journal of Geosciences 63 (2018) 265–276.
65. **J. Plášil**, A. R. Kampf, R. Škoda, J. Čejka
Nollmotzite, $Mg[U^V(U^VI O_2)_2 O_4 F_3] \cdot 4H_2O$, the first natural uranium oxide containing fluorine
Acta Crystallogr. B 74 (2018) 362–369.
66. **J. Plášil**, **V. Petříček**, A. J. Locock, R. Škoda, P. C. Burns
The (3 + 3) commensurately modulated structure of the uranyl silicate mineral swamboite-(Nd), $Nd_{0.333}[(UO_2)(SiO_3OH)](H_2O)_{2.41}$
Z. Kristallogr. 233(3-4) (2018) 223–231.
67. **J. Plášil**, **V. Petříček**, S. J. Mills, G. Favreau, V. Galea-Clolus
Zippeite from Cap Garonne, France: an example of reticular twinning
Z. Kristallogr. 233(12) (2018) 861–865.
68. **V. Pokorný**, M. Žonda
Correlation effects in superconducting quantum dot systems
Physica B 536 (2018) 488–491.
69. I. Potočňák, O. Bukrynov, A. Kliuikov, E. Čižmár, S. Vitushkina, L. Váhovská, **M. Dušek**
A Cu^{II} complex with an carbamoylcyanonitrosomethanide ligand formed in situ by the nucleophilic addition of water to dicyanonitrosomethanide: structure, spectral and magnetic properties
Acta Crystallogr. C 74 (2018) 584–589.
70. I. Potočňák, O. Bukrynov, K. Ráczová, E. Čižmár, S. Vitushkina, L. Váhovská, **M. Dušek**, P. Štarha
Low-dimensional compounds containing cyanido groups. Part XXXV. Structure, spectral, thermal and magnetic properties of a binuclear Cu^{II} –biquinoline complex with bridging and terminal dicyanamide ligands
Acta Crystallogr. C 74 (2018) 1469–1476.
71. F. Queck, **O. Krejčí**, P. Scheuerer, F. Bolland, M. Otyepka, **P. Jelinek**, J. Repp
Bonding Motifs in Metal–Organic Compounds on Surfaces
J. Am. Chem. Soc. 140 (2018) 12884–12889.
72. S. Rakhshani, A. R. Rezvani, **M. Dušek**, **V. Eigner**
Design and synthesis of novel thiourea metal complexes with controllable antibacterial properties
Appl. Organomet. Chem. 32 (2018) e4342(1)–e4342(13).
73. **O. Romanyuk**, **I. Bartoš**, **I. Gordeev**, **A. Artemenko**, **M. Varga**, **T. Ižák**, M. Marton, **P. Jiříček**, **A. Kromka**
Electron affinity of undoped and boron-doped polycrystalline diamond films
Diam. Relat. Mater. 87 (2018) 208–214.
74. S. Saheli, A. R. Rezvani, A. Malekzadeh, **M. Dušek**, **V. Eigner**
Novel inorganic precursors $[Co_{4.32}Zn_{1.68}(HCO_2)_{18}(C_2H_8N)_6]/SiO_2$ and $Co_{4.32}Zn_{1.68}(HCO_2)_{18}(C_2H_8N)_6/Al_2O_3$ for Fischer-Tropsch synthesis
Int. J. Hydrog. Energy 43 (2018) 685–694.

75. S. Saheli, A. R. Rezvani, A. Malekzadeh, **M. Dušek, V. Eigner**
Effect of Synthetic Route and Metal Oxide Promoter on Cobalt-Based Catalysts for Fischer–Tropsch Synthesis
Catal. Lett. 148 (2018) 3557–3569.
76. O. Šedivý, D. Westhoff, **J. Kopeček**, C. E. Krill III, V. Schmidt
Data-driven selection of tessellation models describing polycrystalline microstructures
J. Stat. Phys. 172 (2018) 1223–1246.
77. J. Sejkora, **J. Plášil**, A. R. Kampf
Honzaite, (Ni,Co)₂(AsO₃OH)₂(H₂O)₅, a new Ni-dominant analogue of burgessite, from Jáchymov, Czech Republic
Eur. J. Mineral 30 (2018) 989–997.
78. A. A. Shahrnoy, A. R. Mahjoub, A. Morsali, **M. Dušek, V. Eigner**
Sonochemical synthesis of polyoxometalate based of ionic crystal nanostructure: A photocatalyst for degradation of 2,4-dichlorophenol
Ultrason. Sonochem. 40 (2018) 174–183.
79. **M. Šindler, C. Kadlec, P. Kužel**, K. Ilin, M. Siegel, **H. Němec**
Departure from BCS response in photoexcited superconducting NbN films observed by terahertz spectroscopy
Phys. Rev. B 97 (2018) 054507(1)–054507(5).
80. **Ondřej Šipr, Jiří Vackář**, Ján Minár
Finite lifetime broadening of calculated X-ray absorption spectra: possible artefacts close to the edge
J. Synchrot. Radiat. 25 (2018) 523–528.
81. P. Škácha, J. Sejkora, **J. Plášil**
Bytízite, a new Cu-Sb selenide from Příbram, Czech Republic
Mineral. Mag. 82(1) (2018) 199–209.
82. R. Škoda, **J. Plášil**, R. Čopjaková, M. Novák, E. Jonsson, M. Vašinová Galiová, D. Holtstam
Gadolinite-(Nd), a new member of the gadolinite supergroup from Fe-REE deposits of Bastnäs-type, Sweden
Mineral. Mag. 82(S1) (2018) S133–S145.
83. A. Soltani, M. B. Javan, S. G. Raz, R. Mashkoo, A. D. Khalaji, **M. Dušek, K. Fejfarová, L. Palatinus, J. Rohlíček, P. Machek**
Crystallography, vibrational, electronic and optical analysis of 4-Bromo-2-(2,5-dichloro-phenylimino)-phenol
J. Mol. Struct. 1173 (2018) 521–530.
84. S.-J. Sun, M. Menšík, P. Toman, A. Gagliardi, **K. Král**
Influence of acceptor on charge mobility in stacked π -conjugated polymers
Chem. Phys. 501 (2018) 1697–1705.
85. M. Tabatabaee, **M. Poupon, V. Eigner, P. Vaněk, M. Dušek**
The role of hydrogen bonds in order-disorder transition of a new incommensurate low temperature phase β -[Zn-(C₇H₄NO₄)₄] \cdot 3H₂O
Z. Kristallogr. 233 (1) (2018) 17–25.
86. M. E. Toularoud, M. Pourayoubi, **M. Dušek, V. Eigner**, K. Damodaran
Chiral one-dimensional hydrogen-bonded architectures constructed from single-enantiomer phosphoric triamides
Acta Crystallogr. C 74 (2018) 608–617.
87. Y. A. Tyula, A. Zabardasti, H. Goudarziafshar, **M. Kučeráková, M. Dušek**
A new supramolecular zinc(II) complex containing 4-biphenylcarbaldehyde isonicotinoylhydrazone ligand: Nanostructure synthesis, catalytic activities and Hirshfeld surface analysis
Appl. Organomet. Chem. 32 (2018) e4141(1)–e4141(15).
88. F. Valach, **J. Rohlíček**, V. Lukeš, J. Kožíšek, V. Jorík
Manifestation of copper coordination sphere plasticity in [Cu₂(2-bromopropionato)₄]_n and [Cu₂(3-bromopropionato)₄(H₂O)₂]
Inorg. Chim. Acta 479 (2018) 106–112.
89. A. Vymazalová, F. Laufek, S. F. Sluzhenikin, V. V. Kozlov, C. J. Stanley, **J. Plášil**, F. Zaccarini, G. Garuti, R. Bakker
Thalhammerite, Pd₉Ag₂Bi₂S₄, a New Mineral from the Talnakh and Oktyabrsk Deposits, Noril'sk Region, Russia
Minerals 8 (2018) 339(1)–339(13).

90. C. Wang, Z. Fu, N. Zhang, **M. Pasciak**, J. Zhuang, Z. Liu, W. Ren, Z. Ye
Determination of chemical ordering in the complex perovskite $Pb(Cd_{1/3}Nb_{2/3})O_3$
IUCrJ 5 (2018) 808–815.
91. D. Wiedemann, T. Lüdtke, **L. Palatinus**, E. Willinger, M. G. Willinger, M. J. Mühlbauer, M. Lerch
At the Gates: The Tantalum-Rich Phase $Hf_3Ta_2O_{11}$ and its Commensurately Modulated Structure
Inorg. Chem. 57 (2018) 14435–14442.
92. **P. Zalom, V. Pokorný, V. Janiš**
Symmetric Anderson impurity model: Magnetic susceptibility, specific heat and Wilson ratio
Physica B 536 (2018) 704–707.
93. N. Zare, A. Zabardasti, **M. Dušek, V. Eigner**
New asymmetric and symmetric 2-((pyridin-4-yl)methylenamino)-3-aminomaleo nitrile and 2,3-bis((pyridin-4-yl)methylenamino) maleonitrile Schiff bases: Synthesis, experimental characterization along with theoretical studies
J. Mol. Struct. 1163 (2018) 388–396.
94. **J. Zemek, J. Houdková, P. Jiříček, M. Jelínek**
Surface and in-depth distribution of sp^2 and sp^3 coordinated carbon atoms in diamond-like carbon films modified by argon ion beam bombardment during growth
Carbon 134 (2018) 71–79.
95. Hualin Zhan, **Jiří Červenka**, Steven Prawer, David J. Garrett
Molecular detection by liquid gated Hall effect measurements of graphene
Nanoscale 10 (2018) 930–935.
96. Z. Zhou, Y. Qiu, F. Liang, **L. Palatinus, M. Poupon**, T. Yang, R. Cong, Z. Lin, J. Sun
 $CsSiB_3O_7$: A Beryllium-Free Deep-Ultraviolet Nonlinear Optical Material Discovered by the Combination of Electron Diffraction and First-Principles Calculations
Chem. Mater. 30, 7 (2018) 2203–2207.
97. V. Zvoníček, E. Skořepová, M. Dušek, P. Žvátora, M. Šoóš
Ibrutinib Polymorphs: Crystallographic Study
Cryst. Growth Des. 18 (2018) 1315–1326.

Magnetické a dielektrické vlastnosti

1. A. A. Abozeed, T. Kadono, A. Sekiyama, H. Fujiwara, A. Higashiya, A. Yamasaki, Y. Kanai, K. Yamagami, K. Tamasaku, M. Yabashi, T. Ishikawa, **A. V. Andreev**, H. Wada, S. Imada
Rare-earth fourth-order multipole moment in cubic $ErCo_2$ probed by linear dichroism in core-level photoemission
J. Phys. Soc. Jpn. 87 (2018) 033710(1)–033710(5).
2. **A. V. Andreev, D. I. Gorbunov, J. Šebek**, D. S. Neznakhin
Influence of Co on the magnetism of $HoFe_2Al_7$
J. Alloy. Compd. 731 (2018) 135–142.
3. **A. V. Andreev, J. Šebek**, K. Shirasaki, S. Daniš, **D. I. Gorbunov**, T. Yamamura, **J. Vejpravová**, L. Havela, F. R. de Boer
Transition from itinerant metamagnetism to ferromagnetism in $UCo_{1-x}Os_xAl$ solid solutions
Physica B 536 (2018) 558–563.
4. **A. V. Andreev**, Y. Skourski, **D. I. Gorbunov**, K. Prokeš
High-field study of UCo_2Si_2 : magnetostriction at metamagnetic transition and influence of Fe substitution
Physica B 536 (2018) 567–571.
5. **Z. Arnold**, A. G. Kuchin, **J. Kamarád**, S. P. Platonov
Unusual stability of ground ferrimagnetic state in Tm_2Fe_{17} under pressure
J. Magn. Mater. 460 (2018) 188–192.
6. F. Arnold, J. Warmuth, M. Michiardi, **J. Fikáček**, M. Bianchi, J. Hu, Z. Mao, J. Miwa, U. Raj Singh, M. Bremholm, R. Wiesendanger, **J. Honolka**, T. Wehling, J. Wiebe, Hofmann
Electronic structure of $Fe_{1.08}Te$ bulk crystals and epitaxial $FeTe$ thin films on Bi_2Te_3
J. Phys.-Condens. Mat. 30 (2018) 065502(1)–065502(10).

7. M. Rubio Ayala, T. Syrovets, S. Hafner, **V. Zablotskii**, **A. Dejneka**, T. Simmet
Spatiotemporal magnetic fields enhance cytosolic Ca^{2+} levels and induce actin polymerization via activation of voltage-gated sodium channels in skeletal muscle cells
Biomaterials 163 (2018) 174–184.
8. D. V. Azamat, A. G. Badalyan, D. H. Feng, J. Lančok, L. Jastrabik, **A. Dejneka**, P. G. Baranov, D. R. Yakovlev, M. Bayer.
ENDOR investigations of the Ce^{3+} ions in YAG: Transferred hyperfine interaction with nearest aluminum ions
J. Appl. Phys. 122 (2018) 243903(1)–243903(3).
9. A. Bartha, M. Vališka, **M. Míšek**, P. Proschek, **J. Kaštil**, **M. Dušek**, V. Sechovský, J. Prokleška
 CePd_2Ga_3 and CePd_2Zn_3 – Kondo lattices and magnetic behaviour
Physica B 536 (2018) 413–417.
10. **P. Bednyakov**, **M. Savinov**, **J. Pokorný**, **J. Hlinka**
Extrinsic permittivity in domain engineered rhombohedral BaTiO_3 monocrystal
J. Appl. Phys. 124 (2018) 024101(1)–024101(4).
11. **Petr Bednyakov**, Boris I. Sturman, Tomas Sluka, Alexander K. Tagantsev, **Petr Yudin**
Physics and applications of charged domain walls
npj Comput. Mater. 4 (2018) 65(1)–65(11).
12. S. Yu. Bodnar, **L. Šmejkal**, I. Turek, **T. Jungwirth**, O. Gomonay, **J. Sinova**, A. A. Sapozhnik, H. -J. Elmers, M. Kläui, M. Jourdan
Writing and Reading antiferromagnetic Mn_2Au : Néel spin-orbit torques and large anisotropic magnetoresistance
Nat. Commun. 9 (2018) 348(1)–348(7).
13. **V. Bovtun**, **M. Kempa**, **D. Nuzhnyy**, **J. Petzelt**, O. Borisova, O. Machulianskyi, Y. Yakymenko
Composition dependent microwave properties of dielectric-conductor nanocomposites
Phase Transit. 91 (2018) 1027–1035.
14. **V. Bovtun**, **M. Kempa**, **D. Nuzhnyy**, **J. Petzelt**, O. Borisova, O. Machulianskyi, Y. Yakymenko
Microwave absorbing and shielding properties of inhomogeneous conductors and high-loss dielectrics
Ferroelectrics 532 (2018) 57–66.
15. **V. Bovtun**, **J. Petzelt**, **M. Kempa**, **D. Nuzhnyy**, **M. Savinov**, **S. Kamba**, S. M. M. Yee, D. A. Crandles
Wide range dielectric and infrared spectroscopy of $(\text{Nb}+\text{In})$ co-doped rutile ceramics
Phys. Rev. Mater. 2 (2018) 075002(1)–075002(10).
16. **E. Buixaderas**
Tribute to Dr. Jan Petzelt
Ferroelectrics 532 (2018) 3–4.
17. **E. Buixaderas**, P. Bérešová, **P. Ondrejko**, **P. Vaněk**, **M. Savinov**, **P. Bednyakov**, J. Dec, D. Mareš, M. Ševčík, M. Landa
Acoustic phonons in unfilled tetragonal tungsten-bronze crystals
Phase Transit. 91 (2018) 976–983.
18. **E. Buixaderas**, **M. Kempa**, **V. Bovtun**, **C. Kadlec**, **M. Savinov**, **F. Borodavka**, **P. Vaněk**, **G. Steciuk**, **L. Palatinus**, and J. Dec
Multiple polarization mechanisms across the ferroelectric phase transition of the tetragonal tungsten-bronze $\text{Sr}_{0.35}\text{Ba}_{0.69}\text{Nb}_2\text{O}_6$
Phys. Rev. Mater. 2 (2018) 124402(1)–124402(12).
19. Krishna Chaitanya Pitike, **John Mangeri**, Hope Whitelock, Tulsi Patel, Pamela Dyer, S. Pamir Alpay, and Serge Nakhmanson
Metastable vortex-like polarization textures in ferroelectric nanoparticles of different shapes and sizes
J. Appl. Phys. 124 (2018) 064104(1)–064104(11).
20. V. Chlan, J. Żukrowski, A. Bosak, Z. Kąkol, A. Kozłowski, Z. Tarnawski, R. Řezníček, H. Štěpánková, **P. Novák**, I. Biało, and J. M. Honig
Effect of low Zn doping on the Verwey transition in magnetite single crystals: Mössbauer spectroscopy and x-ray diffraction
Phys. Rev. B 98 (2018) 125138(1)–125138(9).
21. V. B. Chzhan, I. S. Tereshina, A. Y. Karpenkov, **E. A. Tereshina-Chitrova**
Persistent values of magnetocaloric effect in the multicomponent Laves phase compounds with varied composition
Acta Mater. 154 (2018) 303–310.

22. J. Ćwik, Y. Koshkid'ko, K. Nenkov, **E. A. Tereshina**, K. Rogacki
Structural, magnetic and magnetocaloric properties of HoNi₂ and ErNi₂ compounds ordered at low temperatures
J. Alloy. Compd. 735 (2018) 1088–1095.
23. Davi R. Rodrigues, Ar. Abanov, **J. Sinova**, and K. Everschor-Sitte
Effective description of domain wall strings
Phys. Rev. B 97 (2018) 134414(1)–134414(9).
24. **A. Dejneka**, **D. Chvostova**, **O. Pacherova**, **T. Kocourek**, **M. Jelinek**, **M. Tyunina**
Optical effects induced by epitaxial tension in lead titanate.
Appl. Phys. Lett. 112 (2018) 031111(1)–031111(5).
25. **Z. Dočekalová**, **P. Márton**, **P. Ondrejko**, **J. Hlinka**
Far-infrared reflectivity spectra of nanotwinned GaV₄Se₈
Phase Transit. 91 (2018) 942–952.
26. **V. Drchal**, **J. Kudrnovský**, D. Wagenknecht, I. Turek
Spin-disorder resistivity of random fcc-NiFe alloys
Phys. Rev. B 98 (2018) 134442(1)–134442(7).
27. K. C. Erb, **J. Hlinka**
Symmetry guide to chiroaxial transitions
Phase Transit. 91 (2018) 953–958.
28. L. D. Finkelstein, A. V. Efremov, M. A. Korotin, **A. V. Andreev**, **D. I. Gorbunov**, N. V. Mushnikov, I. S. Zhidkov, A. I. Kukharenskiy, S. O. Cholakh, E. Z. Kurmaev
XPS spectra, electronic structure and magnetic properties of R₅Al₇ intermetallics
J. Alloy. Compd. 733 (2018) 82–90.
29. D. Geffroy, A. Hariki, **J. Kuneš**
Excitonic magnet in external field: Complex order parameter and spin currents
Phys. Rev. B 97 (2018) 155114(1)–155114(9).
30. **J. Godinho**, **H. Reichlova**, **D. Krieger**, **V. Novak**, **K. Olejnik**, **Z. Kaspar**, **Z. Soban**, P. Wadley, R. P. Campion, R. M. Otxoa, P. E. Roy, **J. Zelezny**, **T. Jungwirth**, **J. Wunderlich**
Electrically induced and detected Néel vector reversal in a collinear antiferromagnet
Nat. Commun. 9 (2018) 4686(1)–4686(8).
31. O. Gomonay, **T. Jungwirth**, and **J. Sinova**
Narrow-band tunable terahertz detector in antiferromagnets via staggered-field and antidamping torques
Phys. Rev. B 98 (2018) 104430(1)–104430(8).
32. **D. I. Gorbunov**, **A. V. Andreev**, D. S. Neznakhin, **J. Šebek**, **M. S. Henriques**, Y. Skourski, S. Daniš, J. Wosnitza
Magnetic properties of DyFe_{5-x}Co_xAl₇: Suppression of exchange interactions and magnetocrystalline anisotropy by Co substitution
J. Alloy. Compd. 741 (2018) 715–722.
33. **D. I. Gorbunov**, **M. S. Henriques**, N. Qureshi, B. Ouladdiaf, C. Salazar Mejía, J. Gronemann, **A. V. Andreev**, **V. Petříček**, E. L. Green, J. Wosnitza
Spontaneous and field-induced magnetic phase transitions in Dy₂Co₃Al₉: Effects of exchange frustration
Phys. Rev. Mater. 2 (2018) 084406(1)–084406(9).
34. **D. I. Gorbunov**, T. Nomura, I. Ishii, **M. S. Henriques**, **A. V. Andreev**, M. Doerr, T. Stöter, T. Suzuki, S. Zherlitsyn, J. Wosnitza
Crystal-field effects in the kagome antiferromagnet Ho₃Ru₄Al₁₂
Phys. Rev. B 97 (2018) 184412-1-184412-8.
35. L. Havela, A. V. Kolomiets, **A. V. Andreev**, J. -C. Griveau, F. Honda, Z. Arnold
Extended stability range of the non-Fermi liquid phase in UCoAl
J. Phys.-Condens. Mat. 30 (2018) 385601-1-385601-11.
36. **M. S. Henriques**, **D. I. Gorbunov**, **A. V. Andreev**, X. Fabrèges, A. Gukasov, M. Uhlarz, **V. Petříček**, B. Ouladdiaf, J. Wosnitza
Complex magnetic order in the kagome ferromagnet Pr₃Ru₄Al₁₂
Phys. Rev. B 97 (2018) 014431(1)–014431(10).

37. Marie Hervé, Bertrand Dupé, Rafael Lopes, Marie Böttcher, Maximiliano D. Martins, Timofey Balashov, Lukas Gerhard, **Jairo Sinova** and Wulf Wulfhekel
Stabilizing spin spirals and isolated skyrmions at low magnetic field exploiting vanishing magnetic anisotropy
Nat. Commun. 9 (2018) 1015(1)–1015(8).
38. **J. Hlinka**
Tribute to Dr. Jan Petzelt
Ferroelectrics 532 (2018) 1–2.
39. I. Ishii, T. Mizuno, K. Takezawa, S. Kumano, Y. Kawamoto, T. Suzuki, **D. I. Gorbunov, M. S. Henriques, A. V. Andreev**
Magnetic-field-induced quadrupolar ordering and the crystal electric field effect in the distorted kagome lattice antiferromagnet $Dy_3Ru_4Al_{12}$
Phys. Rev. B 97 (2018) 235130-1-235130-7.
40. **Z. Jiráček, O. Kaman, K. Knížek, P. Levinský, M. Míšek, P. Veverka, J. Hejtmánek**
High-field magnetoconductance in La-Sr manganites of FM and AFM ground states
J. Magn. Magn. Mater. 456 (2018) 167–178.
41. **T. Jungwirth, J. Sinova, A. Manchon, X. Marti, J. Wunderlich, C. Felser**
The multiple directions of antiferromagnetic spintronics
Nature Phys. 14 (2018) 200–203.
42. **C. Kadlec, V. Skoromets, F. Kadlec, H. Němec, H. -T. Chen, V. Jurka, K. Hruška, P. Kužel**
Electric-field tuning of a planar terahertz metamaterial based on strained $SrTiO_3$ layers
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 054001(1)–054001(5).
43. **O. Kaman, V. Herynek, P. Veverka, L. Kubičková, M. Pashchenko, J. Kuličková, and Z. Jiráček**
Transverse Relaxivity of Nanoparticle Contrast Agents for MRI: Different Magnetic Cores and Coatings
IEEE Trans. Magn. 54 (2018) 5300405(1)–5300405(5).
44. **S. Kamba, F. Borodavka, F. Kadlec, C. Kadlec, Y. S. Chai, K. Zhai, J. Buršík, J. Vít**
Vibrational spectra of multiferroics with Y- and Z- type hexaferrite structures
Ferroelectrics 532 (2018) 208–220.
45. **S. Kamba, Y. Ishibashi, A. Sigov, A. Bhalla**
Guest Editorial
Ferroelectrics 532 (2018) vii-ix.
46. **J. Kastil, M. Divis, K. Vlaskova, P. Dolezal, J. Fikacek, J. Prchal, M. Míšek, J. Kamarád, Z. Arnold**
Experimental and first-principle study of $LuPd_2Si_2$ superconductor
Intermetallics 100 (2018) 171–174.
47. **J. Kastil, J. Kamarád, M. Míšek, J. Hejtmánek, Z. Arnold**
Complex transport properties of the $Ni_{1.92}Mn_{1.56}Sn_{0.52}$ Heusler alloy and its magnetic behavior
J. Magn. Magn. Mater. 466 (2018) 260–266.
48. T Klimczuk, A. B Shick, S Khmelevskiy, AL Kozub, KK Kolincio, J-C Griveau, E Colineau, R Eloirdi, R Caciuffo
Structural and physical characterization of $NpPt_2In_7$
J. Alloy. Compd. 768 (2018) 852–858.
49. **K. Knížek, M. Pashchenko, P. Levinský, O. Kaman, J. Houdková, P. Jiříček, J. Hejtmánek, M. Soroka, and J. Buršík**
Spin Seebeck effect in $\epsilon-Fe_2O_3$ thin films with high coercive field
J. Appl. Phys. 124 (2018) 213904(1)–213904(8).
50. V. Kocsis, K. Penc, T. Room, U. Nagel, **J. Vít, J. Romhányi, Y. Tokunaga, Y. Taguchi, Y. Tokura, I. Kézsmárki, S. Bordács**
Identification of Antiferromagnetic Domains Via the Optical Magnetoelectric Effect
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 057601(1)–057601(5).
51. P. Kolejčák, K. Postava, M. Mičica, **P. Kužel, F. Kadlec, J. Pištora**
Experimental Gouy phase shift compensation in terahertz time-domain spectroscopy
Photonics Nanostruct. 31 (2018) 129–133.
52. S. M. Konoplyuk, A. Kolomiets, S. Daniš, **M. Míšek, V. V. Kokorin, B. Vondráčková, L. E. Kozlova**
Origin of temperature hysteresis of the magnetic transition in martensitic phase of $Ni_{51.9}Mn_{27}Ga_{21.1}$ alloy
Scripta Mater. 154 (2018) 60–63.

53. **V. Kopecký, O. Heczko**
On changes of monoclinic twinning by passage of type II twin boundary in Ni–Mn–Ga 10M martensite
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 867–870.
54. S. Körbel, **J. Hlinka**, S. Sanvito
Electron trapping by neutral pristine ferroelectric domain walls in BiFeO₃
Phys. Rev. B 98 (2018) 100104(1)–100104(2).
55. N. V. Kostyuchenko, I. S. Tereshina, **D. I. Gorbunov, E. A. Tereshina-Chitrova, A. V. Andreev**, M. Doerr, G. A. Politova, A. K. Zvezdin
Features of magnetization behavior in the rare-earth intermetallic compound (Nd_{0.5}Ho_{0.5})₂Fe₁₄B
Intermetallics 98 (2018) 139–142.
56. **N. N. Kovaleva**, A. V. Bagdinov, A. Stupakov, **A. Dejneka**, E. I. Demikhov, A. A. Gorbatshevich, F. A. Pudonin, K. I. Kugel, F. V. Kusmartsev
Collective magnetic response of inhomogeneous nanoisland FeNi films around the percolation transition
J. Nanopart. Res. 20 (2018) 109(1)–109(14).
57. **J. Kudrnovský, V. Drchal**, S. K. Bose, I. Turek
Electronic and transport properties of a new quaternary Heusler alloy CoMnFeSi
Phys. Rev. B 97 (2018) 214404(1)–214404(5).
58. B. de la Torre, **M. Švec, P. Hapala**, J. Redondo, **O. Krejčí**, R. Lo, D. Manna, A. Sarmah, D. Nachtigallová, J. Tuček, P. Błoński, M. Otyepka, R. Zbořil, P. Hobza, **P. Jelínek**
Non-covalent control of spin-state in metal-organic complex by positioning on N-doped graphene
Nat. Commun. 9 (2018) 2831(1)–2831(9).
59. K. Li, X. Li Zhu, X. Qiang Liu, X. Ma, M. Sen Fu, **J. Kroupa, S. Kamba**, X. Ming Chen
Electric-field-induced phase transition and pinched P-E hysteresis loops in Pb-free ferroelectrics with a tungsten bronze structure
NPG Asia Mater. 10 (2018) 71–81.
60. J. Luňáček, O. Životský, P. Janoš, M. Došek, A. Chrobak, **M. Maryško**, J. Buršík, Y. Jirásková
Structure and magnetic properties of synthesized fine cerium dioxide nanoparticles
J. Alloy. Compd. 753 (2018) 167–175.
61. M. Maeda, **A. V. Andreev**, K. Shirasaki, T. Yamamura, N. Kimura
Quantum phase transition in itinerant-electron ferromagnet system U(Co_{1-x}Os_x)Al
J. Phys. Soc. Jpn. 87 (2018) 094713(1)–094713(7).
62. **J. Mangeri**, S. P. Alpay, S. Nakhmanson, O. G. Heinonen
Electromechanical control of polarization vortex ordering in an interacting ferroelectric-dielectric composite dimer
Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 092901(1)–092901(5).
63. **P. Márton**
Discretisation originated Peierls–Nabarro barriers in simulations of ferroelectrics
Phase Transit. 91 (2018) 959–968.
64. **M. Misek**, P. Proschek, P. Opletal, V. Sechovsky, **J. Kastil, J. Kamarad, M. Zacek**, J. Prokleska
Pressure evolution of magnetism in URhGa
AIP Adv. 8 (2018) 101316(1)–101316(6).
65. N. V. Mushnikov, **A. V. Andreev, Z. Arnold**
Pressure-induced itinerant electron metamagnetism in UCo_{0.995}Os_{0.005}Al ferromagnet
Physica B 536 (2018) 522–526.
66. N. V. Mushnikov, **A. V. Andreev, Z. Arnold**, K. Shirasaki, T. Yamamura
Alloying and pressure effects on itinerant-electron metamagnetism of the UCoAl-based compounds
J. Magn. Magn. Mater. 459 (2018) 241–245.
67. A. Ndayishimiye, S. Buffière, M. -A. Dourges, A. Largeau, M. Prakasam, S. Mornet, **O. Kaman, Z. Jiráček, J. Hejtmánek**, G. Goglio
Design of 0–3 type nanocomposites using hydrothermal sintering
Scripta Mater. 148 (2018) 15–19.

68. E. Neuber, P. Milde, A. Butykai, S. Bordacs, H. Nakamura, T. Waki, Y. Tabata, K. Geirhos, P. Lunkenheimer, I. Kézsmárki, **P. Ondrejko**, **J. Hlinka**, M. Eng
Architecture of nanoscale ferroelectric domains in GaMo₄S₈
J. Phys. -Condens. Mat. 30 (2018) 445402(1)–445402(9).
69. **V. Novotná**, **L. Fekete**, **V. Hamplová**, **M. Glogarová**, **L. Lejček**, **M. Cigl**, and D. Pocięcha
Effect of lactate group in the chiral chain of new compounds exhibiting short-pitch cholesteric or TGBA phase.
Liq. Cryst. 45 (2018) 1155–1163.
70. Olena Okhay, Alexander Tkach, **Dmitry Nuzhnyy**, **Jan Petzelt**, and Paula Maria Vilarinho
Polar phonons in polycrystalline SrTiO₃ thin films: The role of the substrate
Ferroelectrics 532 (2018) 89–99.
71. O. Pacherova, **D. Chvostova**, **T. Kocourek**, **M. Jelinek**, **A. Dejneka**, E. Eliseev, A. Morozovska, **M. Tyunina**
Thermooptical evidence of carrierstabilized ferroelectricity in ultrathin electrodeless films
Sci. Rep. 8 (2018) 1–8.
72. **J. Petzelt**, **D. Nuzhnyy**, **V. Bovtun** and D. A. Crandles
Origin of the colossal permittivity of (Nb + In) co-doped rutile ceramics by wide-range dielectric spectroscopy
Phase Transit. 91 (2018) 932–941.
73. G. A. Politova, I. S. Tereshina, **D. I. Gorbunov**, M. A. Paukov, **A. V. Andreev**, R. M. Grechishkin, K. Rogacki
Magnetic and magnetocaloric properties of single crystal (Nd_{0.5}Pr_{0.5})₂Fe₁₄B
J. Alloy. Compd. 751 (2018) 283–288.
74. **P. Průša**, M. Kučera, **V. Babin**, P. Brůža, T. Parkman, D. Pánek, **A. Beitlerová**, **J. A. Mareš**, M. Hanuš, Z. Lučeničová, **M. Pokorný**, **M. Nikl**
Tailoring and optimization of LuAG:Ce epitaxial film scintillation properties by Mg co-doping
Cryst. Growth Des. 18 (2018) 4998–5007.
75. **M. Rameš**, **O. Heczko**, A. Sozinov, K. Ullakko, **L. Straka**
Magnetic properties of Ni-Mn-Ga-Co-Cu tetragonal martensites exhibiting magnetic shape memory effect
Scripta Mater. 142 (2018) 61–65.
76. **Helena Reichlova**, Richard Schlitz, Sebastian Beckert, Peter Swekis, Anastasios Markou, Yi-Cheng Chen, **Dominik Kriegner**, Savio Fabretti, Gyu Hyeon Park, Anna Niemann, Shashank Sudheendra, Andy Thomas, Kornelius Nielsch, Claudia Felser, Sebastian T. B. Goennenwein
Large anomalous Nernst effect in thin films of the Weyl semimetal Co₂MnGa
Appl. Phys. Lett. 6 (2018) 1–6.
77. M. Retuerto, **S. Skiadopoulou**, **F. Borodavka**, **C. Kadlec**, **F. Kadlec**, J. Prokleška, Z. Deng, J. A. Alonso, M. T. Fernandez-Diaz, F. O. Saouma, J. I. Jang, D. Legut, **S. Kamba**, M. Greenblatt
Structural and spectroscopic properties of the polar antiferromagnet Ni₂MnTeO₆
Phys. Rev. B 97 (2018) 144418(1)–144418(9).
78. **I. Rychetský**, **A. Klíč**
Permittivity of polycrystal: Laminar structure
J. Eur. Ceram. Soc. 38 (2018) 3020–3024.
79. T. Salamakha, **M. Buryi**, Y. Tratsiak
Effect of Eu-doping on optical, structural and morphological properties of Ba_{1-x}NH₂O powders
Opt. Mater. 78 (2018) 352–359.
80. **M. Savinov**, **V. Bovtun**, E. Tereshina-Chitrova, A. Stupakov, **A. Dejneka**, **M. Tyunina**
Dielectric relaxation in epitaxial films of paraelectric-magnetic SrTiO₃-SrMnO₃ solid solution
Appl. Phys. Lett. 112 (2018) 052901(1)–052901(4).
81. J. Sejkora, **E. Buixaderas**, P. Škácha, **J. Plášil**
Micro-Raman spectroscopy of natural members along CuSbS₂-CuSbSe₂ join
J. Raman Spectrosc. 49 (2018) 1364–1372.
82. **V. Skoromets**, **H. Němec**, **V. Goian**, **S. Kamba**, **P. Kužel**
Performance comparison of time-domain terahertz, multi-terahertz, and Fourier transform infrared spectroscopies
J. Infrared Milli. Terahz. Waves 39 (2018) 1249–1263.

83. **Libor Šmejkal**, Yuriy Mokrousov, Binghai Yan & Allan H. MacDonald
Topological antiferromagnetic spintronics
Nature Phys. 14 (2018) 242–251.
84. A. Soroka, A. Sozinov, N. Lanska, **M. Rameš**, **L. Straka**, K. Ullakko
Composition and temperature dependence of twinning stress in non-modulated martensite of Ni-Mn-Ga-Co-Cu magnetic shape memory alloys
Scripta Mater. 144 (2018) 52–55.
85. **V. Stepkova**, **J. Hlinka**
Pinning of a ferroelectric Bloch wall at a paraelectric layer
Beilstein J. Nanotechnol. 9 (2018) 2356–2360.
86. A. Stupakov, **A. Perevertov**
Dynamic properties of micro-magnetic noise in soft ferromagnetic materials
J. Magn. Magn. Mater. 456 (2018) 390–399.
87. T. Suzuki, T. Mizuno, K. Takezawa, S. Kamikawa, **A. V. Andreev**, **D. I. Gorbunov**, **M. S. Henriques**
Elastic moduli of the distorted kagome-lattice ferromagnet $Nd_3Ru_4Al_{12}$
Physica B 536 (2018) 18–20.
88. I. Sveklo, P. Mazalski, J. Jaworowicz, J. P. Jamet, N. Vernier, A. Mougin, J. Ferré, M. Kisielewski, **V. Zablotskii**, E. Bourhis, J. Gierak, K. Postava, J. Fassbender, J. Kanak, A. Maziewski
Modification of Magnetic Properties of Pt/Co/Pt Films by Ga+ Ion Irradiation: Focused versus Uniform Irradiation
Acta Phys. Polon. A 133 (2018) 1215–1226.
89. Š. Svirskas, V. V. Shvartsman, M. Duncce, R. Ignatans, E. Birks, **T. Ostapchuk**, **S. Kamba**, D. C. Lupascu, J. Banys
Two-phase dielectric polar structures in 0.1NBT-0.6ST-0.3PT solid solutions
Acta Mater. 153 (2018) 117–125.
90. I. S. Tereshina, N. V. Kostyuchenko, **E. A. Tereshina-Chitrova**, Y. Skourski, M. Doerr, I. A. Pelevin, A. K. Zvezdin, M. Paukov, L. Havela, H. Drulis
ThMn₁₂-type phases for magnets with low rare-earth content: Crystal-field analysis of the full magnetization process
Sci. Rep. 8 (2018) 3595(1)–3595(6).
91. I. S. Tereshina, A. P. Pyatakov, **E. A. Tereshina-Chitrova**, **D. I. Gorbunov**, Yu. Skourski, J. M. Law, M. A. Paukov, L. Havela, M. Doerr, A. K. Zvezdin, **A. V. Andreev**
Probing the exchange coupling in the complex modified Ho-Fe-B compounds by high-field magnetization measurements
AIP Adv. 8 (2018) 125233(1)–124233(5).
92. I. S. Tereshina, **E. A. Tereshina-Chitrova**, I. A. Pelevin, M. Doerr, J. M. Law, V. N. Verbetski, A. A. Salamova
High-Field Magnetization Study of R₂Fe₁₇N₂ (R = Ho and Er) Nitrides
J. Low Temp. Phys. 190 (2018) 236–243.
93. **R. Tesař**, **M. Šindler**, **J. Koláček** and L. Skrbek
Terahertz wire-grid circular polarizer tuned by lock-in detection method
Rev. Sci. Instrum. 89 (2018) 083114(1)–083114(7).
94. M. D. Thomson, W. Zouaghi, F. Meng, M. M. Wiecha, K. Rabia, T. Heinlein, L. Hussein, D. Babu, S. Yadav, J. Engstler, J. J. Schneider, N. Nicoloso, **I. Rychetský**, **P. Kužel** and H. G. Roskos
Dielectric properties of vertically aligned multi-walled carbon nanotubes in the terahertz and mid-infrared range
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 034004(1)–034004(7).
95. Hiroki Tsuchiura, Takuya Yoshioka, **Pavel Novák**
Bridging atomistic magnetism and coercivity in Nd-Fe-B magnets
Scripta Mater. 154 (2018) 248–252.
96. J. Valenta, F. Honda, M. Vališka, P. Opletal, **J. Kaštil**, **M. Míšek**, M. Diviš, L. Sandratskii, J. Prchal, V. Sechovský
Antiferromagnetism and phase transitions in noncentrosymmetric UIrSi₃
Phys. Rev. B 97 (2018) 144423-.
97. M. Vališka, H. Saito, T. Yanagisawa, C. Tabata, H. Amitsuka, K. Uhlířová, J. Prokleška, P. Proschek, J. Valenta, **M. Míšek**, D. I. Gorbunov, J. Wosnitzer, V. Sechovský
Magnetoelastic phenomena in antiferromagnetic uranium intermetallics: The UAu₂Si₂ case
Phys. Rev. B 98 (2018) 174439(1)–174439(10).

98. M. Veis, J. Minar, **G. Steciuk**, **L. Palatinus**, C. Rinaldi, M. Cantoni, **D. Kriegner**, **K. K. Tikuisis**, J. Hamrle, M. Zahradnik, R. Antos, **J. Zelezny**, **L. Smejkal**, **P. Wadley**, R. P. Campion, C. Frontera, K. Uhlířová, T. Duchon, **P. Kuzel**, **V. Novak**, **T. Jungwirth**, **K. Vyborný**
Band structure of CuMnAs probed by optical and photoemission spectroscopy
Phys. Rev. B 97 (2018) 125109(1)–125109(5).
99. **J. Vít**, **F. Kadlec**, **C. Kadlec**, **F. Borodavka**, Y. S. Chai, K. Zhai, Y. Sun, **S. Kamba**
Electromagnon in the Y-type hexaferrite BaSrCoZnFe₁₇AlO₂₂
Phys. Rev. B 97 (2018) 134406(1)–134406(10).
100. **P. Wadley**, S. Reimers, M. J. Grzybowski, C. Andrews, M. Wang, J. S. Chauhan, B. L. Gallagher, R. P. Campion, K. W. Edmonds, S. S. Dhesi, F. Maccherozzi, **V. Novak**, **J. Wunderlich**, **T. Jungwirth**
Current-polarity dependent manipulation of antiferromagnetic domains
Nature Nanotech. 13 (2018) 362–365.
101. Kei Yamamoto, Olena Gomonay, **Jairo Sinova**, and Georg Schwiete
Spin transfer torques and spin-dependent transport in a metallic F/AF/N tunneling junction
Phys. Rev. B 98 (2018) 014406(1)–014406(24).
102. L. Yao, S. Inkinen, **O. Pacherova**, **M. Jelinek**, S. van Dijkena **M. Tyunina**.
Chemical-bond effect on epitaxial strain in perovskite sodium niobate.
Phys. Chem. Chem. Phys. doplňme (2018) doplňme-doplňme.
103. **V. Zablotskii**, **T. Polyakova**, **A. Dejneka**
Cells in the Non-Uniform Magnetic World: How Cells Respond to High-Gradient Magnetic Fields
Bioessays 8 (2018) 1800017(1)–1800017(10).
104. **V. Zablotskii**, **T. Polyakova**, **A. Dejneka**
Biological effects of high-gradient magnetic fields on the cellular level: perspectives for cell therapy
Czech. J. Phys. 68 No 4 (2018) 237–243.
105. Yu. O. Zagorodniy, R. O. Kuzian, I. V. Kondakova, **M. Maryško**, V. Chlan, H. Štěpánková, N. M. Olekhovich, A. V. Pushkarev, Yu. V. Radyush, I. P. Raevski, B. Zalar, **V. V. Laguta**, V. A. Stephanovich
Chemical disorder and 207Pb hyperfine fields in the magnetoelectric multiferroic Pb(Fe_{1/2}Sb_{1/2})O₃ and its solid solution with Pb(Fe_{1/2}Nb_{1/2})O₃
Phys. Rev. Mater. 2 (2018) 014401(1)–014401(13).
106. **J. Železný**, **P. Wadley**, **K. Olejník**, A. Hoffmann & H. Ohno
Spin transport and spin torque in antiferromagnetic devices
Nature Phys. 14 (2018) 220–228.

Optika

1. Mauro F. Pereira
Analytical Expressions for Numerical Characterization of Semiconductors per Comparison with Luminescence
Materials 11 (2018) 1–15.
2. D. V. Azamat, A. G. Badalyan, P. G. Baranov, V. A. Trepakov, M. Hrabovsky, **L. Jastrabik**, **A. Dejneka**
EPR and ENDOR in manganese doped SrTiO₃: Electric quadrupole interaction and local disorder
J. Appl. Phys. 124 (2018) 124101(1)–124101(5).
3. K. Bartkiewicz, **A. Černoč**, **K. Lemr**
Implementation of an efficient linear-optical quantum router
Sci. Rep. 8 (2018) 13480(1)–13480(8).
4. A. Bashir, K. Gallacher, R. W. Millar, D. J. Paul, A. Ballabio, J. Frigerio, G. Isella, **D. Kriegner**, M. Ortolani, J. Barthel, I. MacLaren
Interfacial sharpness and intermixing in a Ge-SiGe multiple quantum well structure
J. Appl. Phys. 123 (2018) 035703(1)–035703(11).
5. F. Batysta, R. Antipenkov, T. Borger, A. Kissinger, J. T. Green, R. Kananavičius, G. Chériaux, D. Hidingier, J. Kolenda, E. Gaul, **B. Rus**, T. Ditmire
Spectral pulse shaping of a 5 Hz, multi-joule, broadband optical parametric chirped pulse amplification frontend for a 10 PW laser system
Opt. Lett. 43 (2018) 3866–3869.

6. R. Boge, J. Horáček, P. Mazůrek, J. A. Naylor, J. T. Green, Z. Hubka, V. Šobr, **J. Novák**, F. Batysta, R. Antipenkov, **P. Bakule, B. Rus**
Robust method for long-term energy and pointing stabilization of high energy, high average power solid state lasers
Rev. Sci. Instrum. 89 (2018) 023113–023113.
7. **K. Boháček, M. Kozlová, J. Nejdil**, U. Chaulagain, V. Horný, **M. Krůs**, K. Ta Phuoc
Stable electron beams from laser wakefield acceleration with few-terawatt driver using a supersonic air jet
Nucl. Instrum. Meth. A 883 (2018) 24–28.
8. **A. Černocho, K. Bartkiewicz, K. Lemr, J. Soubusta**
Experimental tests of coherence and entanglement conservation under unitary evolutions
Phys. Rev. A 97 (2018) 042305(1)–042305(5).
9. S. Civiš, **P. Kubelík, M. Ferus**, E. M. Zanozina, A. Pastorek, A. V. Naskidashvili, V. E. Chernov
FTIR laboratory measurement of OI spectra in the 0.77–12.5 μm spectral range: Rydberg states and oscillator strengths
ApJS 239:11 (2018) 1–19.
10. **M. Domonkos, M. Varga, L. Ondič**, L. Gajdošová, **A. Kromka**
Microsphere lithography for scalable polycrystalline diamond-based near-infrared photonic crystals fabrication
Mater. Des. 139 (2018) 363–371.
11. **M. Ferus**, J. Kouka, L. Lenža, J. Srba, **P. Kubelík**, V. Laitl, E. M. Zanozina, P. Váňa, T. Kaiserová, A. Knížek, P. Rimmer, E. Chatzitheodoridis, S. Civiš
Calibration-free quantitative elemental analysis of meteor plasma using reference laser-induced breakdown spectroscopy of meteorite samples
Astron. Astrophys. 610 (2018) A73, p.1–A73, p.12.
12. **M. Fibrich**, J. Šulc, M. Jelínek, H. Jelínková, V. Kubeček
Influence of temperature on Ti:sapphire spectroscopic and laser characteristics
Laser Phys. 28 (2018) 085801-085801.
13. N. T. Goodfriend, S. Y. Heng, O. A. Nerushev, A. V. Gromov, A. V. Bulgakov, M. Okada, W. Xu, R. Kitaura, J. Warner, H. Shinohara, E. E. B. Cambell
Blister-based-laser-induced-forward-transfer: a non-contact, dry laser-based transfer method for nanomaterials
Nanotechnology 29 (2018) 1–9.
14. **J. Hrdý**
A simple x-ray source of two orthogonal beams for small samples imaging
Nucl. Instrum. Meth. A 886 (2018) 53–54.
15. H. Kmentová, S. Kment, **Z. Hubička, Z. Remeš, J. Olejníček, M. Čada**, J. Krýsa, R. Zbořil
Thermal sulfidation of α-Fe₂O₃ hematite to FeS₂ pyrite thin electrodes: Correlation between surface morphology and photoelectrochemical functionality
Catal. Today 313 (2018) 224–230.
16. P. Loiko, P. Koopmann, X. Mateos, J. M. Serres, **V. Jambunathan, A. Lucianetti, T. Mocek**, M. Aguiló, F. Díaz, U. Griebner, V. Petrov, C. Kränkel
Highly-efficient, compact Tm³⁺:RE₂O₃ (RE = Y, Lu, Sc) sesquioxide lasers based on thermal guiding
IEEE J. Quantum Electron. PP Issue 9 (2018) 1–12.
17. A. Lynnyk, M. Lunova, M. Jirsa, D. Egorova, A. Kulikov, Š. Kubinová, **O. Lunov, A. Dejneka**
Manipulating the mitochondria activity in human hepatic cell line Huh7 by low-power laser irradiation
Biomed. Opt. Express 9 (2018) 1283–1300.
18. D. Mikolášová, K. Rubešová, V. Jakeš, P. Nekvindová, Z. Zlámalová Cílová, **J. Oswald**
Water-soluble polymers as chelating agents for the deposition of Er³⁺/Yb³⁺:LiNbO₃ waveguiding films
J. Sol-Gel Sci. Techn. 86 (2018) 274–284.
19. V. Nožková, **P. Šmíd, P. Horváth, M. Hrabovský**, P. Ilík
Non-invasive monitoring of hydraulic surge propagation in a wounded tobacco plant
Plant Methods 14 (2018) 38(1)–38(9).
20. M. F. Pereira, V. Anferter, J. P. Zubelli, V. Vaks
THz generation by GHz multiplication in superlattices
J. Nanophotonics 11 (2018) 046022(1)–046022(4).

21. V. Peřinová, A. Lukš, **J. Křepelka**, W. Leónski, **J. Peřina Jr.**
Kerr-like behaviour of second harmonic generation in the far-off resonant regime
Optic. Comm. 414 (2018) 146–153.
22. **S. Sebban**, A. Depresseux, E. Oliva, **J. Gautier**, F. Tissandier, **J. Nejdli**, **M. Kozlova**, G. Maynard, J. P. Goddet, A. Tafzi, A. Lifschitz, H. T. Kim, S. Jacquemot, P. Rousseau, P. Zeitoun, A. Rousse
Toward compact and ultra-intense laser-based soft x-ray lasers
Plasma Phys. Control. Fusion 60 (2018) 014030(1)–014030(9).
23. J. M. Serres, P. Loiko, **V. Jambunathan**, X. Mateos, V. Vitkin, **A. Lucianetti**, **T. Mocek**, M. Aguiló, F. Díaz, U. Griebner, V. Petrov
Efficient diode-pumped Er:KLu(WO₄)₂ laser at ~1.61 μm
Opt. Lett. 43 (2018) 218–221.
24. A. Špaček, J. T. Green, F. Batysta, **J. Novák**, R. Antipenkov, **P. Bakule**, **B. Rus**
General method of passive optical pulse peak intensity stabilization through controlled self-phase modulation and over-compression
J. Opt. Soc. Am. B-Opt. Phys. 35 (2018) 2494–2500.
25. **V. Stranak**, R. Bogdanowicz, P. Sezemsky, H. Wulff, A. Kruth, M. Smietana, J. Kratochvil, **M. Cada**, **Z. Hubicka**
Towards high quality ITO coatings: The impact of nitrogen admixture in HiPIMS discharges
Surf. Coat. Tech. 335 (2018) 126–133.
26. **V. Straňák**, **Z. Hubička**, **M. Čada**, R. Bogdanowicz, H. Wulff, C. A. Helm, R. Hippler
Influence of reactive oxygen species during deposition of iron oxide films by high power impulse magnetron sputtering
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 095205(1)–095205(12).
27. L. Střížík, S. N. Yannopoulos, V. Benekou, **J. Oswald**, M. Pavlista, V. Prokop, T. Wagner, J. Orava
Photoluminescence in pulsed-laser deposited GeGaSbS:Er films
Opt. Mater. 85 (2018) 246–253.
28. V. Trávníček, K. Bartkiewicz, **A. Černochoch**, **K. Lemr**
Experimental measurement of a nonlinear entanglement witness by hyperentangling two-qubit states
Phys. Rev. A 98 (2018) 032307(1)–032307(6).
29. L. Vysin, M. Davidková, P. Wachulak, H. Fiedorowicz, A. Bartnik, M. Krus, **M. Kozlová**, J. Skala, **J. Dostal**, R. Dudzak, L. Juha
Biological action in and out of the water window
Acta Phys. Polon. A 133 (2018) 236–238.
30. M. Zanáška, **Z. Hubička**, **M. Čada**, P. Kudrna, M. Tichý
Floating harmonic probe measurements in the low-temperature plasma jet deposition system
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 025205(1)–025205(8).

Fyzika vysokých energií

The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: **J. Blažek**, **M. Boháčová**, **J. Chudoba**, **J. Ebr**, **J. Juryšek**, **D. Mandát**, **M. Palatka**, **M. Pech**, **M. Prouza**, **J. Řídký**, **E. Santos**, **P. Schovánek**, **P. Trávníček**, **J. Vícha**, **A. Yushkov**

1. *Observation of inclined EeV air showers with the radio detector of the Pierre Auger Observatory*
J. Cosmol. Astropart. Phys. 2018 (2018) 026(1)–026(21).
2. *Large-scale Cosmic-Ray Anisotropies above 4 EeV Measured by the Pierre Auger Observatory*
ApJ 868 (2018) 4(1)–4(12).

The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: **J. Blažek**, **M. Boháčová**, **J. Chudoba**, **J. Ebr**, **J. Juryšek**, **D. Mandát**, **M. Palatka**, **M. Pech**, **M. Prouza**, **J. Řídký**, **P. Schovánek**, **P. Trávníček**, **J. Vícha**

1. *An Indication of Anisotropy in Arrival Directions of Ultra-high-energy Cosmic Rays through Comparison to the Flux Pattern of Extragalactic Gamma-Ray Sources*
Astrophys. J. Lett. 853 (2018) L29(1)–L29(10).

D0 and CDF Collaborations, z FZÚ: **A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák**, Ch. Royon

1. *Tevatron Run II combination of the effective leptonic electroweak mixing angle*
Phys. Rev. D 97 (2018) 112007(1)–112007(20).
2. *Measurements in Top-Antitop Quark Production at the Tevatron*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 042001(1)–042001(12).

D0 Collaboration, z FZÚ **A. Kupčo, M. Lokajíček**, Ch. Royon

1. *Evidence for $Z\pm c(3900)$ in semi-inclusive decays of b -flavored hadrons*
Phys. Rev. D 98 (2018) 052010(1)–052010(11).

Telescope Array Collaboration, z FZÚ F. Urban

1. *Depth of Ultra High Energy Cosmic Ray Induced Air Shower Maxima Measured by the Telescope Array Black Rock and Long Ridge FADC Fluorescence Detectors and Surface Array in Hybrid Mode*
ApJ 858 (2018) 858/2/76(1)–858/2/76(39).
2. *Evidence of Intermediate-Scale Energy Spectrum Anisotropy of Cosmic Rays $E\geq 10$ 19.2 eV with the Telescope Array Surface Detector*
ApJ 862 (2018) 862/2/91(1)–862/2/91(8).
3. *The Cosmic-Ray Energy Spectrum between 2 PeV and 2 EeV Observed with the TALE detector in monocular mode*
ApJ 865 (2018) 865/1/74(1)–865/1/74(26).
4. *Study of muons from ultrahigh energy cosmic ray air showers measured with the Telescope Array experiment*
Phys. Rev. D 98 (2018) 2/022002(1)–2/022002(10).
5. *Testing a Reported Correlation between Arrival Directions of Ultra-high-energy Cosmic Rays and a Flux Pattern from nearby Starburst Galaxies using Telescope Array Data*
Astrophys. J. Lett. 867 (2018) 2(1)–2(6).

ATLAS IBL Collaboration, z FZÚ **M. Hejtmánek, Z. Janoška, O. Korchak, J. Popule, P. Šicho, M. Sloboda, M. Tomášek, V. Vrba**

1. *Production and Integration of the ATLAS Insertable B-Layer*
JINST 13 (2018) T05008(1)–T05008(90).

ATLAS Collaboration, z FZÚ **J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jacka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský**

1. *Observation of $H\rightarrow bb$ decays and VH production with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 786 (2018) 59–86.
2. *Combination of searches for heavy resonances decaying into bosonic and leptonic final states using 36 fb⁻¹ of proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 052008(1)–052008(48).
3. *Constraints on off-shell Higgs boson production and the Higgs boson total width in $ZZ\rightarrow 4\ell$ and $ZZ\rightarrow 2\ell 2\nu$ final states with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 786 (2018) 223–244.
4. *Search for Higgs bosons produced via vector-boson fusion and decaying into bottom quark pairs in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 052003(1)–052003(29).
5. *Prompt and non-prompt J/ψ elliptic flow in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 784(1)–784(34).
6. *Searches for exclusive Higgs and Z boson decays into $J/\psi\gamma$, $\psi(2S)\gamma$, and $Y(nS)\gamma$ at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 786 (2018) 134–155.

7. *Probing the quantum interference between singly and doubly resonant top-quark production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 152002(1)–152002(20).
8. *Search for pair production of heavy vector-like quarks decaying into high- p_T W bosons and top quarks in the lepton-plus-jets final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1808 (2018) 048(1)–048(41).
9. *Observation of Higgs boson production in association with a top quark pair at the LHC with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 784 (2018) 173–191.
10. *Measurement of the Higgs boson mass in the $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ and $H \rightarrow \gamma\gamma$ channels with $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions using the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 784 (2018) 345–366.
11. *Search for new phenomena using the invariant mass distribution of same-flavour opposite-sign dilepton pairs in events with missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 625(1)–625(61).
12. *Combined measurement of differential and total cross sections in the $H \rightarrow \gamma\gamma$ and the $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ decay channels at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 786 (2018) 114(1)–114(33).
13. *Search for resonances in the mass distribution of jet pairs with one or two jets identified as b-jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032016(1)–032016(35).
14. *Measurement of jet fragmentation in Pb+Pb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. C 98 (2018) 024908(1)–024908(56).
15. *Measurement of the suppression and azimuthal anisotropy of muons from heavy-flavor decays in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. C 98 (2018) 044905(1)–044905(34).
16. *Search for flavor-changing neutral currents in top quark decays $t \rightarrow Hc$ and $t \rightarrow Hu$ in multilepton final states in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032002(1)–032002(25).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jacka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Angular analysis of $B0d \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ decays in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1810 (2018) 047(1)–047(47).
2. *Prompt and non-prompt J/ψ and $\psi(2S)$ suppression at high transverse momentum in 5.02 TeV Pb+Pb collisions with the ATLAS experiment*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 762(1)–762(39).
3. *Measurement of colour flow using jet-pull observables in $t\bar{t}$ events with the ATLAS experiment at $\sqrt{s} = 13$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 847(1)–847(45).
4. *Search for supersymmetry in final states with charm jets and missing transverse momentum in 13 TeV pp collisions with the ATLAS detector*
JHEP 1809 (2018) 050(1)–050(43).
5. *Search for heavy resonances decaying to a photon and a hadronically decaying Z/W/H boson in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032015(1)–032015(44).
6. *Measurements of b-jet tagging efficiency with the ATLAS detector using $t\bar{t}$ events at $\sqrt{s} = 13$ TeV*
JHEP 1808 (2018) 089(1)–089(49).
7. *Search for heavy particles decaying into top-quark pairs using lepton-plus-jets events in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 565(1)–565(56).

8. *Search for R-parity-violating supersymmetric particles in multi-jet final states produced in p-p collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV using the ATLAS detector at the LHC*
Phys. Lett. B 785 (2018) 136–158.
9. *Search for supersymmetry in events with four or more leptons in $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with ATLAS*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032009(1)–032009(47).
10. *Search for low-mass dijet resonances using trigger-level jets with the ATLAS detector in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV*
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 081801(1)–081801(20).
11. *Search for a heavy Higgs boson decaying into a Z boson and another heavy Higgs boson in the $\ell\ell b\bar{b}$ final state in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 783 (2018) 392–414.
12. *Search for Higgs boson decays into pairs of light (pseudo)scalar particles in the $\gamma\gamma jj$ final state in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 782 (2018) 750–767.
13. *Search for top squarks decaying to tau sleptons in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032008(1)–032008(33).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for flavour-changing neutral current top-quark decays $t\rightarrow qZ$ in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1807 (2018) 176(1)–176(42).
2. *Search for pair production of up-type vector-like quarks and for four-top-quark events in final states with multiple b-jets with the ATLAS detector*
JHEP 1807 (2018) 089(1)–089(66).
3. *Search for the Decay of the Higgs Boson to Charm Quarks with the ATLAS Experiment*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 211802(1)–211802(20).
4. *Measurements of Higgs boson properties in the diphoton decay channel with 36 fb⁻¹ of pp collision data at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 052005(1)–052005(135).
5. *Search for Higgs boson decays to beyond-the-Standard-Model light bosons in four-lepton events with the ATLAS detector at $\sqrt{s}=13$ TeV*
JHEP 1806 (2018) 166(1)–166(50).
6. *Search for photonic signatures of gauge-mediated supersymmetry in 13 TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 092006(1)–092006(32).
7. *Search for a Structure in the $B0s\pi\pm$ Invariant Mass Spectrum with the ATLAS Experiment*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 202007(1)–202007(19).
8. *Search for $W'\rightarrow tb$ decays in the hadronic final state using pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 781 (2018) 327–348.
9. *Search for High-Mass Resonances Decaying to $\tau\nu$ in pp Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS Detector*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 161802(1)–161802(20).
10. *Measurements of $t\bar{t}$ differential cross-sections of highly boosted top quarks decaying to all-hadronic final states in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV using the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 012003(1)–012003(39).
11. *Measurement of the cross-section for producing a W boson in association with a single top quark in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with ATLAS*
JHEP 1801 (2018) 063(1)–063(39).
12. *Search for dark matter in events with a hadronically decaying vector boson and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1810 (2018) 180(1)–180(56).

13. *Search for charged Higgs bosons decaying via $H_{\pm} \rightarrow \tau_{\pm} \nu_{\tau}$ in the τ +jets and τ +lepton final states with 36 fb^{-1} of pp collision data recorded at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS experiment*
JHEP 1809 (2018) 139(1)–139(46).
14. *Search for pair production of higgsinos in final states with at least three b -tagged jets in $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ pp collisions using the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 092002(1)–092002(49).
15. *Search for resonant WZ production in the fully leptonic final state in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 787 (2018) 68(1)–68(36).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Measurements of differential cross sections of top quark pair production in association with jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ using the ATLAS detector*
JHEP 1810 (2018) 159(1)–159(59).
2. *Measurement of the cross section for isolated-photon plus jet production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ using the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 780 (2018) 578–602.
3. *Search for the standard model Higgs boson produced in association with top quarks and decaying into a bb^{-} pair in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 072016(1)–072016(44).
4. *Evidence for the associated production of the Higgs boson and a top quark pair with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 072003(1)–072003(44).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jacka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for electroweak production of supersymmetric states in scenarios with compressed mass spectra at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 052010(1)–052010(35).
2. *Measurement of the production cross section of three isolated photons in pp collisions at $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ using the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 781 (2018) 55–76.
3. *Measurement of the inclusive and fiducial $t\bar{t}$ production cross-sections in the lepton+jets channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 487(1)–487(31).
4. *Search for heavy resonances decaying into a W or Z boson and a Higgs boson in final states with leptons and b -jets in 36 fb^{-1} of $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ pp collisions with the ATLAS detector*
JHEP 1803 (2018) 174(1)–174(52).
5. *Search for heavy ZZ resonances in the $\ell+\ell-\ell+\ell-$ and $\ell+\ell-\nu\nu^{-}$ final states using proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 293(1)–293(51).
6. *Search for exclusive Higgs and Z boson decays to $\phi\gamma$ and $p\gamma$ with the ATLAS detector*
JHEP 1807 (2018) 127(1)–127(36).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Sicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum using 36 fb⁻¹ of $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collision data with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 112001(1)–112001(47).
2. *Measurement of the Higgs boson coupling properties in the $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ decay channel at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1803 (2018) 095(1)–095(59).
3. *Search for long-lived charginos based on a disappearing-track signature in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1806 (2018) 022(1)–022(46).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jacka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Measurement of differential cross-sections of a single top quark produced in association with a W boson at $\sqrt{s} = 13$ TeV with ATLAS*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 186(1)–186(43).
2. *Search for top-squark pair production in final states with one lepton, jets, and missing transverse momentum using 36 fb⁻¹ of $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collision data with the ATLAS detector*
JHEP 1806 (2018) 108(1)–108(95).
3. *Measurement of the Soft-Drop Jet Mass in pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS Detector*
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 092001(1)–092001(13).
4. *Search for dark matter and other new phenomena in events with an energetic jet and large missing transverse momentum using the ATLAS detector*
JHEP 1801 (2018) 126(1)–126(51).
5. *Measurement of differential cross sections and W^+W^- cross-section ratios for W boson production in association with jets at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1805 (2018) 077(1)–077(63).
6. *Measurement of inclusive jet and dijet cross-sections in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1805 (2018) 195(1)–195(48).
7. *Search for supersymmetry in final states with missing transverse momentum and multiple b-jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1806 (2018) 107(1)–107(58).
8. *Search for dark matter produced in association with bottom or top quarks in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 18(1)–18(52).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jacka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for doubly charged Higgs boson production in multi-lepton final states with the ATLAS detector using proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 199(1)–199(52).
2. *Measurement of differential cross sections of isolated-photon plus heavy-flavour jet production in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV using the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 776 (2018) 295–317.
3. *Search for WW/WZ resonance production in $\ell\nu qq$ final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1803 (2018) 042(1)–042(44).
4. *A search for pair-produced resonances in four-jet final states at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 250(1)–250(41).
5. *Search for B-L R – parity-violating top squarks in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS experiment*
Phys. Rev. D 97 (2018) 032003(1)–032003(28).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šícho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for long-lived, massive particles in events with displaced vertices and missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 052012(1)–052012(29).
2. *Measurement of the production cross-section of a single top quark in association with a Z boson in proton–proton collisions at 13 TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 780 (2018) 557–577.
3. *Search for heavy resonances decaying into WW in the $e\nu\mu$ final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 24(1)–24(50).
4. *Search for new phenomena in high-mass final states with a photon and a jet from pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 102(1)–102(38).

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šícho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *ZZ $\rightarrow\ell+\ell-\ell'+\ell'-$ cross-section measurements and search for anomalous triple gauge couplings in 13 TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 97 (2018) 032005(1)–032005(39).
2. *Search for additional heavy neutral Higgs and gauge bosons in the ditau final state produced in 36 fb $^{-1}$ of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
JHEP 1801 (2018) 055(1)–055(52).
3. *A search for resonances decaying into a Higgs boson and a new particle X in the XH \rightarrow qqbb final state with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 779 (2018) 24–45.
4. *Combination of inclusive and differential tt $^{-}$ charge asymmetry measurements using ATLAS and CMS data at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV*
JHEP 1804 (2018) 033(1)–033(65).
5. *Direct top-quark decay width measurement in the tt $^{-}$ lepton+jets channel at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS experiment*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 129(1)–129(44).
6. *Measurement of τ polarisation in Z/ γ^* $\rightarrow\tau\tau$ decays in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 163(1)–163(44).
7. *Search for an invisibly decaying Higgs boson or dark matter candidates produced in association with a Z boson in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 776 (2018) 318–337.

ATLAS Collaboration, z FZÚ J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, V. Kus, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Němeček, O. Penc, P. Šícho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský

1. *Search for the direct production of charginos and neutralinos in final states with tau leptons in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 154(1)–154(33).
2. *Search for diboson resonances with boson-tagged jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 777 (2018) 91–113.
3. *Measurement of the exclusive $\gamma\gamma\rightarrow\mu+\mu-$ process in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Lett. B 777 (2018) 303–323.

4. *Measurement of long-range multiparticle azimuthal correlations with the subevent cumulant method in pp and p+Pb collisions with the ATLAS detector at the CERN Large Hadron Collider*
Phys. Rev. C 97 (2018) 024904(1)–024904(25).
5. *Search for a new heavy gauge boson resonance decaying into a lepton and missing transverse momentum in 36 fb⁻¹ of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS experiment*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 401(1)–401(23).
6. *Measurement of the W-boson mass in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 110(1)–110(86).
7. *Search for pair production of heavy vector-like quarks decaying into hadronic final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. D 98 (2018) 092005(1)–092005(51).
8. *A search for resonant and non-resonant Higgs boson pair production in the $b\bar{b}\tau^+\tau^-$ decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*
Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 191801(1)–191801(36).
9. *Measurement of dijet azimuthal decorrelations in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector and determination of the strong coupling*
Phys. Rev. D 98 (2018) 092004(1)–092004(46).
10. *Comparison between simulated and observed LHC beam backgrounds in the ATLAS experiment at Ebeam = 4 TeV*
JINST 13 (2018) P12006(1)–P12006(44).

H1 and ZEUS Collaborations, z FZÚ: **J. Cvach, J. Hladký, P. Reimer**

1. *Combination and QCD analysis of charm and beauty production cross-section measurements in deep inelastic ep scattering at HERA*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 473–530.

P. Abreu et al., z FZÚ **J. Řídký, P. Trávníček, J. Vícha**

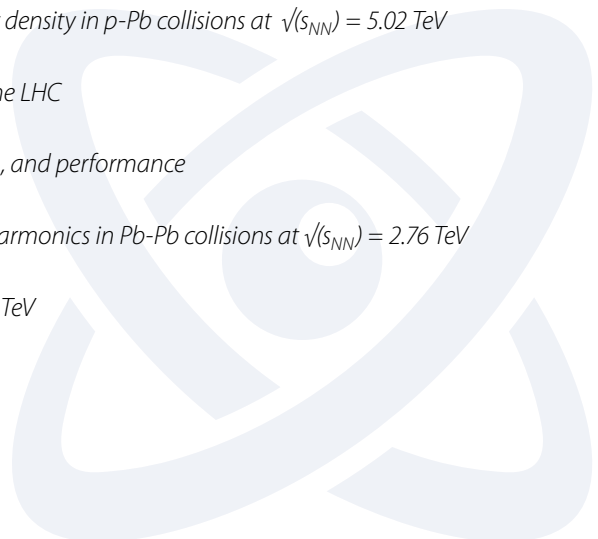
1. *MARTA: a high-energy cosmic-ray detector concept for high-accuracy muon measurement*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 333(11)–333(11).

D0 Collaboration, z FZÚ **P. Bouř, M. Lokajíček, J. Smolík, P. Vokáč, J. Zálešák**

1. *New constraints on oscillation parameters from ν_e appearance and ν_μ disappearance in the NOvA experiment*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032012(1)–032012(16).

ALICE Collaboration, z FZÚ **J. Hladký, J. A. Mareš, P. Závada**

1. *D-meson azimuthal anisotropy in midcentral Pb-Pb collisions at $\sqrt{\langle s_{NN} \rangle} = 5.02$ TeV*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 102301(1)–102301(13).
2. *J/ψ production as a function of charged-particle pseudorapidity density in p-Pb collisions at $\sqrt{\langle s_{NN} \rangle} = 5.02$ TeV*
Phys. Lett. B 776 (2018) 91–104.
3. *First measurement of jet mass in Pb-Pb and p-Pb collisions at the LHC*
Phys. Lett. B 776 (2018) 249–264.
4. *The ALICE Transition Radiation Detector: construction, operation, and performance*
Nucl. Instrum. Meth. A 881 (2018) 88–127.
5. *Systematic studies of correlations between different order flow harmonics in Pb-Pb collisions at $\sqrt{\langle s_{NN} \rangle} = 2.76$ TeV*
Phys. Rev. C 97 (2018) 024906(1)–024906(23).
6. *π^0 and η meson production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 263(1)–263(32).



ALICE Collaboration, z FZÚ **J. A. Mareš, P. Závada**

1. *Measurements of low-pT electrons from semileptonic heavy-flavour hadron decays at mid-rapidity in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
JHEP 1810 (2018) 061(1)–061(27).
2. *Inclusive J/ψ production at forward and backward rapidity in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV*
JHEP 1807 (2018) 160(1)–160(24).
3. *Measurement of the inclusive J/ψ polarization at forward rapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 562(1)–562(20).
4. *Inclusive J/ψ production in Xe–Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.44$ TeV*
Phys. Lett. B 785 (2018) 419–428.
5. *Dielectron production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV*
JHEP 1809 (2018) 064(1)–064(39).
6. *Anisotropic flow in Xe–Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.44$ TeV*
Phys. Lett. B 784 (2018) 82–95.
7. *Measurement of D^0 , D^+ , D^{*+} and $D+s$ production in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
JHEP 1810 (2018) 174(1)–174(30).
8. *ϕ meson production at forward rapidity in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 559(1)–559(26).
9. *Energy dependence and fluctuations of anisotropic flow in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ and 2.76 TeV*
JHEP 1807 (2018) 103(1)–103(37).
10. *Azimuthally-differential pion femtoscopy relative to the third harmonic event plane in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
Phys. Lett. B 785 (2018) 320–331.
11. *Neutral pion and η meson production at mid-rapidity in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
Phys. Rev. C 98 (2018) 044901(1)–044901(20).
12. *Transverse momentum spectra and nuclear modification factors of charged particles in pp, p–Pb and Pb–Pb collisions at the LHC*
JHEP 1811 (2018) 013(1)–013(27).
13. *Prompt and non-prompt J/ψ production and nuclear modification at mid-rapidity in p–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 466(1)–466(24).
14. *Neutral pion and η meson production in p–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 624(1)–624(34).
15. *$\Lambda+c$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV and in p–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
JHEP 1804 (2018) 108(1)–108(40).
16. *Constraints on jet quenching in p–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV measured by the event-activity dependence of semi-inclusive hadron-jet distributions*
Phys. Lett. B 783 (2018) 95–113.
17. *First measurement of $\Xi^0 c$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV*
Phys. Lett. B 781 (2018) 8–19.
18. *Measurement of Z^0 -boson production at large rapidities in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
Phys. Lett. B 780 (2018) 372–383.
19. *Longitudinal asymmetry and its effect on pseudorapidity distributions in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
Phys. Lett. B 781 (2018) 20–32.
20. *Production of 4He and $4\bar{\text{He}}$ in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV at the LHC*
Nucl. Phys. A 971 (2018) 1–20.
21. *Production of deuterons, tritons, 3He nuclei and their antinuclei in pp collisions at $\sqrt{s} = 0.9, 2.76$ and 7 TeV*
Phys. Rev. C 97 (2018) 024615(1)–024615(17).
22. *Search for collectivity with azimuthal J/ψ -hadron correlations in high multiplicity p–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ and 8.16 TeV*
Phys. Lett. B 780 (2018) 7–20.

23. *Constraining the magnitude of the Chiral Magnetic Effect with Event Shape Engineering in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
Phys. Lett. B 777 (2018) 151–162.
24. *Medium modification of the shape of small-radius jets in central Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV*
JHEP 1810 (2018) 139(1)–139(26).
25. *Anisotropic flow of identified particles in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*
JHEP 1809 (2018) 006(1)–006(40).

PHENIX Collaboration, z FZÚ: **V. Vrba, P. Růžička, P. Mikeš, L. Tomášek**

1. *Low-momentum direct photon measurement in Cu+Cu collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*
Phys. Rev. C 98 (2018) 054902(1)–054902(11).

PHENIX Collaboration, z FZÚ: **V. Vrba, P. Růžička, L. Tomášek**

1. *Measurement of emission angle anisotropy via long-range angular correlations with high p_T hadrons in d+Au and p+p collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*
Phys. Rev. C 98 (2018) 014912(1)–014912(16).

PHENIX Collaboration, z FZÚ: **V. Vrba, M. Tomášek**

1. *Production of π^0 and η mesons in Cu+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*
Phys. Rev. C 98 (2018) 054903(1)–054903(11).
2. *Cross section and longitudinal single-spin asymmetry A_L for forward $W^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$ production in polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 510$ GeV*
Phys. Rev. D 98 (2018) 032007(1)–032007(14).

PHENIX Collaboration, z FZÚ: **V. Vrba, M. Tomášek, L. Tomášek**

1. *Lévy-stable two-pion Bose-Einstein correlations in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au+Au collisions*
Phys. Rev. C 97 (2018) 064911(1)–064911(22).

PHENIX Collaboration, z FZÚ: **V. Vrba**

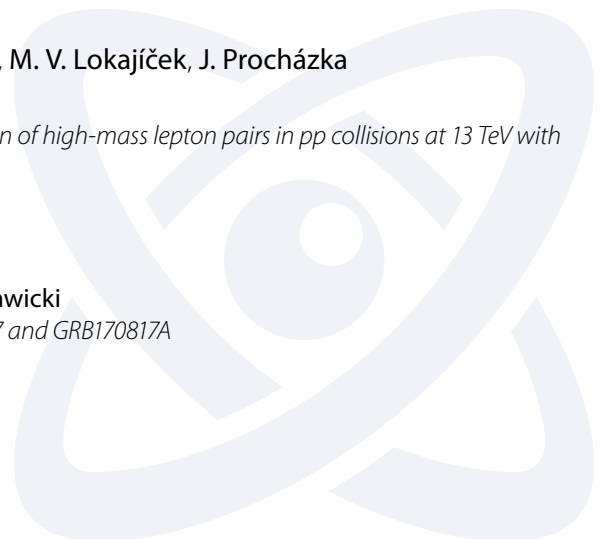
1. *Nuclear Dependence of the Transverse-Single-Spin Asymmetry for Forward Neutron Production in Polarized p+A Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 022001(1)–022001(9).
2. *Measurements of Multiparticle Correlations in d+Au Collisions at 200, 62.4, 39, and 19.6 GeV and p+Au Collisions at 200 GeV and Implications for Collective Behavior*
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 062302(1)–062302(8).

CMS and TOTEM collaborations, z FZÚ **J. Kašpar, V. Kandrát, M. V. Lokajíček, J. Procházka**

1. *Observation of proton-tagged, central (semi)exclusive production of high-mass lepton pairs in pp collisions at 13 TeV with the CMS-TOTEM precision proton spectrometer*
JHEP JHEP07 (2018) 1–44.

Ostatní

1. Luca Amendola, Martin Kunz, Ippocratis D. Saltas, **Ignacy Sawicki**
Fate of Large-Scale Structure in Modified Gravity After GW170817 and GRB170817A
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 131101(1)–131101(4).



2. L. Amendola, **I. Sawicki**, M. Kunz, I. D. Saltas
Direct detection of gravitational waves can measure the time variation of the Planck mass
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1808 (2018) 030(1)–030(4).
3. H1 Collaboration, z FZÚ **J. Cvach, J. Hladký, P. Reimer**
Determination of electroweak parameters in polarised deep-inelastic scattering at HERA
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 777–812.
4. E. V. Arbuzova, A. D. Dolgov, L. Reverberi
Cosmic ray production in modified gravity
Eur. Phys. J. C 78 (2018) 6/481(1)–6/481(16).
5. E. Babichev, D. Gorbunov, S. Ramazanov
Dark matter and baryon asymmetry from the very dawn of the Universe
Phys. Rev. D 97 (2018) 123543(1)–123543(13).
6. E. Babichev, S. Ramazanov, **A. Vikman**
Recovering $P(X)$ from a canonical complex field
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1811 (2018) 023(1)–023(24).
7. E. Bellini et al. (z FZÚ **I. Sawicki, C. Skordis**)
Comparison of Einstein-Boltzmann solvers for testing general relativity
Phys. Rev. D 97 (2018) 023520(1)–023520(29).
8. Camille Bonvin, Ruth Durrer, Nima Khosravi, Martin Kunz, **Ignacy Sawicki**
Redshift-space distortions from vector perturbations
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1802(2018) (2018) 028(1)–028(19).
9. A. Campoleoni, S. Fredenhagen, **J. Raeymaekers**
Quantizing higher-spin gravity in free-field variables
JHEP 1802 (2018) 126(1)–126(31).
10. D. A. Dobre, A. V. Frolov, J. T. Gálvez Gherzi, S. Ramazanov, **A. Vikman**
Unbraiding the Bounce: superluminality around the corner
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1803 (2018) 020(1)–020(20).
11. **O. Hulík, J. Raeymaekers**, O. Vasilakis
Multi-centered higher spin solutions from WN conformal blocks
JHEP 1811 (2018) 101(1)–101(48).
12. N. Ishibashi, I. Kishimoto, T. Masuda, T. Takahashi
Vector profile and gauge invariant observables of string field theory solutions for constant magnetic field background
JHEP 1805 (2018) 144(1)–144(21).
13. S. Karpov, G. Beskin, A. Biryukov, S. Bondar, E. Ivanov, E. Katkova, N. Orekhova, A. Perkov, V. Sasyuk
Photometric calibration of a wide-field sky survey data from Mini-MegaTORTORA
As. Na. 339 (2018) 5-375–5-381.
14. S. Karpov, R. Cunniffe, **J. Ebr, P. Janeczek**
Testing the nonlinearity of the Moravian Instruments G4-16000 CCD camera
As. Na. 339 (2018) 391–396.
15. P. Kessel, **J. Raeymaekers**
Simple unfolded equations for massive higher spins in AdS3
JHEP 1808 (2018) 076(1)–076(29).
16. M. Kopp, **C. Skordis**, D. B. Thomas, **S. Ilić**
Dark Matter Equation of State through Cosmic History
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 221102(1)–221102(6).
17. **R. Lipinski Jusinskis**
Quantization of the particle with a linear massless solution
JHEP 1811 (2018) 019(1)–019(20).
18. **H. Matsunaga**, M. Nomura
On the BV formalism of open superstring field theory in the large Hilbert space
JHEP 1805 (2018) 020(1)–020(28).

19. D. Mourard et al. (z FZÚ: **J. Juryšek**)
Physical properties of β Lyrae A and its opaque accretion disk
Astron. Astrophys. 618 (2018) 1–24.
20. D. L. Nacir, F. R. Urban
Vector Fuzzy Dark Matter, Fifth Forces, and Binary Pulsars
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1810 (2018) 044(1)–044(19).
21. **L. Nožka, H. Hiklová, P. Horváth, M. Hrabovský, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, J. Řídký, P. Schovánek**
Monitoring of mirror degradation of fluorescence detectors at the Pierre Auger Observatory due to dust sedimentation
JINST 13 (2018) T05005(1)–T05005(15).
22. A. Padilla, I. D. Saltas
Vainshtein in the UV and a Wilsonian analysis of derivatively coupled scalars
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1806 (2018) 039(1)–039(12).
23. S. Park
Revival of the Deser-Woodard nonlocal gravity model: Comparison of the original nonlocal form and a localized formulation
Phys. Rev. D 97 (2018) 044006(1)–044006(13).
24. E. Paunzen et al. (z FZÚ: **J. Juryšek, M. Mašek**)
The search for roAp stars: null results and new candidates from Strömgren-Crawford photometry
Res. Astron. Astrophys. 18 (2018) 135–146.
25. J. Repond et al. (CALICE Collaboration, z FZÚ **J. Cvach, M. Janata, M. Kovalčuk, I. Polák, J. Smolík, V. Vrba, J. Zálešák, J. Zuklín**)
Hadronic energy resolution of a combined high granularity scintillator calorimeter system
JINST 13 (2018) P12022(0)–P12022(29).
26. J. Repond et al. (CALICE Collaboration, z FZÚ **J. Cvach, M. Janata, M. Kovalčuk, J. Kvasnička, I. Polák, J. Smolík, V. Vrba, J. Zálešák, J. Zuklín**)
Construction and Response of a Highly Granular Scintillator-based Electromagnetic Calorimeter
Nucl. Instrum. Meth. A 887 (2018) 150–168.
27. Z. Sakr, S. Ilic, A. Blanchard, J. Bittar, W. Farah
Cluster counts: Calibration issue or new physics?
Astron. Astrophys. 620 (2018) A78(1)–A78(12).
28. I. D. Saltas, **I. Sawicki**, I. Lopes
White dwarfs and revelations
J. Cosmol. Astropart. Phys. 1805 (2018) 028(1)–028(12).
29. V. Tansella, C. Bonvin, G. Cusin, R. Durrer, M. Kunz, **I. Sawicki**
Redshift-space distortions from vector perturbations. II. Anisotropic signal
Phys. Rev. D 98 (2018) 10/103515(1)–10/103515(16).
30. L. Visinelli, N. Bolis, S. Vagnozzi
Brane-world extra dimensions in light of GW170817
Phys. Rev. D 97 (2018) 064039(1)–064039(9).
31. P. Zasche et al. (z FZÚ: **J. Juryšek, M. Mašek**)
The first study of 54 new eccentric eclipsing binaries in our Galaxy
Astron. Astrophys. 619 (2018) 1–17.
32. **P. Závada, K. Píška**
A statistical analysis of two-dimensional patterns and its application to astrometry
Astron. Astrophys. 614 (2018) A137(1)–A137(10).
33. T. Złošník, F. Urban, L. Marzola, T. Koivisto
Spacetime and dark matter from spontaneous breaking of Lorentz symmetry
Classical Quant. Grav. 35 (2018) 23/235003(1)–23/235003(9).



Fyzika interakce laserového záření s hmotou

1. Abe, Y.; Law, K. F. F.; Korneev, Ph.; Fujioka, S.; Kojima, S.; Lee, S. -H.; Sakata, S.; Matsuo, K.; Oshima, A.; Morace, A.; Arikawa, Y.; Yogo, A.; Nakai, M.; Norimatsu, T.; d'Humieres, E.; Santos, J. J.; Kondo, K.; Sunahara, A.; Gus'kov, S.; Tikhonchuk, V.
Whispering gallery effect in relativistic optics
J. Exp. Theor. Phys. Lett. 107 (2018) 351–354.
2. **M. Albrecht, M. Kozlová, and J. Nejd**
Pulse duration of a partially coherent soft X-ray laser estimated from far-field speckle statistics
Opt. Lett. 43 (2018) 4586 (1)–4589 (4).
3. Amiranoff, F.; Riconda, C.; Chiaramello, M.; Lancia, L.; Marques, J. R.; Weber, S.
The role of the global phase in the spatio-temporal evolution of strong-coupling Brillouin scattering
Phys. Plasmas 25 (2018) 013114 (5)–013114 (15).
4. Santos, JJ; Bailly-Grandvaux, M; Ehret, M; Arefiev, AV; Batani, D; Beg, FN; Calisti, A; Ferri, S; Florido, R; Forestier-Colleoni, P; Fujioka, S; Gigosos, MA; Giuffrida, L; Gremillet, L; Honrubia, JJ; Kojima, S; Korneev, P; Law, KFF; Marques, JR; Morace, A; Mosse, C; Peyrusse, O; Rose, S; Roth, M; Sakata, S; Schaumann, G; Suzuki-Vidal, F; Tikhonchuk, VT; Toncian, T; Woolsey, N; Zhang, Z
Laser-driven strong magnetostatic fields with applications to charged beam transport and magnetized high energy-density physics
Phys. Plasmas 25 (2018) 056705 (1)–056705 (12).
5. Fabio Belloni, **Daniele Margarone**, Antonino Picciotto, **Francesco Schillaci**, Lorenzo Giuffrida
On the enhancement of p-11B fusion reaction rate in laser-driven plasma by a → p collisional energy transfer
Phys. Plasmas 25 (2018) 020701 (1)–020701 (6).
6. K. Pachnerová Brabcová, L. Sihver, **E. Ukraintsev**, V. Štěpán, M. Davidková.
How detection of plasmid DNA fragmentation affects radiation strand break yields
Radiat. Prot. Dosim. ncy222 (2018) 1–4.
7. K. Pachnerová Brabcová, L. Sihver, **E. Ukraintsev**, V. Štěpán, M. Davidková.
Length computation of irradiated plasmid DNA molecules
Biointerphases 13(6) (2018) 061005(1)–061005(6).
8. A. V. Bulgakov1, I. Mirza, N. M. Bulgakova, V. P. Zhukov, R. Machulka, O. Haderka, E. E. B. Campbell and **T. Mocek**
Initiation of air ionization by ultrashort laser pulses: evidence for a role of metastable-state air molecules
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (6pp) (2018) 1–6.
9. A. V. Bulgakov, I. Mirza, N. M. Bulgakova, V. P. Zhukov, R. Machulka, O. Haderka, E. E. B. Campbell, **T. Mocek**
Initiation of air ionization by ultrashort laser pulses: evidence for a role of metastable-state air molecules
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 25LT02 (2018) 1–6.
10. M. F. Ciappina, O. A. Fojón, R. D. Rivarola
Electron capture to the continuum manifestation in fully differential cross sections for ion impact single ionization
J. Phys. B-At. Mol. Opt. Phys. 51 (2018) 085204 (1)–085204 (6).
11. Cirrone G. A. P., Manti L., **Margarone D.**, Petringa G., Giuffrida L., Minopoli A., Picciotto A., Russo G., Cammarata F., Pisciotta P., Perozziello F. M., Romano F., Marchese V., Milluzzo G., **Scuderi V.**, Cuttone G., **Korn G.**
First experimental proof of Proton Boron Capture Therapy (PBCT) to enhance protontherapy effectiveness
Sci. Rep. 8 (2018) 1141 (1)–1141 (15).
12. F. Consoli, R. De Angelis, **M. De Marco, J. Krasa, J. Cikhardt, M. Pfeifer, D. Margarone, D. Klir, R. Dudzak**
EMP characterization at PALS on solid-target experiments
Plasma Phys. Control. Fusion 60 (2018) 105006 (1)–105006 (10).
13. G. Cristoforetti, L. Antonelli, S. Atzeni, F. Baffigi, F. Barbato, D. Batani, G. Boutoux, A. Colaitis, J. Dostál, R. Dudžak, **L. Juha**, P. Koester, A. Marocchino, D. Mancelli, Ph. Nicolai, **O. Renner**, J. J. Santos, A. Schiavi, M. M. Skoric, **M. Šmíd, P. Straka**, L. A. Gizzi
Measurements of parametric instabilities at laser intensities relevant to strong shock generation
Phys. Plasmas 25 (2018) 012702-1–012702-12.
14. S. P. David, **V. Jambunathan**, F. Yue, P. Navrátil, M. Mika, **A. Lucianetti, T. Mocek**
Effect of Gd³⁺/Ga³⁺ on Yb³⁺ emission in mixed YAG at cryogenic temperature
Ceram. Int. 241 (2018) 1–5.

15. Delbos, N.; Werle, C.; Dornmair, I.; Eichner, T.; Huebner, L.; Jalas, S.; Jolly, S. W.; Kirchen, M.; Leroux, V.; Messner, P.; Schnepf, M.; Trunk, M.; Walker, P. A.; Winkler, P.; Maier, A. R.
A laser-plasma driven undulator beamline
Nucl. Instrum. Meth. A 909 (2018) 318–322.
16. Q. Y. van den Berg, E. V. Fernandez-Tello, **T. Burian, J. Chalupský**, H.-K. Chung, O. Ciricosta, G. L. Dakovski, **V. Hájková**, P. Hollebón, **L. Juha**, J. Krzywinski, R. W. Lee, M. P. Minitti, T. R. Preston, A. G. de la Varga, **V. Vozda**, U. Zastra, J. S. Wark, P. Velarde, S. M. Vinko
Clocking femtosecond collisional dynamics via resonant x-ray spectroscopy
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 055002(1)–055002(6).
17. Dicke, B.; Hoffmann, A.; Stanek, J.; Rampp, M.; Grimm-Lebsanft, B.; Biebl, F.; Rukser, D.; Maerz, B.; Gories, D.; Naumova, M.; Biednov, M.; Neuber, G.; Wetzell, A.; Hofmann, S.M.; Roedig, P.; Meents, A.; Bielecki, J.; Andreasson, J.; Beyerlein, K.R.; Chapman, H.N.; Bressler, C.; Zinth, W.; Rubhausen, M.; Herres-Pawlis, M.
Transferring the entatic-state principle to copper photochemistry
Nat. Chem. 10 (2018) 355–362.
18. Gelfer, Evgeny; Elkina, Nina; Fedotov, Alexander
Unexpected impact of radiation friction: enhancing production of longitudinal plasma waves
Sci. Rep. 8 (2018) 6478 (1)–6478 (8).
19. Gelfer, E. G.; Fedotov, A. M.; Weber, S.
Theory and simulations of radiation friction induced enhancement of laser-driven longitudinal fields
Plasma Phys. Control. Fusion 60 (2018) 064005 (1)–064005 (10).
20. I. Gnilitzkiy, T. J. -Y. Derrien, **Y. Levy**, N. M. Bulgakova, **T. Mocek**, L. Orazi
High – speed manufacturing of highly regular femtosecond laser-induced periodic surface structures: physical origin of regularity
Sci. Rep. 8485 (2018) 1–15.
21. Stephan Gräf, Clemens Kunz, Sebastian Engel, Thibault J. -Y. Derrien, Frank A. Müller
Femtosecond Laser-Induced Periodic Surface Structures on Fused Silica: The Impact of the Initial Substrate Temperature
Materials 1340 (2018) 1–16.
22. S. Gräf, C. Kunz, S. Engel, T. J. -Y. Derrien, F. A. Müller
Femtosecond Laser-Induced Periodic Surface Structures on Fused Silica: The Impact of the Initial Substrate Temperature
Materials 11, 1340 (2018) 1–16.
23. Hantke, Max F.; Bielecki, Johan; Kulyk, Olena; Westphal, Daniel; Larsson, Daniel S. D.; Svenda, Martin; Reddy, Hemanth K. N.; Kirian, Richard A.; Andreasson, Jakob; Hajdu, Janos; Maia, Filipe R. N. C.
Rayleigh-scattering microscopy for tracking and sizing nanoparticles in focused aerosol beams
IUCr 5 (2018) 673–680.
24. M. Havránek, T. Benka, M. Hejtmánek, Z. Janoska, V. Kafka, **J. Kopeček**, M. Kuklová, M. Marčíšovská, M. Marčíšovský, G. Neue, P. Švihra, L. Tomášek, P. Vančura, V. Vrba
MAPS sensor for radiation imaging designed in 180 nm SOI CMOS technology
JINST 13 (2018) C06004-1–C06004-10.
25. Holec, M.; Nikl, J.; Weber, S.
Nonlocal transport hydrodynamic model for laser heated plasmas
Phys. Plasmas 25 (2018) 032704 (1)–032704 (11).
26. Hontani, Yusaku; Kloz, Miroslav; Polivka, Tomas; Shukla, Mahendra K.; Sobotka, Roman; Kennis, John T. M.
Molecular origin of photoprotection in cyanobacteria probed by watermarked femtosecond stimulated Raman spectroscopy
J. Phys. Chem. Lett. 9 (2018) 1788–1792.
27. Ghorbani, Omid; Ghanbari-Adivi, Ebrahim; Ciappina, Marcelo Fabian
Fully differential cross sections for Li²⁺-impact ionization of Li(2s) and Li(2p)
J. Phys. B-At. Mol. Opt. Phys. 51 (2018) 095202 (1)–095202 (10).
28. Huang, K., Esirkepov T., Koga J. K., Kotaki, H., Mori M., Hayashi Y., Nakanii N., **Bulanov S. V.**, Kando M.
Electro-optic spatial decoding on the spherical-wavefront Coulomb fields of plasma electron sources
Sci. Rep. 8 (2018) 2938 (1)–2938 (10).

29. **J. Huynh, M. Smrž, T. Miura, O. Slezák, D. Vojna, M. Čech, A. Endo, T. Mocek**
Femtosecond Yb:YGAG ceramic slab regenerative amplifier
Opt. Mater. Express 8 (2018) 615–621.
30. Irfana N. Ansari, M. S. Mrudul, Marcelo F. Ciappina, Maciej Lewenstein, Gopal Dixit
Simultaneous control of harmonic yield and energy cutoff of high-order harmonic generation using seeded plasmonically enhanced fields
Phys. Rev. A 98 (2018) 063406 (1)–063406 (10).
31. Jake D. Koralek, Jongjin B. Kim, Petr Brůža 2, 3, Chandra B. Curry, Zhijiang Chen, Hans A. Bechtel, Amy A. Cordones, Philipp Sperling, Sven Toleikis, Jan F. Kern, Stefan P. Moeller, Siegfried H. Glenzer & Daniel P. DePonte
Generation and characterization of ultrathin freeflowing liquid sheets
Nat. Commun. 9 (2018) 1–8.
32. Kawata S., Gu, Y. J., Li, X. F., Karino, T., Katoh, H., Limpouch, J., Klimo, O., **Margarone D.**, Yu Q., Kong, Q., Weber, S., **Bulanov S.**, Andreev A.
Dynamic stabilization of filamentation instability
Phys. Plasmas 25 (2018) 011601 (1)–011601 (6).
33. E. Kifle, P. Loiko, C. Romero, J. Rodriguez Vazquez de Aldana, A. Rodenas, **V. Jambunathan**, V. Zakharov, A. Veniaminov, **A. Lucianetti, T. Mocek**, M. Aguilo, F. Diaz, U. Griebner, V. Petrov, X. Mateos
Fs-laser-written erbium-doped double tungstate waveguide laser
Opt. Express 26 (2018) 30826–30836.
34. D. Klír, A. V. Shishlov, V. A. Kokshenev, P. Kubeš, K. Řezáč, R. K. Cherdizov, J. Cikhardt, B. Cikhardtová, G. N. Dudkin, F. I. Fursov, T. Hyhlík, J. Kaufman, B. M. Kovalchuk, **J. Krása**, J. Kravárik, N. E. Kurmaev, A. Yu. Labetsky, V. Munzar, H. Orčíková, V. N. Padalko, N. A. Ratakhin, O. Šíla, J. Stodůlka, K. Turek, V. A. Varlachev, R. Wagner
Ion acceleration mechanism in mega-ampere gas-puff z-pinches
New J. Phys. 20 (2018) 053064(1)–053064(14).
35. A. Knížek, K. Dryahina, P. Španěl, **P. Kubelík**, L. Kavan, M. Zukalová, **M. Ferus**, S. Civiš
Comparative SIFT-MS, GC-MS and FTIR analysis of methane fuel produced in biogas stations and in artificial photosynthesis over acidic anatase TiO₂ and montmorillonite
J. Mol. Spectrosc. 348 (2018) 152–160.
36. J. Körner, T. Lühder, J. Reiter, I. Uschmann, H. Marschner, **V. Jambunathan, A. Lucianetti, T. Mocek**, J. Hein, M. C. Kaluza
Spectroscopic investigations of thulium doped YAG and YAP crystals between 77 K and 300 K for short-wavelength infrared lasers
J. Lumin. 202 (2018) 427–437.
37. **J. Krása, D. Klír**, K. Řezáč, J. Cikhardt, **M. Krůs, A. Velyhan, M. Pfeifer**, S. Buryšková, J. Dostál, **T. Burian, R. Dudžák**, K. Turek, T. Pisarczyk, Z. Kalinowska, T. Chodukowski, **J. Kaufman**
Production of relativistic electrons, MeV deuterons and protons by sub-nanosecond terawatt laser
Phys. Plasmas 25 (2018) 113112 (1)–113112 (10).
38. Z. Li, N. Medvedev, H. N. Chapman, Y. Shih
Radiation damage free ghost diffraction with atomic resolution
J. Phys. B-At. Mol. Opt. Phys. 51 (2018) 025503(1)–025503(18).
39. I. A. Makhotkin, I. Milov, **J. Chalupský**, K. Tiedtke, H. Enkisch, G. de Vries, F. Scholze, F. Siewert, J. M. Sturm, K. V. Nikolaev, R. W. E. van de Kruijs, M. A. Smithers, H. A. G. M. van Wolferen, E. G. Keim, E. Louis, I. Jacyna, M. Jurek, D. Klinger, J. B. Pelka, **L. Juha, V. Hájková, V. Vozda, T. Burian**, K. Saksl, B. Faatz, B. Keitel, E. Plonjes, S. Schreiber, S. Toleikis, R. Loch, M. Hermann, S. Strobel, R. Donker, T. Mey, R. Sobierajski
Damage accumulation in thin ruthenium films induced by repetitive exposure to femtosecond XUV pulses below the single-shot ablation threshold
J. Opt. Soc. Am. B-Opt. Phys. 35, No 11 (2018) 2799–2805.

40. I. A. Makhotkin, R. Sobierajski, **J. Chalupský**, K. Tiedtke, G. de Vries, M. Störmer, F. Scholze, F. Siewert, R. W. E. van de Kruijs, I. Milov, E. Louis, I. Jacyna, M. Jurek, D. Klinger, L. Nittler, Y. Syryanyy, **L. Juha, V. Hájková, V. Vozda, T. Burian**, K. Saks, B. Faatz, B. Keitel, E. Plönjes, S. Schreiber, S. Toleikis, R. Loch, M. Hermann, S. Strobel, H. -K. Nienhuys, G. Gwalt, T. Mey, H. Enkisch
Experimental study of EUV mirror radiation damage resistance under long-term free-electron laser exposures below the single-shot damage threshold
J. Synchrot. Radiat. 25 (2018) 77–84.
41. De Marco, M.; Schillaci, F.; Russo, G.; Giuffrida, L.; Korn, G.; Margarone, D.
On the design of a robust kiloTesla spiral magnet
JINST 13 (2018) 1–8.
42. K. Mecseki, H. Höppner, M. Büscher, V. Tkachenko, **N. Medvedev**, J. J. Bekx, V. Lipp, P. Piekartz, M. Windeler, J. W. G. Tisch, D. J. Walke, M. Nakatsutsumi, M. J. Prandolini, J. M. Glowina, T. Sato, M. Sikorski, M. Chollet, U. Teubner, J. Robinson, S. Toleikis, B. Ziaja, F. Tavella
Hard X-ray induced fast secondary electron cascading processes in solids
Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 114102-1–114102-5.
43. N. Medvedev, B. Ziaja
Multistep transition of diamond to warm dense matter state revealed by femtosecond X-ray diffraction
Sci. Rep. 8 (2018) 5284(1)–5284(10).
44. G. Milluzzo, J. Pipeka, A. G. Amico, G. A. **P. Cirrone**, G. Cuttonea, **G. Kornd**, G. Larosaa, R. Leanzaa, **D. Margarone**, G. Petringaa, A. Russoa, **F. Schillaci**, **V. Scuderid**, F. Romano, e
Transversal dose distribution optimization for laser-accelerated proton beam medical applications by means of Geant4 (article in press)
Phys. Med. xx (2018) yy–zz.
45. I. Milov, V. Lipp, **N. Medvedev**, I. A. Makhotkin, E. Louis, F. Bijkerk
Modeling of XUV-induced damage in Ru films: the role of model parameters
J. Opt. Soc. Am. B-Opt. Phys. 35, No 10 (2018) B43 – B53.
46. I. Milov, I. A. Makhotkin, R. Sobierajski, **N. Medvedev**, V. Lipp, **J. Chalupský**, J. M. Sturm, K. Tiedtke, G. de Vries, M. Stoermer, F. Siewert, R. van de Kruijs, E. Louis, I. Jacyna, M. Jurek, **L. Juha, V. Hájková, V. Vozda, T. Burian**, K. Saks, B. Faatz, B. Keitel, E. Ploenjes, S. Schreiber, S. Toleikis, R. Loch, M. Hermann, S. Strobel, H. -K. Nienhuys, G. Gwalt, T. Mey, H. Enkisch, F. Bijkerk
Mechanism of single-shot damage of Ru thin films irradiated by femtosecond extreme UV free-electron laser
Opt. Express 26, No.15 (2018) 19665–19685.
47. I. Mirza, D. McCloskey, W. J. Blau, J. G. Lunney
Mechanism of large optical nonlinearity in gold nanoparticle films
Opt. Lett. 43 (2018) 1455–1457.
48. Tae Moon Jeong, Sergei Bulanov, Stefan Weber and Georg Korn
Analysis on the longitudinal field strength formed by tightly-focused radially-polarized femtosecond petawatt laser pulse
Opt. Express 26 (2018) 33091–33107.
49. M. Naumova, D. Khakhulin, M. Rebarz, M. Rohrmuller, B. Dicke, M. Biednov, A. Britz, S. Espinoza, B. Grimm-Lebsanft, M. Kloz, N. Kretzschmar, A. Neuba, J. Ortmeier, R. Schoch, **J. Andreasson**, M. Bauer, C. Bressler, W. G. Schmidt, G. Henkel, M. Rubhausen
Structural dynamics upon photoexcitation-induced charge transfer in a dicopper(I)–disulfide complex
Phys. Chem. Chem. Phys. 20 (2018) 6274–6286.
50. V. E. Nefedova, M. F. Ciappina, O. Finke, **M. Albrecht**, J. Vábek, **M. Kozlová**, N. Suárez, E. Pisanty, M. Lewenstein, and **J. Nejd**
Determination of the spectral variation origin in high-order harmonic generation in noble gases
Phys. Rev. A 98 (2018) 033414 (1)–033414 (10).
51. Neyra, E.; Videla, F.; Ciappina, M. F.; Perez-Hernandez, J. A.; Roso, L.; Torchia, G. A.
Synthesis of ultrashort laser pulses for high-order harmonic generation
Phys. Rev. A 98 (2018) 013403-1)–013403-8).

52. Neyra E., Videla F., Ciappina M. F., Perez-Hernandez J. A., Roso L., Lewenstein M., Torchia G. A.
High-order harmonic generation driven by inhomogeneous plasmonics fields spatially bounded: influence on the cut-off law
J. Optic 20 (2018) 034002 (1)–034002 (9).
53. Suarez Noslen, Chacon Alexis, Pisanty Emilio, Ortmann Lisa, Landsman Alexandra S., Picon Antonio, Biegert Jens, Lewenstein Maciej, Ciappina Marcelo
Above-threshold ionization in multicenter molecules: The role of the initial state
Phys. Rev. A 97 (2018) 033415(1)–033415(18).
54. **O. Novák**, P. R. Krogen, T. Kroh, **T. Mocek**, F. X. Kärtner, K. -H. Hong
Femtosecond 8.5 μm source based on intrapulse difference-frequency generation of 2.1 μm pulses
Opt. Lett. 43 (2018) 1335–1338.
55. Koga, JK; Bulanov, SV; Esirkepov, TZ; Kando, M; Bulanov, SS; Pirozhkov, AS
Relativistically upshifted higher harmonic generation via relativistic flying mirrors
Plasma Phys. Control. Fusion 60 (2018) 1–9.
56. Gorkhover, T; Ulmer, A; Ferguson, Ken; Bucher, M; Maia, FRNC; Bielecki, Johan; Ekeberg, T; Hantke, MF; Daurer, BJ; Nettelblad, C; Andreasson, J; Barty, A; Bruza, P; Carron, S; Hasse, D; Krzywinski, J; Larsson, DSD; Morgan, A; Muhlig, K; Muller, M; Okamoto, K; Pietrini, A; Rupp, D; Sauppe, M; van der Schot, G; Seibert, M; Sellberg, JA; Svenda, M; Swiggers, M; Timneanu, N; Westphal, D; Williams, G; Zani, A; Chapman, HN; Faigel, G; Moller, T; Hajdu, J; Bostedt, C
Femtosecond X-ray Fourier holography imaging of free-flying nanoparticles
Nature Photon. 12 (2018) 150–156.
57. Perez-Guaita, David; Kochan, Kamila; Batty, Mitchell; Doerig, Christian; Garcia-Bustos, Jose; Espinoza, Shirley; McNaughton, Don; Heraud, Phil; Wood, Bayden R.
Multispectral Atomic Force Microscopy-Infrared Nano-Imaging of Malaria Infected Red Blood Cells
Anal. Chem. 90 (2018) 3140–3148.
58. T. Pisarczyk, S. Yu. Gus'kov, **R. Dudzak**, **O. Renner**, D. Batani, T. Chodukowski, Z. Rusiniak, **J. Dostal**, N. N. Demchenko, M. Rosinski, P. Parys, **M. Smid**, Ph. Korneev, **E. Krousky**, S. Borodziuk, J. Badziak, L. Antonelli, L. Gizzi, G. Cristoforetti, P. Koester, Y. Maheut, L. Volpe, F. Baffigi, T. Levato, **J. Skala**, A. Zaras-Szydłowska, J. Trela, D. Mancelli, J. Ullschmied, **M. Pfeifer**, **L. Juha**, M. Krus, J. Hrebicek, T. Medrik, **K. Jungwirth**, M. Krupka, P. Pisarczyk
Wavelength dependence of laser plasma interaction related to shock ignition approach
Laser Part. Beams 36 (2018) 405–426.
59. T. Pisarczyk, S. Yu Gus'kov, A. Zaras-Szydłowska, **R. Dudzak**, **O. Renner**, T. Chodukowski, **J. Dostal**, Z. Rusiniak, **T. Burian**, N. Borisenko, M. Rosinski, M. Krupka, P. Parys, **D. Klir**, J. Cikhardt, K. Rezac, **J. Krasa**, Y. -J. Rhee, P. Kubes, S. Singh, S. Borodziuk, **M. Krus**, **L. Juha**, **K. Jungwirth**, J. Hrebicek, T. Medrik, J. Golasowski, **M. Pfeifer**, **J. Skala**, P. Pisarczyk, Ph. Korneev
Magnetized plasma implosion in a snail target driven by a moderate intensity laser pulse
Sci. Rep. 8:17895 (2018) 17895(1)–17895(11).
60. Schillaci, F.; De Marco, M.; Giuffrida, L.; Fujioka, S.; Zhang, Z.; Korn, G.; Margarone, D.
Numerical simulations to model laser-driven coil-capacitor targets for generation of kilo-Tesla magnetic fields
AIP Adv. 8 (2018) 025103 (1)–025103 (18).
61. Schoetz, J.; Mitra, S.; Fuest, H.; Neuhaus, M.; Okell, W. A.; Foerster, M.; Paschen, T.; Ciappina, M. F.; Yanagisawa, H.; Wnuk, P.; Hommelhoff, P.; Kling, M. F.
Nonadiabatic ponderomotive effects in photoemission from nanotips in intense midinfrared laser fields
Phys. Rev. A 97 (2018) 013413 (1)–013413 (7).
62. **Valentina Scuderi**, Antonino Amato, Antonio Giuseppe Amico, **Marco Borghesi**, Giuseppe Antonio Pablo Cirrone, Giacomo Cuttone, Antonin Fajstavr, Lorenzo Giuffrida, Filip Grepl, **Georg Korn**, Giuseppina Larosa, Renata Leanza, **Daniele Margarone**, Giuliana Milluzzo, Giada Petringa, Jan Pipek, Antonio Russo, **Francesco Schillaci**, **Andriy Velyhan** and Francesco Romano
Diagnostics and dosimetry solutions for multidisciplinary applications at the ELI MAIA beamline
Appl. Sci. 8 (2018) 1415 (1)–1415 (21).
63. D. Delle Side, A. P. Caricato, **J. Krása**, V. Nassisi
Target charging during laser ablation of polyethylene
Appl. Phys. A-Mater. 124 (2018) 138(1)–138(5).

64. S. V. Starinskiy, A. V. Bulgakov, E. Y. Gatapova, Y. G. Shukhov, V. S. Sulyaeva, N. I. Timoshenko, A. I. Safonov
Transition from superhydrophilic to superhydrophobic of silicon wafer by a combination of laser treatment and fluoropolymer deposition
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 1–7.
65. S. V. Starinskiy, A. V. Bulgakov, E. Y. Gatapova, Y. G. Shukhov, V. S. Sulyaeva, N. I. Timoshenko and A. I. Safonov
Transition from superhydrophilic to superhydrophobic of silicon wafer by a combination of laser treatment and fluoropolymer deposition
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 255307 (2018) 1–7.
66. M. Stehlík, J. Šulc, P. Boháček, H. Jelínková, K. Nejezchleb, B. Trunda, L. Havlák, M. Nikl, K. Jurek
Wavelength tunability of laser based on Yb-doped GGAG crystal
Laser Phys. 28 (2018) 1–9.
67. J. Straus, K. Kolacek, J. Schmidt, O. Frolov, M. Vilemova, J. Matejicek, A. Jager, **L. Juha**, **M. Toufarova**, A. Choukourov, K. Kasuya
Response of fusion plasma-facing materials to nanosecond pulses of extreme ultraviolet radiation
Laser Part. Beams 36 (2018) 293–307.
68. Gu, Yan-Jun; Weber, Stefan
Intense, directional and tunable gamma-ray emission via relativistic oscillating plasma mirror
Opt. Express 26 (2018) 19932–19939.
69. K. V. Lezhnin; P. V. Sasorov; **G. Korn** and S. V. Bulanov
High power gamma flare generation in multi-petawatt laser interaction with tailored targets
Phys. Plasmas 25 (2018) 123105-1–123105-10.
70. **V. Vozda**, **T. Burian**, **J. Chalupský**, V. Dědič, V. Hájková, P. Hlídek, **L. Juha**, M. Kozlová, M. Krůs, J. Kunc, M. Rejhon, L. Vyšín, J. J. Rocca, J. Franc
Micro-Raman mapping of surface changes induced by XUV laser radiation in cadmium telluride
J. Alloy. Compd. 763 (2018) 662–669.
71. Marija Vranic, **Ondrej Klimo**, **Georg Korn** & Stefan Weber
Multi-GeV electron-positron beam generation from laser-electron scattering
Sci. Rep. 8 (2018) 4702 (6)–4702 (11).
72. **L. Vyšín**, **T. Burian**, **E. Ukraintsev**, M. Davidková, M. E. Grisham, S. Heinbuch, J. J. Rocca, **L. Juha**
Dose-rate effects in breaking DNA strands by short pulses of extreme ultraviolet radiation
Radiat. Res. 189 (2018) 466–476.
73. **L. Vyšín**, M. Davidková, P. Wachulak, H. Fiedorowicz, A. Bartnik, M. Krůs, M. Kozlová, **J. Skála**, J. Dostál, **R. Dudžák**, **L. Juha**
Biological action in and out of the water window
Acta Phys. Polon. A 133 (No.4) (2018) 236–238.
74. M. Vyvlečka, **O. Novák**, **M. Smrž**, **T. Mocek**
High power picosecond parametric mid-IR source tunable between 1.7 and 2.6 μm
Appl. Optics 57 (2018) 8412–8417.
75. X. Zhang, P. Loiko, X. Mateos, J. M. Serres, J. Ren, J. Guo, R. Cheng, C. Gao, Q. Dong, **V. Jambunathan**, **A. Lucianetti**, **T. Mocek**, E. Vilejshikova, U. Griebner, V. Petrov, Z. Wang, S. Guo, X. Xu, M. Aguilo, F. Diaz
Crystal growth, low-temperature spectroscopy and multi-watt laser operation of Yb:Ca₃NbGa₃Si₂O₁₄
J. Lumin. 197 (2018) 90–97.
76. X. Zhang, P. Loiko, J. M. Serres, **V. Jambunathan**, Z. Wang, S. Guo, A. Yasukevich, **A. Lucianetti**, **T. Mocek**, U. Griebner, V. Petrov, X. Xu, M. Aguilo, F. Diaz, X. Mateos
Passive Q switching of Yb:CNGS lasers by Cr⁴⁺:YAG and V³⁺:YAG saturable absorbers
Appl. Optics 57 (2018) 8236–8241.

Ostatní

1. **J. Čermák**, L. Mihai, D. Sporea, Y. Galagan, **J. Fait**, **A. Artemenko**, **P. Štenclová**, **B. Rezek**, M. Straticiuc, I. Burdecea
Proton irradiation induced changes in glass and polyethylene terephthalate substrates for photovoltaic solar cells
Sol. Energ. Mat. Sol. C. 186 (2018) 284–290.

2. T. Demaerel, C. Maes, **K. Netočný**
Stabilization in the eye of a cyclone
Ann. Henri Poincare 19 (2018) 2673–2699.
3. S. Entler, **J. Šebek**, I. Duran, **K. Výborný**, O. Grover, M. Kocan, and G. Vayakis
High magnetic field test of the ITER outer vessel steady-state magnetic field Hall sensors at ITER relevant temperature
Rev. Sci. Instrum. 89 (2018) 10J112-1–10J112-5.
4. **M. Golan**, Š. Jelínková, **I. Kratochvílová**, P. Skládal, M. Pešl, V. Rotrekl, J. Příbyl
AFM monitoring the influence of selected cryoprotectants on regeneration of cryopreserved cells mechanical properties
Front. Physiol. 9 (2018) 1–10.
5. **Z. Hájková**, P. Bauerová, **A. Fejfar**, M. Šlouf
Electron Microscope – The Key to the Secrets of the Micro – and Nanoworld
Chem. Listy 112 (2018) 128–134.
6. D. Himics, L. Strizik, **J. Oswald**, J. Holubová, L. Beneš, S. Slang, B. Frumanová, T. Wagner
1.2 μm and 1.5 μm near-infrared photoluminescence and visible upconversion photoluminescence in GeGaS:Er³⁺/Ho³⁺ glasses under 980 nm excitation.
J. Mater. Sci. 29 (2018) 17314–17322.
7. **J. Holovský**, **Z. Remeš**, A. Poruba, D. Franta, B. Conrad, L. Abelová, D. Bušek
Measurement of doping profiles by a contactless method of IR reflectance under grazing incidence
Rev. Sci. Instrum. 86 (2018) 063114-1–063114-6.
8. **A. Hospodková**, **T. Hubáček**, **J. Oswald**, **J. Pangrác**, **K. Kuldová**, **M. Hývl**, **F. Dominec**, G. Ledoux, Ch. Dujardin
InGaN/GaN Structures: Effect of the quantum well number on the cathodoluminescent properties
phys. status solidi b 255 (2018) 1700464(1)–1700464(5).
9. J. Hynek, **P. Brázda**, **J. Rohlíček**, M. G. S. Londesborough, J. Demel
Phosphinic acid based linkers: Building blocks in metal–organic framework chemistry
Angew. Chem. Int. Ed. 57 (2018) 5016–5019.
10. **Jaroslav Jira**, Bohuslav Rezek, Vitezslav Kriha, **Anna Artemenko**, Iva Matolínová, Viera Skakalova, **Pavla Stenclova**, **Alexander Kromka**
Inhibition of E. coli growth by nanodiamond and graphene oxide enhanced by Luria-Bertani medium
Nanomaterials 8 (2018) 140(1)–140(13).
11. **A. Kalvová**, **B. Velický**, **V. Špička**
Generalized master equation for a molecular bridge improved by vertex correction to the generalized Kadanoff-Baym ansatz
Europhys. Lett. 121 (2018) 67002(1)–67002(6).
12. **J. Kuchařík**, H. Sopha, M. Krbal, **I. Rychetský**, **P. Kužel**, J. M. Macak, **H. Němec**
Photoconductive, dielectric and percolation properties of anodic TiO₂ nanotubes studied by terahertz spectroscopy
J. Phys. D-Appl. Phys. 51 (2018) 014004(1)–014004(9).
13. T. Ostatnický, V. Pushkarev, **H. Němec**, **P. Kužel**
Quantum theory of terahertz conductivity of semiconductor nanostructures
Phys. Rev. B 97 (2018) 085426(1)–085426(8).
14. **M. Pasciak**, T. R. Welberry, J. Kulda, S. Leoni, **J. Hlinka**
Dynamic displacement disorder of cubic BaTiO₃
Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 167601(1)–167601(6).
15. J. Raymakers, H. Krýsová, **A. Artemenko**, **J. Čermák**, S. S. Nickley, P. Verstappen, S. Gielen, **A. Kromka**, K. Haenen, L. Kavan, W. Maes, **B. Rezek**
Functionalization of boron-doped diamond with a push-pull chromophore via Sonogashira and CuAAC chemistry
RSC Adv. 8 (2018) 33276–33290.
16. O. Rettig, J. -P. Scholz, N. Steiger, S. Bauer, **T. Hubáček**, **M. Zíková**, Y. Li, H. Qi, J. Biskupek, U. Kaiser, K. Thonke, F. Scholz
Investigation of boron containing AlN and AlGaN layers grown by MOVPE
phys. status solidi b 255 (2018) 1700510(1)–1700510(9).

17. **O. Romanyuk, M. Varga, S. Tulic, T. Izak, P. Jiricek, A. Kromka, V. Skakalova, and B. Rezek**
Study of Ni-catalyzed graphitization process of diamond by in-situ X-ray photoelectron spectroscopy
J. Phys. Chem. C 122 (2018) 6629–6636.
18. **J. Šesták, J. Fiala, K. S. Gavrichev**
Evaluation of the professional worth of scientific papers, their citation responding and the publication authority
J. Therm. Anal. Calorim. 131 (2018) 463–471.
19. Oliver Supplie, **Oleksandr Romanyuk**, Christian Koppka, Matthias Steidl, Andreas Nägelein, Agnieszka Paszuk, Lars Winterfeld, Anja Dobrich, Peter Kleinschmidt, Erich Runge, Thomas Hannappel
Metalorganic vapor phase epitaxy of III–V-on-silicon: Experiment and theory
Prog. Cryst. Growth Charact. Mater. 64 (2018) 103–132.
20. **A. Tarasenko**
Analytical approach for collective diffusion: One-dimensional lattice with the nearest neighbor and the next nearest neighbor lateral interactions
Physica E 95 (2018) 37–40.
21. **J. Tomášník, R. Čtvrtlík, M. Dráb, J. Maňák**
On the importance of combined scratch/acoustic emission test evaluation: SiC and SiCN thin films case study
Coatings 8 (2018) 196(1)–196(15).
22. J. Trejbal, V. Nežerka, M. Somr, J. Fládr, Š. Potocký, **A. Artemenko**, P. Tesárek
Deterioration of bonding capacity of plasma-treated polymer fiber reinforcement
Cement Concrete Res. 89 (2018) 205–215.
23. **P. Vaňkátová, K. Kalíková, A. Kubíčková**
Ultraperformance supercritical fluid chromatography: A powerful tool for the enantioseparation of thermotropic fluorinated liquid crystals
Anal. Chim. Acta 1038 (2018) 191–197.
24. F. Ventosinos, J. Klusáček, T. Finsterle, K. Künzel, F. -J. Haug, **J. Holovský**
Shunt quenching and concept of independent global shunt in multijunction solar cells
IEEE J. Photovoltaics 8 (2018) 1005–1010.
25. Amiranoff, F.; Riconda, C.; Chiamello, M.; Lancia, L.; Marques, J. R.; Weber, S.
The role of the global phase in the spatio-temporal evolution of strong-coupling Brillouin scattering
Phys. Plasmas 25 (2018) 013114 (1)–013114 (15).
26. **J. Bárta, V. Čuba, V. Jarý, A. Beitlerová, D. Pánek, T. Parkman, M. Nikl**
Photoinduced preparation of bandgap-engineered garnet powders
IEEE Trans. Nucl. Sci. 65 (2018) 2184–2190.
27. E. Colineau, P. Boulet, J. -C. Griveau, R. Eloirdi, F. Wastin, **A. B. Shick**, R. Caciuffoa
Gallium substitution in the transuranium superconductor PuCoGa5
J. Alloy. Compd. 745 (2018) 477–482.
28. J. L. Dubois, P. Rączka, S. Hulin, M. Rosiński, L. Ryć, P. Parys, A. Zaráš-Szydłowska, D. Makaruk, P. Tchórz, J. Badziak, J. Wołowski, J. Ribolzi, and V. Tikhonchuk
Experimental demonstration of an electromagnetic pulse mitigation concept for a laser driven proton source
Rev. Sci. Instrum. 89 (2018) 103301 (1)–103301 (9).
29. P. Harmanec et al. (z FZÚ: **J. Juryšek**)
Improved model of the triple system V746 Cas that has a bipolar magnetic field associated with the tertiary
Astron. Astrophys. 609 (2018) 1–20.
30. Ida V. Lundholm, Jonas A. Sellberg, Tomas Ekeberg, Max F. Hantke, Kenta Okamoto, Gijs van der Schot, Jakob Andreasson, Anton Barty, Johan Bielecki, Petr Bruza, Max Bucher, Sebastian Carron, Benedikt J. Daurer, Ken Ferguson, Dirk Hasse, Jacek Krzywinski, Daniel S. D. Larsson, a Andrew Morgan, f Kerstin Mühlig, a Maria Müller, i Carl Nettelblad, a, l Alberto Pietrini, a Hemanth K. N. Reddy, a Daniela Rupp, i Mario Sauppe, i Marvin Seibert, a Martin Svenda, a Michelle Swiggers, h Nicusor Timneanu, a, m Anatoli Ulmer, i Daniel Westphal, a Garth Williams, h, n Alessandro Zani, a Gyula Faigel, o Henry N. Chapman, f Thomas Möller, i Christoph Bostedt, h, j, k, p Janos Hajdu, a, d Tais Gorkhoverh, i, k and Filipe R. N. C. Maia
Considerations for three-dimensional image reconstruction from experimental data in coherent diffractive imaging
IUCr 5 (2018) 531–541.

31. **J. Juryšek** et al.
New inclination changing eclipsing binaries in the Magellanic Clouds
Astron. Astrophys. 609 (2018) 21–51.
32. **K. Kůsová**
Silicon Nanocrystals: From Indirect to Direct Bandgap
phys. status solidi a EarlyView (2018) 1700718–1700718(6).
33. Martinez, P. Gonzalez de Alaiza; Duchateau, G.; Chimier, B.; Nuter, R.; Thiele, I; Skupin, S.; Tikhonchuk, V. T.
Maxwell-consistent, symmetry- and energy-preserving solutions for ultrashort-laser-pulse propagation beyond the paraxial approximation
Phys. Rev. A 98 (2018) 043849 (1)–043849 (17).
34. **Martin Müller, Martin Ledinský, Jan Kočka, Antonín Fejfar, Jiří Červenka**
Effects of nanowire size and geometry on silicon nanowire array thin film solar cells
J. Vac. Sci. Technol. B 36 (2018) 011401.
35. V. E. Nefedova, M. F. Ciappina, O. Finke, **M. Albrecht, M. Kozlová, and J. Nejd**
Efficiency control of high-order harmonic generation in gases using driving pulse spectral features
Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 191101 (1)–191101 (6).
36. Nuter, R.; Korneev, Ph; Thiele, I; Tikhonchuk, V
Plasma solenoid driven by a laser beam carrying an orbital angular momentum
Phys. Rev. E 98 (2018) 033211 (1)–033211 (9).
37. **M. Pokorný, J. Páterek, M. Nikl, S. Sýkorová, A. Stehlík, J. Polák, J. Houžvička**
Concentration dependence of energy transfer $Ce^{3+} \rightarrow Er^{3+}$ in YAG host
Opt. Mater. 86 (2018) 338–342.
38. **L. Procházková, V. Čuba, A. Beitlerová, V. Jarý, S. Omelkov, M. Nikl**
Ultrafast Zn(Cd,Mg)O:Ga nanoscintillators with luminescence tunable by band gap modulation
Opt. Express 26 (2018) 29482–29494.
39. Peter Schwendt, Róbert Gyepes, Jana Chrappová, Ivan Němec, **Přemysl Vaněk**
Order-disorder phase transition in the peroxidovanadium complex $NH_4[VO(O_2)_2(NH_3)]$
Spectrochim. Acta A 200 (2018) 110–115.
40. **A. B. Shick, A. I. Lichtenstein**
Electronic structure and magnetic properties of Dy adatom on Ir surface
J. Magn. Magn. Mater. 454 (2018) 61–65.
41. Singh, S.; Versaci, R.; Garcia, A. Laso; Morejon, L.; Ferrari, A.; Molodtsova, M.; Schwengner, R.; Kumar, D.; Cowan, T.
Compact high energy x-ray spectrometer based on forward Compton scattering for high intensity laser plasma experiments
Rev. Sci. Instrum. 89 (2018) 085118 (1)–085118 (8).
42. M. I. Tsindlekht, V. M. Genkin, I. Felner, F. Zeides, N. Katz, Š. Gazi, Š. Chromik, **J. Koláček, M. Maryško**
Magnetic flux penetration into finite length thin-walled niobium cylinders
Physica C 545 (2018) 10–13.
43. M. Vronka, **L. Straka, H. Seiner, M. Karlík, O. Heczko**
Mechanical stabilization of martensite: Comparison of Ni-Mn-Ga and Cu-Ni-Al shape memory single crystals
Acta Phys. Polon. A 134 (2018) 627–630.
44. Yavuz, I; Schoetz, J.; Ciappina, M. F.; Rosenberger, P.; Altun, Z.; Lewenstein, M.; Kling, M. F.
Control of molecular dissociation by spatially inhomogeneous near fields
Phys. Rev. A 98 (2018) 043413 (1)–043413 (6).
45. Vyskocil, J; Klimo, O; Weber, S
Simulations of bremsstrahlung emission in ultra-intense laser interactions with foil targets
Plasma Phys. Control. Fusion 60 (2018) 054013 (1)–054013 (11).

2.10.6 Patenty

1. B. Rezek, J. Čermák, A. Kromka

Způsob výroby elektrostaticky nabitých obrazců

Způsob výroby elektrostaticky nabitých obrazců v diamantu pomocí elektrického napětí, při kterém se na vrstvu diamantu umístí alespoň jedna elektroda z elektricky vodivého materiálu (kovu, polovodiče, nebo také diamantu), načež se na elektrodu přiloží elektrické napětí. Elektrody mohou být umístěny trvale nebo dočasně a lze s nimi v průběhu procesu pohybovat. Jako elektrody lze použít libovolný kov nebo polovodič, včetně diamantu. Použitím zahrocené elektrody se vytváří mikroskopické obrazce. Diamant lze použít přírodní nebo syntetický na libovolné podložce. Koncentrace příměsí v diamantu není omezena.

Datum udělení: 28.11.2018, číslo zápisu 307606

2. M. Veverka, E. Pollert, V. Herynek

Vodné suspenze kobaltnozinečnatých feritových nanočástic jako kontrastní látky pro zobrazovací magnetickou rezonanci

Hybridní nanočástice spinelové feritové fáze o složení $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_{4+y}$ opatřené souvislou vrstvou hydratovaného oxidu křemičitého, který zajišťuje stabilitu jejich vodných suspenzí a neškodnost v organismu svým biokompatibilním povrchem. Ve srovnání se stávajícími materiály vykazují výrazně zvýšenou transversální relaxivitu a tím kontrastní rozlišení.

Datum udělení: 12.12.2018, číslo zápisu 307623

3. D. Margarone, G. Korn, A. Picciotto, P. Bellutti

Laser fusion system and method

The invention describes a system, a method and a target for producing nuclear fusion reactions. A laser is used to irradiate a single temporally shaped laser pulse comprising a pre-pulse and a main pulse or at least two consecutive laser pulses onto the target. A first of the plurality of consecutive laser pulses or a prepulse of the single laser pulse is used to generate a first plasma in front of the target. The system is configured such that this first plasma is capable to focus the second laser pulse or main laser pulse onto the target, i.e. to reduce the focal spot size compared to the first or pre-pulse. The plasma initiates a so-called selffocusing of the second or main laser pulse onto the target. The focused second or main laser pulse can then be used to accelerate first particles such that these accelerated first particles produce nuclear fusion reactions with second particles contained in the target.

Datum udělení: 21.3.2018, číslo zápisu EP2833365

4. I. Gnilitkyi, L. Orazi, T. J.-Y. Derrien, N. M. Bulgakova, T. Mocek

Způsob získání pravidelné periodické struktury a zařízení pro výrobu téhož

Vynález popisuje způsob a zařízení pro přípravu vysoce pravidelné periodické struktury pomocí pulzních ozařování laserem na povrchu kovových materiálů. Metoda přímé tvorby vysoce pravidelných struktur na kovových materiálech zajišťuje aktivaci povrchové elektromagnetické vlny (Surface Electromagnetic Wave - SEW), která naruší dopadající laserovou vlnu na povrchu kovových materiálů způsobem, který zaručuje vysokou kvalitu a pravidelnost získaného vzorku.

Datum udělení: 16.05.2018, číslo zápisu 307361

5. J. Nejd

Kompaktní systém pro charakterizaci spektra a profilu intenzity svazku krátkovlnného záření

Vynález se zabývá kompaktním systémem provozovaným v režimu spektrální charakterizace svazku nebo v režimu monitorování intenzitního profilu, který obsahuje: difrakční element; stínítko (3), které je mechanicky svázáno s difrakčním elementem, přičemž stínítko (3) v režimu spektrální charakterizace blokuje průchod svazku v příchozím směru (1); zařízení pro mechanický posuv stínítka (3) a difrakčního elementu, přičemž toto zařízení je schopno posuvu jak v transversálním směru (A), tak i ve směru longitudinálním (B); reflexní element a fixně umístěný detektor (5), který leží na optické ose příchozího svazku (1). Kompaktní systém má uplatnění v oblasti spektrometrie a diagnostiky intenzitního profilu svazku, zejména pak v oblasti XUV a měkkého RTG záření.

Datum udělení: 03.01.2018, číslo zápisu 307169

6. P. Horváth

Způsob odvodušnění kapalinového cirkulačního systému a zařízení k provádění tohoto způsobu

Způsob odvodušnění kapaliny (2) svádí kapalinu (2) pomocí potrubí (4) do míst pod úroveň páteřního potrubí (3). Kapalina (2) se nechá vtéct do jímky (6), kde dochází k uvolnění plynů z kapaliny. Plyn se nechá uvolnit pomocí odvodušňovacího ventilu (7) mimo cirkulační oběh. Podúrovňový samoodvodušňovací systém (1) kapalin (2) obsahuje potrubí (4) pro vedení kapalin (2) a automatický odvodušňovací ventil (7). Potrubí (4) je vedeno pod úrovní páteřního potrubí (3). K potrubí (4) je připevněn odvodušňovací ventil (7), rovněž umístěný pod úrovní páteřního potrubí (3).

Datum udělení: 14.11.2018, číslo zápisu 307584

7. R. Boge, J. Horáček, J. A. Naylor, V. Šobr

Způsob a systém polohování svazku a aktivní stabilizace polohy svazku

Vynález se týká způsobu a systému stabilizace polohy svazku (11). Podle jednoho aspektu vynálezu tato metoda slouží pro měření stabilizace polohy svazku (11) uvnitř optického rezonátoru, s výhodou pro laserový zesilovač nebo laserový oscilátor. Podle dalšího aspektu tohoto vynálezu metoda poskytuje aktivní stabilizaci polohy paprsku (11) uvnitř optického rezonátoru. Předkládaný vynález také popisuje systém, který využívá způsob měření a stabilizace polohy svazku (11). Způsob měření stability polohy svazku (11) uvnitř optického rezonátoru zahrnuje kroky: čerpání aktivního prostředí (7), přičemž aktivní prostředí (7) emituje světlo na 2D senzor (8); monitorování prostorového rozložení excitovaných iontů z aktivního prostředí (7) a získání kalibračního profilu (1), přičemž profil (1) je získán bez seedingu optického rezonátoru, dále zahrnuje seeding optického rezonátoru; monitorování reálného profilu (3) čerpání inverzních stavů na aktivním prostředí (7) pomocí detekčního prostředku (8); získání procesního profilu (4) na základě rozdílu mezi kalibračním profilem (1) a reálným profilem (3); a výpočet polohy těžiště (6) z procesního profilu (4). Způsob aktivní stabilizace polohy svazku (11) dále zahrnuje krok upravení polohy svazku (11) podle dříve vypočítané polohy těžiště (6).

Datum udělení: 26.09.2018, číslo zápisu 307523

2.10.7 Užité vzory

1. Z. Remeš, Y.-Y. Chang

Držák halogenové lampy zajišťující přídatný regulovaný bezkontaktní ohřev vzorku v nízkotlakém reaktoru

Datum udělení: 13.03.2018, číslo zápisu 31580

2. J. T. Green, M. Horáček, J. A. Naylor, B. Tykalewicz

Zařízení pro kompenzaci teplotního gradientu podél frekvence rozmítací Braggovy vláknové mřížky

Datum udělení: 13.03.2018, číslo zápisu 31582

3. Š. Potocký, A. Kromka, T. Ižák, B. Rezek, D. Sedmera, L. Bačáková, I. Kopová,

Kompozitní povlak pro kostní implantáty

Datum udělení: 23.10.2018, číslo zápisu 32210

4. Š. Stehlík, B. Rezek, Š. Potocký, A. Kromka, I. Kopová, L. Bačáková, P. Slepíčka, N. Slepíčková Kasálková

Nanodiamantový povlak fluoropolymerní folie pro kostní implantáty

Datum udělení: 23.10.2018, číslo zápisu 32211

5. S. K. Singh, D. K. Batheja

Destičkový detektor elektronů

Datum udělení: 13.02.2018, číslo zápisu 31474

6. J. A. Naylor

Pneumaticky ovládaná závěrka svazku částic

Datum udělení: 13.03.2018, číslo zápisu 31590

7. Z. Hubička, M. Čada, P. Kšířová, M. Klinger

Zařízení pro pulzní plazmatické povlakování vnitřních povrchů dutých dielektrických trubíc

Datum udělení: 17.07.2018, číslo zápisu 31918

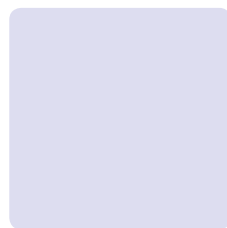
2.10.8 Ochranné známky

I love laser

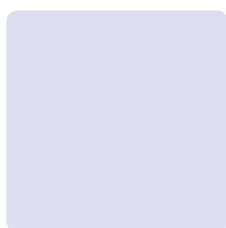
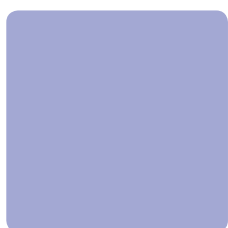


Datum udělení: 05.09.2018, číslo zápisu 368418





3. Ekonomická část výroční zprávy za rok 2018



3.1.1.

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Rozvaha

(v tis. Kč)

sestavena dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů
k 31. 12. 2018

Název účetní jednotky:

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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

IČ: 68378271

| | Název | SÚ | čís. řád. | Stav | |
|-------------|---|----------------|--------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Stav k 01.01.18 | Stav k 31.12.18 |
| A. | Dlouhodobý majetek celkem | | | 7 839 203 | 8 278 313 |
| I. | Dlouhodobý nehmotný majetek celkem | 01 | 1 | 68 684 | 79 980 |
| | 1. Nehmotné výsledky výzkumu a vývoje | 012 | 2 | 0 | 0 |
| | 2. Software | 013 | 3 | 55 406 | 72 331 |
| | 3. Ocenitelná práva | 014 | 4 | 2 439 | 2 512 |
| | 4. Drobný dlouhodobý nehmotný majetek | 018 | 5 | 3 703 | 3 558 |
| | 5. Ostatní dlouhodobý nehmotný majetek | 019 | 6 | 0 | 0 |
| | 6. Nedokončený dlouhodobý nehmotný majetek | 041 | 7 | 7 136 | 1 579 |
| | 7. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý nehmotný majetek | 051 | 8 | 0 | 0 |
| II. | Dlouhodobý hmotný majetek celkem | 02+03 | 9 | 9 322 857 | 10 095 056 |
| | 1. Pozemky | 031 | 10 | 276 508 | 276 508 |
| | 2. Umělecká díla, předměty, sbírky | 032 | 11 | 0 | 0 |
| | 3. Stavby | 021 | 12 | 2 681 681 | 2 857 166 |
| | 4. Hmotné movité věci a jejich soubory | 022 | 13 | 2 531 104 | 4 155 456 |
| | 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 | 60 597 | 55 888 |
| | 8. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek | 029 | 17 | 0 | 0 |
| | 9. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek | 042 | 18 | 3 763 030 | 2 748 396 |
| | 10. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek | 052 | 19 | 9 937 | 1 642 |
| III. | Dlouhodobý finanční majetek celkem | 06 | 20 | 340 | 340 |
| | 1. Podíly - ovládaná nebo ovládající osoba | 061 | 21 | 0 | 0 |
| | 2. Podíly - podstatný vliv | 062 | 22 | 340 | 340 |
| | 3. Dluhové cenné papíry | 063 | 23 | 0 | 0 |
| | 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 |
| IV. | Oprávký k dlouhodobému majetku celkem | 07 - 08 | 28 | -1 552 678 | -1 897 063 |
| | 1. Oprávky k nehmotným výsledkům výzkumu a vývoje | 072 | 29 | 0 | 0 |
| | 2. Oprávky k softwaru | 073 | 30 | -45 753 | -54 776 |
| | 3. Oprávky k ocenitelným právům | 074 | 31 | -2 257 | -2 439 |
| | 4. Oprávky k drobnému dlouhodobému nehmotnému majetku | 078 | 32 | -3 702 | -3 558 |
| | 5. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému nehmotnému majetku | 079 | 33 | 0 | 0 |
| | 6. Oprávky ke stavbám | 081 | 34 | -177 427 | -231 349 |
| | 7. Oprávky k samost. hmot. mov. věcem a jejich souborům | 082 | 35 | -1 262 942 | -1 549 053 |
| | 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 | -60 597 | -55 888 |
| | 11. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému hmotnému majetku | 089 | 39 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|------------|-------------|---|----------------|-----------|------------------|------------------|
| B. | | Krátkodobý majetek celkem | | 40 | 819 225 | 736 862 |
| | I. | Zásoby celkem | 11-13 | 41 | 14 702 | 13 146 |
| | | 1. Materiál na skladě | 112 | 42 | 12 815 | 13 101 |
| | | 2. Materiál na cestě | 111,119 | 43 | 276 | 40 |
| | | 3. Nedokončená výroba | 121 | 44 | 1 610 | 0 |
| | | 4. Polotovary vlastní výroby | 122 | 45 | 0 | 0 |
| | | 5. Výrobky | 123 | 46 | 1 | 5 |
| | | 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 | 46 175 | 34 992 |
| | | 1. Odběratelé | 311 | 52 | 6 277 | 4 741 |
| | | 2. Směnky k inkasu | 312 | 53 | 0 | 0 |
| | | 3. Pohledávky za eskontované cenné papíry | 313 | 54 | 0 | 0 |
| | | 4. Poskytnuté provozní zálohy | 314 | 55 | 834 | 1 745 |
| | | 5. Ostatní pohledávky | 316 | 56 | 127 | 105 |
| | | 6. Pohledávky za zaměstnanci | 335 | 57 | 1 201 | 939 |
| | | 7. Pohledávky za institucemi sociálního zabezpečení a VZP | 336 | 58 | 0 | 0 |
| | | 8. Daň z příjmů | 341 | 59 | 0 | 0 |
| | | 9. Ostatní přímé daně | 342 | 60 | 0 | 0 |
| | | 10. Daň z přidané hodnoty | 343 | 61 | 17 | 0 |
| | | 11. Ostatní daně a poplatky | 345 | 62 | 0 | 0 |
| | | 12. Nároky na dotace a ost. zúčtování se státním rozpočtem | 346 | 63 | 0 | 0 |
| | | 13. Nároky na dotace a ost. zúčtování s rozpočt. 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 | 691 | 1 298 |
| | | 18. Dohadné účty aktivní | 388 | 69 | 37 028 | 26 164 |
| | | 19. Opravná položka k pohledávkám | 391 | 70 | 0 | 0 |
| | III. | Krátkodobý finanční majetek celkem | 21 - 26 | 71 | 749 900 | 681 699 |
| | | 1. Peněžní prostředky v pokladně | 211 | 72 | 575 | 596 |
| | | 2. Ceniny | 212 | 73 | 0 | 0 |
| | | 3. Peněžní prostředky na účtech | 221 | 74 | 749 325 | 681 103 |
| | | 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 | 8 448 | 7 025 |
| | | 1. Náklady příštích období | 381 | 82 | 8 414 | 7 025 |
| | | 2. Příjmy příštích období | 385 | 83 | 34 | 0 |
| A+B | | Aktiva celkem | | 85 | 8 658 428 | 9 015 175 |

| | | | | | | |
|-------------|-----|---|---------------|------------|------------------|------------------|
| A. | | Vlastní zdroje celkem | | 86 | 8 453 129 | 8 700 895 |
| I. | | Jmění celkem | 90-92 | 87 | 8 452 954 | 8 698 492 |
| | 1. | Vlastní jmění | 901 | 88 | 7 853 199 | 8 292 309 |
| | 2. | Fondy | 91 | 89 | 603 941 | 407 300 |
| | 3. | Oceňovací rozdíly z přecenění finanč. majetku a závazků | 921 | 90 | -4 186 | -1 117 |
| II. | | Výsledek hospodaření celkem | 93-96 | 91 | 175 | 2 403 |
| | 1. | Účet výsledku hospodaření | 963 | 92 | 175 | 2 403 |
| | 2. | Výsledek hospodaření ve schvalovacím řízení | 931 | 93 | 0 | 0 |
| | 3. | Nerozdělený zisk, neuhrazená ztráta minulých let | 932 | 94 | 0 | 0 |
| B. | | Cizí zdroje celkem | | 95 | 205 299 | 314 280 |
| 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 |
| III. | | Krátkodobé závazky celkem | 28-38 | 106 | 200 839 | 310 053 |
| | 1. | Dodavatelé | 321 | 107 | 27 621 | 43 480 |
| | 2. | Směnky k úhradě | 322 | 108 | 0 | 0 |
| | 3. | Přijaté zálohy | 324 | 109 | 481 | 496 |
| | 4. | Ostatní závazky | 325 | 110 | 0 | 0 |
| | 5. | Zaměstnanci | 331 | 111 | 42 235 | 42 910 |
| | 6. | Ostatní závazky vůči zaměstnancům | 333 | 112 | 233 | 439 |
| | 7. | Závazky k institucím sociálního zabezpečení a VZP | 336 | 113 | 25 353 | 26 860 |
| | 8. | Daň z příjmů | 341 | 114 | 2 | 549 |
| | 9. | Ostatní přímé daně | 342 | 115 | 8 814 | 8 553 |
| | 10. | Daň z přidané hodnoty | 343 | 116 | 19 609 | 14 145 |
| | 11. | Ostatní daně a poplatky | 345 | 117 | 2 | 1 |
| | 12. | Závazky ze vztahu k státnímu rozpočtu | 347 | 118 | 71 466 | 169 204 |
| | 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 | 4 945 | 2 972 |
| | 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 | 78 | 444 |
| | 23. | Ostatní krátkodobé finanční výpomoci | 289 | 129 | 0 | 0 |
| IV. | | Jiná pasiva celkem | 38 | 130 | 4 460 | 4 227 |
| | 1. | Výdaje příštích období | 383 | 131 | 3 186 | 3 391 |
| | 2. | Výnosy příštích období | 384 | 132 | 1 274 | 836 |
| A+B | | Pasiva celkem | | 134 | 8 658 428 | 9 015 175 |

Předmět činnosti: Vědecký výzkum v oblasti fyziky

Rozvahový den: 31. 12. 2018

Ing. Eva Ševčíková

.....
podpis a jméno
sestavil

Datum sestavení: 4. 4. 2019

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

.....
podpis a jméno
odpovědné osoby

Fyzikální ústav AV ČR
veřejná výzkumná instituce
182 21 Praha 8, Na Slovance

otisk razítka

-1-

3.1.2.

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Výkaz zisku a ztráty

(v tis. Kč)

sestavený dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

k 31. 12. 2018

Název účetní jednotky:

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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

IČ: 68378271

| | Název ukazatele | SÚ | čís. řád. | Činnost | | |
|--------------|---|--------------|-----------|------------------|----------|--------------|
| | | | | hlavní | další | jiná |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| A. | Náklady | | 1 | 1 729 790 | 0 | 4 010 |
| I. | Spotřebované nákupy celkem | 50+51 | 2 | 413 504 | 0 | 1 727 |
| | 1. Spotřeba materiálu, energie a ostatních neskladovaných látek | 501-503 | 3 | 182 925 | 0 | 1 194 |
| | 2. Prodané zboží | 504 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | 3. Opravy a udržování | 511 | 5 | 16 680 | 0 | 7 |
| | 4. Náklady na cestovné | 512 | 6 | 52 538 | 0 | 105 |
| | 5. Náklady na reprezentaci | 513 | 7 | 2 324 | 0 | 7 |
| | 6. Ostatní služby | 518, 514 | 8 | 159 037 | 0 | 414 |
| II. | Změny stavu zásob vlastní činnosti a aktivace | 56+57 | 9 | -4 707 | 0 | 110 |
| | 7. Změna stavu zásob vlastní činnosti | 56 | 10 | 1 496 | 0 | 110 |
| | 8. Aktivace materiálu, zboží a vnitroorganizačních služeb | 571, 572 | 11 | -6 203 | 0 | 0 |
| | 9. Aktivace dlouhodobého majetku | 573, 574 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| III. | Osobní náklady | 52 | 13 | 895 097 | 0 | 1 895 |
| | 10. Mzdové náklady | 521,3 | 14 | 645 597 | 0 | 1 449 |
| | 11. Zákonné sociální pojištění | 524 | 15 | 214 641 | 0 | 421 |
| | 12. Ostatní sociální pojištění | 525 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| | 13. Zákonné sociální náklady | 527 | 17 | 34 859 | 0 | 25 |
| | 14. Ostatní sociální náklady | 528 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| IV. | Daně a poplatky | 53 | 19 | 875 | 0 | 0 |
| | 15. Daně a poplatky | 53 | 20 | 875 | 0 | 0 |
| V. | Ostatní náklady | 54 | 21 | 40 865 | 0 | 132 |
| | 16. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále | 541, 542 | 22 | 837 | 0 | 0 |
| | 17. Odpis nedobytné pohledávky | 543 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| | 18. Nákladové úroky | 544 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| | 19. Kurzové ztráty | 545 | 25 | 5 860 | 0 | 25 |
| | 20. Dary | 546 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| | 21. Manka a škody | 548 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| | 22. Jiné ostatní náklady | 547, 549 | 28 | 34 168 | 0 | 107 |
| VI. | Odpisy, prodaný majetek, tvorba a použití rezerv a opr.položek | 55 | 29 | 383 609 | 0 | 146 |
| | 23. Odpisy dlouhodobého majetku | 551 | 30 | 383 449 | 0 | 146 |
| | 24. Prodaný dlouhodobý majetek | 552 | 31 | 160 | 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 člen. příspěvky a příspěvky zúčt. mezi organiz. složkami | 581 | 39 | 0 | 0 | 0 |
| VIII. | Daň z příjmů | 59 | 40 | 547 | 0 | 0 |
| | 29. Daň z příjmů | 59 | 41 | 547 | 0 | 0 |

| | Název ukazatele | SÚ | čís. řád. | Činnost | | |
|-------------|--|-----------|-----------|------------------|----------|--------------|
| | | | | hlavní | další | jiná |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| B. | Výnosy | | 1 | 1 731 746 | 0 | 4 457 |
| I. | Provozní dotace | 69 | 2 | 1 228 217 | 0 | 0 |
| | 1. Provozní dotace | 691 | 3 | 1 228 217 | 0 | 0 |
| 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 | 10 778 | 0 | 4 434 |
| IV. | Ostatní výnosy | 64 | 16 | 492 693 | 0 | 23 |
| | 5. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále | 641, 642 | 17 | 1 464 | 0 | 0 |
| | 6. Platby za odepsané pohledávky | 643 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| | 7. Výnosové úroky | 644 | 19 | 664 | 0 | 0 |
| | 8. Kurzové zisky | 645 | 20 | 2 734 | 0 | 1 |
| | 9. Zúčtování fondů | 648 | 21 | 101 938 | 0 | 0 |
| | 10. Jiné ostatní výnosy | 649 | 22 | 385 893 | 0 | 22 |
| V. | Tržby z prodeje majetku | 65 | 24 | 58 | 0 | 0 |
| | 11. Tržby z prodeje DNM a DHM | 651 | 25 | 58 | 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 | 2 503 | 0 | 447 |
| D. | Výsledek hospodaření po zdanění | | 40 | 1 956 | 0 | 447 |

Předmět činnosti: Vědecký výzkum v oblasti fyziky

Datum sestavení: 4. 4. 2019

Rozvahový den: 31. 12. 2018

Ing. Eva Ševčíková

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.




.....
podpis a jméno
sestavil

.....
podpis a jméno
odpovědné osoby

Fyzikální ústav AV ČR
veřejná výzkumná instituce
182 21 Praha 8, Na Slovance 2

-1-

otisk razítka



3.1.3.

Příloha k účetní závěrce v plném rozsahu k 31. 12. 2018

I. Obecné údaje

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Název účetní jednotky: | 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 |

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 č. 341/2005 Sb. se právní forma FZÚ dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci.

· Zápis FZÚ do rejstříku veřejných výzkumných institucí byl proveden k 1. 1. 2007.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Rozhodující předmět činnosti: | vědecký výzkum v oblasti fyziky, zejména fyziky elementárních částic, kondenzovaných systémů, plazmatu a optiky |
|--------------------------------------|---|

| | |
|--------------------|--|
| Zřizovatel: | Akademie věd České republiky se sídlem Národní 1009/3, 117 20 Praha 1 |
|--------------------|--|

| | |
|----------------------|------------|
| Datum vzniku: | 01.01.2007 |
|----------------------|------------|

| | |
|-----------------------|------------|
| Rozvahový den: | 31.12.2018 |
|-----------------------|------------|

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

Organizačními útvary FZÚ jsou:

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

Centrální úsek tvoří:

- a) interní auditor,
- b) BOZP a PO,
- c) sekretariát ředitele,
- d) vědecká knihovna Na Slovance,
- e) oddělení síťování a výpočetní techniky.

THS tvoří:

- a) oddělení personální a mzdové,
- b) oddělení finanční účtárny,
- c) oddělení provozní účtárny a rozpočtu,
- d) oddělení zásobování a dopravy,
- e) oddělení technicko-provozní.

Vědecká činnost FZÚ se provádí ve vědeckých sekcích:

1. Sekce fyziky elementárních částic

Výzkumná oddělení:

- astročásticové fyziky,
- experimentální fyziky částic,
- teorie a fenomenologie částic,
- vývoje detektorů a zpracování dat.

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:

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

Podpůrná oddělení:

- vědecké knihovny v Cukrovarnické,
- mechanických dílen v Cukrovarnické.

Administrativní oddělení:

- technicko-hospodářských služeb v Cukrovarnické.

4. Sekce optiky

Výzkumná oddělení:

- analýzy funkčních materiálů,
- optických a biofyzikálních systémů,
- nízkoteplotního plazmatu,
- společná laboratoř optiky (SLO).

Podpůrné oddělení:

- optických a mechanických dílen Na Slovance.

5. Sekce výkonových systémů

Výzkumná oddělení:

- radiační a chemické fyziky,
- centrum HiLASE.

Podpůrná oddělení:

- technické podpory.

Oddělení 53 Centrum HiLASE se nachází v Dolních Břežanech. Jeho mezinárodní tým se zabývá vývojem laserových technologií pro 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 2018 pokračovala realizace tohoto společného projektu FZÚ a Science and Technology Facilities Council (STFC) z Velké Británie. Cílem je přeměnit HiLASE do roku 2022 na Centrum Excellence v oblasti aplikačně orientovaného laserového výzkumu a vývoje. V partnerství s STFC dojde k modernizaci stávajících laserových technologií centra a k rozšíření nabídky VaV služeb pro externí uživatele podle jejich skutečných potřeb. Dalším cílem je zajištění dlouhodobé finanční stability centra založené na kvalitním managementu, vícezdrojovém financování a otevřenosti vůči uživatelům z řad vědecko-výzkumných institucí a hi-tech průmyslu.

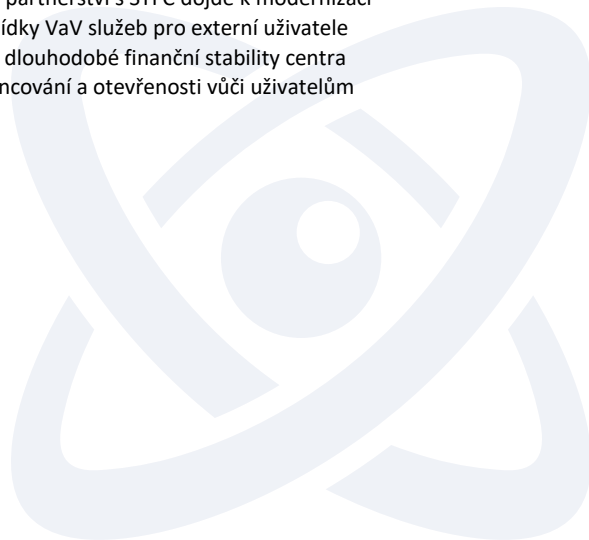
9. Sekce realizace projektu ELI Beamlines

Výzkumná oddělení:

- systémového inženýrství,
- laserových systémů,
- experimentálních programů Beamlines.

Podpůrná oddělení:

- konstrukční a projekční podpory,
- financování a monitoringu,
- akvizic a logistiky,



- řízení projektu,
- transferu technologií.

V roce 2018 byla úspěšně dokončena realizace projektu ELI fáze 2 s tím, že dva milníky týkající se systému L2 a L4 budou splněny do konce roku 2019.

V roce 2018 byla v rámci centra ELI beamlines zahájena realizace projektu ADONIS. Celkový rozpočet projektu je 1,269 mld. Kč s dobou realizace 5 let.

V září byl přivezen laserový systém L4 a zahájena jeho instalace ve spolupráci s americkým dodavatelem.

V průběhu roku byly instalovány a spuštěny experimentální stanice. Laserový svazek L1 s napojením na experimentální halu E1 je připraven pro první uživatele. Probíhá instalace transportu laserového svazku L3 do experimentálních hal, aby v průběhu roku 2019 mohly být experimentální stanice nabízeny pro uživatelské experimenty.

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

| jmeno a příjmení | funkce |
|-----------------------------|---------|
| RNDr. Michael Prouza, Ph.D. | ředitel |

| Rada FZÚ, v. v. i. | funkce |
|------------------------------------|---------------|
| doc. Ing. Martin Nikl, CSc. | předseda |
| Ing. Tomáš Mocek, Ph.D. | místopředseda |
| RNDr. Antonín Fejfar, CSc. | interní člen |
| Ing. Alexander Dejneka, Ph.D. | interní člen |
| RNDr. Stanislav Kamba, CSc. | interní člen |
| Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D. | interní člen |
| RNDr. Jiří J. Mareš, CSc. | interní člen |
| prof. Jan Řídký, DrSc. | interní člen |
| prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc. | interní člen |
| RNDr. Michael Prouza, Ph.D. | interní člen |
| doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr. | externí člen |
| Mgr. Jindřich Houžvička, Ph.D. | externí člen |
| doc. RNDr. František Chmelík, CSc. | externí člen |
| prof. RNDr. Zdeněk Samec, DrSc. | externí člen |
| Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc. | externí člen |
| RNDr. Jiří Rameš, CSc. | tajemník |

| Dozorčí rada FZÚ, v. v. i. | funkce |
|------------------------------------|---------------|
| RNDr. Jan Šafanda, CSc. | předseda |
| Ing. Ivan Gregora, CSc. | místopředseda |
| prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc. | člen |
| RNDr. Vladimír Wagner, CSc. | člen |
| Ing. Jiří Plešek, CSc. | člen |
| prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc. | člen |
| Ing. Miroslav Hořejší | tajemník |

Člen Rady FZÚ Mgr. Jindřich Houžvička, Ph.D. je současně jednatelem společnosti Crytur, s. r. o., IČ 25296558, s níž FZÚ uzavřel v roce 2018 několik obchodních smluv, resp. objednávek (dodavatelských i odběratelských), z nichž celkové plnění představuje 550 tis. Kč včetně DPH.

Kromě výše uvedené skutečnosti vedení FZÚ není známo, že by některý ze členů řídicích, kontrolních orgánů a jejich rodinných příslušníků měl účast v osobách, s nimiž organizace uzavřela za účetní období roku 2018 obchodní smlouvy nebo jiné smluvní vztahy. Členům řídicích a kontrolních orgánů organizace nebyly poskytnuty v účetním období 2018 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.

Účetním obdobím je kalendářní rok.

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Vedeny jsou agendy | |
| Účetnictví | |
| Finance | pokladna, banka, závazky, pohledávky, |
| Majetek | |
| Zásoby | |

FZÚ je měsíčním plátcem DPH.

Činnosti: hlavní a jiná

U všech dokladů je přiložen doklad o účtování a podpis odpovědných osob.

Všechny doklady jsou řádně archivovány.

2. Způsoby oceňování

| Druhy aktiv | 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., IČ: 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., IČ: 463 45 965 a společnost BENEŠ a LÁT a. s., IČ 257 24 304. Dle konečných výkazů společnost CARDAM s.r.o. vykazuje zisk ve výši 127 tis.Kč za rok 2018 a vlastní kapitál ve výši 1951 tis. Kč

3. Druhy nákladů souvisejících s pořízením zásob:

doprava, clo, DPH, pojistné, provize apod.

4. Způsob stanovení opravných položek k majetku

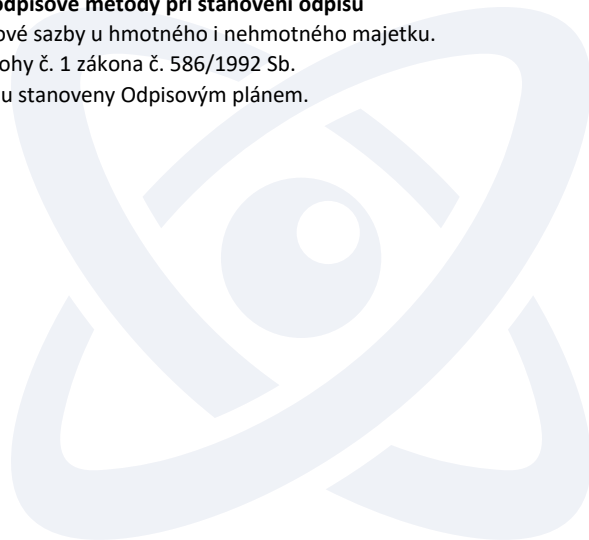
FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

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

Odpisy jsou prováděny měsíčně ve výši 1/12 roční odpisové sazby u hmotného i nehmotného majetku.

Majetek FZÚ je zatříděn do odpisových skupin podle přílohy č. 1 zákona č. 586/1992 Sb.

a je odepisován rovnoměrně. Použité odpisové sazby jsou stanoveny Odpisovým plánem.



Příloha č. 1 Odpisového plánu - IS THS-9/2015

| Druh majetku | Odpisová 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 |
|---------------------------|------------------|---|--|--|--|
| 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 | |
| Přístroje | 2 | 3,5 | 2,75 | 12,5 | |
| 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 | | |
| 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 | |

6. **Způsob uplatněný 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 přepočítávány 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 ELI a HiLASE.
 Pro použití v roce 2018 byly dle platné metodiky využity vstupní údaje roku 2017.
8. **Podstatné změny způsobů oceňování oproti požadavkům § 24-27 Zákona o účetnictví**
 Způsoby oceňování odpovídají požadavkům Zákona o účetnictví.
9. **Podstatné změny způsobů odpisování oproti požadavkům § 28 Zákona o účetnictví**
 Způsoby odpisování odpovídají požadavkům Zákona o účetnictví.
10. **Podstatné změny postupů účtování oproti požadavkům § 4 Zákona o účetnictví**
 Postupy účtování odpovídají požadavkům Zákona o účetnictví.

III.

Doplňující informace k rozvaze a výkazu zisku a ztráty (údaje jsou v tisících Kč)

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

| Skupina majetku | 2018 | | | 2017 | | |
|------------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | Vstupní cena (022) | Oprávky (082) | Zůstatková cena | Vstupní cena (022) | Oprávky (082) | Zůstatková cena |
| Celkem, v tom | 4 155 456 | 1 549 053 | 2 606 403 | 2 531 104 | 1 262 942 | 1 268 162 |
| Dopravní prostředky | 7 444 | 3 724 | 3 720 | 7 496 | 3 430 | 4 066 |
| Inventář | 10 248 | 2 944 | 7 304 | 6 614 | 2 381 | 4 233 |
| Předměty z drahých kovů | 14 407 | 12 852 | 1 555 | 14 407 | 12 649 | 1 758 |
| Stroje, přístroje a zařízení | 3 946 004 | 1 408 834 | 2 537 170 | 2 315 786 | 1 124 133 | 1 191 653 |
| Výpočetní technika | 177 353 | 120 699 | 56 654 | 186 801 | 120 349 | 66 452 |

2. Dlouhodobý nehmotný majetek

| Skupina majetku | 2018 | | | 2017 | | |
|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|
| | Vstupní cena | Oprávky | Zůstatková cena | Vstupní cena (022) | Oprávky (082) | Zůstatková cena |
| Celkem, v tom: | 74 843 | 57 215 | 17 628 | 60 646 | 40 420 | 20 226 |
| Ocenitelná práva | 2 512 | 2 440 | 72 | 2 439 | 2 072 | 367 |
| Software | 72 331 | 54 775 | 17 556 | 58 207 | 38 348 | 19 859 |

3. Nedokončený dlouhodobý majetek

| Skupina majetku | 2018 | | | |
|--------------------------------|------------------|----------------|------------------------------|-------------------|
| | Stav k 1.1. | Pořízeno | Vyřazeno z nedokonč. majetku | Zůstatek k 31.12. |
| Celkem, v tom: | 3 770 166 | 831 162 | 1 851 352 | 2 749 976 |
| Nedok. dl. nehmotný maj. (041) | 7 136 | 5 884 | 11 440 | 1 580 |
| Nedok. dl. hmotný maj. (042) | 3 763 030 | 825 278 | 1 839 912 | 2 748 396 |

4. Přehled přírůstků a úbytků dlouhodobého majetku dle skupin

| Skupina majetku | 2018 | | | |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| | Stav k 1.1. | Pořízeno | Vyřazeno | Zůstatek k 31.12. |
| Software | 55 406 | 17 111 | 186 | 72 331 |
| Ocenitelná práva | 2 439 | 73 | 0 | 2 512 |
| Drobný dlouhodobý nehm. majetek | 3 702 | 0 | 144 | 3 558 |
| Nedok. dlouhodobý nehmotný maj. | 7 136 | 5 884 | 11 440 | 1 580 |
| Pozemky | 276 508 | 0 | 0 | 276 508 |
| Stavby | 2 681 681 | 175 485 | 0 | 2 857 166 |
| Dopravní prostředky | 7 496 | 430 | 482 | 7 444 |
| Inventář | 6 614 | 3 648 | 14 | 10 248 |
| Předměty z drahých kovů | 14 407 | 0 | 0 | 14 407 |
| Stroje, přístroje a zařízení | 2 362 626 | 1 616 453 | 33 075 | 3 946 004 |
| Výpočetní technika | 139 961 | 38 152 | 760 | 177 353 |
| Drobný dlouhodobý hm. majetek | 60 597 | 0 | 4 709 | 55 888 |
| Nedok. dlouhodobý hmotný maj. | 3 763 030 | 825 278 | 1 839 912 | 2 748 396 |
| Poskytnuté zálohy na dlouh. hm. maj. | 9 937 | 33 791 | 42 086 | 1 642 |

5. Souhrnná výše majetku neuvedeného v rozvaze

| Skupina majetku | Analytický účet | Zůstatek k 31.12. |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Drobný dlouhodobý nehmotný majetek | 9712 | 18 529 |
| Drobný dlouhodobý hmotný majetek | 9711 | 300 506 |

6. Pohledávky

Pohledávky po lhůtě splatnosti

| | |
|--------------|-------|
| do 30 dnů | 130 |
| 31 - 90 dnů | 0 |
| 91 - 180 dnů | 0 |
| nad 180 dnů | 3 452 |
| celkem | 3 582 |

Částka 3.452 mil. Kč je pohledávka za firmou Metrostav, a.s. Tato nabídla několik variant dodatečného plnění, které by sloužilo jako možný zápočet. Ze strany FZÚ nebyla žádána z těchto nabídek zatím akceptována.

Pohledávky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

Opravné položky

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

7. Jmění

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Jmění celkem | 8 698 492 |
| z toho: vlastní jmění | 8 292 309 |
| : fondy | 407 300 |
| Oceňovací rozdíl finančních derivátů | -1 117 |

8. Rozdělení zisku za minulé účetní období

| | |
|------------------------------------|-----|
| Příděl do rezervního fondu | 175 |
| Příděl do fondu reprodukce majetku | 0 |

9. Závazky

Dlouhodobé závazky

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

Krátkodobé závazky

| | |
|---|---------|
| K dodavatelům | 43 480 |
| Přijaté zálohy | 496 |
| K zaměstnancům | 42 910 |
| K institucím soc.zabezp.a veř.zdrav.pojišt. | 439 |
| Daň z příjmů ze závislé č. za zaměstnance | 26 860 |
| DPH | 14 252 |
| Daň z příjmů PO | 2 |
| Ostatní daně | 1 |
| Závazky ze vztahu k SR | 169 204 |
| Jiné závazky | 2 972 |
| Dohadné položky | 444 |

·Na účtu závazky ke SR jsou evidovány zálohy na provozní dotace přijaté v roce 2018

a budou zde vykazovány až do doby jejich zúčtování.

·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.

Závazky po lhůtě splatnosti

| | |
|--------------|-------|
| do 30 dnů | 2 298 |
| 31 - 90 dnů | 69 |
| 91 - 180 dnů | 0 |
| nad 180 dnů | 0 |
| nad 360 | 0 |

Organizace neeviduje dluhy vzniklé v daném účetním období, kde

doba splatnosti k 31.12.2018 přesahuje 5 let.

Všechny finanční a jiné dluhy jsou obsaženy v rozvaze.

Závazky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

10. Krátkodobé a dlouhodobé bankovní úvěry

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

11. Finanční leasing

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

12. Nepeněžité závazky a jiná plnění neuvedené v účetnictví

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

13. Výnosy z běžné činnosti

| Výnosy celkem | Hlavní činnost | Jiná činnost |
|--|----------------|--------------|
| Provozní institucionální dotace na výzkum od zřizovatele - AV ČR celkem | 435 374 | 0 |
| Provozní účelové dotace na výzkum od poskytovatelů z ČR mimo zřizovatele | 792 842 | 0 |
| Dotace, granty a dary na výzkum ze zahraničí * | 65 348 | 0 |
| Tržby za výrobky a poskytnuté služby | 10 778 | 4 434 |
| Aktivace vnitroorganiz. složek | 0 | 0 |
| Smluvní pokuty a penále | 1 464 | 0 |
| Úroky | 664 | 0 |
| Kurzové zisky | 2 734 | 1 |
| Zúčtování fondů | 101 938 | 0 |
| z toho: FRM | 7 822 | 0 |
| : sociální fond | 28 729 | 0 |
| : FÚUP | 65 387 | 0 |
| Jiné provozní výnosy | 385 893 | 22 |
| z toho: nájemné, výnosy z konferencí, jiné ostatní výnosy | 6 568 | 22 |
| : zúčtování poměrné části odpisů | 379 325 | 0 |
| Tržby z prodeje dlouhodobého majetku | 58 | 0 |

*Užité provozní dotace, granty a dary na výzkum od poskytovatelů ze zahraničí jsou vykazovány v položce "Zúčtování fondů" B.IV.9 Výkazu zisku a ztráty VVI

14. Osobní náklady 2018

| | |
|--|---------|
| Průměrný počet zaměstnanců | 1 061 |
| z toho: řídicích | 9 |
| Výše osobních nákladů na zaměstnance v tis. Kč | 896 991 |
| z toho: na řídicí pracovníky | 13 712 |
| : hrubé mzdy pracovníků (bez OON) | 627 295 |
| : OON | 18 915 |
| : sociální a zdrav. pojištění | 215 062 |
| : příděl do sociálního fondu | 12 573 |
| Odměny Radě ústavu | 196 |
| Odměny Dozorčí radě | 129 |

15. Významné položky výkazu zisku a ztráty

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

16. Propojené a spřízněné osoby

FZÚ vykazuje pouze půjčky zaměstnancům ve výši 524 tisíc Kč.

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

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

18. Pohledávky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

19. Závazky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

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

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

21. Události mezi rozvahovým dnem a datem sestavení závěrky

FZÚ k datu účetní závěrky nenastaly.

22. Přijaté dary a veřejné sbírky

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



23. Poskytnuté dary

FZÚ k datu účetní závěrky neposkytl žádné dary jiným subjektům.

Odměna auditora za povinný audit roční účetní závěrky včetně ověření výroční zprávy za rok 2018 činí 140 360,- Kč včetně DPH.

24. Dotace

Přijaté prostředky na výzkum a vývoj - provozní dotace

| Poskytovatel | částka v tis. Kč |
|--|------------------|
| AV ČR - podpora činn. pracoviště AV a VO | 391 611 |
| AV ČR - příspěvek na zajištění činnosti | 43 763 |
| GA ČR | 84 852 |
| projekty ostatních resortů | 639 591 |
| TA ČR | 10 461 |
| projekty - FZÚ je spolupříjemce | 57 939 |
| ostatní | 0 |
| Celkem | 1 228 217 |

Přijaté prostředky na investice

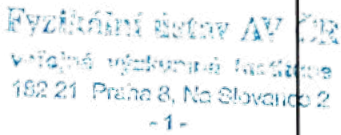


| Poskytovatel | částka v tis. Kč |
|---|------------------|
| AV ČR - podpora činnosti VO | 170 000 |
| AV ČR - příspěvek na zajištění činnosti | 120 935 |
| GA ČR | 0 |
| projekty ostatních resortů | 353 726 |
| dotace mimorozpočtové ostatní | 0 |
| Celkem | 644 661 |

25. Daňová povinnost

Za rok 2018 činí daňová povinnost FZÚ 547 tisíc 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.

| | | |
|--|--|---|
| Předmět činnosti: Vědecký výzkum v oblasti fyziky | Datum sestavení: 4. 4. 2019 |  <p>Fyzikální ústav AV ČR všeobecné výzkumné ústředí 182 21 - Praha 8, Na Slovance 2 -1-</p> |
| Ing. Eva Ševčíková | RNDr. Michael Prouza, Ph.D. | |
|  podpis a jméno sestavil |  podpis a jméno odpovědné osoby | |
| | | otisk razítka |



3.1.4 Předpokládaný vývoj pracoviště*

Výzkumná činnost pracoviště bude probíhat v souladu s projekty, na nichž se pracoviště podílí. Důraz bude kladen na další prohloubení mezinárodní spolupráce, do níž je zapojena většina pracovních skupin. Z hlediska dlouhodobější perspektivy je důležité dále rozšiřovat experimentální infrastrukturu a dále rozvíjet spolupráci s vysokými školami. Důraz bude také kladen na řádné začlenění administrativních činností spojených s projekty financovanými z evropských fondů tak, aby nedošlo k narušení probíhajících badatelských aktivit.

3.1.5 Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů*

Začátkem roku 2018 byl úspěšně implementován nový mzdový systém EGJE, který FZÚ AV ČR, v. v. i. využívá pro personalistiku a zpracování mezd. Tato změna přinesla značné usnadnění práce ve zpracování personální a mzdové agendy organizace.

Současně bylo v prvním čtvrtletí roku 2018 zahájeno výběrové řízení s názvem „Dodávka a implementace modulu personálního systému“ a v návaznosti na toto výběrové řízení došlo k zakoupení a implementaci nového HR systému.

FZÚ realizuje od konce roku 2017 projekt „Zkvalitnění strategického řízení FZÚ, jehož součástí je i aktivita směřující k získání HR Excellence in Research Award – HRS4R. V rámci této aktivity se FZÚ zaměřuje především na zlepšení a optimalizaci v oblasti řízení lidských zdrojů. HR tým, Pracovní skupina pro HRS4R a Řídicí výbor dosáhly v roce 2018 hmatatelných a měřitelných výsledků ve formě analýzy stávající situace a návrhu aktivních kroků, které povedou ke sladění postupů v oblasti lidských zdrojů uplatňovaných ve FZÚ s principy Evropské charty pro výzkumné pracovníky a Kodexu chování pro přijímání výzkumných pracovníků. Proces začal podrobným průzkumem mezi zaměstnanci a GAP analýzou, na jejichž základě byl připraven Akční plán na následující dva roky. Implementační fáze Akčního plánu započala ve 4. čtvrtletí roku 2018 s využitím již ustavených orgánů (Řídicí komise a Pracovní skupiny pro HRS4R) a Implementačních týmů. Implementační týmy odpovídají za implementaci čtyř oblastí témat z Akčního plánu, která se týkají záležitostí HR, interní komunikace, pracovních podmínek a PR (vztahů s veřejností).

Během celého roku 2018 paralelně docházelo k plánování, organizaci školení pro vedoucí vědecko-technické pracovníky a administrativní podpůrné pracovníky takového zaměření, aby došlo k podpoře znalostí a dovedností v oblasti projektového řízení, vedení a motivace zaměstnanců, komunikace v týmech, umění asertivity a time managementu.

Koncem roku 2018 došlo také k vytvoření nového Etického kodexu FZÚ, novému obsazení Etické komise FZÚ.

3.1.6 Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí*

Trvalý dohled nad veškerými zdroji ionizujícího záření zajišťuje SÚJB Regionální centrum Praha.

Zkoušky dlouhodobé stability RTG přístrojů provádí Ing. Jiří Kolařík, Hodonín.

Zkoušky dlouhodobé stability uzavřených radionuklidových zářičů provádí firma ISOTREND spol. s r.o., Praha.

Nebezpečný odpad vzniklý ve FZÚ odváží a následně zajišťuje likvidaci odborná firma ECO VITA s.r.o., Zlatá Olešnice. Tato firma zajišťuje průběžně každý měsíc likvidaci nebezpečného odpadu z nádob pro tento odpad určených a likvidaci bioodpadu. Pravidelně 2x ročně provádí svoz a likvidaci nebezpečných látek a jejich obalů. Zpracovává veškerou administrativu týkající se této oblasti a zajišťuje včasné podání všech hlášení do databáze Ministerstva životního prostředí ČR. Provádí také školení zaměstnanců o nakládání s nebezpečným odpadem a bioodpadem.

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

Nepotřebné tlakové nádoby určené k přepravě plynů – tlakové lahve likviduje firma Pražské služby, a.s., Pod šancemi 444/1, Praha.

FZÚ dbá na důsledné třídění odpadu. Sběr plastů je soustředěn do nádob k tomu určených. Odvoz a likvidaci zajišťuje společnost FCC Česká republika, s.r.o., Praha a firma Pražské služby a.s. Praha.

3.1.7 Zpráva o poskytování informací za období od 1. 1. – 31. 12. 2018**

| | |
|---|--|
| 1. Počet podaných žádostí o informace | 1 |
| 2. Počet vydaných rozhodnutí o odmítnutí informace | 0 |
| 3. Počet podaných odvolání proti rozhodnutí | 0 |
| 4. Opis podstatných částí každého rozsudku soudu ve věci odmítnutí žádosti | Nebyl vydán žádný rozsudek soudu. |
| 5. Výsledky řízení o sankcích za nedodržování zákona bez uvádění osobních údajů | Nebylo vedeno žádné sankční řízení. |
| 6. Výčet poskytnutých výhradních licencí včetně odůvodnění nezbytností poskytnutí výhradní licence | Nebyla podána žádná žádost o informaci, která by byla předmětem ochrany autorského práva a vyžadovala by poskytnutí licence. |
| 7. Počet stížností podaných podle § 16a, důvody jejich podání a stručný popis způsobu jejich vyřízení | Nebyla podána žádná stížnost. |
| 8. Další informace vztahující se k uplatňování zákona | 0 |

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



3.1.8.

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 2018, výkazu zisku a ztráty, za rok končící 31. prosince 2018 a přílohy této účetní závěrky, která obsahuje popis použitých podstatných účetních metod a další vysvětlující informace. 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 2018 a nákladů a výnosů a výsledku jejího hospodaření za rok končící 31. prosince 2018 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 způsobitelné 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 obdržených 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 vznikat 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 22. května 2019

Auditorská společnost:

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



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



.....
 Ing. Radka Fišerová
 evidenční č. 2000

