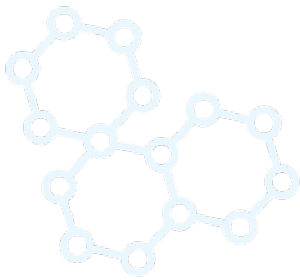


# VÝROČNÍ ZPRÁVA 2021



Ústav jaderné fyziky Akademie věd ČR, v. v. i.  
Výroční zpráva o činnosti a hospodaření





## Petr Lukáš

ředitel

V Řeži, 31. 5. 2022



Rok 2021 se nesl ve znamení pokračující pandemie Covid-19. S jednotlivými vlnami jsme v průběhu roku periodicky zpřísnovali a následně rozvolňovali režimová opatření, zásadním způsobem bylo prakticky po celý rok omezeno cestování. Na život s pandemií jsme si museli na našich pracovištích zvyknout a přizpůsobit se jí, ovšem cestovní omezení pro naši vědeckou činnost představovala velice podstatnou komplikaci – v průběhu roku byly silně omezeny naše cesty na výjezdní experimenty do partnerských zahraničních institucí, stejně tak zahraniční kolegové nemohli využívat naší ústavní výzkumnou infrastrukturu. Prakticky také nebyly pořádány žádné vědecké konference, některé byly sice přesunuty do virtuálního prostoru, ale ani tato forma nemohla plně nahradit atmosféru tradičních konferencí, spojených s četnými neformálními diskusemi a osobními setkáními vědců. Tento výpadek vědeckých aktivit trvá již od začátku roku 2020 a podle našeho očekávání se s jistou setrvačností projevil na naší vědecké produkci až v roce 2021. V této výroční zprávě prezentujeme počet publikovaných prací asi o třetinu nižší, než bylo v minulých letech naším dobrým standardem.

Také v roce 2021 jsme provozovali naší ústavní výzkumnou infrastrukturu CANAM bez podpory MŠMT v rámci projektů velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace. Počet realizovaných experimentů na našich zařízeních v rámci tzv. "open access" režimu poklesl asi na polovinu, nicméně v tomto případě je obtížné rozlišit podíl výpadku externího financování na tento výsledek od negativních vlivů pandemických omezení. Každopádně v letech 2020-2021 jsme se pokusili do programu velkých infrastruktur MŠMT znovu zapojit, připravili jsme dva nové infrastrukturní projekty CANAM PE3H a E-RIHS.CZ. CANAM PE3H (CANAM for Physical sciences and Engineering, Energy, Environmental sciences and Health and food) představoval pokračování projektu CANAM s akcentem na aplikace ve vybraných oblastech. Projekt E-RIHS.CZ měl za cíl vytvořit národní uzel jako budoucí platformu přístupu k velké evropské výzkumné infrastruktuře E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science), zaměřené na studium a ochranu předmětů kulturního dědictví. Návrh E-RIHS.CZ jsme koncipovali jako distribuovanou infrastrukturu, tvořenou konzorciem devíti výzkumných institucí Akademie věd a vysokých škol (Ústav teoretické a aplikované mechaniky, Ústav jaderné fyziky, Archeologický ústav Praha, Archeologický ústav Brno, Ústav anorganické chemie, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Fakulta stavební ČVUT, Vysoká škola chemicko-technologická, Mendelova univerzita). Naším hlavním příspěvkem v projektu E-RIHS.CZ byla zejména nově budovaná laboratoř AMS, která poskytne uživatelům velice hodnotnou metodu radiouhlíkového datování. Bohužel, v hodnocení mezinárodním panelem v roce 2021 ani jeden z těchto projektů neuspěl, takže obě výzkumné infrastruktury budou i v nejbližší budoucnosti fungovat pouze s vlastní institucionální podporou.

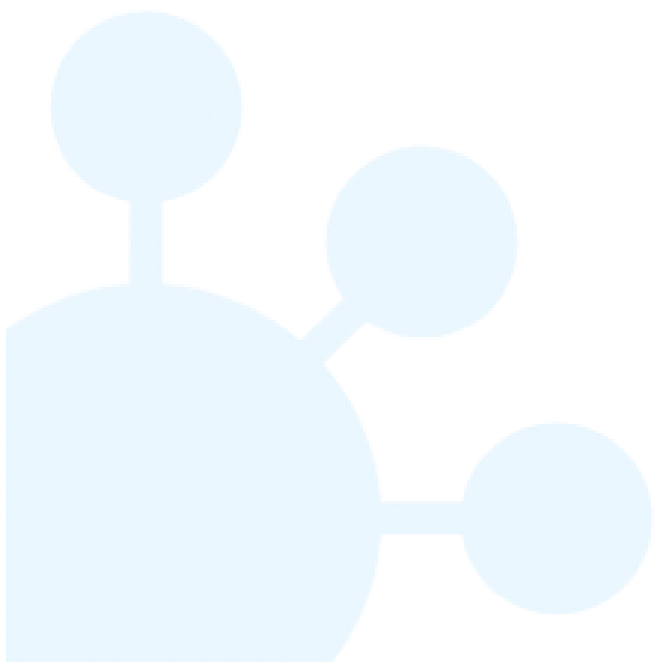
Pandemická situace pochopitelně nepříznivě ovlivnila i řešení našich velkých projektů operačních programů, spojených zejména s naším zapojením do velkých mezinárodních infrastruktur. Řešení projektů ESS, FAIR a SPIRAL2, které podle původních plánů měly končit

v prosinci 2020, jsme prodloužili do března 2021. Hlavním cílem těchto projektů bylo koordinovat účast České republiky v těchto prestižních evropských výzkumných infrastrukturách a přispět majetkovým vkladem (in kind vklad) k výstavbě těchto infrastruktur. V případě budování Evropského spalačního zdroje ESS (European Spallation Source) jsme například přispěli za Českou republiku čtyřmi technologickými celky spojenými s terčem budoucího neutronového zdroje, v celkové hodnotě více než 631 mil. Kč. To představuje bezprecedentně největší projekt, který jsme v ÚJF řešili. Jeho bezproblémové vypořádání s poskytovatelem MŠMT v průběhu roku 2021 považuji za velký úspěch a děkuji všem našim spolupracovníkům, kteří se na tomto nelehkém projektu podíleli.

Poměrně velké zpoždění jsme nabrali při řešení našeho dalšího velkého investičního projektu RAMSES "Ultra-trace isotope research in social and environmental studies using AMS", zaměřeného na vybudování laboratoře AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Švýcarská firma IonPlus dokončila výrobu urychlovače MILEA v roce 2020 s několikaměsíčním zpožděním a cestovní omezení v rychle se zhoršující epidemiologické situaci na podzim 2020 již nedovolila příjezd týmu montérů a instalaci urychlovače. Zařízení se nakonec podařilo instalovat a zprovoznit až v květnu a červnu 2021. Součástí projektu RAMSES je také poměrně ambiciózní výzkumný program laboratoře AMS, který tímto způsobem utrpěl téměř roční skluz oproti původnímu plánu. Doufám, že se našim kolegům a jejich partnerům z FJFI a ARÚP podaří tento výpadek co nejvíce eliminovat.

Omezení spojená s pandemií stála také za odkladem periodického hodnocení výzkumné a odborné činnosti výzkumně orientovaných pracovišť AV ČR za léta 2015–2019. V roce 2020 byla provedena příprava podkladů pro hodnocení, vlastní prezentace našich výzkumných týmů a jednání s hodnotící komisí pak byla odsunuta na březen 2021. Na rozdíl od minulého hodnocení, vedení ÚJF a Rada ÚJF přijaly tentokrát hlavní závěry a doporučení hodnotitelské komise s řadou výhrad a široce je společně diskutovaly. Vedení ústavu zapracuje závěry hodnocení do plánů dalšího rozvoje našich pracovišť.

Závěr mého úvodního slova tradičně patří poděkování všem našim pracovníkům za poctivě odvedenou práci v obtížných podmínkách roku 2021.



# Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2021

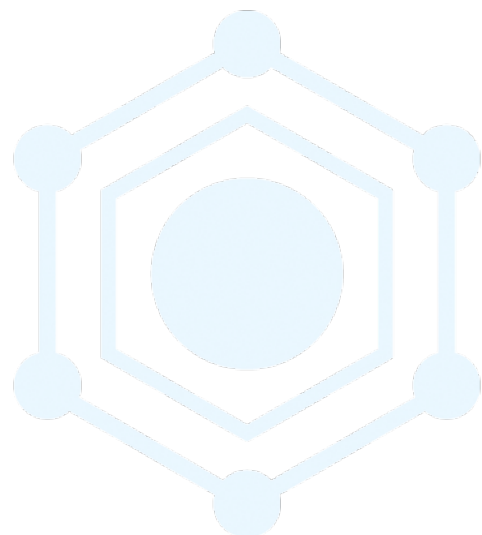
Zpracovatel Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.  
IČ: 61389005

Sídlo Husinec – Řež 130  
250 68 Řež

tel.: 220 941 147  
e-mail: [ujf@ujf.cas.cz](mailto:ujf@ujf.cas.cz)  
[www.ujf.cas.cz](http://www.ujf.cas.cz)  
datová schránka: t8xmzqw

Zřizovatel Akademie věd ČR

Dozorčí radou pracoviště projednáno dne 13. 6. 2022  
Radou pracoviště schváleno dne 23. 6. 2022  
V Řeži, dne 31. 5. 2022



# Obsah

I.	Informace o pracovišti	6
II.	Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti či o jejich změnách	8
III.	Informace o změnách zřizovací listiny	12
IV.	Hodnocení hlavní činnosti	12
	Oddělení teoretické fyziky	17
	Oddělení jaderné spektroskopie	22
	Oddělení jaderných reakcí	31
	Oddělení radiofarmak	35
	Oddělení dozimetrie záření	38
	Oddělení urychlovačů	41
	Oddělení neutronové fyziky	44
	Spolupráce s dalšími ústavu AV ČR	53
	Vědecká spolupráce s vysokými školami	53
	Spolupráce s dalšími tuzemskými institucemi	53
	Mezinárodní spolupráce	54
	Výchova studentů a mladých vědeckých pracovníků, pedagogická spolupráce s vysokými školami	55
	Popularizace	56
	Vědecká ocenění	58
V.	Hodnocení další a jiné činnosti	58
VI.	Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce	59
VII.	Finanční informace o skutečnostech, které jsou významné z hlediska posouzení hospodářského postavení instituce a mohou mít vliv na její vývoj	60
VIII.	Základní personální údaje	63
IX.	Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště	66

X. Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí	67
XI. Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů	67
XII. Poskytování informací podle zákona 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím	68

---

## Přílohy

Seznam výsledků pracovníků ÚJF AV ČR, v. v. i., v roce 2021

Účetní závěrka k 31. 12. 2021

Zpráva o auditu účetní závěrky

# I. Informace o pracovišti

**Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i. (dále též jen ÚJF)**

**Husinec – Řež 130**

**250 68 Řež**

**IČ: 61389005**

**tel.: 220 941 147**

**e-mail: [ujf@ujf.cas.cz](mailto:ujf@ujf.cas.cz)**

**[www.ujf.cas.cz](http://www.ujf.cas.cz)**

**datová schránka: t8xmzqw**

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i., byl zřízen usnesením 25. zasedání prezidia Československé akademie věd ze dne 22. prosince 1971 s účinností od 1. ledna 1972 pod názvem Ústav jaderné fyziky ČSAV. Ve smyslu § 18 odst. 2 zákona č. 283/1992 Sb. se stal pracovištěm Akademie věd České republiky s účinností ke dni 31. prosince 1992. Usnesením ustavujícího zasedání Akademického sněmu AV ČR konaného ve dnech 24. a 25. února 1993 byl s Ústavem jaderné fyziky AV ČR sloučen s účinností ke dni 30. června 1994 Ústav dozimetrie záření AV ČR, IČ 00213772, se sídlem v Praze 8, Na Truhlářce 39/64. Na základě zákona č. 341/2005 Sb. se právní forma Ústavu jaderné fyziky AV ČR dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci.

Zřizovatelem ÚJF je Akademie věd České republiky – organizační složka státu, IČ 60165171, která má sídlo v Praze 1, Národní 1009/3, 117 20.

Účelem zřízení ÚJF je uskutečňovat vědecký výzkum v oblasti jaderné fyziky a v příbuzných vědních oborech, přispívat k využití jeho výsledků a zajišťovat infrastrukturu výzkumu.

Předmětem hlavní činnosti ÚJF je vědecký výzkum v oblasti jaderné fyziky a v příbuzných vědních oborech a využívání jaderně fyzikálních metod a postupů v interdisciplinárních oblastech vědy a výzkumu. Předmětem jiné činnosti ÚJF je poskytování ozařovacích služeb na svazcích nabitých částic, včetně přípravy radionuklidů a jimi značených sloučenin, poskytování dozimetrických služeb a provádění analýz s využitím jaderných metod.

## Výzkumnou činnost ÚJF uskutečňují vědecké útvary

- oddělení teoretické fyziky,
- oddělení jaderné spektroskopie,
- oddělení jaderných reakcí,
- oddělení neutronové fyziky,
- oddělení urychlovačů,
- oddělení dozimetrie záření,
- oddělení radiofarmak.

## Infrastrukturu výzkumu a další společné činnosti zabezpečují útvary

- útvar ředitele,
- technicko-hospodářská správa.



## Organizační schéma ÚJF



## Použité zkratky

IT - informační technologie

MTZ - materiálně-technické zásobování

NAA - neutronová aktivační analýza

PAM - práce a mzdy

ROBP-radiační ochrana a bezpečnost práce

SF - strukturální fondy

TR-24 - cyklotron TR-24

U-120M - cyklotron U-120M

Ke dni 31. 12. 2021 měl ÚJF 297 zaměstnanců (fyzické osoby), z toho 212 vysokoškolsky vzdělaných pracovníků výzkumných útvarů, z toho dále 89 vědeckých pracovníků (tj. pracovníků s vědeckou hodností CSc., akademickým titulem Ph.D. případně vyšším) a 35 doktorandů. V ústavu pracovali 4 profesori a 3 docenti, 8 pracovníků ústavu má vědeckou hodnost DrSc. nebo DSc.

## II. Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti či o jejich změnách

### Složení orgánů pracoviště

#### Ředitel pracoviště

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

#### Rada pracoviště

předseda: RNDr. Vladimír Wagner, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

místopředsedkyně: RNDr. Jana Bielčíková, Ph.D., ÚJF AV ČR, v. v. i.

členové:

RNDr. Petr Bydžovský, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

prof. RNDr. Pavel Cejnar, DSc., Matematicko-fyzikální fakulta UK

Ing. Marie Davidková, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

RNDr. Jaroslav Dittrich, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

prof. Jiří Chýla, CSc., Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

prof. Ing. Jan John, CSc., Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

prof. Ing. Ondřej Lebeda, Ph.D., ÚJF AV ČR, v. v. i.

RNDr. Petr Lukáš, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

RNDr. Pavel Strunz, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

prof. Ing. Ivan Wilhelm, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta UK

#### Dozorčí rada

předseda: prof. Ing. Michal Haindl, DrSc., Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v. v. i.

místopředsedkyně: Ing. Marie Davidková, CSc., ÚJF AV ČR, v. v. i.

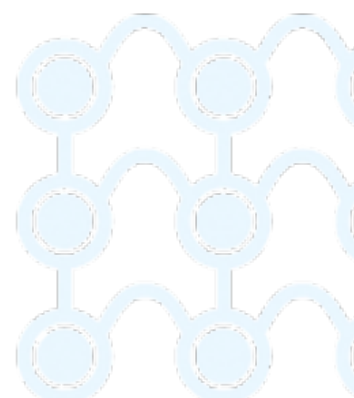
členové:

doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D., Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i.

doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc., Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc., Matematicko-fyzikální fakulta UK

V roce 2021 došlo ke změně místopředsedy Dozorčí rady, Ing. Jan Štursa (ÚJF) byl nahrazen Ing. Marií Davidkovou, CSc. (ÚJF) ke dni 7. 6. 2021.



## Informace o činnosti orgánů

### Ředitel

V roce 2021 jsme opět hospodařili s poměrně úsporným rozpočtem, ovlivněným výpadkem projektových zdrojů podpory naší základní infrastruktury CANAM ze strany MŠMT na konci roku 2019. Vzhledem k tomu, že uživatelský režim "open access", zavedený v době podpory MŠMT naší infrastruktury CANAMu, přinesl řadu pozitiv, nabízíme uživatelům tento režim také za podmínek financování pouze s naší institucionální podporou, samozřejmě v redukovaném rozsahu. Vlivem snížení finanční podpory a také díky omezení mobility našich zahraničních spolupracovníků v důsledku pandemických opatření klesl počet realizovaných experimentů na našich zařízeních v roce 2021 zhruba na polovinu.

Ve snaze o znovuzískání prostředků z programu MŠMT projektů velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace jsme v letech 2020–2021 připravili dva nové infrastrukturní projekty, CANAM PE3H a E-RIHS.CZ. CANAM PE3H (CANAM for Physical sciences and Engineering, Energy, Environmental sciences and Health and food) představuje pokračování projektu CANAM, v rámci projektu E-RIHS.CZ jsme vytvořili konzorcium devíti akademických ústavů a univerzitních pracovišť jako národní uzel a budoucí platformu přístupu k velké evropské výzkumné infrastruktuře E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science), zaměřené na studium a ochranu předmětů kulturního dědictví. I přes velké úsilí našich pracovníků a spolupracujících institucí oba tyto projekty v hodnocení provedeném mezinárodním panelem neuspěly a finanční podporu pro příští projektové období 2023–2027 nezískaly. Nicméně podobně jako v případě naší infrastruktury CANAM, účastníci konzorcia E-RIHS.CZ se rozhodli podpořit tuto nově vzniklou infrastrukturu ze svých zdrojů a v následujících letech ji etablovat mezi poměrně širokým okruhem národních uživatelů. Předpokládáme, že naše nová laboratoř AMS s unikátní technikou radiouhlíkového datování nalezne v rámci konzorcia své uplatnění.

Prakticky po celý rok 2021 jsme se potýkali s pandemií Covid-19, která se postupně stala rutinní součástí našeho pracovního života. Pandemická opatření měla negativní dopad i na řešení našich velkých projektů operačního programu „Výzkum, vývoj a vzdělávání“ (OP VV). Projekty ESS Scandinavia-CZ, FAIR-CZ a SPIRAL2-CZ, které měly být ukončeny v roce 2020, jsme z důvodů dopadu pandemie prodloužili do března 2021 a v tomto termínu se nám je podařilo zdárně dokončit. Společným rysem těchto projektů bylo koordinovat účast České republiky v těchto prestižních evropských výzkumných infrastrukturách a přispět majetkovým vkladem (*in-kind* vklad) k výstavbě těchto infrastruktur. Právě realizace těchto *in-kind* vkladů se ukázala být jako velmi složitý administrativně-právní problém. Za Českou republiku prakticky prováděl tyto vklady ÚJF AV ČR, v. v. i., z hlediska Zákona 341/2005 Sb. o veřejných výzkumných institucích se tedy jednalo o vložení majetku do jiné právnické osoby. Skloubit požadavky tohoto zákona s pravidly poskytovatele (OP VV, MŠMT), s pravidly Zákona o účetnictví, a navíc s legislativou jednotlivých evropských výzkumných infrastruktur nebylo jednoduché a dojednání těchto procesů nám trvalo několik posledních let. Ve stanoveném březnovém termínu jsme tyto majetkové vklady úspěšně provedli. Například v případě Evropského spalačního zdroje ESS (European Spallation Source) jsme přispěli za Českou republiku čtyřmi sofistikovanými technologickými celky spojenými s terčem budoucího neutronového zdroje, v celkové hodnotě více než 631 mil. Kč. To představuje bezprecedentně největší projekt, který jsme v ÚJF řešili.

Nejvýraznější dopad pandemie jsme zaznamenali v případě našeho projektu RAMSES "Ultra-trace isotope research in social and environmental studies using AMS", zaměřeného na výstavbu laboratoře AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Dodávka urychlovačové technologie pro tuto laboratoř zaznamenala několikaměsíční zpoždění již v roce 2020, díky cestovním omezením se švýcarským technikům podařilo urychlovač MILEA nainstalovat a spustit až v květnu-červnu 2021. Projekt RAMSES tak utrpěl téměř roční skluz oproti původnímu plánu, což nejvíce ovlivní výzkumný program laboratoře AMS, plánovaný do konce projektu v roce 2023.

V roce 2020 jsme ustavili nový třináctičlenný poradní sbor ÚJF, složený z předních vědců, jejichž expertíza pokrývá prakticky veškeré naše výzkumné aktivity. Poradní sbor má status nezávislého poradního orgánu vedení ÚJF. První ustavující zasedání nového sboru se kvůli cestovním omezením spojeným s pandemickou situací konalo nakonec až v září 2021.

Podobným způsobem bylo na rok 2021 odloženo také periodické hodnocení výzkumné a odborné činnosti výzkumně orientovaných pracovišť AV ČR za léta 2015–2019. V roce 2020 byla provedena příprava podkladů pro hodnocení, vlastní prezentace našich výzkumných týmů a jednání s hodnotící komisí se konala v březnu 2021. Výsledky hodnocení byly k dispozici v červnu a po připomínkách pracoviště potom ve finální formě v září 2021. Na rozdíl od minulého hodnocení, vedení ÚJF a Rada ÚJF přijaly tentokrát hlavní závěry a doporučení hodnotitelské komise s řadou výhrad a široce jsme je společně diskutovali.

Také v roce 2021 jsme byli zapojeni do mezioborové spolupráce mezi akademickými ústavu v rámci Strategie AV21, pracovníci našeho ústavu se podílejí na řešení pěti programů (M3K – Nové materiály na bázi kovů, keramik a kompozitů, Systémy pro jadernou energetiku, Kvalitní život ve zdraví i nemoci, Vesmír pro lidstvo, Město jako laboratoř změny, bezpečné stavby).

Tradičním předmětem našeho zájmu byla též činnost a hospodářské výsledky naší dceřiné společnosti RadioMedic, s. r. o.

## Rada pracoviště

I v roce 2021 byla jednání Rada ÚJF AV ČR, v. v. i., poznamenána koronavirovou pandemií. Během tohoto roku tak proběhla jen tři zasedání, jedno z nich proběhlo čistě distanční formou, zbývající smíšenou. Zasedání se uskutečnila v následujících dnech: 25. 3., 24. 6. a 30. 9. V mezidobích projednávala Rada ÚJF některé záležitosti per rollam.

Velmi důležitým úkolem Rady ÚJF byla v tomto roce příprava realizace volby nové rady, všem členům totiž končil mandát. Stejně tak musela ke konci roku připravit výběrové řízení na nového ředitele ÚJF, současnému končí v roce 2022 mandát.

V roce 2021 se Rada ÚJF věnovala výsledkům hodnocení ústavu. Předběžnou informaci o nich a reakci vedení ústavu podal ředitel na druhém zasedání. Třetí zasedání rady pak bylo zaměřeno hlavně na diskuzi výsledků hodnocení a jejich využití pro zlepšení činnosti ústavu.

Během prvního zasedání Rada ÚJF schválila rozpočet ÚJF AV ČR, v. v. i., na rok 2021, projednala rozdělení institucionálních a investičních prostředků na tento rok. Schválila i střednědobý výhled. Při druhém jednání pak také výroční zprávu ústavu za rok 2020.

Rada projednala grantové přihlášky podávané v roce 2021 ke GAČR i další projekty podávané k dalším poskytovatelům finanční podpory vědeckého výzkumu. Zabývala se i řadou projektů mezinárodní spolupráce, včetně návrhů na reciproční cesty AVČR.

Zápisy ze zasedání Rady jsou přístupné na

<http://www.ujf.cas.cz/cs/o-ustavu-jaderne-fyziky/struktura-ujf/rada-ujf/>

## Dozorčí rada

V roce 2021 byla svolána dvě zasedání Dozorčí rady ÚJF AV ČR, v. v. i., a proběhla tři hlasování *per rollam*. Hosty zasedání Dozorčí rady byli v obou případech ředitel, jeho zástupce a vědecký tajemník ÚJF.

### Hlasování per rollam ze dne 21. 2. 2021

Dozorčí rada:

- projednala Smlouvu o bezplatné výpůjčce pozemku se souhlasem, bez připomínek.

### Hlasování per rollam ze dne 12. 3. 2021

Dozorčí rada:

- udělila písemný předchozí souhlas s bezúplatným vkladem majetkových práv do zahraničních infrastruktur: ESS – European Spallation Source ERIC, FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research in Europe GmbH a GANIL – Grand Accélérateur National d'Ions Lourds.

### Hlasování per rollam ze dne 26. 3. 2021

Dozorčí rada:

- projednala Návrh rozpočtu pro rok 2021 bez připomínek,
- přijala informaci o střednědobém výhledu na roky 2022 - 2023.

### 29. zasedání DR, konané 18. 6. 2021

Dozorčí rada:

- schválila návrh Zprávy o činnosti Dozorčí rady za rok 2020,
- projednala bez připomínek Výroční zprávu ÚJF za rok 2020,
- projednala žádost ředitele ÚJF a pro rok 2021 stanovila auditorem firmu VGD-AUDIT, s.r.o.,
- přijala informaci o kontrole AV ČR v ÚJF,
- byla informována o vývoji v ÚJF za uplynulé období,
- zhodnotila manažerské schopnosti ředitele ÚJF.

### 30. zasedání DR, konané 16. 12. 2021

Dozorčí rada:

- byla informována o vývoji v ÚJF za uplynulé období,
- vzala na vědomí informace o vývoji v ÚJF a dceřiné společnosti RadioMedic, s.r.o.

### III. Informace o změnách zřizovací listiny

V roce 2021 nedošlo ke změnám ve zřizovací listině.

### IV. Hodnocení hlavní činnosti

Předmětem hlavní činnosti ÚJF je vědecký výzkum v oblasti jaderné fyziky a v příbuzných vědních oborech a využívání jaderně fyzikálních metod a postupů v interdisciplinárních oblastech vědy a výzkumu. Dále byly řešeny výzkumné projekty a granty podporované ze státního rozpočtu i jiných zdrojů.

Počty realizovaných projektů, grantů a institucionální podpory financovaných ze státního rozpočtu a jiných zdrojů

typ projektu	poskytovatel	počet
institucionální podpora	AV ČR	1
granty a ostatní projekty podporované ze státního rozpočtu	GAČR	10
	MŠMT	13
projekty podporované z mezinárodních zdrojů	EC (Evropská komise)	9
	IAEA (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)	1

Vědecký výzkum v ústavu v roce 2021 probíhal v souladu s dlouhodobým koncepčním rozvojem ÚJF (institucionální podpora RVO61389005) a s výzkumnými projekty. Rok 2021 se stal rokem dokončení a instalace urychlovačového hmotnostního spektrometru MILEA. V roce následujícím se už postupně rozběhne jeho využívání. Toto zařízení je klíčové pro přesné datování pomocí radiouhlíku  $^{14}\text{C}$  i dalších méně známých kosmogenních radionuklidů. Vybudování laboratoře s tímto zařízením umožnil projekt OP VVI s názvem RAMSES.

Jako příklad významných mezinárodních projektů řešených v ÚJF je možné uvést následující výběr těch, které budou končit v roce 2022:

Prvním je projekt INSPIRE (INfrastructure in Proton International REsearch), který patří do kategorie HORIZON 2020 a zaměřuje se na propojení a integraci výzkumných zařízení využívajících léčebné vlastnosti protonových svazků. Jde o jejich využití pro terapii nádorů

a souvisí se spoluprací našeho Oddělení dozimetrie záření s pražským protonovým centrem. Na projektu, který byl zahájen právě v roce 2018, se podílí 17 institucí ze 12 států.

Druhý projekt má akronym CONCERT, patří pod organizaci EURATOM a jeho název je European Joint Programme For the Integration of Radiation Protection Research. Snaží se o propojení a integraci výzkumu v oblasti radiační ochrany. Zahájen byl také v roce 2018.

Dalším projektem je UHDPulse, který se zaměřuje na metrologii pro pokročilou terapii pomocí ozařování pulsními částicovými svazky s vysokou intenzitou. Patří k projektům typu HORIZON 2020. Kolegové z Oddělení dozimetrie záření zajišťují metrologii i kalibraci svazku pro české protonové centrum. Zahájen byl v roce 2019, počet účastníků projektu je 16 a jsou z 8 států.

Posledním našim mezinárodním projektem končícím v roce 2022 je projekt koordinující evropské aktivity v oblasti fúzního výzkumu s akronymem EUROFUSION. Pro takový výzkum nabízíme hlavně své neutronové zdroje s velmi intenzivními toky rychlých neutronů.

Je naší snahou zapojit se do projektů, které budou na zmíněné projekty navazovat. Výše uvedené projekty jsou pouze příkladem toho, jak široce je výzkum ÚJF zapojen v mezinárodních programech a projektech. Řada výsledků dalších mezinárodních projektů bude uvedena na dalších stránkách.

**Jako příklad významných výsledků dosažených v ÚJF v roce 2021 je možné uvést následující výběr:**

První výsledek je zaměřen na pomoc v oblasti spravedlnosti a zákona. Jde o studii, která zkoumala stáří objektů ze slonoviny, které byly deklarovány jako historické. Pomocí radiouhlíkové analýzy se zkoumalo, jak je možné odpovědět na otázku: **„Je starožitná slonovina opravdu starožitnou?“**. Radiouhlíková laboratoř zpracovala v roce 2021 toto zajímavé téma v rámci výzkumu forenzních aplikací. Se slonovinou bylo možné až do nedávné legislativní úpravy obchodovat pouze pokud byla starožitná, tedy původem před rokem 1947. Pomocí radiouhlíkového datování jsme analyzovali část slonovinových artefaktů zabavených orgány trestního řízení v operaci cílící na nelegální online obchod. Některé artefakty byly vybaveny posudky specializovaného experta, který potvrdil jejich starožitnost. Radiouhlíkové datování prokázalo, že 68% analyzované slonoviny bylo jednoznačně nelegální a u zbylé části vzorků to nelze vyloučit. Expert odhadující věk slonoviny se mýlil v 86% případech.



*Zabavená slonovinová soška byla vzorkována nízkou otáčkovou vrtačkou k radiouhlíkovému datování.*

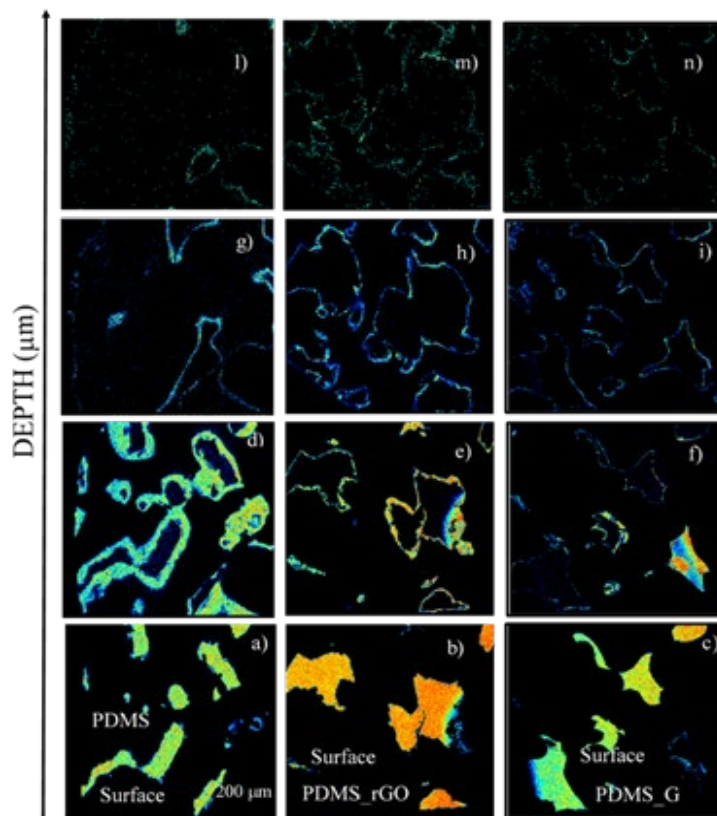
Druhý výsledek přinesly práce zaměřené na studium astrofyzikálních reakcí. Konkrétně se zkoumaly **souvislosti vzniku radioaktivního izotopu hliníku a jeho výskytu v Galaxii**. Radioaktivní izotop  $^{26}\text{Al}$  je pozorován podél roviny Mléčné dráhy pomocí detektorů záření gama. Emise fotonů záření gama totiž doprovází jeho rozpad. Jeho původ je v posledních čtyřiceti letech silně diskutován. Přesnější odhad produkce  $^{26}\text{Al}$  v galaxii je komplikovaný. Tento izotop částečně vzniká i ve formě izomeru  $^{26\text{m}}\text{Al}$ , který je [kvůli svým vlastnostem rozpadu] pro nás v galaxii neviditelný. Experimentálně jsme zkoumali reakci  $^{26}\text{Si}(p,\gamma)$ , která v galaxii snižuje produkci „neviditelného“  $^{26\text{m}}\text{Al}$ . Pokud totiž jádro křemíku  $^{26}\text{Si}$  proton nezachytí, rozpadá se právě na neviditelný izomér  $^{26\text{m}}\text{Al}$ . Pro studium dané reakce jsme použili svazek deuterionů z cyklotronu U-120M v ÚJF Řež a nepřímou metodu ANC aplikovanou na zrcadlové jádro [ $^{26}\text{Mg}$ ]. Získali jsme tak nové informace o reakčních rychlostech  $^{26}\text{Si}(p,\gamma)^{27}\text{P}$  v prostředí hvězd. A tím připravili půdu pro zlepšení přesnosti odhadů množství izomeru  $^{26\text{m}}\text{Al}$  v Galaxii.





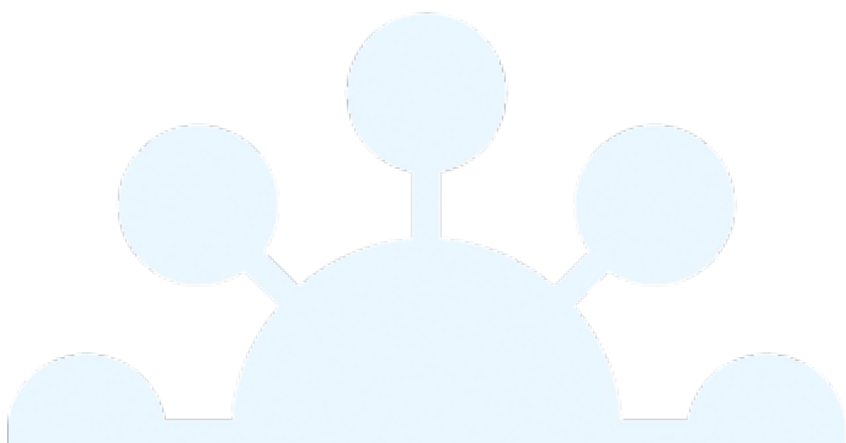
*Experimentální hala a trasa urychlovače, která slouží pro studium astrofyzikálních reakcí.*

Třetím významným výzkumným počinem je využití iontových svazků k detailní charakterizaci porézních hybridních kompozitů na bázi polymeru PDMS a grafenu pro bioaplikace. Systémy polymeru s grafenem a zlatými nanočásticemi vykazují řadu unikátních vlastností: elektrickou vodivost, velký efektivní povrch, optickou aktivitu a transformaci mechanického signálu na elektrický. To je přímo předurčuje k užití v nano-elektromechanických zařízeních a biosenzorech. K vizualizaci distribuce prvků vně a uvnitř pórů byly během našeho zkoumání použity iontové svazky a unikátní 3D prvkové mapování metodami PIXE a RBS, pro sledování vnitřní morfologie pak skenovací transmisní iontová mikroskopie. Modifikací povrchové hydrofobicity (odpor proti interakci s vodou) jsme přispěli ke zvýšení bioaplikability.



*STIM analýza vnitřní struktury porézních kompozitů PDMS s grafenovými částicemi. STIM obrázky PDMS (a, d, g, i), PDMS r-Grafen oxid (b, e, h, m) a PDMS Grafen (c, f, i, n) v různých hloubkách.*

Úkoly hlavní činnosti v ÚJF byly v roce 2021 řešeny na velmi vysoké úrovni a byla dosažena řada kvalitních výsledků. V roce 2021 pracovníci ústavu publikovali 233 článků v odborných, převážně předních mezinárodních časopisech. V následující části jsou podrobněji uvedeny další nejvýznamnější výsledky. Seznam všech publikovaných výsledků je v příloze této výroční zprávy.



## Oddělení teoretické fyziky



Jiří Adam

Teorie studuje různé popisy a modely fyzikální reality, jejich matematické vlastnosti, jejich zasazení do širšího rámce a interdisciplinární přesahy. Tím smysluplně organizuje experimentální data a zároveň naznačuje perspektivní směry a témata pro budoucí teoretický i experimentální výzkum.

Na OTF se věnujeme zejména studiu jaderných a subjaderných jevů. Zabýváme se však také obecnějším zkoumáním formalismů kvantové mechaniky a teorie pole, jejich možným zobecněním a případnými zajímavými aplikacemi. Využíváme k tomu celou škálu přístupů a metod, od heuristických přes fenomenologické až k matematicky rigorózním.

Na OTF se dlouhodobě systematicky rozvíjejí:

- sofistikované strukturní jaderné a hyperjaderné výpočty,
- vybrané modely hadronové struktury a hadronových interakcí, zejména popis rozptylu a produkce mezonů a systémů několika hadronů,
- alternativní mechanismus generace hmotnosti,
- exaktní matematické zkoumání spektrálních vlastností kvantových grafů,
- formalismus PT symetrických a supersymetrických kvantových systémů.

Nezbytnou součástí činnosti OTF je výchova mladé generace - přednášíme na vysokých školách, vedeme bakalářské, magisterské i doktorandské projekty a zapojujeme tím studenty do našeho aktuálního výzkumu.

Úroveň vědecké činnosti oddělení a její rozmanitost ilustrujeme výčtem několika vybraných nových zajímavých výsledků.

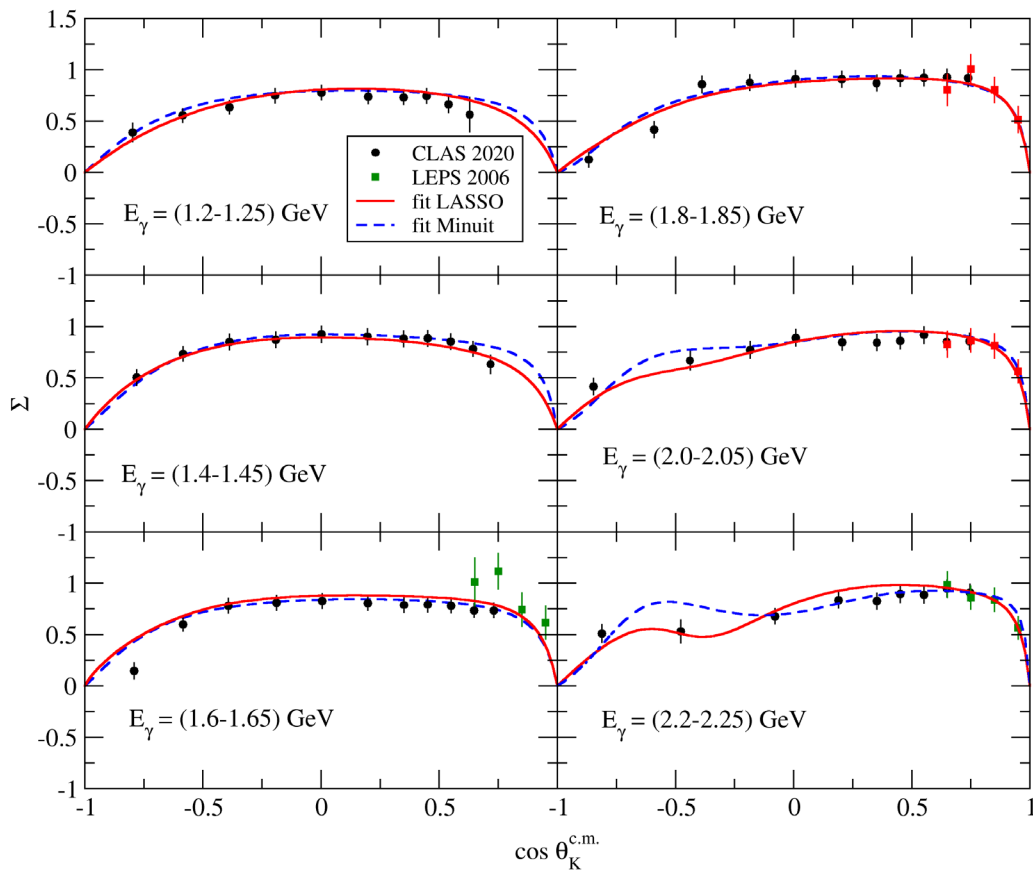
### Poznámka o součinné formuli svázané s kvantovou zenonovskou dynamikou

Kvantový Zenonův jev, tj. skutečnost, že trvalé pozorování může zabránit rozpadu systému, byl zprvu považován za teoretickou možnost, ale od devadesátých let jsou jeho projevy ověřeny experimentálně a dnes se dokonce využívá v komerčních zařízeních. V souvislosti s ním vzniká otázka, jaká je výsledná dynamika v situaci, kdy měření redukuje stav systému do podprostoru tvořeného více než jedním stavem. V případě, kdy tento podprostor má nekonečnou dimenzi, jde o složitý matematický problém, jenž zůstal otevřený po několik desetiletí. Uvedená práce přináší jeho řešení. Příkladem je situace, kdy detektor zjišťuje trvalou přítomnost částice v dané oblasti; částice se potom chová, jako by oblast měla dirichletovskou, tj. tvrdou stěnu.

*P. Exner, T. Ichinose, Note on a product formula related to quantum Zeno dynamics, Ann. H. Poincaré 22 (2021) 1669-1697, correction 1699-1700.*

## Studium rezonancí ve fotoprodukci kaonu na neutronu

Studium dynamiky foto a elektroprodukce kaonů umožňuje lépe pochopit a případně doplnit spektrum baryonových rezonancí. Díky výsledkům nejnovějších měření CLAS kolaborace a při současném započtení starších experimentálních dat se nám podařilo zkonstruovat amplitudu fotoprodukce kladných kaonů se záporně nabitými Sigma hyperony a to v rámci tzv. isobar modelu. Novým prvkem naší analýzy je použití statistické metody "Least Absolute Shrinkage Selection Operator", která v kombinaci s různými informačními kritérii pomohla při určení potřebné sady rezonancí a příslušných volných parametrů modelu. Tato metoda je citlivější k výběru vhodných rezonancí a její použití vyústilo v model s velmi nízkým počtem potřebných parametrů, který však zároveň poskytuje přijatelný popis experimentálních dat. Demonstrovali jsme, že současná data je možné uspokojivě popsat pomocí malého počtu Delta rezonancí a žádné hyperonové rezonance v u-kanálu. Na druhé straně se ukázalo, že nukleonová rezonance  $N(1720)$  se spinem  $3/2$  a kladnou paritou je velice důležitá pro kvalitní popis experimentálních dat.



*Srovnání popisu dat pro asymetrie ve fotoprodukci kladných kaonů na neutronech s použitím standardního chi-kvadrát fitu (Minuit) a statistické metody LASSO.*

*P. Bydžovský, A. Cieplý, D. Petrellis, D. Skoupil and N. Zachariou, Model selection for  $K^+\Sigma^-$  photoproduction within an isobar model, Phys. Rev. C104 (2021) 065202.*

## Elektroslabý $SU(2)_L \times U(1)_Y$ model s novou silnou kalibrační interakcí spontánně generující fermionové hmoty

Nahradili jsme slabě interagující Higgsův sektor Standardního modelu (SM) s jeho mnoha parametry novou dynamikou s jediným parametrem. Tím je teoreticky libovolná škála  $\Lambda$  neabelovské  $SU(3)_F$  kalibrační dynamiky fermionových generací. Model je konsistentní pouze rozšířením fermionového sektoru SM o *tři pravá sterilní neutrina*. Funkce fermionových vlastních energií  $\Sigma(p^2)$ , definující fermionové hmoty  $m$ , jsou generovány novou dynamikou v režimu silné vazby. Její systematické pochopení však, stejně jako v QCD, dosud není známo. Z explicitního schematického tvaru  $\Sigma$ , získaného v separabilní aproximaci, plyne, že:

(1) Tři pravá sterilní neutrina získají různé Majoranovy hmoty řádu  $\Lambda$ . Tím je jediná škála modelu fixována na obrovskou hodnotu  $\Lambda \sim 10^{14}$  GeV.

(2) Známé leptony a kvarky získají tři různé hmoty  $m_f$ , exponenciálně potlačené vůči  $M$  a identické pro všechny fermiony v generaci  $f$ . (i) Rozštěpení fermionových hmot nabitých fermionů v generaci  $f$  je dáno novými  $\Sigma$ -závislými členy v elektroslabých Wardových identitách. (ii) Elektroslabě aktivní neutrina jsou extrémně lehké ( $\sim m_f^2/\Lambda$ ) Majoranovy fermiony díky mechanismu 'seesaw'.

(3) Elektroslabá škála není fundamentální: Hmoty  $W$  a  $Z$  bosonů jsou úměrné hmotě nejtěžšího fermionu v teorii, top kvarku.

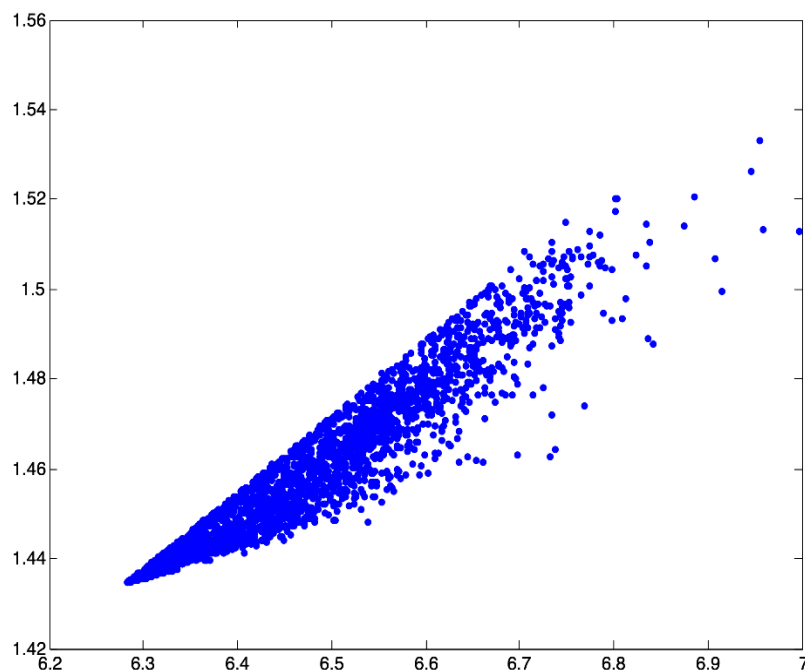
(4) Model stojí a padá s předpovědí sektoru fermion-antifermionových bezspinových bosonů s hmotami na elektroslabé škále. Jejich existence je důsledkem schématu kalibračních symetrií spontánně narušených fermionovými hmotami, a nezávisí na explicitním tvaru  $\Sigma$ : (i) Existuje boson  $h$  s vlastnostmi velmi podobnými pozorovanému Higgsovu bosonu  $H$  Standardního modelu. (ii) Předpovídáme dva nové bosony  $h_3$  a  $h_8$  s charakteristickými yukawovskými interakcemi.

*P. Beneš, J. Hošek, A. Smetana, Electroweak  $SU(2)_L \times U(1)_Y$  model with strong spontaneously fermion-mass-generating gauge dynamics, JHEP 03 (2021) 224.*

## Variační princip pro Dirakovy operátory v omezených oblastech a spektrální geometrické nerovnosti

Zkoumali jsme Dirakův operátor ve dvourozměrné oblasti s hraniční podmínkou typu nekonečné hmoty. V této práci nás zajímala souvislost mezi tvarem oblasti a nejmenší kladnou vlastní hodnotou operátoru. Získali jsme horní odhad pro tuto vlastní hodnotu, který je vyjádřen za pomoci obvodu oblasti, její plochy, největšího poloměru vepsané kružnice a také vlastní hodnoty pro jednotkový disk. Odhad je přesný v tom smyslu, že pro disk se promění v rovnost. Pro získání odhadu jsme vyvinuli úplně nový variační princip pro takovou třídu Dirakových operátorů. Ukázali jsme, že v určitém smyslu ekvivalentním problémem je spektrální problém pro Laplaceův operátor s nestandardní hraniční podmínkou, která obsahuje tangenciální derivace.

Spektrální problém pro Dirakův operátor jsme analyzovali také početně. Spočítali jsme nejmenší kladnou vlastní hodnotu pro 2500 náhodných oblastí stejné plochy ( $S = \pi$ ) jako funkce obvodu (viz obrázek). Z tohoto výpočtu vyplývá, že nejmenší kladná vlastní hodnota je minimální pro disk mezi všemi oblastmi o stejné ploše. Analytický důkaz tohoto výsledku zůstává jako atraktivní nevyřešený problém.



Nejmenší kladná vlastní hodnota (svislá osa) pro 2500 náhodných oblastí stejné plochy ( $S = \pi$ ) jako funkce obvodu (vodorovná osa).

*P. Antunes, R. Benguria, V. Lotoreichik and T. Ourmieres-Bonafos, A variational formulation for Dirac operators in bounded domains. Applications to spectral geometric inequalities, Commun. Math. Phys. 386 (2021) 781–818.*

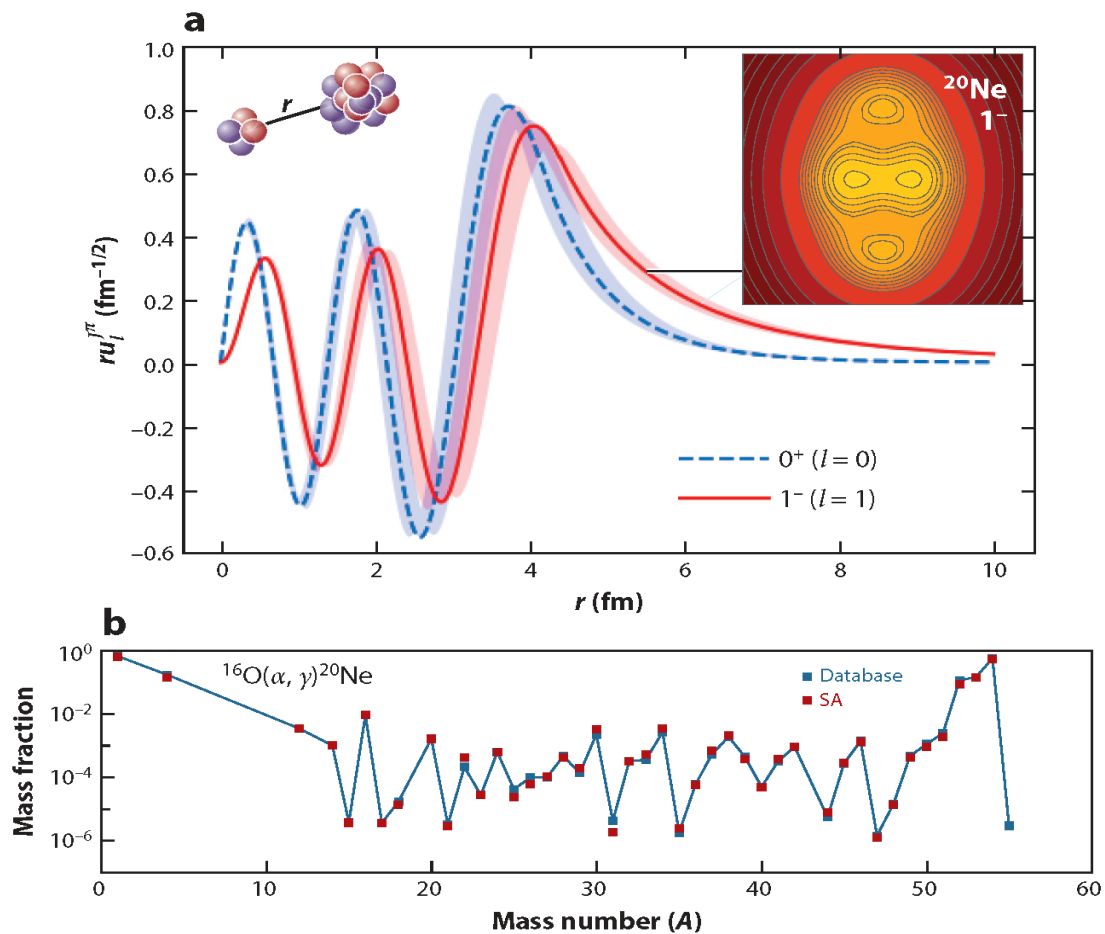
## Analýza reducibilních Dirakovských operátorů

Dirakovské fermiony v grafenu jsou charakterizovány několika stupni volnosti. Kromě spinu mají také takzvaný pseudo-spin, který je daný strukturou krystalu. Dále se jedná o stupeň volnosti spojený s existencí dvou neekvivalentních Dirakovských bodů v první Brillouinově zóně. V případě dvouvrstvého grafenu mají další stupeň volnosti související s jejich výskytem buď na jedné nebo druhé vrstvě krystalu. Dirakovské fermiony se mohou vyskytnout v přítomnosti interakcí, které vedou ke změně těchto jejich charakteristik. Může se jednat o spin-orbitální interakci vedoucí ke změně spinu, nebo o rozptyl na nečistotách vedoucí k přesunu fermionu z okolí jednoho Dirakova bodu do okolí druhého Dirakova bodu. V případě dvouvrstvého grafenu může interakce mezi vrstvami (např. změna jejich vzájemné vzdálenosti) vést k přesunu fermionů z jedné vrstvy na druhou. Tyto situace jsou popsány Dirakovou rovnicí s maticemi  $4 \times 4$  nebo  $8 \times 8$ , v závislosti na uvažované interakci. Jejich řešení představuje výrazně větší výzvu než řešení dynamických rovnic systémů, u nichž nedochází ke změně zmíněných stupňů volnosti. V našem článku jsme našli rozsáhlou třídu interakcí, u nichž lze dynamickou rovnici redukovat na dvě pomocné rovnice s redukovaným počtem stupňů volnosti. Diskutovali jsme obecné aspekty těchto reducibilních systémů a demonstrovali užitečnost naší konstrukce na relevantních fyzikálních příkladech, například se spin-orbitální interakcí.

*M. Castillo-Celeita, V. Jakubský, Reduction scheme for coupled Dirac systems, J. Phys. A: Math. Theor. 54 (2021) 455301.*

## Modelování struktury atomových jader a jaderných reakcí z prvních principů

Jedním z nejdůležitějších otevřených problémů současné fyziky je přesné popsání silné interakce mezi nukleony, které vychází ze základních principů kvantové chromodynamiky, a využití této interakce pro výpočet struktury atomových jader a jaderných reakcí. V rámci řešení tohoto problému jsme vyvinuli nové teoretické přístupy umožňující modelování vlastností lehkých a středně těžkých atomových jader a jejich reakcí z prvních principů. Výsledky a vlastnosti našich přístupů byly studovány na souboru atomových jader od  ${}^4\text{He}$  až po  ${}^{48}\text{Ti}$ , včetně jaderných reakcí, které jsou důležité pro nukleosyntézu probíhající na povrchu neutronových hvězd.



a)  $\alpha + {}^{16}\text{O}$  relativní vlnové funkce modelované pro základní a  $1^-$  excitovaný stav  ${}^{20}\text{Ne}$ .  
 b) Rozdíly mezi počátečním složením neutronové hvězdy a její strukturou po 24 hodinách od rentgenovského výbuchu. Data jsou založena na MESA (Modules for Experiments in Stellar Astrophysics) simulacích a ukazují dobrou shodu s našimi teoretickými výsledky (SA).

K. D. Launey, A. Mercenne, T. Dytrych, *Nuclear Dynamics and Reactions in the Ab Initio Symmetry-Adapted Framework*, *Annual Review of Nuclear and Particle Science* 71 (2021) 253.

## Oddělení jaderné spektroskopie



### Jana Bielčíková

Výzkum prováděný v Oddělení jaderné spektroskopie je zaměřen na tři hlavní oblasti, (i) studium extrémních stavů jaderné hmoty a kvarkového-gluonového plazmatu, (ii) elektronovou spektroskopii a její využití pro studium hmotnosti neutrina a (iii) využití neutronové a fotonové aktivační analýzy a rentgenfluorescenční analýzy pro studium chemického složení široké škály materiálů, které přináší cenné poznatky v řadě oborů vědy a techniky.

Chování jaderné hmoty v extrémních podmínkách zkoumáme již řadu let v rámci velkých mezinárodních experimentů umístěných v předních zahraničních laboratořích. Konkrétně jsme zapojeni do experimentů ALICE v laboratoři CERN ve Švýcarsku, STAR v Brookhavenské národní laboratoři v USA, HADES a CBM v laboratoři FAIR v Německu a BM@N ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů v Dubně v Rusku.

V experimentech ALICE a STAR studujeme vlastnosti jaderné hmoty při vysokých teplotách a hustotách energie, které panovaly v raném vesmíru asi jednu mikrosekundu po Velkém třesku. Hmoty se tehdy nacházela ve skupenství označovaném kvarkové-gluonové plazma (QGP), které se vyznačuje tím, že kvarky a gluony nejsou uvězněny v hadronech. V laboratoři můžeme tuto formu hmoty vytvářet ve srážkách těžkých iontů urychlených na ultrarelativistické energie. Naši pracovníci se v této souvislosti zabývají především studiem spršek hadronů (tzv. jetů) a produkcí částic obsahujících podivné ( $s$ ), půvabné ( $c$ ) nebo krásné ( $b$ ) kvarky. Jety a těžké kvarky vznikají v časně fázi srážky těžkých iontů a interagují s QGP, což vede ke změnám jejich výsledného spektra příčné hybnosti ve srovnání s jejich produkcí v systému srážek dvou protonů. Na základě pozorovaných změn lze následně vyvodit závěry o vlastnostech produkovaného QGP. V této souvislosti věnujeme velkou pozornost také studiu referenčních systémů, proton-protonovým ( $pp$ ) či proton-jaderným srážkám, ve kterých se neočekává vznik QGP. V experimentu ALICE jsme v roce 2021 dokončili analýzu jetů asociovaných s produkcí  $b$  kvarku ve srážkách proton-olovo a  $pp$  při těžišťové energii 5,02 TeV. Příslušný článek byl zaslán k publikaci do prestižního časopisu JHEP, kde byl přijat a otištěn počátkem roku 2022. Hlavním výsledkem článku bylo stanovení jaderného modifikačního faktoru pro  $b$  jety v systému proton-olovo v širokém rozmezí příčné hybnosti jetů 10-100 GeV/ $c$ . V rámci statistických a systematických chyb není produkce  $b$  jetů významně ovlivněna efekty chladné jaderné hmoty. I přes pokračující nepříznivou situaci s pandemií Covid-19 byla v roce 2021 realizována plánovaná měření v experimentu STAR na urychlovači RHIC, která byla zásadní pro završení měření fázového diagramu jaderné hmoty s cílem najít jeho kritický bod a která budou v následujících letech průběžně zpracována. V experimentu STAR jsme se v roce 2021 dále zaměřili na analýzu substruktury jetů v proton-protonových srážkách při energii 200 GeV a podařilo se nám získat unikátní předběžné výsledky ve 2+1 dimenzích pro distribuce tzv. groomed frakce hybnosti jetu a poloměru v závislosti na hybnosti jetu v prvním bodě větvení partonové spršky, které jsou zásadní pro testy poruchové kvantové chromodynamiky. Dále jsme se završili měření jaderného modifikačního faktoru nabitých D mezonů obsahujících  $c$  kvark a studovali inkluzivní produkci plně rekonstruovaných jetů ve zlato-zlatých srážkách při energii



200 GeV, jejichž publikace očekáváme v nadcházejících letech. V neposlední řadě jsme úspěšně vyvinuli a publikovali model JetVLAD umožňující efektivní výběr jetů obsahujících těžký kvark pomocí strojového učení.

Další část našeho výzkumu ve velkých experimentech je zaměřena na studium jaderné hmoty v oblasti velkých baryonových hustot v experimentech HADES, CBM a BM@N. Tento výzkum souvisí s hledáním stavové rovnice pro hustoty odpovídající jádru neutronových hvězd či hledání exotických forem jaderné hmoty bohaté na podivné částice. Jsme aktivně zapojeni do mezinárodního experimentu HADES, který se v současnosti doplňuje novými detektory pro měření probíhající v rámci první etapy experimentů na mezinárodní velké výzkumné infrastruktuře FAIR. Naším hlavním příspěvkem je nový elektromagnetický kalorimetr ECAL, kde jsme zprovoznili pět z celkem šesti sektorů v rámci přípravy na experiment plánovaný na začátek roku 2022. V experimentu HADES se zabýváme především studiem změn vlastností vektorových mezonů a podivných částic ve srážkách těžkých iontů oproti jejich produkci v nukleon-nukleonových a pion-nukleonových srážkách. Předběžné výsledky prezentované na mezinárodních konferencích v roce 2021 při analýze dat odpovídajících srážkám iontů stříbra při energii 1,58 AGeV z posledního experimentu z roku 2019 potvrzují závěry publikované námi v prestižním časopise Nature Physics na konci roku 2019. Také zkoumáme následnou expanzi kolizní zóny a s ní související kolektivní projevy (tzv. přímý tok), respektive baryonové rezonance produkované v kolizní zóně pomocí měření korelace mezi piony a protony z jejich rozpadu, viz naše publikace *Correlated pion-proton pair emission off hot and dense QCD matter* v prestižním časopise Physics Letters B. Unikátní připravovaný experiment CBM bude umístěn na zařízení FAIR a umožní detailní studium těchto jevů při podstatně větších intenzitách svazku těžkých iontů po roce 2024. Společný vývoj detektorů ruských a evropských vědeckých týmů je podporován od roku 2020 v rámci EU projektu CREMLIN Plus, jehož jsme členy.

Naše účast ve všech těchto velkých mezinárodních experimentech je mj. spolufinancována z projektů Velkých infrastruktur MŠMT a strukturálních fondů EU z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV) a také často využíváme infrastrukturu CANAM našeho ústavu. Na cyklotronu U-120M jsme provedli první sérii testů radiační odolnosti pamětí implementovaných na prototypch křemíkových čipů pro navazující inovaci nejnvtiřnější části křemíkového dráhového detektoru ITS experimentu ALICE v CERN. Dále jsme se v projektu ITS intenzivně věnovali vývoji softwaru pro kontrolu kvality dat z tohoto nového detektoru.

V laboratoři CERN jsme kromě experimentu ALICE také tradičně zapojeni do menších mezinárodních experimentů na zařízení radioaktivních iontových svazků ISOLDE. V současné době se podílíme na projektu VITO, který využívá laserem polarizované svazky izotopů. Také se účastníme experimentu WISARD, pokračovatele dřívějšího projektu WITCH, který pomocí studia elektron-neutrinových korelací hledá možnou přítomnost skalárního proudu ve slabé interakci.

Pracovníci našeho oddělení jsou dále aktivně zapojeni do mezinárodního neutrinového experimentu KATRIN v KIT Karlsruhe, který si klade za cíl prozkoumat hmotnost neutrina s citlivostí 200 meV analýzou ultra přesných měření beta spekter tritia. Neutrina jsou jediné elementární částice, jejichž hmotnost není doposud přesně známa a jejíž velikost je přitom klíčová pro teorii elementárních částic a kosmologii. Experiment KATRIN byl do provozu uveden oficiálně v červnu 2018. V roce 2019 proběhly dvě měřící kampaně KMN1 a KMN2. Na základě KMN1 byl již v roce 2019 publikován první limit na hmotnost neutrina  $m_\nu < 1,1$  eV. Tato modelově nezávislá horní hranice je dvakrát lepší než předchozí výsledek získaný po mnohaletých měřeních. Úspěšně probíhalo vyhodnocování spojených měření KMN1 a KMN2. Na dřívější měřící kampaně KMN3-4 (2020) úspěšně navázala měření KMN5-6 (2021). Vyhodnocení spojených měření KMN1-5 se očekává v roce 2022. Na požádání analyzační skupiny jsme pro KMN5 dodali extrémně intenzivní zdroj plynného  $^{83m}\text{Kr}$  s aktivitou mateřského  $^{83}\text{Rb}$  10 GBq.

Výroba tohoto zdroje byla spojena s řadou mimořádných opatření s cílem omezit ozáření personálu pod přípustnou úroveň. Již v roce 2020 jsme se zapojili do sub-experimentu s názvem TRISTAN, jehož cílem je hledání sterilního neutrina v beta rozpadu tritia s využitím infrastruktury KATRIN. Pro tento experiment jsme dodali elektronové zdroje  $^{83m}\text{Kr}$  připravené napařením  $^{83}\text{Rb}$  ve vakuu nebo implantací iontů  $^{83}\text{Rb}$  do grafitových substrátů. Zdroje slouží k testování vyvíjeného pixelového detektoru TRISTAN, který bude disponovat unikátním energetickým rozlišením i pro očekávanou vysokou zátěž. Ve spolupráci s odděleními OU a ORF pokračoval vývoj plynného terče T4 pro výrobu stále většího množství  $^{83}\text{Rb}$  na našem novém cyklotronu TR-24. Výrobce dodal první 3 kusy terčů T4, které byly s úspěchem použity. Pokračovala studie, jejímž cílem je omezit dávky ozáření při manipulacích s terčem. Vybrané vzorky materiálů pro konstrukci tělesa terče a jeho vstupních oken, u kterých je očekávaná nižší kontaminace, byly ozářeny protony. Gama spektroskopická analýza prokázala řádově nižší kontaminaci vybraných vzorků. Po úspěšném testu mechanické pevnosti oken z nového materiálu byly zkompletovány dva terče T4 pro srovnávací ozáření v roce 2022.

Skupina aktivační analýzy pokračovala ve vývoji metod a výzkumných aplikací neutronové a fotonové aktivační analýzy (NAA a PAA) a rentgenfluorescenční analýzy (XRF), převážně v rámci výzkumné infrastruktury ÚJF CANAM. Skupina se úspěšně zúčastnila celosvětového mezilaboratorního porovnání jaderných analytických technik PTNATIAEA18, pořádaného IAEA. Nově vypracovaný postup stanovení teluru metodou NAA byl využit v modelovém experimentu simulace těžké jaderné havárie s cílem stanovit chování Te v plynné fázi a možnosti šíření radiologicky významného štěpného produktu  $^{132}\text{Te}$  při jaderné havárii. Geochemické aplikace využívaly tradiční spolupráce s pracovištěm mikrotronu MT-25 Oddělení urychlovačů. Byl dokončen vývoj rychlé nedestruktivní metody PAA pro základní geochemickou charakterizaci hornin. Metoda využívá terminálu pro krátkodobé ozařování s pneumatickou potrubní poštou instalovaného nedávno na MT-25. Mikrotron MT-25 a urychlovač Tandetron 3140 MC byly využity i v rámci projektu studujícího radiolytickou alteraci organické hmoty v uranonosném prostředí pro simulace přírodního ozáření modelových vzorků, především fosilních pryskyřic a uhlí. Využití metod XRF a NAA v archeometrii pokračovalo především v rámci dlouhodobé spolupráce s Archeologickým ústavem AVČR, v. v. i., na výzkumu pravěkých kovových slitků a historických mincí. Byla zahájena studie souboru luxusních šperků z období raného středověku. V oboru geomykologie pokračovala aplikace metod NAA v rámci studia obsahu a speciace rizikových prvků v houbách. Ve spolupráci s univerzitou ve Štýrském Hradci byla objevena v plodnicích housenice cizopasně (*Tolypocladium ophioglossoides*) dosud neznámá sloučenina arzénu – arsenocholin sulfát. Housenice parazituje na plodnicích podzemních hub jelenek (*Elaphomyces* spp.), které významně akumulují arzén. Aplikace NAA pro kriminalistické účely v rámci forenzní analýzy pokračovala prvkovou charakterizací úlomků automobilových skel a vzorků omamných a psychotropních látek, především metamfetaminu (pervitinu). Do širokého portfolia analytických metod skupiny v rámci CANAM se nově zařazuje metoda AMS – *urychlovačová hmotnostní spektrometrie*. Vybudování infrastruktury AMS je financováno MŠMT a Evropskými strukturálními a investičními fondy (OP VVV) v rámci projektu RAMSES – *„Výzkum ultrastopových izotopů a jejich využití v sociálních a environmentálních vědách urychlovačovou hmotnostní spektrometrií“*. V nově vybudované laboratoři byl instalován AMS systém MILEA (*Multi-Isotope Low Energy AMS*, terminálové napětí 300 kV) od švýcarské firmy Ionplus. Přejímací zkoušky prokázaly, že MILEA umožňuje stanovení dlouhodobých radionuklidů  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{129}\text{I}$  a aktinoidů, zejména  $^{236}\text{U}$ , s velmi nízkými mezemi detekce srovnatelnými s hodnotami dosahovanými na AMS systémech s vyšším terminálovým napětím. Ve spolupráci s Archeologickým ústavem Ukrajinské akademie věd, Geofyzikálním ústavem AVČR, v. v. i., Českou geologickou službou, Geologickým ústavem AVČR, v. v. i., a HZDR v Rossendorfu probíhá stanovení  $^{10}\text{Be}$  a  $^{26}\text{Al}$  ve vzorcích z lokality Korolevo na zakarpatské

Ukrajíně za účelem datování příchodu předchůdců moderního člověka do střední a východní Evropy. Probíhá též příprava vzorků pro stanovení meteorického  $^{10}\text{Be}$  v čínských spraších v rámci jejich paleoenvironmentálního a paleoklimatického studia.

Pracovníci našeho oddělení se mimo své vědecké práce aktivně věnují popularizaci vědy, výuce na vysokých školách (ČVUT, Univerzita Karlova, Česká zemědělská univerzita) a vedou vysokoškolské studenty. Rádi bychom zmínili, že v roce 2021 byla pod vedením našich pracovníků úspěšně obhájena jedna bakalářská, tři diplomové a čtyři disertační práce. V neposlední řadě bychom rádi vyzdvihli naši účast při organizaci významné mezinárodní konference Applied Nuclear Physics Conference (ANPC2021), konané hybridním způsobem v Praze za účasti více než 120 domácích a zahraničních účastníků.

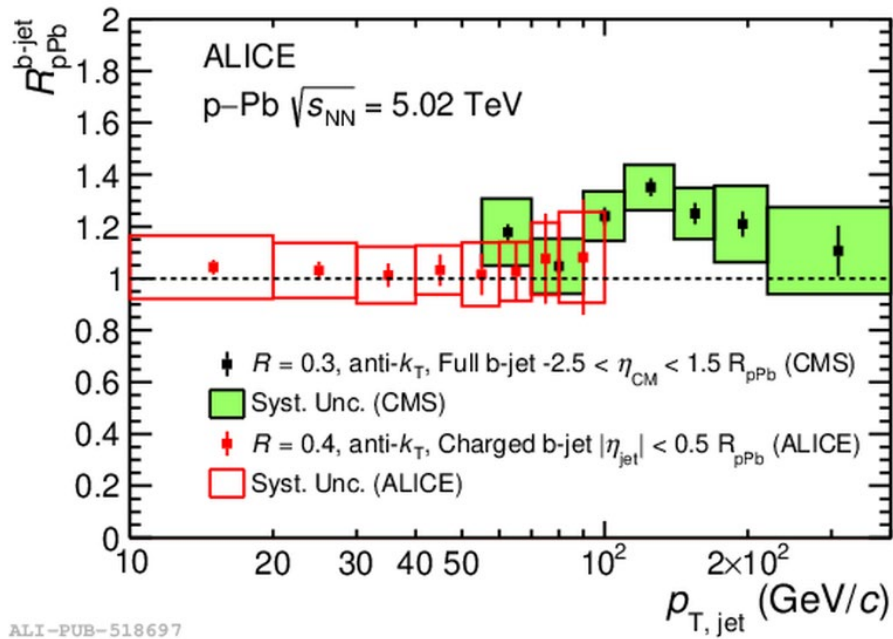
---

### Studium efektů studené jaderné hmoty na produkci jetů obsahujících půvabný (b) kvark

V rámci experimentu ALICE na urychlovači LHC v laboratoři CERN, kterého se účastní skupina ultrarelativistických těžkých iontů, se v poslední době zabýváme studiem vlastností tzv. studené jaderné hmoty, v níž se neočekává vznik kvarkového-gluonového plazmatu. Jety, kolimované spršky částic, které vznikají z interakce kvarků nebo gluonů na počátku srážky, mohou být pak použity jako ideální sonda vlastností této hmoty.

V našem článku jsme se zaměřili na studium vlastností jetů, které obsahují těžký půvabný kvark (b) a které jsou produkovány ve srážkách dvou protonů a ve srážkách protonů s jádrem olova při energii 5,02 TeV v těžišťovém systému. Analýza dat byla provedena dvěma nezávislými metodami. V první z nich jsou b jety detekovány na základě rekonstrukce rozpadového vrcholu B hadronu (tj. hadronu obsahujícího b kvark) a ve druhé pak na základě přítomnosti dráhy částice, která má velkou vzdálenost od primárního vrcholu srážky, což svědčí o přítomnosti částice obsahující těžký kvark. Výsledky obou metod jsou konzistentní a byly zkombinovány do výsledného spektra.

Naše měření přináší velmi cenná data o fragmentaci těžkých kvarků v chladné jaderné hmotě a o velikosti energetických ztrát těžkých kvarků v malých systémech, které pomohou stanovit limity vzniku kvarkového-gluonového plazmatu. Naměřený jaderný modifikační faktor, který je znázorněn na přiloženém obrázku a který je vypočtený z korigovaných inkluzivních spekter příčných hybností b-jetů, je v rámci chyb kompatibilní s jednotkou. Toto zjištění ukazuje, že k potlačení b-jetů v médiu vytvořeném srážkou protonu s jádrem olova nedochází nebo je toto potlačení velmi malé.



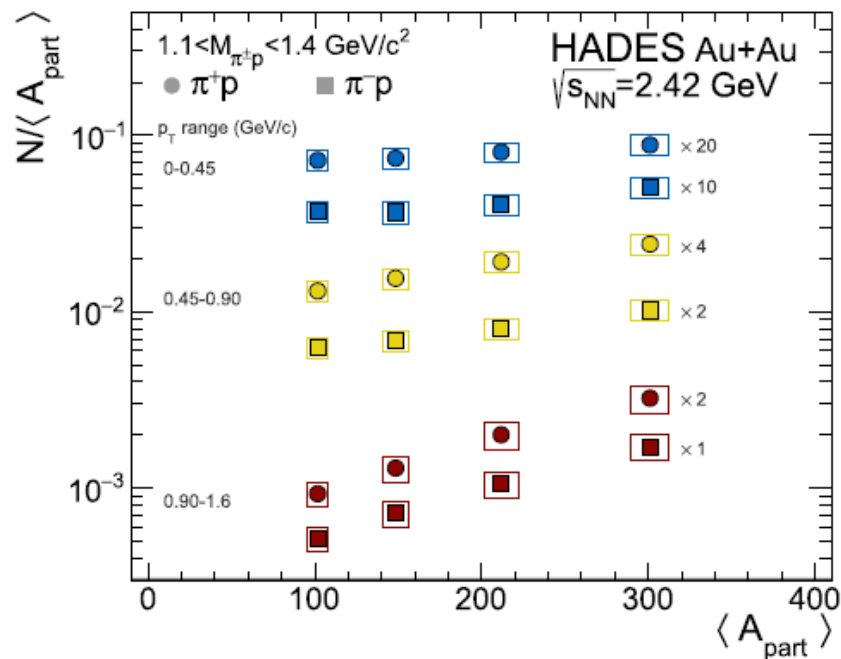
*Jaderný faktor potlačení produkce b jetů měřených v experimentu ALICE a v experimentu CMS ve srážkách proton-olovo. Velikost boxů odpovídá systematické chybě měření.*

*S. Acharya et al. (ALICE Collaboration), Measurement of inclusive charged-particle b-jet production in pp and p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV, JHEP 01 (2022) 178.*

### Experimentální studium baryonových rezonancí produkovaných v husté jaderné hmotě

Při vysokých hustotách baryonové hmoty, které se očekávají v nitru neutronových hvězd nebo při jejich fúzi, hrají podle současných teoretických představ zásadní roli baryonové rezonance, například jako zdroj podivných částic, respektive při popisu změn vlastností vektorových mezonů v hustém baryonovém médiu ve srovnání s jejich vlastnostmi pozorovanými ve vakuu. Produkce vzbuzených stavů  $\Delta(1232)$  baryonových rezonancí při srážkách dvou jader zlata (Au+Au) s těžištvou energií na nukleon-nukleonový pár  $\sqrt{s_{NN}} = 2,42$  GeV hraje obdobně důležitou roli při přerozdělení počáteční kinetické energie mezi vnitřní excitační energií a kinetickou energií hadronů produkovaných ve vzniklém médiu s vysokou baryonovou hustotou.

Unikátní studie korelovaných pion-protonových párů z cca 2 bilionů srážek Au+Au v experimentu HADES, kterého se účastní skupina relativistických těžkých iontů, dovolila po odečtení kombinatorického pozadí studovat produkci  $\Delta(1232)$  baryonových rezonancí. Odpovídající rozdělení invariantní hmoty se silně liší od Breit-Wignerovy funkce známé pro baryonovou  $\Delta$  rezonanci ve vakuu. Studie dále ukázala, že produkce baryonových rezonancí závisí na počtu participantů ve srážce jako  $(A_{part})^\alpha$ , kde exponent  $\alpha$  závisí na rapiditě a příčné hybnosti, jak je znázorněno na přiloženém obrázku. Jeho průměrná hodnota je  $\alpha = 1,5 \pm 0,08$  stat.  $\pm 0,2$  syst.



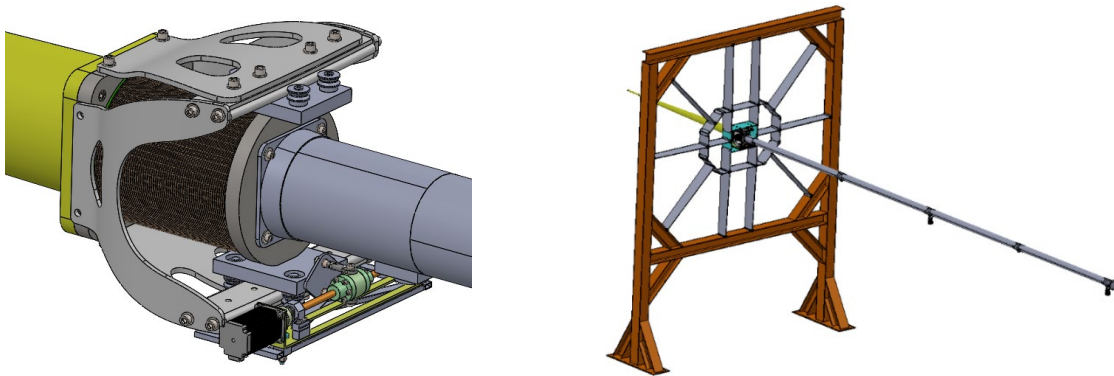
Počet korelovaných párů na srážku ( $N$ ) a na počet participantů  $\langle A_{part} \rangle$  pro  $\pi^+p$  (kroužky) a  $\pi^-p$  (čtverečky) páry pro tři rozsahy příčné hybnosti ( $p_T$ ). Velikost boxů odpovídá systematické chybě měření.

*J. Adamczewski-Musch, ... L. Chlad, A. Kugler, P. Rodriguez Ramos, Y. G. Sobolev, O. Svoboda, P. Tlustý, V. Wagner, ... et al. (HADES Collaboration), Correlated pion-proton pair emission off hot and dense QCD matter, Physics Letters B 819 (2021) 136421.*

### Infrastruktura pro experiment CBM a CBM Cave v rámci FAIR

V rámci české účasti ve FAIR skupina relativistických těžkých iontů přispívá in-kind vkladem do infrastruktury experimentu Compressed Baryonic Matter (CBM) v podobě vývoje a dodání trubice pro svazek z uhlíkového vlákna a celkového vývoje vedení svazku, které musí být schopné sledovat dipólovým magnetem odkloněný svazek těžkých iontů po interakci s terčovým materiálem. Dále skupina pracuje na návrhu a dodání platformy pro umístění experimentu HADES v CBM Cave, pro umístění CBM RICH detektoru v konfiguraci CBM, kdy není využíván, a pro další související části experimentu jako jsou např. kryogenický systém a vysokonapěťové a nízkonapěťové zdroje.

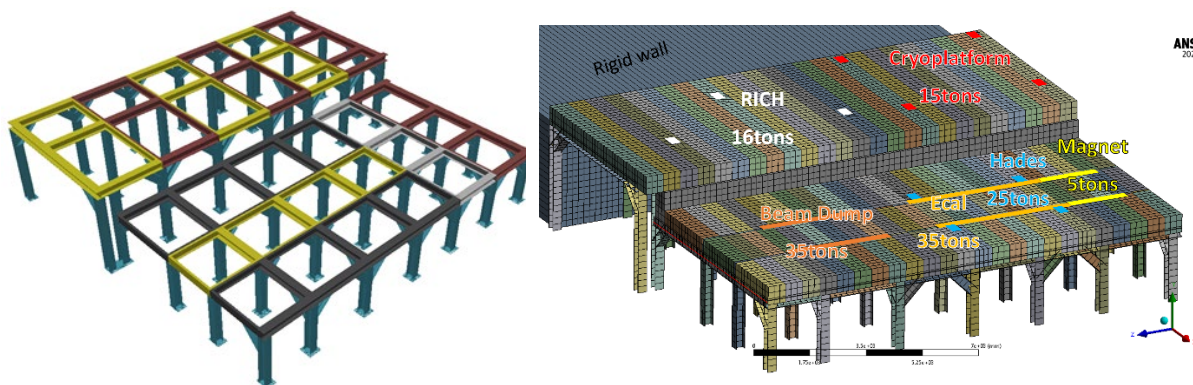
Základním požadavkem na systém vedení svazku pro CBM je požadovaná schopnost měnit geometrii svazku i v případě běžícího experimentu a vysokého vakua uvnitř trubice svazku. Toho je dosaženo sestavou vlnovce a motorického pohonu (obr. 1 vlevo), který bude synchronizován s manipulátorem detektoru PSD, kterým trubice svazku prochází. Sestava vlnovce také musí zajistit správnou reprezentaci deflektce svazku uvnitř dipólového magnetu a absorbovat veškeré reakční síly a momenty indukované vakuem ve vlnovci. Tohoto bylo docíleno vedením vlnovce po zakřivených kolejnicích a speciálním rámem z uhlíkového vlákna (obr. 1 vpravo). Nutnost použití uhlíkového vlákna pro konstrukci trubice svazku i pro fixační rám vyplývá z požadavku co nejmenšího množství materiálu v blízkosti svazku s cílem minimalizovat riziko výskytu sekundárních interakcí a zajištění co největší „průhlednosti“ pro částice vzniklé interakcí primárního svazku s terčovým materiálem.



Obr. 1. Detail podoby vlnovcové sestavy včetně rámu z uhlíkového vlákna a motorického naklápění (vlevo). Celkový pohled na systém vedení svazku včetně návrhu nosného rámu (vpravo).

Platforma pro experiment HADES (obr. 2) je na první pohled nekomplikovaná, ale zásadní roli v jejím návrhu hraje velká požadovaná nosnost. Betonové nosníky položené na platformě a tvořící podlahu a zároveň i stínění pro vybavení umístěné pod platformou (cca 370 t), dále samotný experiment HADES (70 t), beam dump (35 t), CBM RICH (16 t) a kryogenický systém (15 t) musí splnit požadované operační zatížení  $1 \text{ t/m}^2$  (cca 211 t). Vzhledem k zatížení byla zvolena konstrukce platformy z ocelových nosníků. Kromě statického zatížení musí zároveň konstrukce odolat dynamickým zatížením při pohybu detekčních systémů, zejména v případě seismické aktivity. Tento požadavek je komplikován také omezenými možnostmi kotvení platformy a požadavkem průchodnosti prostoru pod platformou. Platforma musí být navíc modulární a s omezenými rozměry jednotlivých prvků, protože bude umístěna v podzemí.

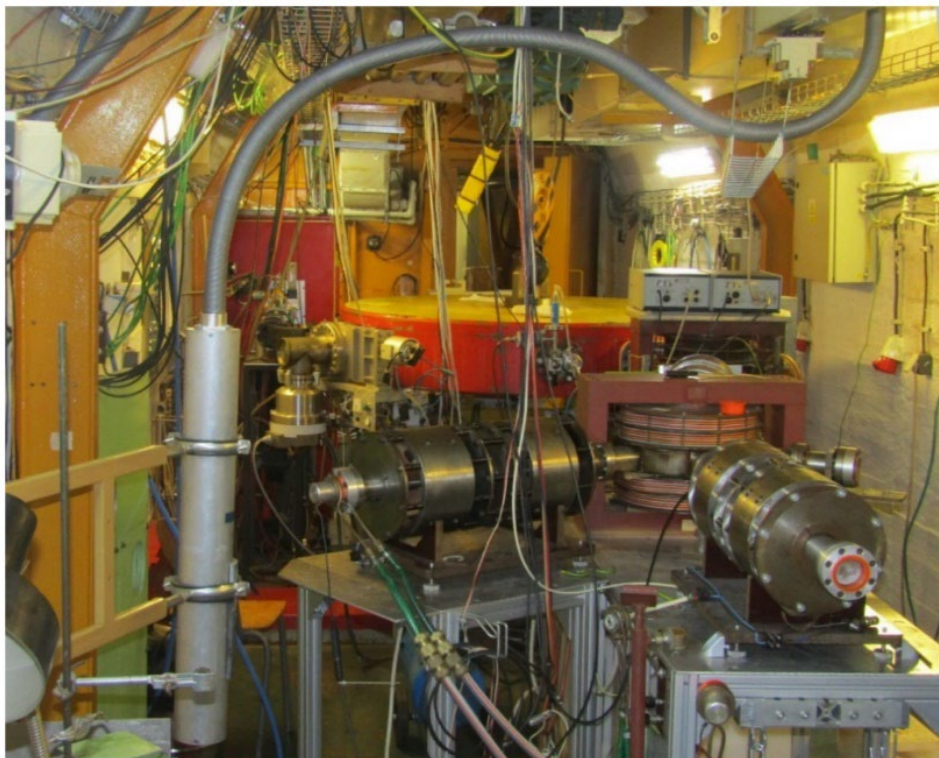
Oba projekty jsou realizovány ve spolupráci s Českým vysokým učení technickým v Praze.



Obr. 2. Podoba návrhu konstrukce platformy s barevně odlišenými nedělitelnými podsestavami (vlevo). Znárodnění celkové podoby platformy a jejího zatížení (vpravo).

## Instrumentální fotonová aktivační analýza s krátkodobým ozařováním pro geochemický výzkum

Mikrotron MT-25 je cyklický urychlovač elektronů instalovaný na pracovišti Oddělení urychlovačů v Žižkovském tunelu. Brzdné záření generované elektronovým svazkem MT-25 je vysokoenergetické fotonové záření vhodné k iniciaci fotojaderných reakcí, nejčastěji typu  $(n, \gamma)$  a  $(n, p)$ , využitelných pro instrumentální fotonovou aktivační analýzu (IPAA). Mikrotron je pro tento účel využíván skupinou aktivační analýzy Oddělení jaderné spektroskopie již řadu let. Nedávno byl MT-25 ve spolupráci obou oddělení vybaven terminálem pro krátkodobé ozařování s pneumatickou potrubní poštou pro automatizovaný rychlý transport vzorku. Toto zařízení umožňuje využít pro IPAA i krátkodobé produkty fotojaderných reakcí, mj. izotopy prvků Al, Mg, Ca, Ti, Si, Fe a K představujících hlavní složku horninových materiálů. Aktivace těchto prvků využívá nově vyvinutá rychlá nedestruktivní metoda IPAA pro základní geochemickou charakterizaci hornin, tzv. „silikátovou analýzu“. Byl též navržen kompletní postup geochemické analýzy kombinující krátkodobou a dlouhodobou IPAA, s případným využitím fotoexcitačních reakcí  $(\gamma, \gamma')$  s převážně krátkodobými produkty. Implementace krátkodobé IPAA významně rozšiřuje možnosti IPAA nad rámec její dosavadní role doplňkové metody k neutronové aktivační analýze a tím i portfolio experimentálních aplikací mikrotronu MT-25.

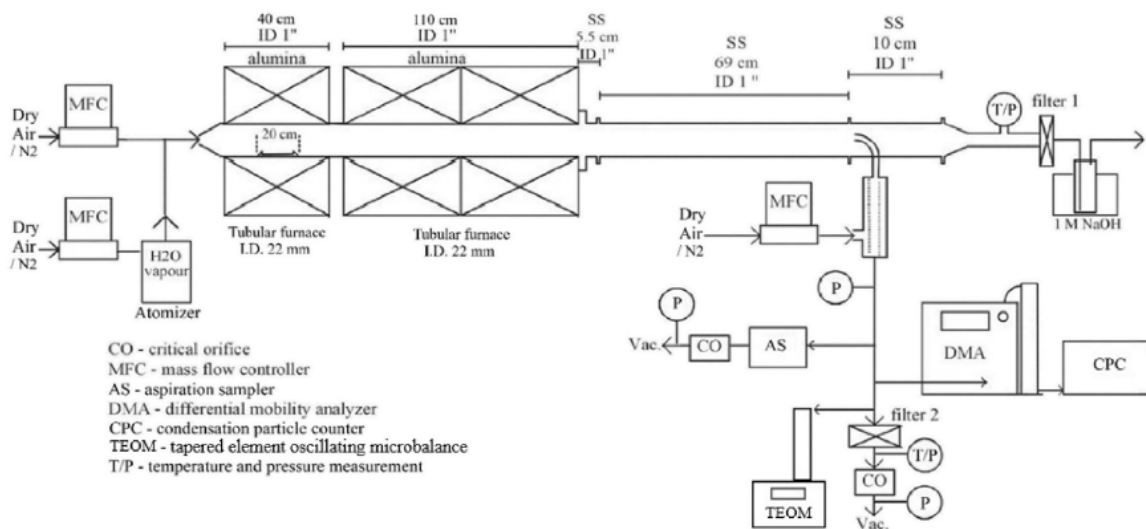


*Mikrotron MT-25 se dvěma vývody elektronového svazku a terminálem pro krátkodobé ozařování připojeným na pneumatickou potrubní poštu.*

*J. Krausová, J. Mizera, Z. Řanda, D. Chvátíl, P. Krist, Instrumental photon activation analysis with short-time irradiation for geochemical research, Minerals 11 (2021) 617.*

## Modelové studium transportu telluru v chladicím systému jaderného reaktoru v podmínkách těžké havárie metodou neutronové aktivační analýzy

Radionuklid  $^{132}\text{Te}$  ( $T_{1/2} = 3,204$  d) a produkt jeho přeměny  $^{132}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 2,295$  h) jsou v případě těžké jaderné havárie radiologicky významnými štěpnými produkty vzhledem k jejich vysokým štěpným výtěžkům, značné těkavosti obou prvků a reaktivitě Te v kapalně i plynné fázi. Představují tedy značné zdravotní riziko pro obyvatelstvo při havárii jaderného reaktoru a následném úniku do životního prostředí. Po vyhodnocení možností nedestruktivní, tzv. instrumentální neutronové aktivační analýzy (INAA) ve vzorcích aerosolů na filtrech a v absorpčních roztocích [1] jsme ve spolupráci s několika laboratořemi ze severských států použili nejcitlivější variantu této metody v modelovém experimentu simulace těžké jaderné havárie, abychom mohli posoudit chování Te v plynné fázi a možnosti šíření zdraví škodlivého štěpného produktu  $^{132}\text{Te}$  při jaderné havárii. V modelovém experimentálním zařízení kontejnmentu jaderného reaktoru (viz obrázek níže) byl Te zahřát na teplotu 1500 K v oxidující i inertní atmosféře (suché i zvlhčené) a v přítomnosti nebo nepřítomnosti aerosolu jodidu cesného s cílem upřesnit málo známé chování Te v plynné fázi a možnosti šíření tohoto prvku [2]. Výsledky ukázaly, že Te těká nejvíce ve vlhké oxidační atmosféře a že přítomnost jodidu cesného snižuje těkavost Te a má tedy ochranný účinek proti šíření nebezpečného štěpného produktu  $^{132}\text{Te}$ , což nebylo dříve experimentálně prokázáno.



*Experimentální zařízení pro studium transportních vlastností telluru.*

[1] J. Kučera, A. E. Pasi, F. Espegren, T. Kärkelä, H. V. Lerum, J. P. Omtvedt, C. Ekberg, Tellurium determination by three modes of instrumental neutron activation analysis in aerosol filters and trap solutions for the simulation of a severe nuclear accident, *Microchem. J.* 158 (2020) 105139.

[2] F. Espegren, T. Kärkelä, A. E. Pasi, U. Tapper, J. Kučera, H. V. Lerum, J. P. Omtvedt, C. Ekberg, Tellurium transport in the RCS under conditions relevant for severe nuclear accident, *Progress Nucl. Energy* 139 (2021) 103815.



## Oddělení jaderných reakcí



**Jaromír Mrázek**

Přestože i rok 2021 byl poznamenán restriktivními covidovými opatřeními, dařilo se izolaci skupinám na našem oddělení alespoň částečně čelit.

Uskutečnili jsme několik ozařování na neutronových generátorech (FNG) pro externí spolupracovníky, například pro italskou firmu CAEN v rámci projektu RADNEXT a ozařování vzorků materiálů pro UKEA. Podařilo se provést první experiment na nové komoře FNG, Martin Ansorge nasbíral data pro reakci  $(n, \text{nabitá částice})$  na izotopu  $^{89}\text{Y}$ , Daniil Koliadko provedl a zpracovává své měření  $d+\text{Li}$  zaměřené na produkci tritia. S ústavem CVŘ pokračujeme v práci na projektu v charakterizaci zdrojů  $p+\text{Li}$  u nízkých energií (12 a 14 MeV).

Náš doktorand Martin Ansorge nakonec dokončil svou půlroční stáž v GANIL/SPIRAL2, kde se věnoval práci na spouštění neutronového generátoru a na komoře MEDLEY.

Naše studentka Anastasia Cassissa získala podporu od Francouzského Institutu v Praze a na dva měsíce odjela pracovat na novém unikátním zařízení ACTAR (Active TARget), které umožní zaznamenávat a studovat jaderné reakce prakticky ve 3D tak, jak probíhají v plynové náplni tohoto zařízení.

Na počátku roku jsme úspěšně ukončili *in-kind* dodávky technologií ROBOT a RF-target do GANIL/SPIRAL2 i v části administrativní a uzavřeli příslušné smlouvy. Projekt SPIRAL2-CZ poté úspěšně prošel hodnocením pro následující období.

V létě jsme pak byli přizváni k testům lineárního urychlovače v GANIL/SPIRAL2 se svazky alfa částic a podařilo se vyzkoušet naši instalaci pro měření aktivace i v této konstelaci. V prosinci byl konečně tým OJR při zahájení ostrého provozu SPIRAL2/NFS, a to se schváleným experimentem Evy Šimečkové – měření krátkožijících izomerů v reakci  $p+\text{Fe}$ . Experiment využil námi instalovaného zařízení, pozorovali jsme aktivované izotopy a izomery již 50 sekund po ozáření. Poměry aktivací izomerních stavů dovolí získat parametry, které determinují cesty, kterými probíhají rozpady produktů. Z důvodů platných restrikcí jsme byli nuceni pracovat v minimální sestavě, ve které měli možnost prokázat své schopnosti také tři studenti z ČR.

Na podzim se nám podařilo uskutečnit experiment s astrofyzikální tematikou (měření ANC)  $d+^{22}\text{Na}$ , Pro tento experiment naši kolegové z INFN-LNS přivezli unikátní prototypy velkoplošných Si detektorů s tloušťkou 5 mm, poprvé jsme je tak mohli vyzkoušet v experimentu jako součást pozičně citlivých teleskopů. Při výrobě komplikovaných držáků se velmi osvědčila 3D tiskárna a zkušenosti našeho konstruktéra Radka Běhala.

Ve spolupráci s našimi kolegy z GANIL/SPIRAL2, IPN Orsay, INFN-LNS Catania a za pomoci pracovníků TANDETRONu jsme spustili akci testovacího experimentu New JEDI: New Judicious Experiments for Dark sector Investigations. Za trochu hravě zvoleným akronymem se skrývá

experimentální kampaň, která má ověřit pozorování tzv. X-bosonu (predikovaná hmotnost 17 MeV), jenž byl ohlášen kolegy z ATOMKI Debrecen. Tato částice – autory pozorovaná v reakci  $p+{}^7\text{Li}$  - by mohla dovolit nahlédnout za oponu známého standardního modelu (SM) a být třeba i portálem do království temné hmoty, kde experimentální úsilí o její přímou detekci zatím není korunováno úspěchem. Od poloviny května do konce června jsme instalovali vakuové a elektronické vybavení přivezené z GANILu a trávili dlouhé dny a noci při seřizování aparatury. Odladění aparatury se zdařilo a nyní čekáme na měsíc urychlovačového času v Orsay.

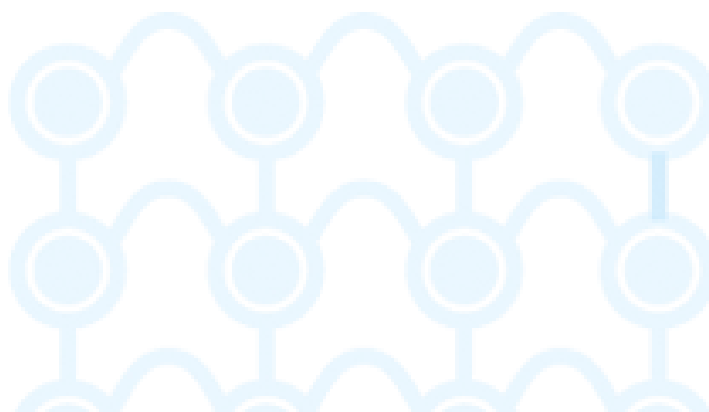
V roce 2021 jsme publikovali několik výsledků našeho výzkumu, například nová data o reakčních rychlostech procesu  ${}^{26}\text{Si}(p,\gamma){}^{27}\text{P}$  v prostředí hvězd, data o aktivaci zirkonu deuterony nebo výsledky týkající se neobvyklé asymetrie ve struktuře exotického izotopu  ${}^{15}\text{F}$ .

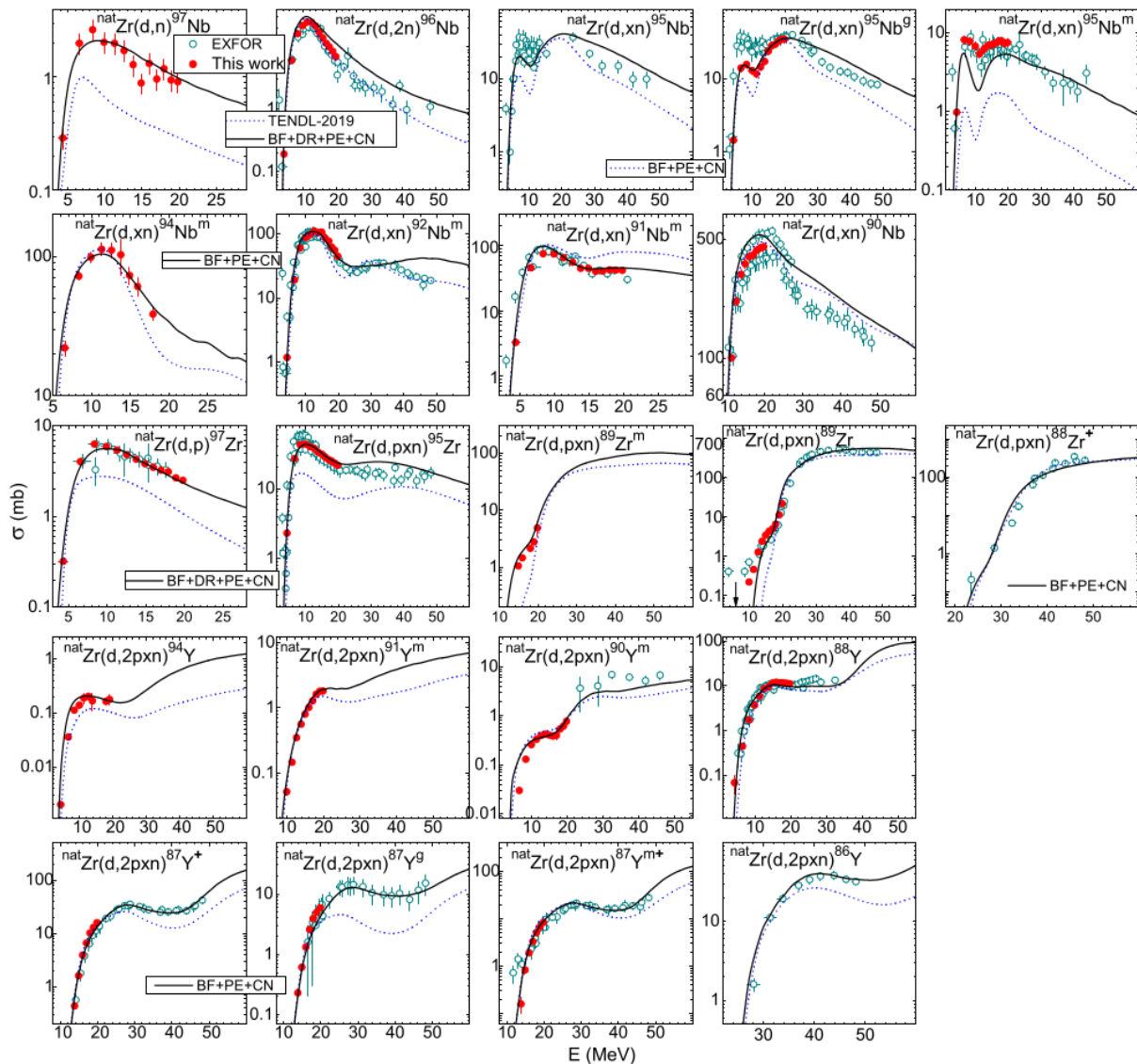
Jan Kozic ukončil magisterské studium a nastoupil do doktorandského studia, kde se (pod vedením oddělení urychlovačů) věnuje vývoji nového neutronového generátoru na cyklotronu TR-24. Bakalářskou práci obhájili Kateřina Orságová a Pavel Špišek a dále jsou spojeni s naším oddělením svojí ročníkovou prací. Náš spolupracovník Giuseppe D'Agata se vrátil na Sicílii, kde se mu podařilo získat místo v naší spřátelené laboratoři INFN-LNS a naše studentka Anastasia vstoupila do manželství s pracovníkem našeho ústavu, k čemuž jim gratulujeme přejeme hodně štěstí ve společném životě.

---

## Deuteronem indukované reakce na přírodním Zr do 60 MeV

Budoucí energetická zařízení založená na fúzi nebo štěpení potřebují spolehlivá data o aktivaci konstrukčních a terčových materiálů. Reakce vyvolané deuterony je obtížné teoreticky popsat, protože jsou kombinací řady různých procesů. Experimentálně jsme studovali aktivaci zirkonu na deuteronovém svazku cyklotronu U120-M v ÚJF, získali jsme nová data a vyjasnili dříve nepřehlednou situaci v produkci izotopů niobu. Všechna dostupná data byla zahrnuta do komplexní analýzy a konzistentně popsána kombinací konkurenčních mechanismů reakce (break-up, přímý proces, složené jádro...).





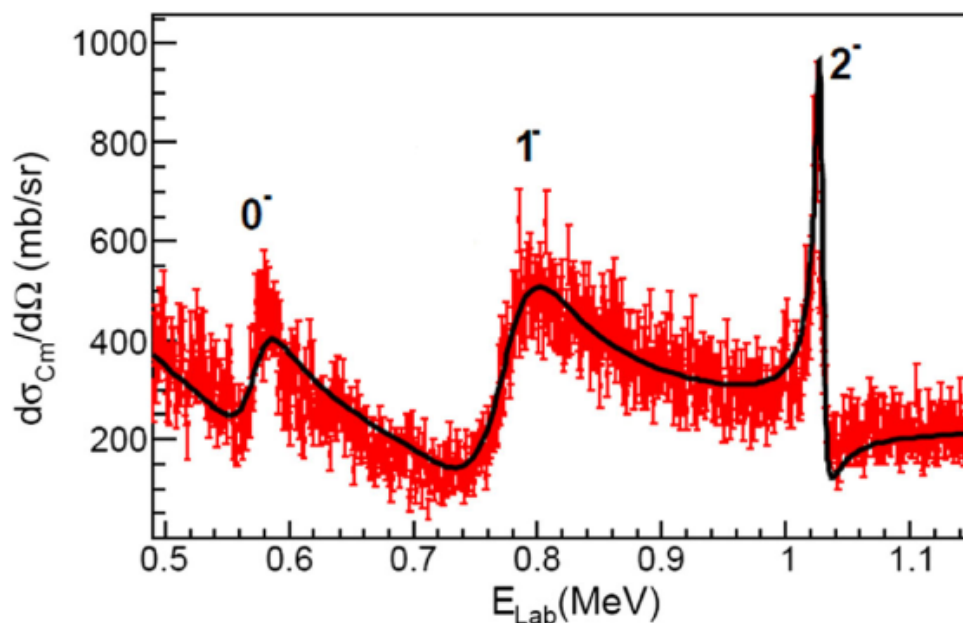
Energetická závislost aktivačního průřezu deuteronem indukovaných reakcí na Zr. Červené body - naše měření, plné čáry - naše výpočty.

*E. Šimečková et al, Deuteron-induced reactions on  $^{nat}\text{Zr}$  up to 60 MeV, Phys. Rev. C 104 (2021) 044615.*

### Zkoumání jaderných sil limity stability: případy $^{16}\text{F}$ a $^{15}\text{F}$

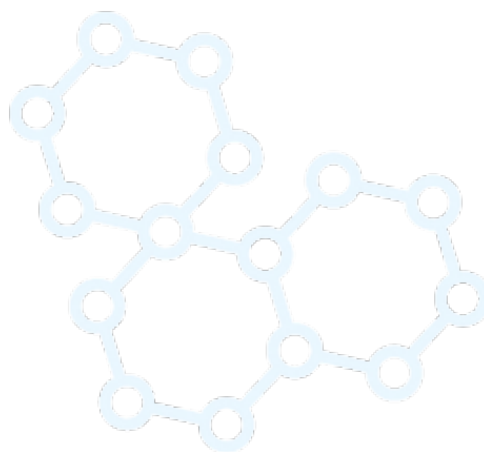
Jádra, která jsou vzdálena za limity stability, nám poskytují příležitost, abychom lépe porozuměli vlastnostem jaderné hmoty. Izotopy fluoru  $^{15}\text{F}$  a  $^{16}\text{F}$  (bohaté na protony) nejsou vázané, téměř okamžitě po vzniku se rozpadají. Několik experimentů využívajících metodu rezonančního elastického rozptylu bylo provedeno v laboratoři GANIL pomocí radioaktivních svazků. Cílem bylo zjištění vlastností nízko položených stavů těchto jader. Byla pozorována silná asymetrie mezi zrcadlovými páry  $^{16}\text{F}$ - $^{16}\text{N}$  a  $^{15}\text{F}$ - $^{15}\text{C}$ . Asymetrii  $^{16}\text{N}$ - $^{16}\text{C}$  lze vysvětlit rozdíly

v distribuci nukleonů. Ne tak ve druhém případě - tam jsme získali indicie, že asymetrie by mohla být známkou nového efektu - například neobvyklé vyšší vzájemné vazby dvou protonů v jádře  $^{15}\text{F}$ .



Excitační funkce reakce  $^{15}\text{O}(p,p')$  (z naší předchozí práce). Jasně jsou viditelné tři stavy (tzv. rezonance) v jádře  $^{16}\text{F}$ . Plná čára je teoretický popis.

V. Girard-Alcindor, ... G. D'Agata, J. Mrázek, ... et al, Probing nuclear forces beyond the nuclear drip line: the cases of  $^{16}\text{F}$  and  $^{15}\text{F}$ , Eur. Phys. J. A 57 (2021) 93.



## Oddělení radiofarmak



### Ondřej Lebeda

V roce 2021 jsme v rámci projektu EATRIS dokončili a opublikovali alternativní metodu značení molekuly PSMA-11  $^{68}\text{Ga}$  pro diagnostiku karcinomu prostaty, která probíhá poněkud netradičně v mírně alkalickém prostředí s použitím jediného agens, roztoku hydrogenuhličitanu sodného. Věnovali jsme se rovněž značení protilátek  $^{89}\text{Zr}$ .

Významnou část naší práce v roce 2021 zabrala příprava vysoce aktivního emanačního zdroje  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  pro projekt KATRIN. Klíčovou roli zdroje v projektu totiž vedle jeho původního určení (pravidelné kontroly stability vysokého napětí na hlavním detektoru) významně umocnilo jeho využití pro stanovení vlivu plazmatu v tritiovém zdroji na energii elektronů emitovaných rozpadem tritia pomocí konverzních elektronů  $^{83\text{m}}\text{Kr}$ . K zajištění dostatečné statistiky měření v módu odpovídajícím nejlépe reálným podmínkám, tedy v dynamické cirkulaci směsi tritia a  $^{83\text{m}}\text{Kr}$ , bylo nezbytné připravit emanační zdroj o aktivitě 10 GBq  $^{83}\text{Rb}$ . Příprava vyžadovala výraznou změnu technologie přípravy zdroje. Kromě rekordně dlouhého souvislého ozařování na cyklotronu TR-24 (téměř 5 dní) jsme přenesli zpracování terče a přípravu vlastního zdroje do nových radiochemických laboratoří ORF a proces převedli do módu dálkového ovládání. První 10 GBq  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  zdroj byl úspěšně připraven a využit při charakterizaci systému právě v minulém roce.

V druhé polovině roku jsme se věnovali rovněž možnostem přípravy terapeutického zářiče alfa  $^{225}\text{Ac}$  na cyklotronu, zejména z pohledu terčovských technologií a nezbytnosti doměření některých primárních dat.

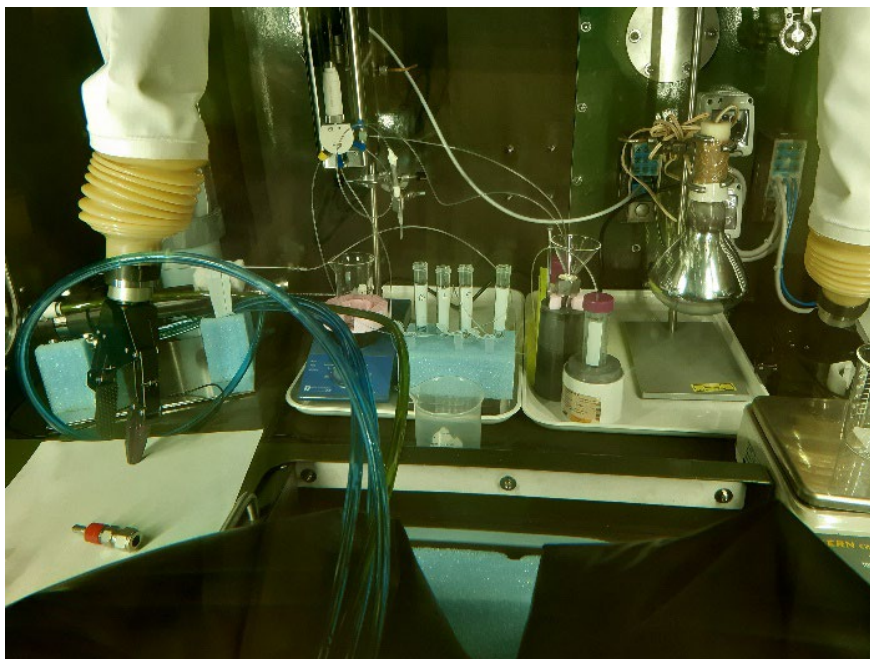
Pracovníci oddělení se nadále podíleli na výuce studentů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT a 1. Lékařské fakulty UK i v nesnadných podmínkách epidemie COVID-19.

### Příprava zdrojů pro účely projektu KATRIN

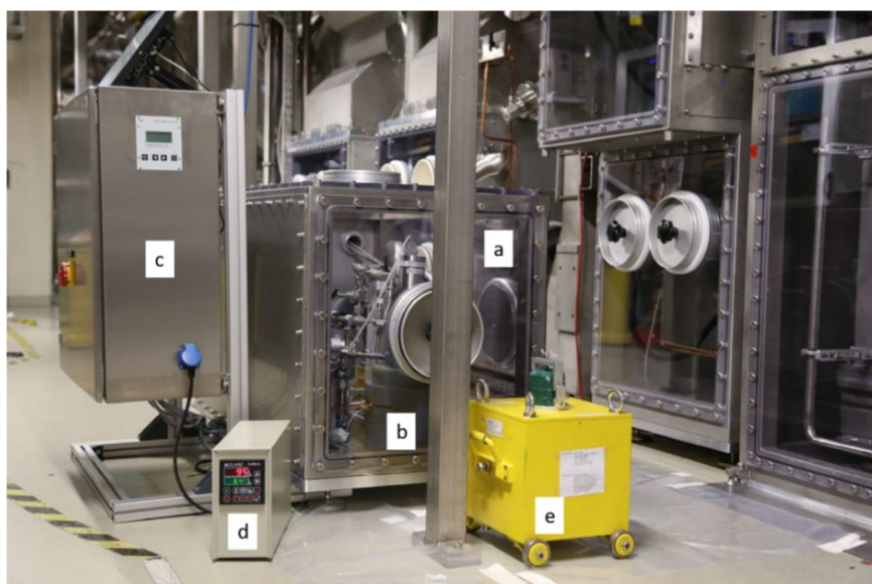
Experiment KATRIN (KARlsruhe TRitium Neutrino) má za cíl stanovit absolutní hmotnost elementární částice neutrino přímým měřením nezávislým na fyzikálním modelu. Jde o velmi komplexní měření s řadou unikátních technologií, které už poskytlo první významné výsledky. Příspěvek české strany spočívá v zajištění zdrojů  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  nezbytných nejen k energetické kalibraci systému, ale především k ocenění vlivu plazmatu v tritiovém zdroji na elektrony vznikající jeho rozpadem.

Přijatelná statistika konverzních elektronů z  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  v podmínkách prakticky identických se skutečným měřením koncové oblasti beta spektra tritia si vyžádala přípravu rekordně silného emanačního generátoru s 10 GBq  $^{83}\text{Rb}$ . S využitím terčovských technologií a nových

radiochemických laboratoří nad cyklotronem TR-24 se podařilo takový zdroj připravit a úspěšně využít v měřeních výše uvedených efektů v tritiovém zdroji KATRIN.



*Příprava emanačního generátoru  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  v zeolitu v nových radiochemických laboratořích ORF.*



*Zdroj  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  a transportní kontejner pro přepravu emanačního generátoru  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  v zeolitu připojené na tritiový zdroj KATRIN v TLK Karlsruhe: (a) Sekundární kontejnment (b) s generátorem  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  instalovaným uvnitř, (c) skříň napájecích zdrojů, (d) ovládání vyhřívací pícky zeolitu a (e) transportní kontejner.*

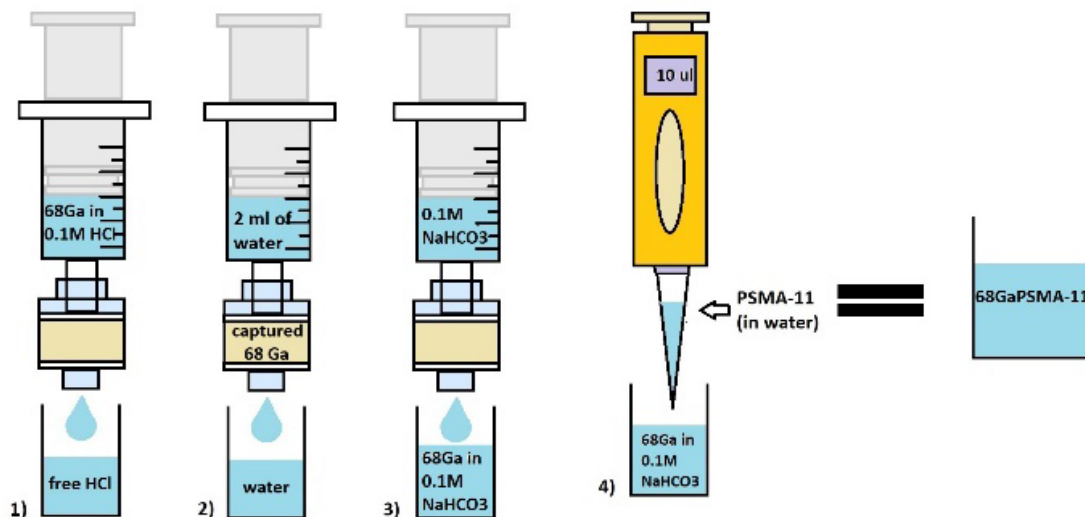
M. Aker, K. Altenmüller, ... O. Dragoun, A. Kovalík, O. Lebeda, M. Ryšavý, M. Šefčík, D. Vénos, M. Zbořil, ... et al, *The design, construction, and commissioning of the KATRIN experiment*, *Journal of Instrumentation* 16 (2021) T08015.

M. Aker, ... O. Dragoun, A. Kovalík, O. Lebeda, M. Ryšavý, M. Šefčík, D. Vénos, ... et al, *Precision measurement of the electron energy-loss function in tritium and deuterium gas for the KATRIN experiment*, *European Physical Journal C* 81 (9) (2021) 579.

M. Aker, ... O. Dragoun, A. Kovalík, O. Lebeda, M. Ryšavý, M. Šefčík, D. Vénos, ... et al, *Analysis methods for the first KATRIN neutrino-mass measurement*, *Physical Review D* 104 (1) (2021) 012005.

### Nová jednoduchá metoda značení PSMA-11 pozitronovým zářičem $^{68}\text{Ga}$ v roztoku hydrogenuhličitanu sodného

Navrhli jsme a úspěšně otestovali nový přístup ke značení PSMA-11 pozitronovým zářičem  $^{68}\text{Ga}$ , látky využívané k zobrazení karcinomu prostaty, jednoho z nejrozšířenějších onkologických onemocnění. Metoda spočívá v konverzi kyselého výplachu generátoru  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  do prostředí hydrogenuhličitanu sodného. Značení je rychlé, poskytuje vysoké výtěžky a umožňuje snadnou automatizaci. Jediná použitá chemikálie, tedy hydrogenuhličitan sodný, je zcela neproblematickou látkou z hlediska humánní aplikace přípravku.



*Schéma zpracování výplachu generátoru  $^{68}\text{Ga}$  (1 ml v 0,1M HCl) – výplach se nejprve nanese na kolonku Oasis MCX (1), kolonka se propláchne 2 ml vody (2), radionuklid  $^{68}\text{Ga}$  se z kolonky vypláchne 1 ml 0,1M  $\text{NaHCO}_3$  (3) a použije se ke značení PSMA-11 (4).*

K. Urbanová, D. Seifert, H. Vinšová, M. Vlk, O. Lebeda, *Simple new method for labelling of PSMA-11 with  $^{68}\text{Ga}$  in  $\text{NaHCO}_3$* , *Applied Radiation and Isotopes* 172 (2021) 109692.

## Oddělení dozimetrie záření



**Marie Davidková**

Již druhý rok byla naše práce negativně ovlivňována epidemiologickou situací ve světě. Velmi nám chybí skutečné setkávání s kolegy a kolegyněmi ze spolupracujících zahraničních laboratoří, a hlavně společné experimenty. Povedlo se nicméně realizovat dvě velké experimentální kampaně v Proton Therapy Center Czech začátkem září a prosince v rámci EU H2020 projektu INSPIRE.

Pokračovaly práce i na projektu OP VV CREAT. Významně jsme rozšířili síť GASTRON, sestávající ze spektrometrů gama záření umístěných převážně na vysokohorských observatořích v Evropě, s cílem měřit záření generované během bouřek. Několik takových událostí (tzv. TGE - thunderstorm ground enhancement) se nám podařilo úspěšně detekovat. Během léta také intenzivně probíhala měření s využitím speciálně vybavených aut. Zkušenosti a poznatky z našich měření jsme prezentovali na Workshop on Thunderstorm Radiation, organizovaném v rámci mobilityho projektu JSPS 20-09 1. prosince 2021 online společně s japonskými kolegy z RIKEN, Nagoya University, Osaka University a JAEA.

Každoroční tradiční konference Dny radiační ochrany 2021 se konala 8.–12. listopadu 2021. Hlavním organizátorem byl letos Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i. Kromě našeho oddělení se na přípravě podíleli kolegyně a kolegové z Ústavu vied o zemi Slovenskej Akadémie vied, Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze a Slovenské zdravotníckej univerzity. Přestože se konference konala pouze online, zúčastnilo se 159 účastnic a účastníků se 122 příspěvků. Příjemným překvapením pro nás bylo i přihlášení 55 článků do speciálního čísla časopisu Radiation Protection Dosimetry.

Velká část odborných pracovníků a pracovník oddělení se podílí na řešení dalšího velkého projektu OP VV RAMSES. Do nově dokončené budovy v areálu výzkumných ústavů v Řeži byl dodán urychlovač hmotnostní spektrometrie MILEA od švýcarské firmy IonPlus, který významně rozšíří možnosti stanovení různých radionuklidů ve vzorcích o hmotnostech několika miligramů. V případě  $^{14}\text{C}$  využívaného k radiouhlíkovému datování, kterým se skupina na ODZ zabývá, to znamená významné rozšíření portfolia vzorků jako jsou pylová zrna, semínka, degradované kosti s minimálním zbytkovým obsahem kolagenu, či například artefakty umělecké a historické hodnoty.

Z novinek skupiny radiační biofyziky a radiobiologie musím zmínit novou významnou instrumentální posilu týmu - fluorescenční mikroskop Zeiss. Mikroskop umožňuje snímat imunofluorescenčně značené vzorky buněčných kultur. Značně se nám tím rozšiřují možnosti sledování procesů v jednotlivých buňkách po ozáření. Člen skupiny Ing. Anna Jelínek Michaelidesová, Ph.D., využila své zkušenosti při přípravě částí publikace Radiobiology textbook, na které se pod vedením Belgian Nuclear Research Center podílí více než 100 autorů z celkem 25 zemí.

A na závěr několik zajímavých výsledků.



## Rozvoj metod pro dozimetrii kosmického záření na palubách letadel a kosmických lodí

AIRDOS je nový open-source dozimetr s křemíkovou PIN diodou vyvinutý v ÚJF a určený pro dozimetrická měření na palubě letadel. Jeho použitelnost byla ověřena porovnáním s referenčními dozimetry a výpočtovým modelem CARI-7. Zorganizovali jsme dva výzkumné lety REFLECT2 a REFLECT3 s letadlem Embraer Legacy zaměřené na testování nových dozimetrů a validaci kódů pro výpočet radiační zátěže posádek letadel. Zavedli jsme novou kalibrační metodu pro charakterizaci deponované energie těžkými ionty pomocí pixelových detektorů. Pro použitý detektor, čip Timepix ASIC vybavený 300  $\mu\text{m}$  tlustým křemíkovým senzorem, je spektrální rozsah nově rozšířen z 850 keV na pixel až na cca 1750 keV na pixel pomocí jednoduché techniky z alfa částic ze standardního laboratorního zdroje ve vzduchu.



*Ph.D. student Marek Sommer s měřícím vybavením na palubě business jetu Embraer Legacy 650 společnosti ABS Jets při výzkumném letu REFLECT2.*

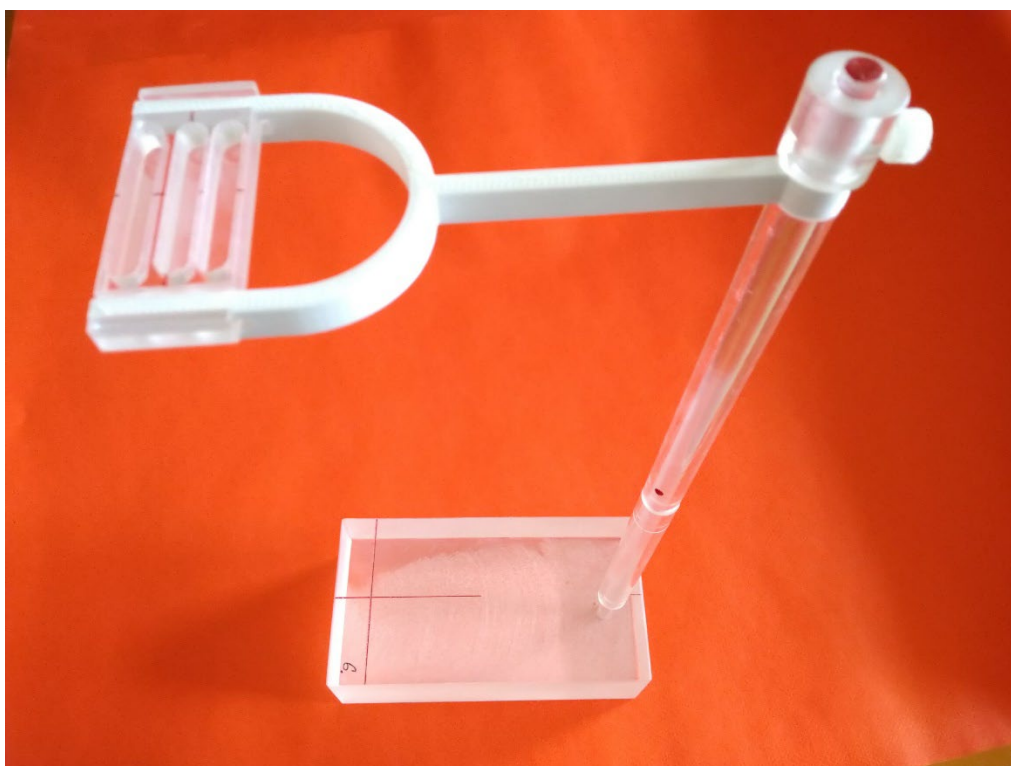
*M. Kákona, J. Šlegl, D. Kyselová, M. Sommer, J. Kákona, M. Lužová, V. Štěpán, O. Ploc, S. Kodaira, J. Chroust, D. John, I. Ambrožová, P. Krist, AIRDOS – open-source PIN diode airborne dosimeter, Journal of Instrumentation 16 (2021) T03006.*

*M. Sommer, C. Granja, S. Kodaira, O. Ploc, High-energy per-pixel calibration of timepix pixel detector with laboratory alpha source. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (2021) 165957.*

## Mezinárodní dozimetrický audit klinických protonových svazků

Celkem deset center protonové terapie ze zemí EU spolupracujících v rámci projektu H2020 INSPIRE (INfraStructure in Proton International REsearch, <https://protoninspire.eu/>) se zúčastnilo korespondenčního dozimetrického auditu aktivních skenovacích svazků protonů využívaných pro protonovou radioterapii nádorů organizovaného pracovní skupinou EURADOS WG9 „Dozimetrie ionizujícího záření v radioterapii“.

Prototypová sestava pro umístění detektorů ve vodním fantomu byla vyvinuta a testována při současném ozařování na IFJ PAN v Krakově a PTC v Praze v červnu 2020. Alaninové, radiofotoluminiscenční a termoluminiscenční detektory z osmi evropských dozimetrických laboratoří byly ozářeny ve vodním fantomu monoenergetickými protony v hloubce 2 cm a ve středu rozšířeného Braggova píku (SOBP) v hloubce 15 cm. Byla nalezena velmi dobrá shoda mezi oběma centry pro všechny typy detektorů. Na základě výsledků první experimentální kampaně byla upravena sestava pro upevnění detektorů. Pro každé centrum protonové terapie byla vyrobena jedna sestava včetně odpovídajícího počtu vodotěsných držáků detektorů. Vlastní ozařování proběhlo ve všech centrech během března a dubna 2021. Ozářené detektory byly poté rozeslány zpět do dozimetrických laboratoří pro jejich vyhodnocení. Získané výsledky naznačují dozimetrickou shodu mezi centry a mohou být základem pro definování standardních postupů pro dozimetrické audity aktivních skenovacích protonových svazků.



*Držák termoluminiscenčních detektorů pro ozařování ve vodním fantomu.*

## Oddělení urychlovačů



Jan Štursa

V oddělení urychlovačů jsou provozovány cyklotron TR-24, izochronní cyklotron U-120M a mikrotron MT 25. I přes pandemická restriktivní opatření se nám v minulém roce podařilo bez omezení zajistit jejich spolehlivý provoz a uspokojit požadavky všech experimentátorů a zákazníků. Cyklotronové svazky byly opět poskytovány na základě open access přístupu k velké výzkumné infrastruktuře CANAM (Center of Accelerators and Nuclear Analytical Methods) ÚJF. Přestože nebylo možné poskytovat bezplatný ozařovací čas pro všechny kladně hodnocené projekty, došlo ke zvýšení zájmu o ozařování.

**Cyklotron U-120M** – počet provozních hodin – 1 112,25

Zaměření experimentů a úloh řešených na cyklotronu U-120M bylo podobné jako v předchozích letech (astrofyzikální experimenty, produkce homologů super těžkých prvků (SHE), ozařování biologických vzorků, ozařování vzorků pro DPA studie, kalibrace dozimetrů, produkce fluorescenčních nanodiamantů a produkce nekonvenčních i konvenčních radionuklidů pro přípravu radiofarmak). Zaznamenali jsme zvýšený zájem o testování dráhových částicových detektorů pro radiační výzkum atmosféry i vesmíru a testování radiační odolnosti materiálů i elektronických komponent, a to jak urychlenými ionty, tak rychlými neutrony. Ve spolupráci s oddělením jaderných reakcí jsme zajišťovali provoz intenzivních zdrojů rychlých neutronů.

Z našeho vlastního vývoje lze zmínit návrh a zprovoznění nové terčové komory pro produkci homologů SHE včetně nového systému měření malých proudů s možností záznamu. Rovněž byla vylepšena možnost signálového a datového propojení měřících míst s velínem urychlovače.

Velké úsilí bylo věnováno systému pro shlukování vnitřního svazku cyklotronu (tzv. buncheru), který bude využit pro spektrometrická měření rychlých neutronů metodou nTOF. Vysoké elektromagnetické rušení vlastního pulsního VN spínače [12 kV/16 ns/300 kW] vedlo k poruchové funkci synchronizační jednotky. Z tohoto důvodu byl proveden a realizován nový návrh samotné synchronizační jednotky a VN spínačů. Byl rovněž navržen nový chladičový systém spínačů s ohledem na eliminaci elektromagnetického rušení (mechanické oddělení, stínící uzemněné „klece“, atd.) Koncem roku bylo úspěšně provedeno první zkušební měření rychlých neutronů po konverzi  $p \rightarrow {}^0n$  na uhlíkovém terči.

V roce 2021 rovněž probíhaly přípravné práce na generální opravě zkratovaných korekčních cívek cyklotronu a poškozené centrální oblasti. Při této opravě bude demontována celá struktura magnetického pole a bude možné provést návrh, výrobu a instalaci nových vnějších harmonických cívek, které zvýší účinnost extrakce urychlených částic z kladných režimů. Před náročnou demontáží bude nutné přesně zmapovat magnetické pole urychlovače. K tomu účelu byl zrenovován a otestován systém magnetického měření, včetně nového ovládání, a byly také zakoupeny Hallovovy sondy a provedena jejich kalibrace. Rovněž byl vytvořen SW pro záznam a analýzu magnetických měření. Během roku probíhalo plánování oprav, výběr a testování vhodných materiálů, návrh a výroba mechanických přípravků pro zaměření a demontáž urychlovací komory.

### **Cyklotron TR-24** – počet provozních hodin – 1 038,75.

Zvýšený zájem o ozařování se projevilo i na cyklotronu TR-24. Pracovali jsme především na optimalizaci nastavení ideálních parametrů výkonového neutronového generátoru HPNG (High Power Neutron Generator). Generátor byl doplněn dálkově ovládaným přesným posuvem, který umožňuje nastavení polohy v horizontální rovině a ruční nastavení ve vertikální rovině. Tento systém umožní přesné, opakovatelné a rychlé nastavení polohy svazku dopadajícího na terčový Be disk.

Opět jsme zajišťovali ozařování přírodního Kr pro výrobu kalibračního zářiče  $^{83}\text{Rb}$  pro projekt KATRIN, včetně 108 hodin trvajícího ozařování pro výrobu kalibračního zářiče s aktivitou přesahující 10 GBq.

Přestože protipandemická opatření znemožnila příjezd servisních techniků výrobce urychlovače, podařilo se nám vlastními silami odstranit několik závažných závad na vysokofrekvenčním systému urychlovače a zajistit jeho provoz bez závažnějších výpadků a omezení.

Nadále jsme poskytovali ozařovací služby pro komerční výrobu radionuklidů v dceřiné společnosti RadioMedic s.r.o.

### **Mikrotron MT 25** – počet provozních hodin – 396.

MT25 je využíván jako zdroj relativistických elektronů (primární elektronový svazek), sekundárních fotonových svazků (brzděné záření) a neutronů z jaderných reakcí. Elektronové a fotonové svazky byly využívány pro radiační testy materiálů vyvíjených pro kosmický průmysl. Tyto experimenty byly prováděny ve spolupráci s firmou Toseda, VZLU a Centrem výzkumu Řež. V rámci projektu RAMAT pokračovalo testování radiační odolnosti materiálů na bázi organických polymerů pro zdravotnické a kosmické aplikace.

Stejně jako v minulých letech se ve spolupráci s firmou Crytur ozařovaly a testovaly krystaly  $\text{PbWO}_4$ . Pro Ústav technické a experimentální fyziky byly provedeny radiační testy jejich detektorů a elektronických součástek. Ve spolupráci s firmou Advacam pokračovalo testování detektorů TimePix a Medipix. Svazky brzděného záření byly využívány pro fotonovou aktivační analýzu, zejména pro ozařování geologických vzorků. Za účelem radiační polymerizace byly ozařovány různé biologické materiály, zejména kolageny.

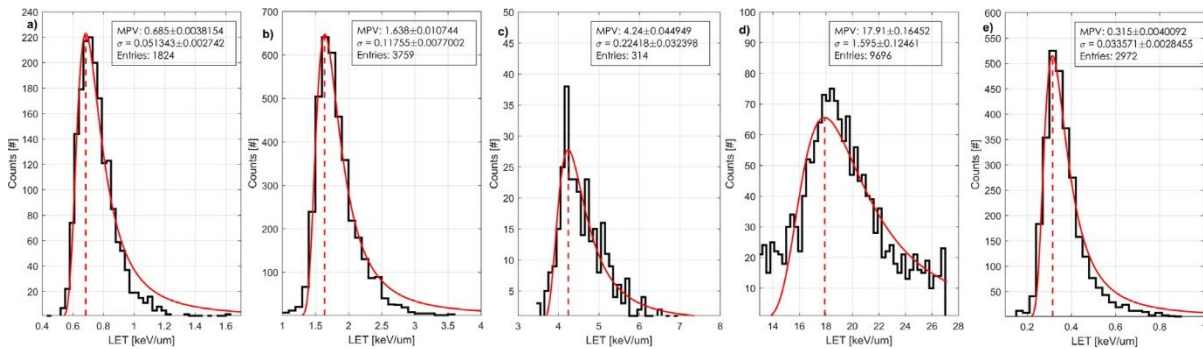
V neutronových polích byla testována radiační odolnost různých elektronických součástek. Mikrotron byl také využíván pro výuku studentů FJFI a pro experimenty v rámci diplomových prací.

---

## **Širokorozsahové sledování a LET-spektrum energetických lehkých a těžkých nabitých částic**

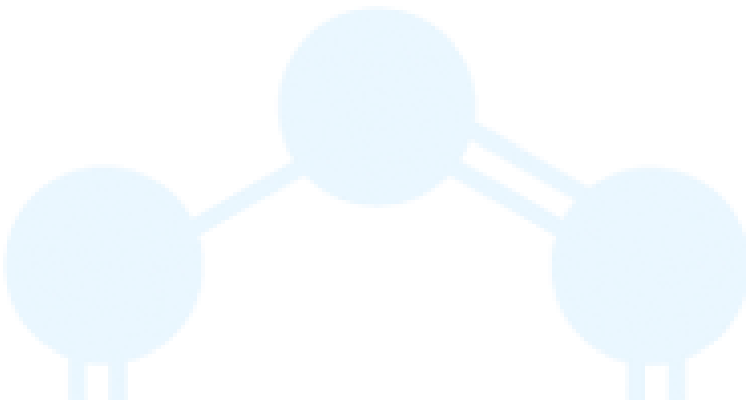
Na cyklotronu U-120M a mikrotronu MT 25 byla testována vysoce selektivní technika pro měření ztrát energie a lineárního přenosu energie (LET) energetických nabitých částic s vysokým rozlišením. Přesná a rozsáhlá spektrální a sledovací měření byla provedena pomocí jediného polovodičového pixelového detektoru. Bylo ověřeno, že citlivost kvantového počítání, vysoká zrnitost a spektrometrická odezva na pixel čipu ASIC Timepix umožňují detailní spektrálně-sledovací registraci jednotlivých nabitých částic přes polovodičový senzor detektoru. Pro každou částici se přesně měří jak deponovaná energie podél trajektorie částice (ztráta energie),

tak délka dráhy částice přes polovodičový senzor. To umožňuje stanovit LET částic v křemíku s vysokou přesností a v širokém rozsahu energií, typů a směrů částic. Tato technika se používá pro energetické ( $E > 10$  MeV/u) nabitě částice, které vytvářejí stopy větší než velikost pixelu a dopadají v jiném směru než kolmém ( $> 20$  stupňů) k rovině senzoru. Lze ji rovněž využít pro elektrony s energií nad několik MeV a na vysoce energetické a minimálně ionizující částice (MIP).



*Příklad LET spekter pro protony: a) energie 200 MeV, úhel vstupu 30° (Proteus C-235, Krakow), b) 100 MeV, 58° (Proteus C-235, Krakow), c) 22 MeV, 48° (U-120M, ÚJF), d) pro ionty  $^3\text{He}^{2+}$  38 MeV, 62° (U-120M, ÚJF), e) pro elektrony 20 MeV, 48° (MT25, ÚJF). Experimentální hodnoty (černé křivky) jsou fitovány Landauovým rozdělením (červené křivky). Jsou vyznačena maxima fitovaného rozdělení a sigma odchylka.*

*C. Granja, C. Oancea, J. Jakubek, L. Marek, E. Benton, S. Kodaira, J. Miller, A. Rucinski, J. Gajewski, P. Stasica, V. Zach, J. Štursa, D. Chvátil, P. Krist, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research A 988 (2021) 164901.*



## Oddělení neutronové fyziky

Pavel Strunz



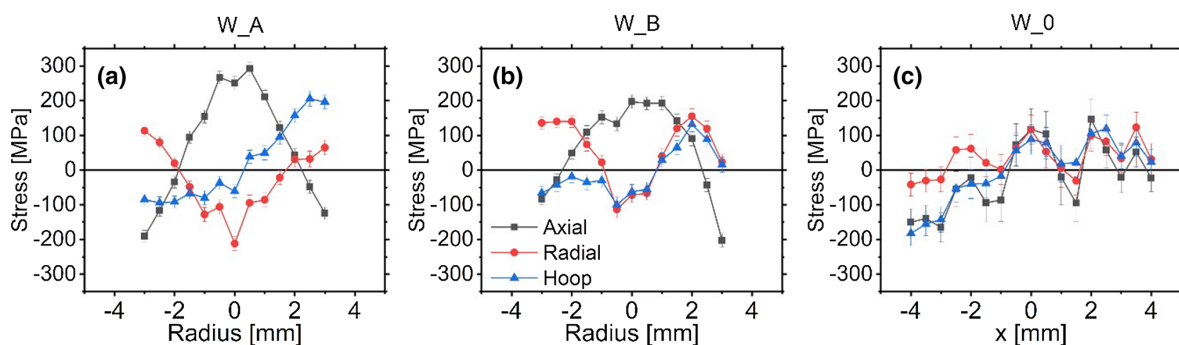
Vzdor nelehké situaci ovlivněné pandemickými opatřeními pokračovaly Laboratoř neutronové fyziky (NPL) a Laboratoř urychlovače Tandetron (LT) působící v rámci ONF i v roce 2021 v soustavném poskytování experimentální základny pro materiálový výzkum a analytické studie v rámci infrastruktury CANAM podporované z prostředků ústavu.

Oddělení bylo aktivní i v pořádání mezinárodních konferencí. Laboratoř Tandetronu byla hlavním organizátorem první z nové série mezinárodních konferencí Applied Nuclear Physics, kterou zaštiťuje divize jaderné fyziky European Physics Conference. Přednášky přednesli mj. přední odborníci prof. Durante a prof. Haberer, držitelé cen Europhysics IBA. Skupina neutronové difrakce se navíc organizačně podílela na mezinárodní konferenci MECASENS 2021, věnované převážně studiu napětí v materiálech. Obě konference proběhly na podzim v Praze v hybridní formě.

V LT se v roce 2021 uskutečnilo několik unikátních experimentů. Proběhlo testování radiální odolnosti nových materiálů pro výplně orbitálních satelitů ve spolupráci s českými firmami a ESA. Rozsáhlá série měření a komplexní zpracování spektroskopických dat z metody iontové mikrosondy byly využity pro prvkové mapování složení bezobratlých z ledovcových předpolí a pro sledování distribuce živin v lokalitách významně ohrožených změnami klimatu.

Z výsledků vlastního materiálového výzkum na ONF v roce 2021 je možno vyzdvihnout zkoumání chemirezistorů založených na tenkých vrstvách heteropřechodů  $\text{CuO-TiO}_2$  dopovaných lithiem. Tyto chemirezistory ukázaly, že dopování Li významně zvýšilo citlivost senzorů na oxidační plyny jako  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  a  $\text{Cl}_2$ , nikoliv však na redukční plyny (například  $\text{H}_2$ ).

Významného výsledku bylo dosaženo i ve výzkumu vlivu uspořádání na dlouhou vzdálenost na deformační procesy během cyklické deformace Mg-Y-Zn slitin. Vedle detailní analýzy vývoje deformace mřížky v závislosti na aplikovaném napětí byl též určen vývoj hustoty dislokací.



Obr. 1. Napěťové profily pro W-fázi v axiálním, radiálním a hoop směru pro (a) vzorek kovaný za studena, (b) kovaný za zvýšené teploty, a (c) nekovaný vzorek (pouze sintrovaný).

Mezi další významné výsledky získané v roce 2021 na oddělení patří nanostrukturování iontovými energetickými svazky v ZnO a kubické zirkonii, iontovým svazkem indukovaná krystalizace radiačně odolných nanostruktur MAX fází, neutronová difrakční studie reziduálních napětí v W-Ni-Co pseudoslitině zpracované kruhovým kovááním (obr. 1) a studie souhry plazmonických a molekulárních excitací v nanokompozitu stříbro-fuleren. Anotace těchto výsledků je připojena v následující sekci zprávy za ONF.

V laboratoři Tandetronu byla úspěšně použita nová instrumentace 3D prvkového mapování s využitím mikrosondy s otočným vzorkovníkem a polem detektorů na biologické vzorky a nové porézní hybridní materiály (obr. 2). Pokračovala instalace repasovaného implantoru pro svazky iontů s energiemi 20-400 keV (obr. 3) pro syntézu nových materiálů. Bylo zprovozněno vakuové a elektronické řízení iontových tras a iontového zdroje a byla navázána spolupráce s Ion Beam Laboratory, Tecnico Lisboa, Portugalsko, která provozuje úspěšně stejný typ implantoru.

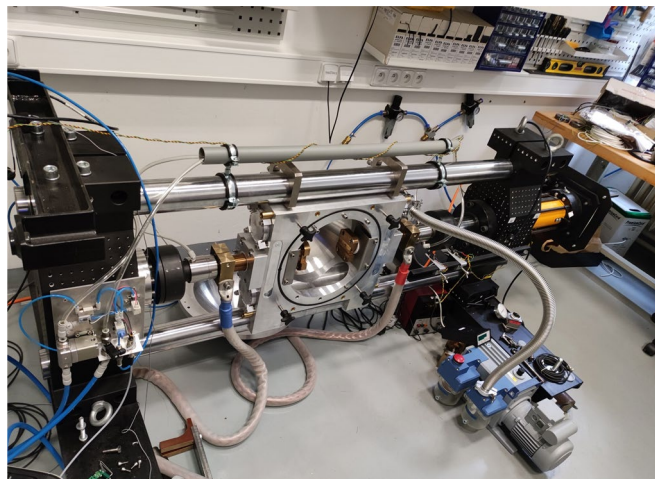
Skupina neutronové difrakce ONF zajišťuje část příspěvku ČR k mezinárodní výzkumné infrastruktuře European Spallation Source (ESS ERIC) v Lundu formou výstavby difraktometru pro materiálový výzkum BEER. V roce 2021 se uskutečnila dodávka prvních 60 m neutronovodu na bázi NiTi multivrstev. Probíhaly též práce na deformačním zařízení pro in-situ měření, které bude dodáno do Lundu (obr. 4).



*Obr. 2. Nová vakuová komora mikrosvazku s otočným vzorkovníkem pro 3D prvkovou tomografii.*



*Obr. 3. Hlavní terminál implantoru.*



*Obr. 4. Deformační zařízení pro difraktometr BEER v ESS v Lundu.*

V roce 2021 byla dokončena první větev systému LEIF (Low Energy Ion Facility, obr. 5), která umožňuje generovat nízkoenergetické ionty (například Ar, Kr) s energií od cca 100 eV do 35 keV (k dispozici je i možnost navýšit energii iontů až do úrovně cca 100 keV). S využitím tohoto systému byly provedeny úspěšné syntézy jednovrstevných vrstev (například 100 nm tenkých

vrstev Ni, které byly po oxidaci testovány jako senzory plynů) a rovněž i komplexních tenkých materiálů (např. CuTiLi rovněž pro senzory plynů, nebo binárních MXene a ternárních MAX fází v rámci studia nových materiálů).



*Obr. 5. Systém LEIF (Low Energy Ion Facility) pro přípravu tenkých vrstev metodou iontového naprašování, implantace nízkoenergetických iontů a ozařování materiálů.*

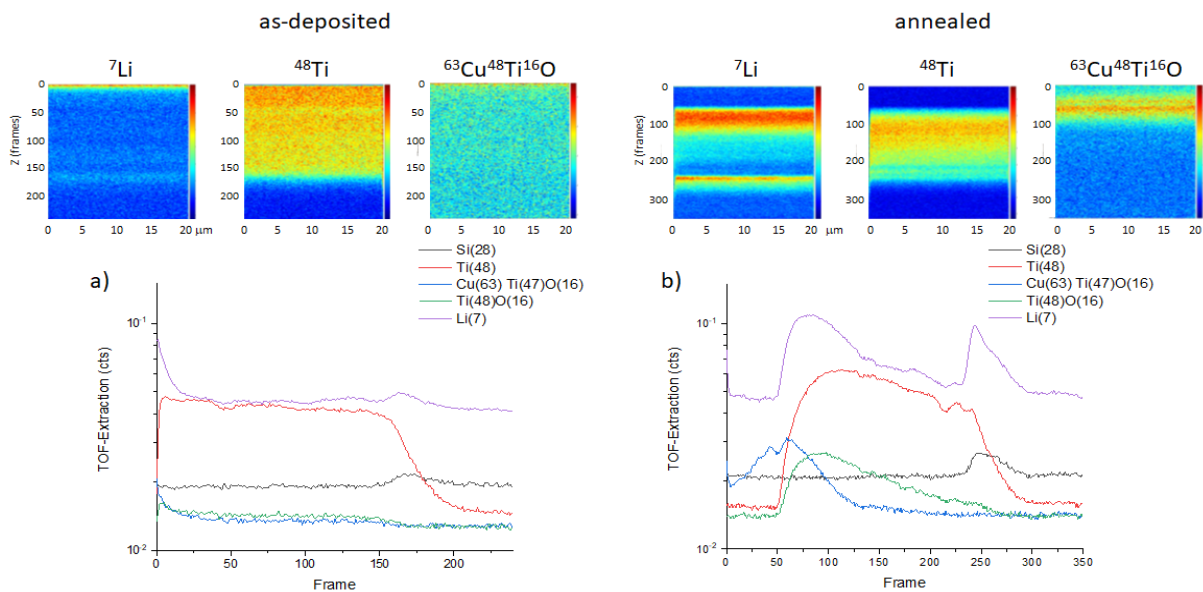
Personálně bylo ONF v roce 2021 posíleno vědeckým pracovníkem dr. Gergely Némethem, který v srpnu obhájil svou doktorskou práci a byl přijat na plný úvazek. Z vědeckých skupin Neutronová difrakce a Jaderné analytické metody naopak odešli dr. David Canelo-Yubero a dr. Sandrine Fernandes. Ze skupiny Materiálový výzkum s neutronovými a iontovými svazky odešel technik Petr Krupička.

Součástí práce vědeckých pracovníků v obou laboratořích ONF je i výchova studentů. I v roce 2021 prováděli na ONF experimenty materiálového výzkumu pro své doktorské a diplomové práce studenti z významných českých univerzit (UJEP, MFF UK, VŠB). Významným počinem je udělení akreditace MŠMT pro doktorský program „Aplikované iontové technologie“, který zajišťují školicí pracoviště UJEP, ÚJF AV ČR a CVŘ. První studentka v tomto programu již nastoupila do studia v LT.



## Chemirezistory založené na tenkých vrstvách CuO-TiO<sub>2</sub> dopovaných lithiem

Chemirezistory založené na tenkých vrstvách heteropřechodů CuO-TiO<sub>2</sub> dopovaných Li ukázaly, že dopování Li významně zvýšilo citlivost senzorů na oxidační plyny, jako jsou NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> a Cl<sub>2</sub>, ale ne na redukční plyny, jako je H<sub>2</sub>. Ukázalo se, že odezva snímání chemirezistorů CuO-TiO<sub>2</sub>-Li se zlepšovala se zvyšujícím se obsahem Li. Pro nejlepší senzory s asi 15% atomů Li byly detekční limity následující: NO<sub>2</sub> → 0,5 ppm, O<sub>3</sub> → 10 ppb a Cl<sub>2</sub> → 0,1 ppm. Senzory s příměsí Li vykazovaly vynikající snímací výkon při nižší provozní teplotě (200 °C); doba odezvy byla jen několik minut, doba jejich zotavení však byla až několik hodin a zotavení bylo neúplné.



Analýza chemosenzoru metodou SIMS a stanovené odprašovací profily <sup>7</sup>Li+, <sup>48</sup>Ti+, a <sup>63</sup>Cu<sup>48</sup>Ti<sup>16</sup>O- iontů před (a) a po (b) žhání.

A. Torrisi, J. Vacík, G. Ceccio, A. Cannavò, V. Lavrentiev, P. Horák, R. Yatskiv, J. Vanis, J. Grym, L. Fišer, M. Hruška, P. Fitl, J. Otta, M. Vrnata, *Chemosensors* 9 (2021) 246.

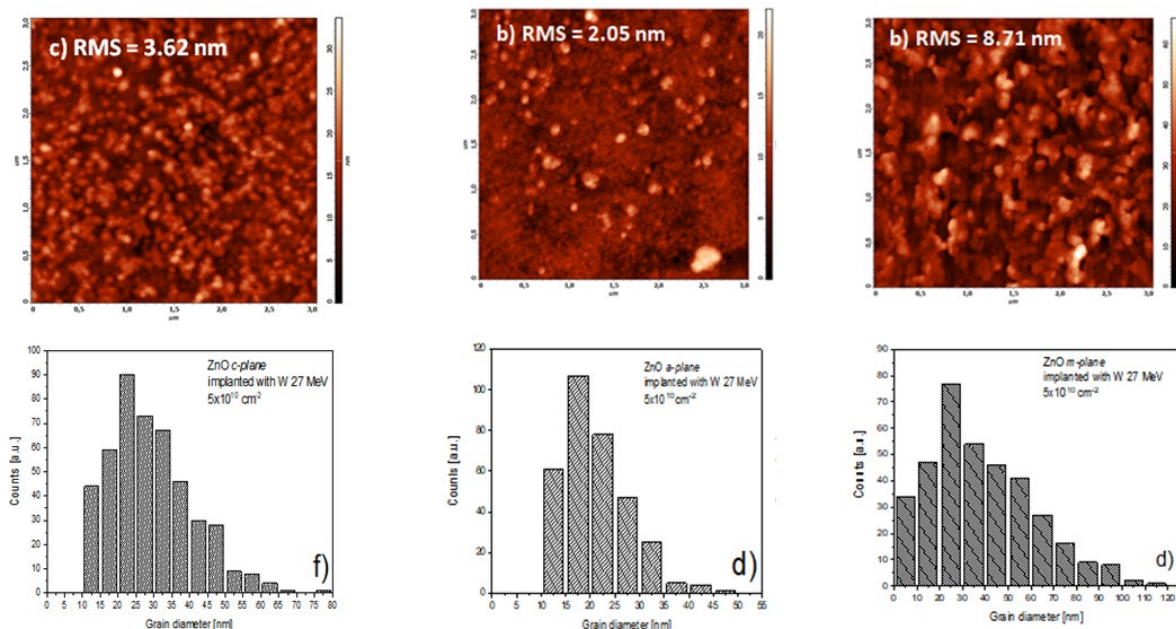
## Vliv frakčního objemu fáze s dlouhou periodou vrstevného uspořádání na deformační procesy při cyklické deformaci slitin Mg-Y-Zn

Deformační mechanismy v extrudovaných slitinách Mg-Y-Zn s různými objemovými podíly struktury LPSO (long-period stacking order) byly zkoumány při cyklickém zatěžování, tj. stlačení následovaném odlehčením a opačným tahovým zatížením. Techniky elektronové zpětně odražené difrakce (EBSD) a in situ neutronové difrakce se používají ke stanovení závislosti deformační cesty u deformačních mechanismů. Mechanismus "twinning-detwinning" pozorovaný ve fázi α-Mg má klíčový význam pro následné chování slitin s komplexní mikrostrukturou, skládající se z fází α-Mg a LPSO. Kromě podrobné analýzy vývoje deformace mřížky v závislosti na aplikovaném napětí byl stanoven i vývoj hustoty dislokací v jednotlivých slitinách.

D. Drozdenko, G. Farkas, P. Šimko, K. Fekete, J. Čapek, G. Garcés, D. Ma, K. An, K. Máthis, *Influence of Volume Fraction of Long-Period Stacking Ordered Structure Phase on the Deformation Processes during Cyclic Deformation of Mg-Y-Zn Alloys*, *Crystals* 11 (2021) 11.

## Nanostrukturování iontovými energetickými svazky v ZnO a kubické zirkonii v různých facetách

Nanostrukturované povrchy ZnO, kdy zachováme strukturu a tím i optické vlastnosti objemového krystalu a současně vytvoříme vysoký efektivní povrch s komplexní morfologií, jsou vysoce perspektivní pro fotokatalytické aplikace a manipulaci s povrchovou optickou průhledností. Povrchy ZnO monokrystalického vzorku byly v různých krystalografických orientacích modifikovány vysokoenergetickými W, Au ionty s energií 27-30 MeV, abychom sledovali rozdílné typy morfologie související s krystalickou orientací a současně vedoucí k rozdílným optickým vlastnostem. Používáme režim iontové implantace s nízkými fluencemi umožňující implantovat izolovaně částice, jejichž impakty se nepřekrývají až s přechodem do vyšších fluencí částic, kde se již překrývají, což má vliv na povrchovou morfologii. Prvně zmíněný režim je perspektivní, neboť minimalizuje poškození krystalu a zhoršení optických vlastností při současném nanostrukturování povrchu. c-rovina a a-rovina ZnO vytvořila na povrchu malé oddělené nano-struktury pro nižší ozařovací iontové fluence, které měly tendenci se hromadit a růst se zvyšující se iontovou fluencí. Nanostrukturované povrchy a-roviny ZnO vykazují nejužší distribuci velikosti nanostruktur ze všech studovaných ZnO orientací povrchů, což je velmi perspektivní pro specifické aplikace s potřebou homogenního nanostrukturovaného povrchu. Naopak c a m-roviny vykazují velký efektivní povrch s komplexní morfologií větších nanostruktur. Studovali jsme také kubický oxid zirkoničitý stabilizovaný yttriem (YSZ) se zabudovanými Ag nanočásticemi připravenými iontovou implantací. Precipitáty Ag v řádu nm byly identifikovány v hloubce 30–130 nm od povrchu pomocí metody TEM, což bylo v souladu s teoreticky predikovanými i experimentálně měřenými Ag-hloubkovými profily metodou RBS.



*Nanostrukturování povrchů ZnO těžkými energetickými ionty. Morfologie povrchu měřená pomocí AFM na ZnO ozařeném W-27 MeV až do  $5 \times 10^{10}$  iontů/ $\text{cm}^2$  s analýzou velikosti nanostruktur pro c-rovinu ZnO (vlevo), a-rovinu (uprostřed) a v m-rovinu (vpravo). Prokázali jsme laditelné nanostrukturování povrchu ZnO (různá morfologie a vzhled velikosti nanostruktur) v závislosti na krystalografické orientaci ZnO.*

*A. Jagerová, R. Mikšová, O. Romanenko, J. Mistrík, A. Macková, et al, Surface modification by high-energy heavy-ion irradiation in various crystalline ZnO facets. Physical Chemistry Chemical Physics 23(39) (2021) 22673–22684.*

*A. Jagerová, P. Malinský, R. Mikšová, J. Čížek, A. Macková, Modification of structure and surface morphology in various ZnO facets via low fluence gold swift heavy ion irradiation, Surface and Interface Analysis 53(2) (2021) 230–243.*

*R. Mikšová, A. Jagerová, P. Malinský, U. Kentsch, A. Macková, Multi-direction channelling study of the Ag:YSZ nanocomposites prepared by ion implantation, Vacuum 184 (2021) 109773.*

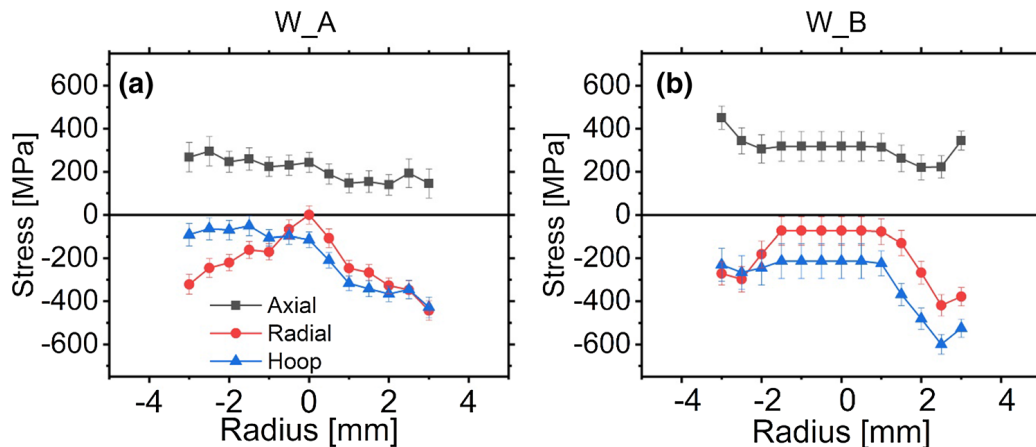
### **Iontovým svazkem indukovaná krystalizace radiačně odolných nanostruktur MAX fází**

Ozáření rychlými těžkými ionty s vysokou fluencí  $10^{15}$  cm<sup>-2</sup> má významný dopad na ternární nanostruktury. Ukázalo se, že bombardování Ar<sup>+</sup> ionty vede k výraznému přeskupení těchto materiálů – k narušení jejich původní struktury a samokrystalizaci nanostruktur MAX a MXene s různou (nano-to-mezo) velikostí a hustotou. Tento efekt je přisuzován srážkovému kaskádovému přenosu energie, ale je také považován za důsledek kolektivní excitace. Tento výsledek poukazuje na důležitost iontového ozařování pro technologii nových materiálů, které lze jinak obtížně syntetizovat jinými způsoby.

*J. Vacík, S. Bakardjieva, P. Horák, A. Cannavò, G. Ceccio, V. Lavrentiev, D. Fink, J. Plocek, J. Kupčík, L. Calcagno, R. Klie, Radiation Effects and Defects in Solids 176 (1-2) (2021) 119-137.*

### **Neutronová difrakční studie zbytkových napětí v těžké slitině W–Ni–Co zpracované rotačním kováním při pokojové a zvýšené teplotě**

Zbytková napětí byla studována v tyčích z těžké slitiny wolframu vyrobených práškovou metalurgií a deformovaných rotačním kováním při pokojové teplotě (RT) a při 900 °C. Neutronová difrakce byla použita ke skenování zbytkových napětí napříč tyčemi. Maximální axiální napětí ~300 MPa bylo pozorováno pro wolframovou fázi v RT-vzorku, ve vzorku deformovaném na vysoké teplotě pak bylo maximální napětí ~200 MPa. V blízkosti povrchu vzorku byla zjištěna zbytková axiální napětí v tlaku, což prokazuje vhodnost rotačního petchování jako metody povrchové modifikace pro těžké slitiny wolframu, například pro použití v kovových částech podléhajících únavě. Zbytková napětí vzniklá ve fázi NiCo<sub>2</sub>W jsou větší než napětí nalezená v částicích wolframu. Celková napětí pro každou fázi byla rozdělena na makro- a mikronapětí.



Napětové profily pro NiCo<sub>2</sub>W-fázi v axiálním, radiálním a hoop směru pro (a) vzorek kovaný za studena, (b) kovaný za zvýšené teploty.

*D. Canelo-Yubero, R. Kocich, Ch. Hervoches, P. Strunz, L. Kunčická, L. Krátká, Neutron Diffraction Study of Residual Stresses in a W-Ni-Co Heavy Alloy Processed by Rotary Swaging at Room and High Temperatures, Metals and Materials International 2021.*

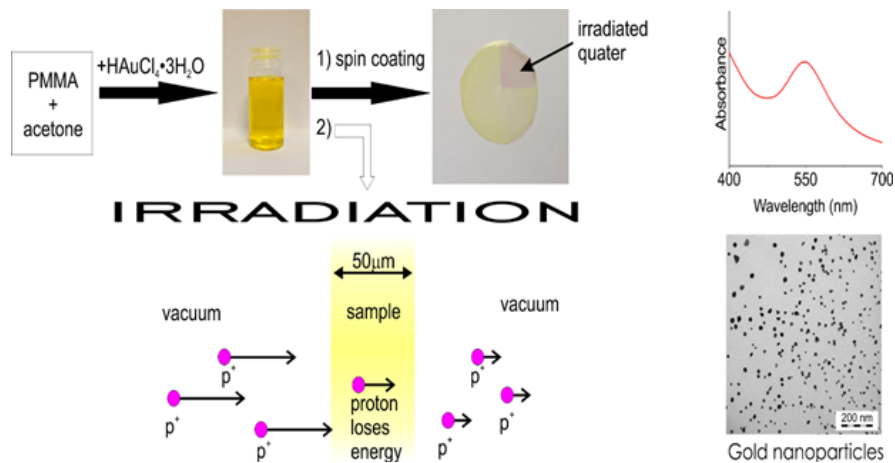
### Laditelná souhra plazmonických a molekulárních excitací v samostatně sestavených nanokompozitech stříbro-fuleren

Díky systematickému studiu optických absorpčních spekter filmu byly prokázány x-řízené plasmonické efekty generované světlem v samo sestavených nanokompozitních filmech Ag<sub>x</sub>C<sub>60</sub> se širokým rozsahem obsahu Ag (0 < x < 30). Výsledky odhalily vazbu mezi plasmonickými módy a nízkoenergetickými C<sub>60</sub> excitony, stejně jako plasmon pro přenos náboje vzniklý při x > 15. Studie demonstruje velký potenciál filmů Ag<sub>x</sub>C<sub>60</sub> v molekulárním snímání a fotokatalýze.

*V. Lavrentiev, D. Chvostová, J. Pokorný, I. Lavrentieva, J. Vacík, A. Dejneka, Tuneable interplay of plasmonic and molecular excitations in self-assembled silver - fullerene nanocomposites, Carbon 184 (2021) 34-42.*

### In-situ syntéza Au nanočástic v polymeru PMMA ozařováním protony s MeV energiemi

Polymerní filmy PMMA s rozpuštěným zlatem byly připraveny technikou spin-coating. Protonové ozařování bylo použito k redukci iontů zlata na neutrální atomy kovů s následnou tvorbou nanočástic. V kompozitech Au-PMMA obsahujících 10 a 16 hm. % zlata stačila fluence  $2 \times 10^{13}$  protonů/cm<sup>2</sup> k produkci dostatečného množství nanočástic, které se projevilo rezonanční absorpcí světla v oblasti vlnových délek 550 nm typické pro Au-nanočástice, zatímco vzorek se 4 hm. % bylo třeba ozářit vyšší fluencí protonů, aby se projevila koalescence Au atomů. Bylo zjištěno, že množství nanočástic syntetizovaných protonovým ozařováním je přímo úměrné koncentraci zlata v PMMA a použité fluenci protonů (počtu protonů na jednotku plochy). Pokud jde o velikost nanočástic, ta je přímo úměrná koncentraci zlata v PMMA ale nepřímo úměrná použité fluenci protonů.



*Schéma přípravy Au nanočástic v polymerech ozařováním protony v PMMA. Vlevo: Experimentální postup s protonovým ozařováním. Ozářená část vzorku změnila barvu, což ukazuje na koalescenci nanočástic Au. Vpravo: optická absorbance potvrzující přítomnost nanočástic Au ve fólii a TEM vizualizace nanočástic Au.*

*O. Romanenko, P. Slepíčka, O. Kvítek, M. Šlouf, P. Němeček, V. Havránek, A. Macková, V. Švorčík, In-situ generation of Au nanoparticles in poly(methyl methacrylate) films via MeV proton irradiation, Materials Chemistry and Physics 275 (2022) 125205.*

### Kinetika precipitace TaC během chlazení slitin na bázi Co-Re

Slitiny kobalt-rhenium (Co-Re) jsou vyvinuty pro vysokoteplotní aplikace při teplotě kolem 1200 °C a jsou zpevněny disperzí precipitátů karbidu tantalu (TaC) o velikosti nanočástic. Zde je prezentováno precipitační chování během chlazení z rozpouštěcí teploty v závislosti na rychlosti chlazení a na přídatku chromu. Fázové složení (matricové fáze a TaC) je analyzováno z neutronových difrakčních obrazců měřených in situ během teplotních cyklů. Precipitace nanočástic TaC byla měřena in situ a ex-situ malouhlovým neutronovým a rentgenovým rozptylem. Měření in situ se používají ke zjištění na teplotě závislé objemové frakce precipitátů. Konečné rozdělení velikosti po ochlazení je zjišťováno z měření ex situ. Kampmann-Wagnerův numerický (KWN) model byl přizpůsoben procesům izochronálního chlazení. In situ měření poskytla jedinečnou možnost kalibrovat parametry modelu, zatímco měření ex situ byla použita k posouzení předpovědí modelu.

*L. Karge, R. Gilles, D. Mukherji, D. Honecker, P. Beran, P. Strunz, M. Hofmann, N. Schell, J. Rösler, S. Busch, TaC precipitation kinetics during cooling of Co-Re base alloys, Advanced Engineering Materials 23 (2021) 2100129.*

## Spolupráce s dalšími ústavu AV ČR

Stejně jako v minulých letech pokračoval ÚJF ve spolupráci s řadou dalších ústavů Akademie věd ČR. Velice často se jedná o dlouhodobé a velmi plodné spolupráce. V roce 2021 byly mimo jiné publikovány společné práce s

- Fyzikálním ústavem AV ČR v rámci účasti na experimentu ALICE v laboratoři CERN,
- Ústavem fotoniky a elektroniky AV ČR, se kterým jsme spolupracovali na hledání materiálů na bázi zinkových silikátů dopovaných vzácnými zeminami (Ho, Er, Tm), které mají zvýšenou fotoluminiscenci v blízké infračervené oblasti spektra,
- Ústavem fyzikální chemie J. Heyerovského AV ČR o experimentálním studiu radiačního poškození DNA,
- Archeologickým ústavem AV ČR o dataci a historické interpretaci nálezů z jižní a jihovýchodní Asie, konkrétně pozůstatků kamenných staveb Trilicity, nacházejících se v Ománu,
- Fyzikálním ústavem AV ČR, studie byly zaměřené na studium a modifikace povrchových struktur pomocí iontových svazků,
- Ústavem experimentální medicíny AV ČR a Fyzikálním ústavem AV ČR o studiu radiačních efektů záření gama na diamantové biosenzory.

## Vědecká spolupráce s vysokými školami

Ústav spolupracuje s řadou českých vysokých škol, jak v základním, tak i aplikovaném a interdisciplinárním výzkumu. Spolupráce probíhala v roce 2021 mimo jiné v rámci těchto společných aktivit, z nichž většina je tradičních a dlouhodobých:

- Studium jaderné hmoty pomocí relativistických a ultrarelativistických jaderných srážek v rámci mezinárodních projektů ALICE, STAR, HADES a CBM (spolu s FJFI ČVUT a MFF UK),
- Studium nanokompozitních materiálů připravovaných implantací iontů (spolu s PŘF ÚJEP, MFF UK, VŠCHT a CEITEC MUNI),
- Příprava metodiky pro odběr a přípravu vzorků pro určování obsahu důležitých radionuklidů pomocí nového hmotového spektrometru MILEA (spolu s FJFI ČVUT),
- Řada prací v oblasti matematické fyziky a aplikované matematiky (spolu s FJFI ČVUT a UHK),
- Studium původu uměleckých artefaktů ze slonoviny (spolu PŘF UK),
- Vývoj symetriemi řízených metod pro modelování středně těžkých jader z prvních principů (MFF UK a FIT ČVUT),

- Příprava, modifikace a charakterizace materiálů energetickým zářením (spolu s FJFI ČVUT, ÚTEF ČVUT, ÚJEP a VŠCHT),
- Studium radiační odolnosti materiálů a elektronických součástek pomocí nabitých svazků z urychlovačů a neutronových zdrojů (spolu s ÚTEF ČVUT a FJFI ČVUT),
- Zkoumání pohřebních rituů eneolitických kultur s využitím radiouhlíkového datování (spolu s FF MUNI),
- Řadu studií vlastností různých materiálů s využitím neutronů (spolu s MFF UK),
- Studium genové exprese v ozařovaných organismech (spolu s LF UK v Hradci Králové).

---

## Spolupráce s dalšími tuzemskými institucemi

---

V roce 2021 jsme pokračovali v tradičních tématech spolupráce, například v ověřování dozimetrických systémů radioterapeutických oddělení nemocnic a ozařování přesně stanovenou dávkou, sledování radionuklidů v okolí jaderných elektráren a stanovování stáří vzorků pomocí radiouhlíkové metody. Pokračovalo také monitorování úrovně ozáření posádek letadel pro letecké společnosti v ČR a SR. Pracovníci ÚJF opět přednášeli v Kurzu radiační ochrany při nakládání se zdroji ionizujícího záření ve zdravotnictví a AKK Radiologická fyzika a radiologická technika. Pro firmu Hill's Pet Nutrition Manufacturing, s.r.o., jsme metodami epitermální neutronové aktivační analýzy a radiochemické neutronové aktivační analýzy kontrolovali obsahy jódu v surovinách a výsledných produktech speciálního krmiva pro kočky.

Pro firmu TOSEDA s. r. o. jsme testovali radiační odolnost výplňových materiálů na bázi kompozitů polymerních materiálů a jíhlů, které se využívají jako výplně ochranných obalů v satelitech na oběžné dráze. Ozařování se provádí na svazcích protonů našeho Tandetronu v širokém rozsahu energií až do 5 MeV.

Pro firmu Siemens jsme prováděli testy radiační odolnosti elektronických součástek, konkrétně pamětí SRAM v polích rychlých neutronů. S využitím neutronových zdrojů v našem ústavu jsme simulovali neutronové pole vznikající ve sprškách kosmického záření a testovali odolnost součástek vůči obdržené radiační dávce, zejména zda odpovídá hodnotám deklarovaným v manuálech.

Pro firmu ADVACAM se prováděly testy a kalibrace detektorů kosmického záření určených pro využití na vesmírných družicích pracujících na nízkých i vysokých oběžných dráhách kolem Země.

Pro firmu HYDRA a. s. jsme s pomocí jaderných metod na našem Tandetronu prováděli prvkové analýzy kondenzátorových fólií.

Cyklotrony U-120M i nový TR24 byly také v roce 2021 intenzivně využívány pro produkci i výzkum radionuklidů určených k výrobě radiofarmak.

Ve spolupráci s řadou českých institucí naši pracovníci připravili funkční vzorek zařízení pro extrakci uhlíku z karbonátového pojiva historických malt pro využití v radiouhlíkovém datování.

Naši pracovníci se podíleli i na expertní činnosti související se snahou o pochopení různých vlivů, které vedou ke klimatickým změnám. Jde například o studium koloběhu uhlíku s využitím sledování radioaktivního izotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$ .

## Mezinárodní spolupráce

Velkou část našich vědeckých výsledků by nebylo možné dosáhnout bez mezinárodních spoluprací. Nezastupitelný význam má účast v experimentech ve velkých mezinárodních laboratořích (CERN, BNL, GSI, GANIL, SÚJV Dubna), podíl na spuštění experimentu KATRIN v Karlsruhe a budování Evropského neutronového spalačního zdroje ESS v Lundu. I přes problémy s cestováním se podařilo experiment KATRIN, který již intenzivně nabírá data, zásobovat kalibračními radioaktivními zdroji.

Na druhé straně je pro mezinárodní spolupráci vyhledáváno a využíváno experimentální zařízení ÚJF – cyklotron U-120M při studiu astrofyzikálně zajímavých jaderných reakcí, generátory rychlých neutronů pro měření aktivačních účinných průřezů, neutronové difraktometry u reaktoru LVR-15 (provozovaného Centrem výzkumu Řež s.r.o.) a laboratoř urychlovače Tandetron pro materiálový výzkum. Našim zahraničním partnerům je nabízena i možnost využít náš nový cyklotron TR-24. Rozsáhlá mezinárodní spolupráce probíhá v teoretické fyzice i v dalších oblastech činností ÚJF.

Organizovali jsme nebo se podíleli na pořádání několika mezinárodních konferencí, škol a setkání. Jejich počet byl v roce 2021 velmi silně ovlivněn přetrvávající epidemií. Řada akcí se přesunula úplně nebo částečně do virtuálního prostoru.

Největší naší akcí v roce 2021 byla Konference o aplikované jaderné fyzice 2021. Jedná se o největší pravidelnou akci v tomto oboru, zaštitěnou Evropskou fyzikální společností. V tomto případě byla po odkladu v předchozím roce realizována o rok později.

Další příklady akcí, které ústav v roce 2021 pořádal nebo spolupořádal, jsou:

- Konference MECASENS 2021, šlo o 10. konferenci zaměřenou na problematiku studia mechanických vnitřních napětí v materiálech pomocí neutronů a synchrotronového záření,
- Koordinační porada experimentu STAR v Brookhavenské národní laboratoři,
- Konference Analytické a algebraické metody ve fyzice XVIII.

ÚJF se jako příjemce účastnil řešení následujících projektů Evropské komise:

- INSPIRE – InfraStructure in Proton International Research,
- CONCERT – program spadající pod organizaci EURATOM,
- UHDPulse – zaměřený na metrologii pro pokročilou radioterapii s využitím svazků částic s pulsy s velmi vysokou dávkou,
- SOMPATY – hledající cestu od matematiky k fyzice a pokročilým technologiím,



- ARIEL – projekt organizace Euroatom s názvem Accelerator and Research reactor Infrastructures for Education and Learning,
- SANDA – projekt Euroatom s názvem Supplying Accurate Nuclear Data for energy and non-energy Applications,
- CREMLINplus – program podpory spolupráce evropských a ruských vědeckých infrastruktur,
- RADNEXT – zaměřený na propojení ozařovacích pracovišť, které jsou zaměřeny na podporu výzkumu i průmyslu,
- EUROFUSION – projekt zaměřený na fyziku fúze v rámci konzorcia EUROfusion.

---

## Výchova studentů a mladých vědeckých pracovníků, pedagogická spolupráce s vysokými školami

---

24 pracovníků ÚJF přednášelo na FJFI ČVUT, MFF UK, PŘF UK, 3. LF UK a PŘF UJEP. V ústavu pracovalo pod vedením našich pracovníků během roku celkem 13 studentů bakalářských programů, 20 magisterských diplomantů a 46 doktorandů, z nichž 6 úspěšně titul Ph.D. získalo.

Akreditace nebo úzká spolupráce při výchově Ph.D. studentů probíhá v těchto programech:

- Fyzika MFF UK – obory Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika, Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum, Částicová a jaderná fyzika,
- Aplikace přírodních věd FJFI ČVUT – obory Matematické inženýrství, Fyzikální inženýrství, Jaderné inženýrství, Radiologická fyzika,
- Počítačové metody ve vědě a technice Univerzita J. E. Purkyně,
- Chemie a technologie materiálů FCHT VŠCHT – obor Materiálové inženýrství,
- Organická chemie PŘF UK,
- Geologie PŘF UK,
- Česká zemědělská univerzita v Praze.

K výchově středoškolské mládeže pracovníci ÚJF přispěli při organizaci Turnaje mladých fyziků pořádaného JČMF. Přednášky i další akce pro středoškoláky i vysokoškoláky letos probíhaly kvůli pandemii v omezenější míře, a hlavně ve virtuálním prostoru.

## Popularizace

Aktivity v oblasti popularizace byly opět velice silně poznamenány koronavirovou pandemií. Ve velmi omezené míře a jen velmi krátkém časovém období bylo možné realizovat exkurze pro školy a veřejnost, které jsou v jiných letech velmi časté. Z důvodů pandemických omezení Akademie nemohla uskutečnit Veletřh vědy, kterého se účastníme každoročně. Stejně tak nebylo možné realizovat pravidelné dny otevřených dveří v rámci Týdne vědy a techniky.



*Náš stánek na Festivalu vědy byl hojně navštíven mládeží.*

Uskutečnil se pouze Festival vědy 8. září 2021, kde jsme ve svém stánku prezentovali řadu našich aktivit. Kolegové z Oddělení dozimetrie záření i Oddělení urychlovačů předvedli detekci záření z různých přirozených i umělých zdrojů pomocí různých typů detektorů. Skupina srážek relativistických těžkých iontů z Oddělení jaderné spektroskopie zde předvedla vybrané experimentální vybavení, zaujalo zejména pozorování kosmického záření pomocí detekčních modulů kalorimetru ECAL. Prezentovali jsme zde i náš projekt RAMSES zaměřený na radiouhlíkové datování historických objektů.

Popularizační aktivity se ze zmíněných důvodů opět více realizovaly ve virtuálním prostoru. Jako určitá náhrada dne otevřených dveří se v rámci Týdne vědy a techniky 6. listopadu 2021 uskutečnila prezentace aktivit, které probíhají v areálu institucí v Řeži, v online „Jaderně-chemickém odpoledni v Řeži“.

Podíleli jsme se také na tvorbě některých videí a podcastů, které AV ČR pro veřejnost připravila. Naši pracovníci se účastnili přednášek pro Univerzitu třetího věku, realizovali i přednášky pro učitele, studenty i veřejnost. Publikovali více než 50 populárních článků a příspěvků, hlavně pro internetová média.



*Festival vědy měl štěstí i na počasí a vše se dalo ukazovat pod širým nebem.*

## Vědecká ocenění

Pracovníci našeho ústavu získali v roce 2021 následující ocenění:

- Martin Schaefer obdržel Cenu Becquerel za jaderný výzkum organizovanou francouzským velvyslanectvím, která ocenila jeho práci v oblasti interakcí systému malého počtu hadronů,
- Vojtěch Valášek dostal cenu za nejlepší studentský poster na konferenci ENVIRA 2021,
- Pavel Exner byl oceněn čestným členstvím Fyzikální společnosti Uzbekistánu za dlouhodobou spolupráci a rozvoj matematické fyziky v mezinárodním kontextu,
- Pavel Exner byl zvolen zahraničním členem Národní akademie věd Ukrajiny.

## V. Hodnocení další a jiné činnosti

Předmětem jiné činnosti ÚJF je poskytování ozařovacích služeb na svazcích nabitých částic, poskytování dozimetrických služeb a provádění analýz s využitím jaderných metod. V rámci jiné činnosti poskytoval ÚJF ozařovací služby pro dceřinou společnost RadioMedic, s. r. o., ve které je ÚJF jediným společníkem. Tyto ozařovací služby byly v roce 2021 prováděny na cyklotronech U-120M a TR-24, celkem bylo ozářeno 542 terčů pro výrobu radiofarmak typu PET a SPECT v celkovém množství 1257,75 hodin. Jiná činnost přispívá k účelnějšímu využití potenciálu pracovníků ústavu i nákladného experimentálního zařízení cyklotronů U-120M a TR-24, i k celkové efektivitě výzkumné činnosti.

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

- V roce 2021 a také v předchozím roce 2020 nebyla ÚJF uložena žádná opatření k odstranění nedostatků v hospodaření.



## VII. Finanční informace o skutečnostech, které jsou významné z hlediska posouzení hospodářského postavení instituce a mohou mít vliv na její vývoj

Hlavní ekonomické ukazatele (v tis. Kč)

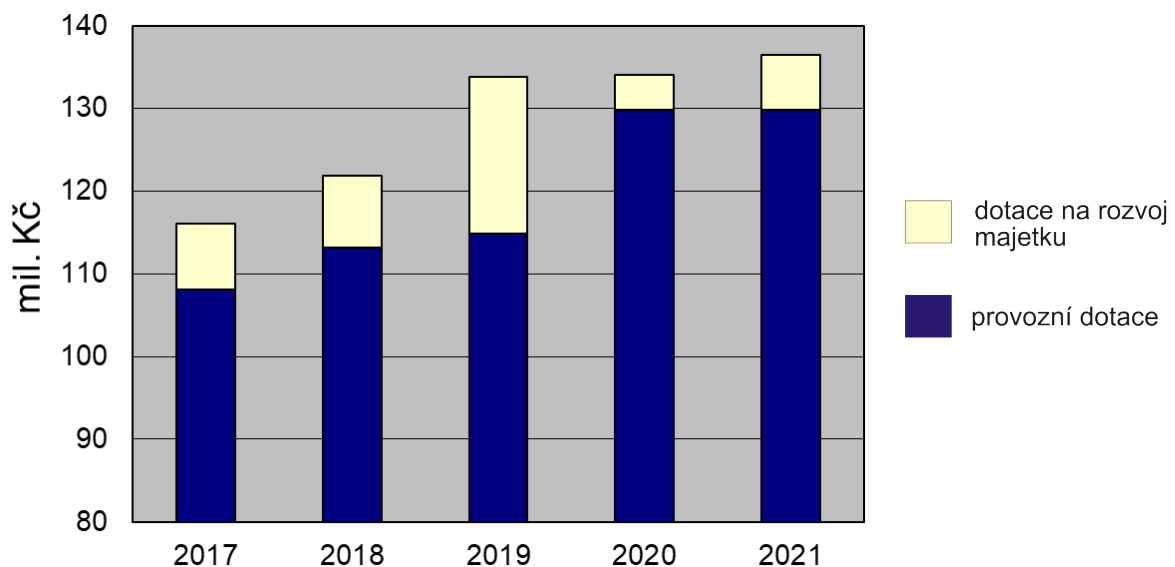
Ukazatel	2020		2021	
	činnost		činnost	
	hlavní	jiná	hlavní	jiná
<b>Náklady</b>	<b>291 123</b>	<b>4 604</b>	<b>917 022</b>	<b>6 339</b>
z toho				
spotřebované nákupy	30 455	1 266	32 523	2 278
služby	30 081	378	29 479	705
osobní náklady	170 622	2 400	171 856	3 102
daně a poplatky	75	2	75	3
ostatní náklady	5 507	33	4 262	68
Odpisy a tvorba rezerv	47 886	138	<sup>(1)</sup> 669 942	138
poskytnuté příspěvky	6 206	6	<sup>(2)</sup> 7 282	
daň z příjmů	291	381	1 603	45
<b>Výnosy</b>	<b>292 934</b>	<b>6 079</b>	<b>920 329</b>	<b>6 362</b>
z toho				
tržby za vlastní výkony a za zboží	10 554	6 079	<sup>(3)</sup> 8 492	6 359
změny stavu zásob				
aktivace				
ostatní výnosy	56 112		689 843	3
tržby z prodeje majetku	1		32	
provozní dotace	226 268		<sup>(4)</sup> 221 962	
<b>Výsledek hospodaření před zdaněním</b>	<b>2 102</b>	<b>1 856</b>	<b>4 909</b>	<b>70</b>
<b>Výsledek hospodaření po zdanění</b>	<b>1 811</b>	<b>1 476</b>	<b>3 307</b>	<b>23</b>

Významnější meziroční odchylky jsou komentovány v následujících poznámkách:

- <sup>(1)</sup> Zvýšená položka „odpisy a tvorba rezerv“ souvisí s vyřazením in-kind majetku ve výši 643 mil. Kč. Tato částka je zároveň zachycena v položce „ostatní výnosy“.
- <sup>(2)</sup> Zvýšená položka „poskytnuté příspěvky“ v roce 2021 souvisí především s platbou příspěvků do CERN, FAIR, ESS a ECT.
- <sup>(3)</sup> Snížená položka „tržby za vlastní výkony a za zboží“ v roce 2021 souvisí především s úbytkem objednávek ze strany odběratelů.
- <sup>(4)</sup> Snížená položka „provozní dotace“ v roce 2021 souvisí s ukončením projektu OP VW ESS.

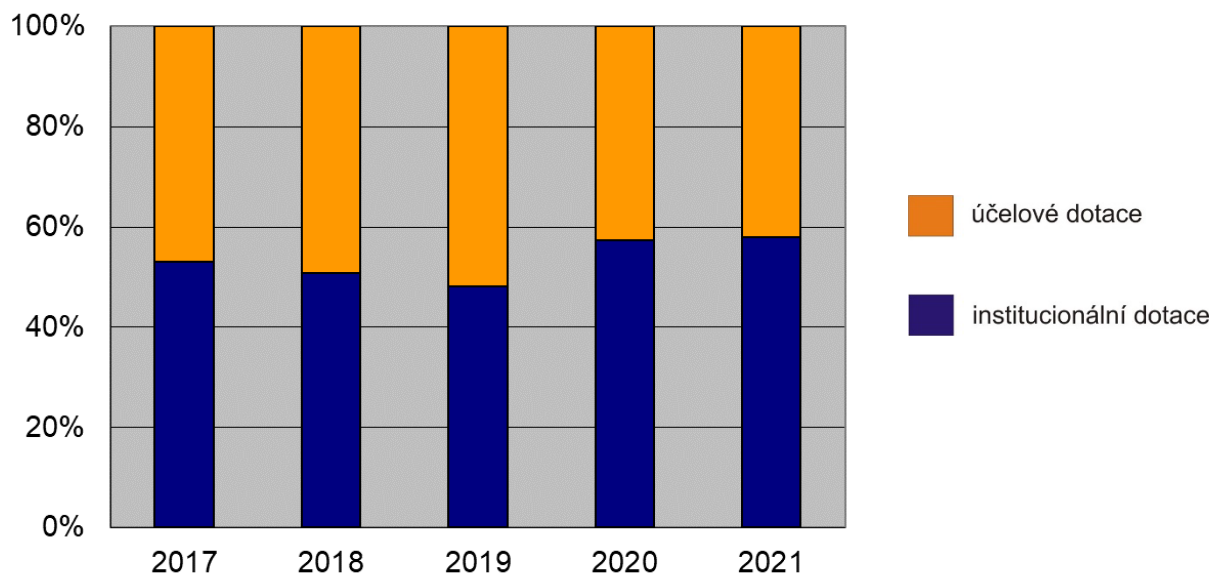
Přehled rozložení dotačních prostředků je uveden v následující tabulce.

dotace		
poskytovatel	2020	2021
AV ČR	129 785	128 628
GAČR	12 048	14 278
MŠMT	82 282	70 978
ostatní	2 153	8 078



Srovnání dotace AV ČR přidělené ÚJF v posledních pěti letech. Od roku 2015 zaznamenáváme příznivý trend postupného nárůstu institucionální dotace. Význačný nárůst investičních prostředků v roce 2019 byl ovlivněn mimořádnou dotací AV ČR v souvislosti s nutností 5% kofinancování našich velkých investic (stavba budovy, urychlovač) pořizovaných v rámci projektu RAMSES (OP VV). Skokový nárůst provozního rozpočtu v roce 2020 souvisí s výpadkem financování infrastruktury CANAM. V letech 2020 a 2021 bylo ze stejného důvodu nutné část přidělených investičních prostředků konvertovat na provozní prostředky. Střednědobý výhled AV ČR na léta 2023-2024 předpokládá rozpočtovou stagnaci, nicméně silně nepříznivý vývoj ekonomické situace ČR v důsledku vleklé pandemické krize a války na Ukrajině, kterého jsme svědkem od počátku roku 2022, zřejmě může přinést řadu dalších rozpočtových komplikací.

Vývoj poměru institucionálních provozních prostředků a účelových prostředků v rozpočtu ÚJF za posledních pět let. V roce 2020 zaznamenáváme výraznou změnu tohoto poměru v souvislosti s ukončením podpory MŠMT pro naši infrastrukturu CANAM, což představuje výpadek účelového financování ve výši 23 mil. Kč, podobná situace byla i v roce 2021.



#### Další informace požadované zákonem č. 563/1991 Sb., o účetnictví:

- V ÚJF nenastaly po rozvahovém dni žádné skutečnosti, které jsou významné pro naplnění účelu výroční zprávy,
- ÚJF nenabyl vlastní akcie nebo vlastní podíly,
- ÚJF nemá pobočku nebo jinou část obchodního závodu v zahraničí.



## VIII. Základní personální údaje

Členění zaměstnanců podle věku a pohlaví – stav k 31. 12. 2021 (fyzické osoby)

věk	muži	ženy	celkem	%
do 20 let	0	0	0	0
21 - 30 let	27	16	43	14,48
31 - 40 let	40	19	59	19,87
41 - 50 let	46	23	69	23,23
51 - 60 let	28	26	54	18,18
61 let a více	59	13	72	24,24
<b>celkem</b>	<b>200</b>	<b>97</b>	<b>297</b>	<b>100</b>
%	67	33	100	x

Členění zaměstnanců podle vzdělání a pohlaví – stav k 31. 12. 2021 (fyzické osoby)

vzdělání dosažené	muži	ženy	celkem	%
základní	0	4	4	1,35
vyučen	7	8	15	5,05
střední odborné	0	0	0	0
úplné střední	7	9	14	5,39
úplné střední odborné	27	24	49	17,17
vyšší odborné	0	0	0	0
vysokoškolské	159	52	215	71,04
<b>celkem</b>	<b>200</b>	<b>97</b>	<b>297</b>	<b>100</b>

Trvání pracovního a služebního poměru zaměstnanců – stav k 31. 12. 2021

doba trvání	Počet	%
do 5 let	115	38,72
do 10 let	59	19,87
do 15 let	22	7,41
do 20 let	26	8,75
nad 20 let	75	25,55
<b>celkem</b>	<b>297</b>	<b>100</b>

## Průměrná mzda a přepočtený počet pracovníků

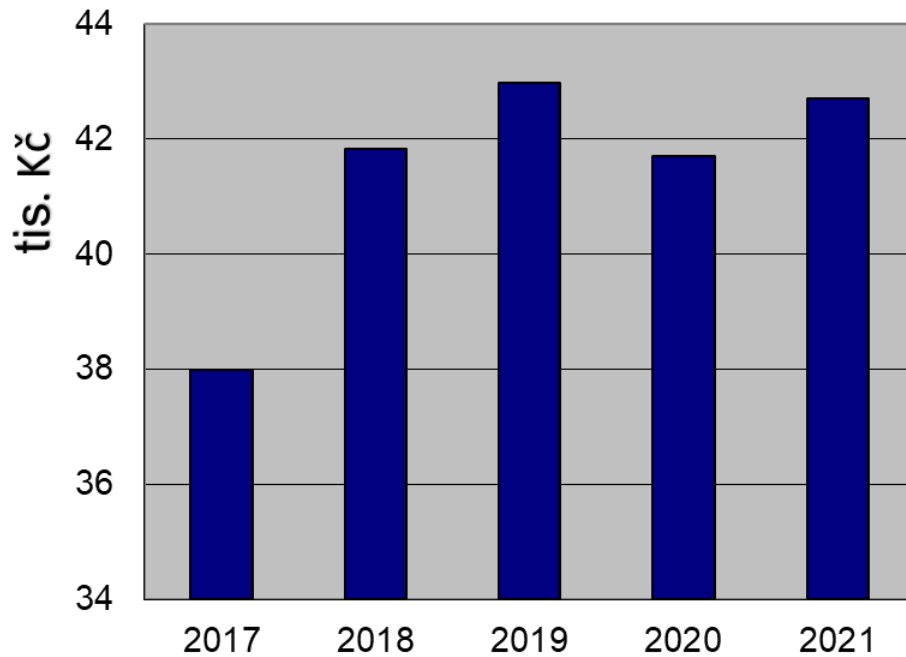
	2020	2021
průměrná mzda (Kč)	41 700	42 715
průměrný přepočtený počet pracovníků	245,39	241,21

## Průměrná mzda podle kategorií zaměstnanců

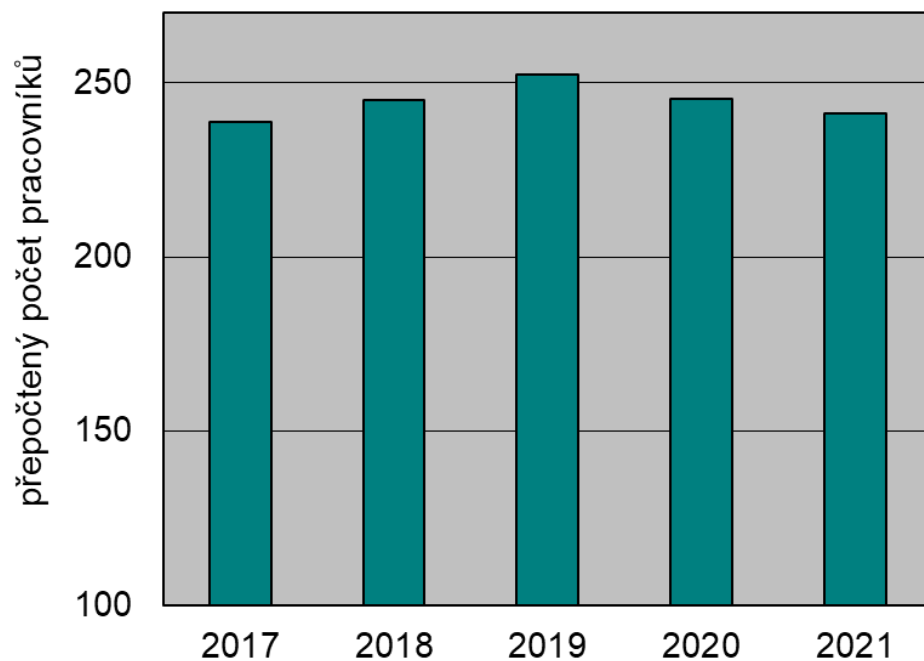
kategorie zaměstnanců	průměrný přepočtený počet zaměstnanců		průměrná mzda (Kč)	
	2020	2021	2020	2021
vědecký pracovník (kat. 1) <sup>(a)</sup>	98,17	94,17	52 139	53 442
odborný pracovník VaV s VŠ (kat. 2) <sup>(b)</sup>	60,39	59,85	37 179	38 805
odborný pracovník s VŠ (kat. 3)	2,75	3,93	40 568	39 807
odborný pracovník se SŠ a VOŠ (kat. 4)	32,95	33,26	34 741	31 140
technicko-hospodářský pracovník (kat. 7)	30,74	29,97	35 609	36 800
dělník (kat. 8)	8,60	8,60	29 994	31 604
provozní pracovník (kat. 9)	10,80	11,43	20 735	20 444

<sup>(a)</sup> Zahrnuje kvalifikační stupně postdoktorand, vědecký asistent, vědecký pracovník a vedoucí vědecký pracovník podle Kariérního řádu vysokoškolsky vzdělaných pracovníků Akademie věd ČR.

<sup>(b)</sup> Zahrnuje kvalifikační stupně odborný pracovník výzkumu a vývoje a doktorand podle Kariérního řádu vysokoškolsky vzdělaných pracovníků Akademie věd ČR.



Vývoj průměrné mzdy v ÚJF za posledních pět let. Pokles průměrné mzdy v roce 2020 je důsledkem přijatých úsporných opatření jako reakce na výpadek financování naší infrastruktury CANAM.



Vývoj přepočteného počtu pracovníků ÚJF za posledních pět let. V roce 2021 pokračoval pokles počtu pracovníků jako důsledek úsporných opatření zahájených roce 2020 v reakci na výpadek financování naší infrastruktury CANAM.

## IX. Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště

Chod ústavu v roce 2022 bude nepochybně poznamenán dalšími omezeními provozu v souvislosti s pokračující pandemií Covid-19 a podobně jako v letech 2020-2021, poměrně významným tlakem na rozpočtové úspory.

Na 58. zasedání Sněmu AV ČR v prosinci 2021 byl našemu ústavu schválen pro rok 2022 rozpočet navýšený o 4,2% ve srovnání s předchozím rokem. Nicméně po schválení státního rozpočtu v prvních měsících roku 2022, výsledné navýšení našeho rozpočtu pro rok 2022 činilo 6,5%. Díky tomuto novému příspěvku jsme byli schopni sestavit vyrovnaný rozpočet pro rok 2022. Nicméně od prvních měsíců roku 2022 se potýkáme s řadou negativních ekonomických tlaků vyvolaných dopady vleklé celosvětové pandemické krize a nově i mezinárodní politické krize vyvolané válkou na Ukrajině. Rychle se zvyšující ceny energií a médií, nebývale vysoká míra inflace a obecný tlak na zvyšování mezd představují pro vedení ÚJF jednoznačný problém. V této situaci nám nezbývá než se soustředit na navýšení příjmové části rozpočtu, zejména získání dalších účelových prostředků od různých poskytovatelů, navýšení příjmu z naší jiné činnosti (ekonomická činnost) a nově i využití možností smluvního výzkumu. Kromě naší tradiční jiné činnosti, tj. poskytování ozařovacích služeb na svazcích nabitých částic, poskytování dozimetrických služeb a provádění analýz s využitím jaderných metod, novým a významným přínosem může být i činnost naší nové laboratoře AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Provádění analýz radiouhlíkového datování archeologických předmětů a analýz dlouhodobých radionuklidů má bezesporu velký komerční potenciál. Na konci roku 2021 jsme spolu s pracovníky Oddělení radiofarmak zahájili jednání o spolupráci s německou firmou Eckert & Ziegler AG, která se specializuje na výrobu radionuklidů pro lékařské účely. Předmětem této naší zřejmě historicky první smlouvy o smluvním výzkumu by měl být vývoj výrobní procedury radioizotopu  $^{225}\text{Ac}$ , jenž je účinnou složkou moderních léčiv řady onkologických onemocnění. Také tato naše činnost by mohla významně přispět do rozpočtu 2022.

Vedení ÚJF předpokládá, že ve stávající nelehké situaci se podaří vytvořit základní předpoklady (finanční prostředky, kapacita lidských zdrojů) k tomu, aby vědecká činnost ústavu nadále zdárně pokračovala v dosavadních výzkumných aktivitách a v řešení výzkumných projektů, a to jak ve velkých mezinárodních vědeckých kolaboracích, tak na naší domácí výzkumné infrastruktuře. V případě dalšího nepříznivého vývoje ÚJF disponuje dostatečnou finanční rezervou, vytvořenou v průběhu minulých let, která by nám umožnila kritické období překonat.

## X. Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí

Potenciálním rizikem pro životní prostředí jsou zdroje ionizujícího záření, se kterými se na pracovištích ÚJF nakládá. Při ochraně životního prostředí důsledně uplatňujeme opatření k monitorování výstupů do životního prostředí a ke kontrole veškerých odpadů produkovaných na pracovištích, kde je nakládáno s otevřenými zdroji záření. Dodržování těchto postupů zamezuje možnosti úniku aktivity do životního prostředí mimo vymezené prostory, tzv. kontrolovaná pásma, kde je se zdroji záření nakládáno. Metodika těchto postupů a jejich dodržování je předmětem pravidelných inspekcí Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

V rámci našich výzkumných aktivit nakládáme na pracovišti ODZ také s geneticky modifikovanými organismy (GMO). I v tomto případě striktně postupujeme dle metodiky vypracované ve smyslu Zákona č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Na Ministerstvo životního prostředí ČR jsou průběžně zasílány údaje o uzavřeném nakládání s GMO.

V souladu s požadavky Zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, provádíme pravidelné kontroly provozovaných stacionárních zdrojů znečištění ovzduší, v našem případě plynové kotelny. Na kotlích umístěných v objektech č. 221 a 231 jsou prováděny pravidelné autorizované kontroly, resp. autorizovaná měření plynných emisí CO a NOx.

## XI. Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů

Zásadní otázky v oblasti pracovněprávních vztahů projednávají orgány ÚJF s výborem základní organizace Odborového svazu pracovníků vědy a výzkumu a jsou předmětem uzavřené kolektivní smlouvy. V důsledku pandemie Covid-19 jsme do pracovních smluv našich zaměstnanců implementovali možnost výkonu práce z domova (home office).

## XII. Poskytování informací podle zákona 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím

V roce 2021 ÚJF AV ČR, v. v. i.,

- a) obdržel jednu žádost o informace a vydal jedno rozhodnutí o odmítnutí žádosti,
- b) neobdržel žádné odvolání proti rozhodnutí,
- c) nebyl vydán žádný rozsudek soudu ve věci přezkoumání zákonnosti rozhodnutí ÚJF AV ČR o odmítnutí žádosti o poskytnutí informace a nebyly vynaloženy žádné výdaje v souvislosti se soudními řízeními o právech a povinnostech podle zákona č. 106/1999 Sb.,
- d) nebyly poskytnuty žádné výhradní licence,
- e) nebyla podána žádná stížnost podle §16a zákona č. 106/1999 Sb.

Povinně zveřejňované informace o ÚJF podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím jsou dostupné na stránkách [www.ujf.cas.cz](http://www.ujf.cas.cz).



razítko



podpis ředitele pracoviště AV ČR

Přílohami výroční zprávy jsou seznam výsledků pracovníků ÚJF AV ČR, v. v. i. v roce 2021, účetní závěrka k 31. 12. 2021 a zpráva o auditu účetní závěrky.

## Příloha

I.	<b>Kniha, monografie</b>	<b>70</b>
II.	<b>Kapitola v knize</b>	<b>70</b>
III.	<b>Článek v odborném periodiku</b>	<b>71</b>
	Oddělení teoretické fyziky	71
	Oddělení jaderné spektroskopie	75
	Oddělení jaderných reakcí	91
	Oddělení neutronové fyziky	94
	Oddělení radiofarmak	105
	Oddělení dozimetrie záření	106
	Oddělení urychlovačů	110
IV.	<b>Konferenční příspěvek</b>	<b>111</b>
	Oddělení teoretické fyziky	111
	Oddělení jaderné spektrometrie	112
	Oddělení neutronové fyziky	114
	Oddělení jaderných reakcí	114
V.	<b>Abstrakt z periodika</b>	<b>115</b>
VI.	<b>Fukční vzorek</b>	<b>116</b>
VII.	<b>Dizertační práce</b>	<b>116</b>

Jména autorů s afiliací ÚJF jsou podtržena.

Výsledky jsou řazeny dle oddělení, podle prvního uvedeného autora ÚJF. V případě účasti autorů z více oddělení je publikace přiřazena dle prvního uvedeného autora.

U výsledků velkých kolaborací je uveden první autor a všichni čeští autoři.

## I. KNIHA, MONOGRAFIE

1. Chvojka, O.; Cícha, J.; Egg, M.; Hauser, F.; Hladil, J.; John, J.; Koník, P.; Kozáková, R.; Křivánek, R.; Kyselý, R.; Lutovský, M.; Majer, A.; Michálek, J.; Novák, J.; Patocka, T.; Pavelka, J.; Puchinger, L.; Rašková-Zelinková, M.; Ritter, S.; Šálková, T.; Sauter, F.; Stránská, P.; Světlík, I.  
**Fürstengrabhügel der Hallstattzeit bei Rovní in Südböhmen. Manifestationen der sozialen Eliten der Eisenzeit im Böhmischem Becken.** Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 152, 2021.

## II. KAPITOLA V KNIZE

1. Lotoreichik, V.  
**Spectral Isoperimetric Inequality for the Delta' -Interaction on a Contour.**  
(2021) Springer INdAM Series. Mathematical Challenges of Zero-Range Physics 42, 215-227. Cham: Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-60453-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60453-0_10)
2. Frymark, D.; Liaw, C.  
**Perspectives on General Left-Definite Theory.** In: **Operator Theory: Advances and Applications.**  
(2021) From Operator Theory to Orthogonal Polynomials, Combinatorics, and Number Theory 285, 69-89. Heidelberg: Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-75425-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75425-9_6)



## III. ČLÁNEK V ODBORNÉM PERIODIKU

### Oddělení teoretické fyziky

1. Bydžovský, P.; Cieplý, A.; Petrellis, D.; Skoupiš, D.; Zachariou, N.  
**Model selection for K+E- photoproduction within an isobar model.**  
[2021] Physical Review C 104(6), 065202.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.065202>
2. Launey, K. D.; Mercenne, A.; Dytrych, T.  
**Nuclear dynamics and reactions in the ab initio symmetry-adapted framework.**  
[2021] Annual Review of Nuclear and Particle Science 71(SEP), 253-277.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-nucl-102419-033316>
3. Dytrych, T.; Langr, D.; Draayer, J. P.; Launey, K. D.; Gazda, D.  
**SU3lib: A C++ library for accurate computation of Wigner and Racah coefficients of SU(3).**  
[2021] Computer Physics Communications 269(DEC), 108137.  
<https://doi.org/10.1016/j.cpc.2021.108137>
4. Sargsyan, G. H.; Launey, K. D.; Baker, R. B.; Dytrych, T.; Draayer, J. P.  
**SU(3)-guided realistic nucleon-nucleon interactions for large-scale calculations.**  
[2021] Physical Review C 103(4), 044305.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.044305>
5. Oberhuber, T.; Dytrych, T.; Launey, K. D.; Langr, D.; Draayer, J. P.  
**Transformation of a nucleon-nucleon potential operator into its SU(3) tensor form using GPUS.**  
[2021] Discrete and Continuous Dynamical systems - Series S 14(3), 1111-1122.  
<https://doi.org/10.3934/dcdss.2020383>
6. Exner, P.; Tater, M.  
**Quantum graphs: Self-adjoint, and yet exhibiting a nontrivial PT-symmetry.**  
[2021] Physics Letters. A 416(NOV), 127669.  
<https://doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127669>

7. Barseghyan, D.; Exner, P.  
**Magnetic field influence on the discrete spectrum of locally deformed leaky wires.**  
(2021) Reports on Mathematical Physics 88(1), 47-57.  
[https://doi.org/10.1016/S0034-4877\(21\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0034-4877(21)00055-0)
8. Exner, P.  
**Quantum Graphs with Vertices Violating the Time Reversal Symmetry.**  
(2021) Physics of Particles and Nuclei 52(2), 330-336.  
<https://doi.org/10.1134/S1063779621020039>
9. Exner, P.; Lotoreichik, V.  
**Optimization of the lowest eigenvalue of a soft quantum ring.**  
(2021) Letters in Mathematical Physics 111(2), 28.  
<https://doi.org/10.1007/s11005-021-01369-2>
10. Baradaran, M.; Exner, P.; Tater, M.  
**Ring chains with vertex coupling of a preferred orientation.**  
(2021) Reviews in Mathematical Physics 33(1), 2060005.  
<https://doi.org/10.1142/S0129055X20600053>
11. Exner, P.; Ichinose, T.  
**Note on a Product Formula Related to Quantum Zeno Dynamics.**  
(2021) Annales Henri Poincare 22(MAY), 1669-1697.  
<https://doi.org/10.1007/s00023-020-01014-z>
12. Borisov, D.; Exner, P.  
**Gap opening in two-dimensional periodic systems.**  
(2021) Communications in Contemporary Mathematics 23(1), 1950080.  
<https://doi.org/10.1142/S0219199719500809>
13. Feijoo, A. E. A.; Liang, W. H.; Oset, E.  
**(DD0)-D-0 pi(+) mass distribution in the production of the T-cc exotic state.**  
(2021) Physical Review D 104(11), 114015.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.114015>
14. Feijoo, A. E. A.; Gazda, D.; Magas, V.; Ramos, A.  
**The  $\overline{K}$  Interaction in Higher Partial Waves.**  
(2021) Symmetry 2021, 13(8), 1434.  
<https://doi.org/10.3390/sym13081434>
15. Htun, T. Y.; Gazda, D.; Forssen, C.; Yan, Y.  
**Systematic Nuclear Uncertainties in the Hypertriton System.**

- (2021) Few-Body Systems 62(4), 94.  
<https://doi.org/10.1007/s00601-021-01675-4>
16. Horváth, I.  
**The Measure Aspect of Quantum Uncertainty, of Entanglement, and the Associated Entropies.**  
(2021) Quantum Reports 3(3), 534-548.  
<https://doi.org/10.3390/quantum3030035>
17. Beneš, P.; Hošek, J.  
**Electroweak  $SU(2)(L) \times U(1)(Y)$  model with strong spontaneously fermion-mass-generating gauge dynamics.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(3), 224.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2021\)224](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2021)224)
18. Castillo-Celeita, M.; Jakubský, V.  
**Reduction scheme for coupled Dirac systems.**  
(2021) Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical 54(45), 455301.  
<https://doi.org/10.1088/1751-8121/ac2a06>
19. Khrabustovskyi, A.; Post, O.  
**A geometric approximation of delta-interactions by Neumann Laplacians.**  
(2021) Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical 54(46), 465201.  
<https://doi.org/10.1088/1751-8121/ac2d52>
20. Dauge, M.; Jex, M.; Lotoreichik, V.  
**Trace Hardy inequality for the Euclidean space with a cut and its applications.**  
(2021) Journal of Mathematical Analysis and Applications 500(2), 125124.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2021.125124>
21. Lotoreichik, V.; Michelangeli, A.  
**Faber-Krahn inequalities for Schrodinger operators with point and with Coulomb interactions.**  
(2021) Journal of Mathematical Physics 62(1), 012105.  
<https://doi.org/10.1063/5.0014360>
22. Krejčířík, D.; Lotoreichik, V.; Pankrashkin, K.; Tušek, M.  
**Spectral analysis of the multidimensional diffusion operator with random jumps from the boundary.**  
(2021) Journal of Evolution Equations 21(2), 1651-1675.  
<https://doi.org/10.1007/s00028-020-00647-1>

23. Antunes, P. R. S.; Benguria, R. D.; Lotoreichik, V.; Ourmieres-Bonafos, T. **A Variational Formulation for Dirac Operators in Bounded Domains. Applications to Spectral Geometric Inequalities.**  
(2021) Communications in Mathematical Physics 386(2), 781-818.  
<https://doi.org/10.1007/s00220-021-03959-6>
  
24. Schäfer, M.; Contessi, L.; Kirscher, J.; Mareš, J.  
**Multi-fermion systems with contact theories.**  
(2021) Physics Letters. B 816(MAY), 136194.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136194>
  
25. Schäfer, M.; Bazak, B.; Barnea, N.; Mareš, J.  
**Nature of the Lambda  $n(\pi)=1/2(+)$ ,  $l=1$  and  $H-3(\text{Lambda})^*(\pi)=3/2(+)$ ,  $l=0$  states.**  
(2021) Physical Review C 103(2), 025204.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.025204>
  
26. Shevchenko, N. V.  
**Four-Body Faddeev-Type Calculation of  $(K)\overline{\text{bar}}\text{NNN}$  System:  $K- n\text{p}$  Quasi-bound State.**  
(2021) Few-Body Systems 62(3), 62.  
<https://doi.org/10.1007/s00601-021-01637-w>
  
27. Contreras, D. U.; Goyeneche, D.; Turek, O.; Václavíková, Z.  
**Circulant matrices with orthogonal rows and off-diagonal entries of absolute value 1.**  
(2021) Communications in mathematics 29(1), 15-34.  
<https://doi.org/10.2478/cm-2021-0005>
  
28. De Gregorio, G.; Knapp, F.; Lo Iudice, N.; Veselý, P.  
**Removal of the center of mass in nuclei and its effects on He-4.**  
(2021) Physics Letters. B 821(OCT), 136636.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136636>
  
29. Gazeau, J.P.; Hussin, V.; Moran, J.; Zelaya, K.  
**Generalized Susskind-Glogower coherent states.**  
(2021) Journal of Mathematical Physics 62(7), 072104.  
<https://doi.org/10.1063/5.0043743>
  
30. Zborovský, I., Tokarev, M. V.  
**Self-Similarity, Fractality and Entropy Principle in Collisions of Hadrons and Nuclei at Tevatron, RHIC and LHC.**

- (2021) Physics of Particles and Nuclei Letters 18(3), 302-314, 617.  
<https://doi.org/10.1134/S1547477121030110>
31. Znojil, M.  
**Exceptional points and domains of unitarity for a class of strongly non-Hermitian real-matrix Hamiltonians.**  
 (2021) Journal of Mathematical Physics 62(5), 052103.  
<https://doi.org/10.1063/5.0041185>
32. Znojil, M.  
**Avoided level crossings in quasi-exact approach.**  
 (2021) Nuclear Physics. B 967(JUN), 115431.  
<https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2021.115431>
33. Znojil, M.  
**Quantum phase transitions mediated by clustered non-Hermitian degeneracies.**  
 (2021) Physical Review E 103(3), 032120.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.103.032120>
34. Borisov, D. I.; Zezyulin, D. A.; Znojil, M.  
**Bifurcations of thresholds in essential spectra of elliptic operators under localized non-Hermitian perturbations.**  
 (2021) Studies in Applied Mathematics 146(4), 834-880.  
<https://doi.org/10.1111/sapm.12367>

---

## Oddělení jaderné spektroskopie

---

35. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Závada, P.; et al.  
**Measurement of the Cross Section of  $\Xi(0)[c]$  and  $\Xi(+)[c]$  Baryons and of the Branching-Fraction Ratio  $BR(\Xi(0)[c] \rightarrow \Xi(-) e(+)\nu(c))/BR(\Xi(0)[c] \rightarrow \Xi(-)\pi(+))$  in pp Collisions at root s=13 TeV.**  
 (2021) Physical Review Letters 127, 272001.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.272001>

36. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Lambda(c+) Production and Baryon-to-Meson Ratios in pp and p-Pb Collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV at the LHC.**  
(2021) Physical Review Letters 127(20), 202301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.202301>
37. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Inclusive J/psi production at midrapidity in pp collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV.**  
(2021) European Physical Journal C 81(12), 1121.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09873-4>
38. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Charged-particle multiplicity fluctuations in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=2.76$  TeV.**  
(2021) European Physical Journal C 81(11), 1012.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09784-4>
39. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Závada, P.; et al.  
**Production of muons from heavy-flavour hadron decays at high transverse momentum in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  and 2.76 TeV.**  
(2021) Physics Letters B 820, 136558.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136558>
40. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Lambda(+)-c production in pp and in p-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV.**

- (2021) Physical Review C 104(5), 054905.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.054905>
41. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**First measurement of coherent  $\rho(0)$  photoproduction in ultra-peripheral Xe-Xe collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.44$  TeV.**  
 (2021) Physics Letters B 820, 136481.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136481>
42. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Experimental Evidence for an Attractive  $p$ - $\phi$  Interaction.**  
 (2021) Physical Review Letters 127(17), 172301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.172301>
43. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**K-S(0)- and (anti-)Lambda-hadron correlations in pp collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV.**  
 (2021) European Physical Journal C 81(10), 945.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09678-5>
44. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Kaon-proton strong interaction at low relative momentum via femtoscopy in Pb-Pb collisions at the LHC.**  
 (2021) Physics Letters B 822, 136708.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136708>
45. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.;

- Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Upsilon production and nuclear modification at forward rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV.**  
(2021) Physics Letters B 822, 136579.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136579>
46. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Anisotropic flow of identified hadrons in Xe-Xe collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.44$  TeV.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(10), 152.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)152](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)152)
47. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Measurement of the production cross section of prompt  $\Xi(0)c$  baryons at midrapidity in pp collisions at  $\sqrt{s}=5.02$  TeV.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(10), 159.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)159](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)159)
48. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**First measurements of N-subjettiness in central Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=2.76$  TeV.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(10), 003.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)003](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)003)
49. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Jet fragmentation transverse momentum distributions in pp and p-Pb collisions at  $\sqrt{s}$ ,  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(9), 211.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2021\)211](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2021)211)



50. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Coherent  $J/\psi$  and  $\psi'$  photoproduction at midrapidity in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV.**  
 [2021] European Physical Journal C 81(8), 712.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09437-6>
51. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Multiharmonic Correlations of Different Flow Amplitudes in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s(NN)}=2.76$  TeV.**  
 [2021] Physical Review Letters 127, 092302.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.092302>
52. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Kotliarov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Energy dependence of  $\phi$  meson production at forward rapidity in pp collisions at the LHC.**  
 [2021] European Physical Journal C 81(8), 772.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09545-3>
53. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Production of pions, kaons, (anti-)protons and  $\phi$  mesons in Xe-Xe collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.44$  TeV.**  
 [2021] European Physical Journal C 81(7), 584.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09304-4>
54. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.;

- Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Pseudorapidity distributions of charged particles as a function of mid- and forward rapidity multiplicities in pp collisions at root s=5.02, 7 and 13 TeV.**  
(2021) European Physical Journal C 81(7), 630.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09349-5>
55. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížková Gajdošová, K.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Inclusive heavy-flavour production at central and forward rapidity in Xe-Xe collisions at root s(NN)=5.44 TeV.**  
(2021) Physics Letters B 819, 136437.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136437>
56. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížková Gajdošová, K.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Jet-associated deuteron production in pp collisions at root s=13 TeV.**  
(2021) Physics Letters B 819, 136440.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136440>
57. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížková Gajdošová, K.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Soft-Dielectron Excess in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV.**  
(2021) Physical Review Letters 127(4), 042302.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.042302>
58. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížková Gajdošová, K.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Long- and short-range correlations and their event-scale dependence in high-multiplicity pp collisions at root s = 13 TeV.**  
(2021) Journal of High Energy Physics 2021(5), 290.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)290](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)290)

59. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížková Gajdošová, K.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Measurement of beauty and charm production in pp collisions at root s = 5.02 TeV via non-prompt and prompt D mesons.**  
 (2021) Journal of High Energy Physics 2021(5), 220.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)220](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)220)
60. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**First measurement of the vertical bar t vertical bar-dependence of coherent J/psi photonuclear production.**  
 (2021) Physics Letters B 817, 136280.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136280>
61. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Measurements of mixed harmonic cumulants in Pb-Pb collisions at root s(NN)=5.02 TeV.**  
 (2021) Physics Letters B 818, 136354.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136354>
62. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Isakov, A.; Herman, T.; Horák, D.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Elliptic Flow of Electrons from Beauty-Hadron Decays in Pb-Pb Collisions at root s(NN)=5.02 TeV.**  
 (2021) Physical Review Letters 126(16), 162001.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.162001>
63. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Kushpil, S.; Křížková Gajdošová, K.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Lambda K femtoscopy in Pb-Pb collisions at root s(NN)=2.76 TeV.**

- [2021] Physical Review C 103(5), 055201.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.055201>
64. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Závada, P.; et al.  
**First measurement of quarkonium polarization in nuclear collisions at the LHC.**  
[2021] Physics Letters B 815, 136146.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136146>
65. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Production of light-flavor hadrons in pp collisions at root s=7 and root s=13 TeV.**  
[2021] European Physical Journal C 81(3), 256.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08690-5>
66. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Centrality dependence of J/psi and psi(2S) production and nuclear modification in p-Pb collisions at root s(NN)=8.16 TeV.**  
[2021] Journal of High Energy Physics 2021(2), 002.  
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)002](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)002)
67. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šafařík, K.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.  
**Pion-kaon femtoscopy and the lifetime of the hadronic phase in Pb-Pb collisions at root s(NN)=2.76 TeV.**  
[2021] Physics Letters B 813, 136030.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.136030>
68. Acharya, S.; Adamová, D.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Brož, M.; Contreras, J. G.; Herman, T.; Horák, D.; Isakov, A.; Křížek, F.; Křížková Gajdošová, K.; Kushpil, S.; Lavička, R.; Mareš, J. A.; Petráček, V.; Šumbera, M.; Torres, S. R.; Trzeciak, B. A.; Závada, P.; et al.

- Transverse-momentum and event-shape dependence of D-meson flow harmonics in Pb-Pb collisions at root s(NN)=5.02 TeV.**  
 (2021) Physics Letters. B. 2021, 813(FEB), 136054. ISSN 0370-2693. E-ISSN 1873-2445.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.136054>
69. Abdallah, M. S.; Aboona, B. E.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Global Lambda-hyperon polarization in Au plus Au collisions at root s(NN)=3 GeV.**  
 (2021) Physical Review C 104(6), L061901.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.L061901>
70. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Measurement of the Sixth-Order Cumulant of Net-Proton Multiplicity Distributions in Au plus Au Collisions at root s(NN)=27, 54.4, and 200 GeV at RHIC.**  
 (2021) Physical Review Letters 127(26), 262301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.262301>
71. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Invariant jet mass measurements in pp collisions at root S=200 GeV at RHIC.**  
 (2021) Physical Review D 104(5), 052007.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.052007>
72. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Observation of D-s(+/-)/D-0 Enhancement in Au plus Au Collisions at root s(NN)=200 GeV.**  
 (2021) Physical Review Letters 127(9), 092301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.092301>

73. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Cumulants and correlation functions of net-proton, proton, and antiproton multiplicity distributions in Au plus Au collisions at energies available at the BNL Relativistic Heavy Ion Collider.**  
[2021] Physical Review C 104(2), 024902.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.024902>
74. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Measurement of  $e^{+}e^{-}$  Momentum and Angular Distributions from Linearly Polarized Photon Collisions.**  
[2021] Physical Review Letters 127(5), 052302.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.052302>
75. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Methods for a blind analysis of isobar data collected by the STAR collaboration.**  
[2021] Nuclear Science and Techniques 32(5), 48.  
<https://doi.org/10.1007/s41365-021-00878-y>
76. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Federič, P.; Holub, L.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Azimuthal anisotropy measurements of strange and multistrange hadrons in U plus U collisions at  $\sqrt{s(NN)}=193$  GeV at the BNL Relativistic Heavy Ion Collider.**  
[2021] Physical Review C 103(6), 064907.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.064907>
77. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Federič, P.; Holub, L.; Kosarzewski, L. K.; Líčeník, R.; Ponimatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.

- Longitudinal double-spin asymmetry for inclusive jet and dijet production in polarized proton collisions at root  $s=200$  GeV.**  
 [2021] Physical Review D 103(9), L091103.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.L091103>
78. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Federič, P.; Holub, L.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Measurement of transverse single-spin asymmetries of  $\pi^0$  and electromagnetic jets at forward rapidity in 200 and 500 GeV transversely polarized proton-proton collisions.**  
 [2021] Physical Review D 103(9), 092009.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.092009>
79. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Global Polarization of Xi and Omega Hyperons in Au+Au Collisions at root  $s(NN)=200$  GeV.**  
 [2021] Physical Review Letters 126(16), 162301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.162301>
80. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Holub, L.; Chaloupka, P.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Comparison of transverse single-spin asymmetries for forward  $\pi^0$  production in polarized pp, pAl and pAu collisions at nucleon pair c.m. energy root  $s(NN)=200$  GeV.**  
 [2021] Physical Review D 103(7), 072005.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.072005>
81. Abdallah, M. S.; Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Federič, P.; Chaloupka, P.; Holub, L.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Ponomatkin, G.; Prozorova, V.; Robotková, M.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Truhlář, T.; Trzeciak, B. A.; Vaněk, J.; et al.  
**Flow and interferometry results from Au plus Au collisions at root  $s(NN)=4.5$  GeV.**  
 [2021] Physical Review C 103(3), 034908.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.034908>

82. Agakishiev, G.; Aggarwall, M.M.; Ahammed, Z.; Alakhverdyants, A. V.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Chung, P.; Rusňáková, O.; Kapitán, J.; Krus, M.; Kushpil, V.; Pachr, M.; Rusňák, J.; Šumbera, M.; Tlustý, P.; et al.  
**Measurements of dihadron correlations relative to the event plane in Au plus Au collisions at root s(NN)=200 GeV.**  
(2021) Chinese Physics C 45(4), 044002.  
<https://doi.org/10.1088/1674-1137/abdf3f>
83. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Federič, P.; Holub, L.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Measurements of W and Z/gamma\* cross sections and their ratios in p plus p collisions at RHIC.**  
(2021) Physical Review D 103(1), 012001.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.012001>
84. Adam, J.; Adamczyk, L.; Adams, J. R.; Adkins, J. K.; Agakishiev, G.; Bielčík, J.; Bielčíková, J.; Chaloupka, P.; Federič, P.; Holub, L.; Kocan, M.; Kosarzewski, L. K.; Kramárik, L.; Líčeník, R.; Moravcová, Z.; Rusňák, J.; Šimko, M.; Šumbera, M.; Vaněk, J.; et al.  
**Nonmonotonic Energy Dependence of Net-Proton Number Fluctuations.**  
(2021) Physical Review Letters 126(9), 092301.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.092301>
85. Bielčíková, J.; Kunnawalkam, E.; Ponimatkin, G.; Putschke, J.; Sivic, J.  
**Identifying heavy-flavor jets using vectors of locally aggregated descriptors.**  
(2021) Journal of Instrumentation 16(3), P03017.  
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/03/P03017>
86. De Lange, R.; Adamčík, S.; Adamčíková, K.; Asselman, P.; Borovička, J.; Delgat, L.; Hampe, F.; Verbeken, A.  
**Enlightening the black and white: species delimitation and UNITE species hypothesis testing in the Russula albonigra species complex.**  
(2021) IMA Fungus 12(1), 20.  
<https://doi.org/10.1186/s43008-021-00064-0>
87. Lajin, B.; Braeuer, S.; Borovička, J.; Goessler, W.  
**Is the water disinfection by-product dichloroacetic acid biosynthesized in the**



- edible mushroom *Russula nigricans*?  
[2021] Chemosphere 281, 130819.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130819>
88. Sáčký, J.; Černý, J.; Šantrůček, J.; Borovička, J.; Leonhardt, T.; Kotrba, P.  
**Cadmium hyperaccumulating mushroom *Cystoderma carcharias* has two metallothionein isoforms usable for cadmium and copper storage.**  
[2021] Fungal Genetics and Biology 153, 103574.  
<https://doi.org/10.1016/j.fgb.2021.103574>
89. Ševčíková, H.; Borovička, J.; Gates, G.  
***Pluteus hubregtseorum* (Pluteaceae), a new species from Australia and New Zealand.**  
[2021] Phytotaxa 496(2), 147-158.  
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.496.2.4>
90. Braeuer, S.; Borovička, J.; Glabonjat, R. A.; Steiner, L.; Goessler, W.  
**Arsenocholine-O-sulfate: A novel compound as major arsenic species in the parasitic mushroom *Tolyptocladium ophioglossoides*.**  
[2021] Chemosphere 265, 128886.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128886>
91. Borovička, J.; Ackerman, L.; Rejšek, J.  
**Cadmium isotopic composition of biogenic certified reference materials determined by thermal ionization mass spectrometry with double spike correction.**  
[2021] Talanta 221, 121389.  
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121389>
92. Gotvaldová, K.; Hájková, K.; Borovička, J.; Jurok, R.; Cihlářová, P.; Kuchař, M.  
**Stability of psilocybin and its four analogs in the biomass of the psychotropic mushroom *Psilocybe cubensis*.**  
[2021] Drug Testing and Analysis 13(2), 439-446.  
<https://doi.org/10.1002/dta.2950>
93. Aker, M.; Altenmuller, K.; Amsbaugh, J. F.; Arenz, M.; Babutzka, M.; Dragoun, O.;  
Kovalík, A.; Lebeda, O.; Ryšavý, M.; Šefčík, M.; Vénos, D.; Zbořil, M.; et al.  
**The design, construction, and commissioning of the KATRIN experiment.**

- (2021) Journal of Instrumentation 16(8), T08015.  
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/08/T08015>
94. Aker, M.; Beglarian, A.; Behrens, J.; Berlev, A. I.; Besserer, U.; Bieringer, B.; Dragoun, O.; Kovalík, A.; Lebeda, O.; Ryšavý, M.; Šefčík, M.; Vénos, D.; et al.  
**Precision measurement of the electron energy-loss function in tritium and deuterium gas for the KATRIN experiment.**  
(2021) European Physical Journal C 81(7), 579.  
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09325-z>
95. Aker, M.; Altenmuller, K.; Beglarian, A.; Behrens, J.; Berlev, A. I.; Besserer, U.; Dragoun, O.; Kovalík, A.; Lebeda, O.; Ryšavý, M.; Vénos, D.; et al.  
**Bound on 3+1 Active-Sterile Neutrino Mixing from the First Four-Week Science Run of KATRIN.**  
(2021) Physical Review Letters 126(9), 091803.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.091803>
96. Aker, M.; Altenmuller, K.; Beglarian, A.; Behrens, J.; Dragoun, O.; Kovalík, A.; Lebeda, O.; Ryšavý, M.; Šefčík, M.; Vénos, D.; et al.  
**Analysis methods for the first KATRIN neutrino-mass measurement.**  
(2021) Physical Review D 104(1), 012005.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.012005>
97. Odler, M.; Kmošek, J.; Fikrle, M.; Kochergina, Y. V.  
**Arsenical copper tools of Old Kingdom Giza craftsmen: First data.**  
(2021) Journal of Archaeological Science: Reports 36, 102868.  
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102868>
98. Korený, R.; Vopálenský, M.; Kumpová, I.; Msallamová, Š.; Drábková, K.; Fikrle, M.; Valenta, P.  
**Dva 'vikinské' náramky z Nového Knína, okr. Příbram. Jejich původ, prvkové složení a technologie výroby.**  
(2021) Archeologické rozhledy 73(4), 624-642.  
<https://doi.org/10.35686/AR.2021.19>
99. Augustýnová, M.; Fikrle, M.; Kmošek, J.  
**Příspěvek k výpovědní hodnotě kovových slitků doby bronzové a poznání organizačního a technologického procesu metalurgie cínového bronzu.**  
(2021) Archeologické rozhledy 73(4), 533-577.  
<https://doi.org/10.35686/AR.2021.17>

100. Adamczewski-Musch, J.; Arnold, O.; Behnke, C.; Belounnas, A.; Belyaev, A.; Berger-Chen, J. C.; Blanco, A.; Blume, C.; Chlad, L.; Kugler, A.; Rodriguez Ramos, P.; Sobolev, Y. G.; Svoboda, O.; Tlustý, P.; Wagner, V.; et al.  
**Correlated pion-proton pair emission off hot and dense QCD matter.**  
(2021) Physics Letters B 819, 136421.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136421>
101. Adamczewski-Musch, J.; Belyaev, A.; Blanco, A.; Chlad, L.; Chudoba, P.; Kugler, A.; Prozorov, A. P.; Rodriguez Ramos, P.; Svoboda, O.; Tlustý, P.; Wagner, V.; et al.  
**Production and electromagnetic decay of hyperons: a feasibility study with HADES as a phase-0 experiment at FAIR.**  
(2021) European Physical Journal A 57(4), 138.  
<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-021-00388-w>
102. Kovalík, A.; Inoyatov, A. K.; Perevoshchikov, L. L.; Ryšavý, M.; Filosofov, D. V.; Dadakhanov, J. A.  
**Experimental investigation of the 9.2 and 24.3 keV nuclear transitions in Th-227.**  
(2021) European Physical Journal A 57(10), 285.  
<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-021-00577-7>
103. Kovalík, A.; Inoyatov, A. K.; Perevoshchikov, L. L.; Ryšavý, M.; Filosofov, D. V.; Alexa, P.; Kvasil, J.  
**The first experimental evidence for the (M1+E2) mixed character of the 9.2 keV transition in Th-227.**  
(2021) Physics Letters B 820, 136593.  
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136593>
104. Krausová, I.; Mizera, J.; Řanda, Z.; Chvátil, D.; Krist, P.  
**Instrumental Photon Activation Analysis with Short-Time Irradiation for Geochemical Research.**  
(2021) Minerals 11(6), 617.  
<https://doi.org/10.3390/min11060617>
105. Espegren, F.; Karkela, T.; Pasi, A.-E.; Tapper, U.; Kučera, J.; Lerum, H. V.; Omtvedt, J. P.; Ekberg, C.  
**Tellurium transport in the RCS under conditions relevant for severe nuclear accidents.**  
(2021) Progress in Nuclear Energy 139, 103815.  
<https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2021.103815>

106. Zoul, D.; Koplová, M.; Rosnecký, V.; Košťál, M.; Vinš, M.; Šimon, J.; Schulc, M.; Cabalka, M.; Kučera, J.; Strunga, V.  
**The Use of Polycarbonate as Dosimeter of High Doses.**  
(2021) Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science 7(2), 022003.  
<https://doi.org/10.1115/1.4049717>
107. Chai, Z.; Chatt, A.; Bode, P.; Kučera, J.; Greenberg, R.; Hibbert, D.B.  
**Vocabulary of radioanalytical methods (IUPAC Recommendations 2020).**  
(2021) Pure and Applied Chemistry 93(1), 69-111.  
<https://doi.org/10.1515/pac-2019-0302>
108. Machovič, V.; Havelcová, M.; Sýkorová, I.; Borecká, L.; Lapčák, L.; Mizera, J.; Kříbek, B.; Krist, P.  
**Raman mapping of coal halos induced by uranium mineral radiation.**  
(2021) Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 246, 118996.  
<https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118996>
109. Morais, A. P.; Pasechnik, R.; Rodrigues, J. P.  
**What can a heavy  $U(1)(B-L) Z'$  boson do to the muon  $(g-2)(\mu)$  anomaly and to a new Higgs boson mass?**  
(2021) Chinese Physics C 45(1), 013103.  
<https://doi.org/10.1088/1674-1137/abc16a>
110. Závorka, L.; Adam, J.; Furman, W.; Katovsky, K.; Khushvaktov, J.; Solnyshkin, A. A.; Stoyanova, M.; Suchopár, M.; Tichý, P.; Tsoupko-Sitnikov, V. M.; Tyutyunnikov, S. I.; Vespalec, R.; Vrzalová, J.; Wagner, V.; Wilczynska, K.; Zeman, M.  
**Transmutation efficiency of the spallation neutron target measured with the actinide sandwiches.**  
(2021) Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A 988, 164934.  
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164934>
111. Pasechnik, R.; Šumbera, M.  
**Different Faces of Confinement.**  
(2021) UNIVERSE 7(9), 330.  
<https://doi.org/10.3390/universe7090330>
112. Fenclová, K.; Prášek, T.; Němec, M.; Christl, M.; Gautschi, P.; Vockenhuber, C.; Tecl, J.  
**Initial tests of Al-26 fluoride target matrix on MILEA AMS system.**

[2021] Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B 503, 45-52.  
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2021.07.008>

113. Mertens, S.; Brunst, T.; Korzeczek, M.; Lebert, M.; Siegmann, D.; Alborini, A.; Altenmuller, K.; Biassoni, M.; Bombelli, L.; Carminati, M.; Descher, M.; Fink, D.; Fiorini, C.; Forstner, C.; Gugiatti, M.; Houdy, T.; Huber, A.; King, P.; Lebeda, O.; Lechner, P.; Pantuev, V. S.; Parno, D. S.; Pavan, M.; Pozzi, S.; Radford, D. C.; Slezák, M.; Steidl, M.; Trigilio, P.; Urban, K.W.; Vénos, D.; Wolf, J.; Wüstling, S.; Yen, Y.- R.  
**Characterization of silicon drift detectors with electrons for the TRISTAN project.**  
 [2021] Journal of Physics G-Nuclear and Particle Physics 48(1), 015008.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6471/abc2dc>
114. Croese, J.; Barandowski, M.; Bissell, M. L.; Dziubinksa-Kuhn, K. M.; Gins, W.; Hording, R. D.; Jolivet, R. B.; Kanellakopoulos, A.; Karg, B.; Kulesz, K.; Flores, M. M.; Neyens, G.; Pallada, S.; Pietrzyk, R.; Pomorski, M.; Wagenknecht, P.; Zákoucký, D.; Kowalska, M.  
**High-accuracy liquid-sample beta-NMR setup at ISOLDE.**  
 [2021] Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A 1020, 165862.  
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.165862>

## Oddělení jaderných reakcí

115. Palmerini, S.; La Cognata, M.; Hammache, F.; Acosta, L.; Alba, R.; Burjan, V.; Chavez, E.; Cherubini, S.; Cvetinovic, A.; D'Agata, G.; de Sereville, N.; Di Pietro, A.; Figuera, P.; Fulop, Z.; De los Rios, K. G.; Guardo, G. L.; Gulino, M.; Hayakawa, S.; Kiss, G. G.; La Commara, M.; Lamia, L.; Maiolino, C.; Manico, G.; Matei, C.; Mazzocco, M.; Mrázek, J.; Parascandolo, T.; Petruse, T.; Pierroutsakou, D.; Pizzone, R. G.; Rapisarda, G. G.; Romano, S.; Santonocito, D.; Sergi, M. L.; Sparta, R.; Tumino, A.; Yamaguchi, H.  
**The Al-27(p, alpha)Mg-24 reaction at astrophysical energies studied by means of the Trojan Horse Method applied to the H-2(Al-27, alpha Mg-24)n reaction.**  
 [2021] European Physical Journal Plus 136(9), 898.  
<https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01872-4>
116. Sparta, R.; Lamia, L.; La Cognata, M.; Spitaleri, C.; Rapisarda, G. G.; Guardo, G. L.; Cherubini, S.; D'Agata, G.; Di Pietro, A.; Figuera, P.; Gulino, M.; Lattuada, D.; Lattuada, M.; Palmerini, S.; Pizzone, R. G.; Romano, S.; Sergi, M. L.; Tumino, A.; Typel, S.

- B-10(n, $\alpha$ (0)Li-7 and B-10(n, $\alpha$ (1)Li-7 reactions measured via Trojan Horse Method.**  
(2021) European Physical Journal A 57(5), 170.  
<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-021-00481-0>
117. Girard-Alcindor, V.; Stefan, I.; de Oliveira Santos, F.; Sorlin, O.; Ackermann, D.; Borcea, R.; Ciemala, M.; Chudoba, V.; D'Agata, G.; Guimaraes, V.; Mrázek, J.  
**Probing nuclear forces beyond the nuclear drip line: the cases of F-16 and F-15.**  
(2021) European Physical Journal A 57(3), 93.  
<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-021-00410-1>
118. D'Agata, G.; Kilic, A. I.; Burjan, V.; Mrázek, J.; Glagolev, V.; Kroha, V.; Guardo, G. L.; La Cognata, M.; Lamia, L.; Palmerini, S.; Pizzone, R. G.; Rapisarda, G. G.; Romano, S.; Sergi, M. L.; Sparta, R.; Spitaleri, C.; Siváček, I.; Tumino, A.  
**Si-26(p,  $\gamma$ ) P-27 direct proton capture by means of the asymptotic normalization coefficients method for mirror nuclei.**  
(2021) Physical Review C 103(1), 015806.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.015806>
119. Spitaleri, C.; Typel, S.; Bertulani, C. A.; Mukhamedzhanov, A. M.; Kajino, T.; Lattuada, M.; Cvetinovic, A.; Messina, S.; Guardo, G. L.; Soic, N.; Milin, M.; Perrotta, S.; Li, C. B.; Colovic, P.; D'Agata, G.; Dell'Aquila, D.; Fatuzzo, C. G.; Gulino, M.; Hou, S. Q.; La Cognata, M.; Lattuada, D.; Nurkic, D.; Popocovski, R.; Skukan, N.; Szilner, S.; Trippella, O.; Uroic, M.; Vukman, N.  
**The He-3+He-5  $\rightarrow$   $\alpha$  plus  $\alpha$  reaction below the Coulomb barrier via the Trojan Horse Method.**  
(2021) European Physical Journal A 57(1), 20.  
<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-020-00324-4>
120. Sekal, S.; Fraile, L. M.; Lica, R.; Borge, M. J. G.; Walters, W. B.; Aprahamian, A.; Benchouk, C.; Bernards, C.; Briz, J. A.; Bucher, B.; Chiara, C. J.; Dlouhý, Z.; Gheorghe, I.; Ghita, D. G.; Hoff, P.; Jolie, J.; Koster, U.; Kurcewicz, W.; Mach, H.; Marginean, N.; Marginean, R.; Meliani, Z.; Olaizola, B.; Pazyi, V.; Regis, J. M.; Rudigier, M.; Sava, T.; Simpson, G. S.; Stanoiu, M.; Stroe, L.  
**Low-spin states in Ge-80 populated in the beta decay of the Ga-80 3(-) isomer.**  
(2021) Physical Review C 104(2), 024317.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.024317>
121. Kiss, G. G.; La Cognata, M.; Yarmukhamedov, R.; Tursunmakhatov, K. I.; Wiedenhover, I.; Baby, L. T.; Cherubini, S.; Cvetinovic, A.; D'Agata, G.; Figuera, P.; Guardo, G. L.; Gulino, M.; Hayakawa, S.; Indelicato, I.; Lamia, L.; Lattuada, M.; Mudo, F.; Palmerini,

S.; Pizzone, R. G.; Rapisarda, G. G.; Romano, S.; Sergi, M. L.; Sparta, R.; Spitaleri, C.; Trippella, O.; Tumino, A.; Anastasiou, M.; Kuvín, S. A.; Rijal, N.; Schmidt, B.; Igamov, S. B.; Sakuta, S. B.; Fulop, Z.; Gyurky, G.; Szucs, T.; Halasz, Z.; Somorjai, E.; Hons, Z.; Mrázek, J.; Tribble, R. E.; Mukhamedzhanov, A. M.

**Indirect determination of the astrophysical S factor for the Li-6(p, gamma) Be-7 reaction using the asymptotic normalization coefficient method.**

(2021) Physical Review C 104(1), 015807.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.015807>

122. Calinescu, S.; Sorlin, O.; Matea, I.; Carstoiu, F.; Dao, D. D.; Nowacki, F.; De Angelis, G.; Astabatyán, R.; Bagchi, S.; Borcea, C.; Borcea, R.; Caceres, L.; Ciemala, M.; Clement, E.; Dombradi, Z.; Franchoo, S.; Gottardo, A.; Grévy, S.; Guerin, H.; Harakeh, M. N.; Harca, I. M.; Kamalou, O.; Kmiecik, M.; Krasznahorkay, A.; Krzysiek, M.; Kuti, I.; Lepailleur, A.; Lukyanov, S.; Maj, A.; Maslov, V.; Mazurek, K.; Morfouace, P.; Mrázek, J.; Negoita, F.; Niikura, M.; Olivier, L.; Penionzhkevich, Y. E.; Perrot, L.; Petrone, C.; Podolyak, Z.; Rigollet, C.; Roger, T.; Rotaru, F.; Sohler, D.; Stanoiu, M.; Stefan, I.; Stuhl, L.; Thomas, J. C.; Vajta, Z.; Vandebrouck, M.; Wieland, O.

**Coulomb and nuclear excitations of Zn-70 and Ni-68 at intermediate energy.**

(2021) Physical Review C 104(3), 034318.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.034318>

123. Ledoux, X.; Foy, J. C.; Ducret, J. E.; Frelin, A. M.; Ramos, D.; Mrázek, J.; Šimečková, E.; Běhal, R.; Caceres, L.; Glagolev, V.; Jacquot, B.; Lemasson, A.; Pancin, J.; Piot, J.; Stodel, C.; Vandebrouck, M.

**First beams at neutrons for science.**

(2021) European Physical Journal A 57(8), 257.

<https://doi.org/10.1140/epja/s10050-021-00565-x>

124. Zeinulla, Z.; Sobolev, Y. G.; Stukalov, S. S.; Siváček, I.; Penionzhkevich, Y. E.  
**Gamma-ray Spectrometer Assembled from 9×CeBr3-Nal(Tl) Phoswich Detectors.**  
(2021) Acta physica Polonica B 14(4), 755-760.

<https://doi.org/10.5506/APHYSPOLBSUPP.14.755>

125. Šimečková, E.; Majerle, M.; Štefánik, M.; Mrázek, J.; Novák, J.; Magna, T.  
**The activation cross section measurements of proton-induced reactions on Li and Ta in the energy region 12.5-34 MeV.**

(2021) Nuclear Physics A 1016, 122310.

<https://doi.org/10.1016/j.nuclphysa.2021.122310>

126. Šimečková, E.; Avrigeanu, M.; Mrázek, J.; Novák, J.; Štefánik, M.; Costache, C.; Avrigeanu, V.  
**Deuteron-induced reactions on Zr-nat up to 60 MeV.**  
(2021) Physical Review C 104(4), 044615.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.044615>

---

## Oddělení neutronové fyziky

---

127. Alarcon, E.; Heller, L.  
**Deformation infrared calorimetry for materials characterization applied to study cyclic superelasticity in NiTi wires.**  
(2021) Materials and Design 199, 109406.  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109406>
128. Karge, L.; Gilles, R.; Hofmann, M.; Mukherji, D.; Rösler, J.; Honecker, D.; Beran, P.; Strunz, P.; Schell, N.; Busch, S.  
**TaC Precipitation Kinetics During Cooling of Co-Re-Based Alloys.**  
(2021) Advanced Engineering Materials 23(11), 2100129.  
<https://doi.org/10.1002/adem.202100129>
129. Cedervall, J.; Clulow, R.; Bostrom, H. L. B.; Joshi, D. C.; Andersson, M. S.; Mathieu, R.; Beran, P.; Smith, R.I.; Tseng, J.; Sahlberg, M.; Berastegui, P.; Shafeie, S.  
**Phase stability and structural transitions in compositionally complex LnMO(3) perovskites.**  
(2021) Journal of Solid State Chemistry 300, 122213.  
<https://doi.org/10.1016/j.jssc.2021.122213>
130. Plesiutchnig, E.; Albu, M.; Canelo-Yubero, D.; Razumovskiy, V. I.; Stark, A.; Schell, N.; Kothleitner, G.; Beal, C.; Sommitsch, C.; Hofer, F.  
**An In Situ Synchrotron Dilatometry and Atomistic Study of Martensite and Carbide Formation during Partitioning and Tempering.**  
(2021) Materials 14(14), 3849.  
<https://doi.org/10.3390/ma14143849>
131. Buzolin, R. H.; Canelo-Yubero, D.; Warchomicka, F.; Lasnik, M.; Krumphals, A.; Poletti, M. C.  
**Refinement of the Ti-17 microstructure after hot deformation: Coupled mesoscale model.**  
(2021) Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing 800, 140268.  
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140268>



132. Cannavó, A.; Vacík, J.; Lavrentiev, V.; Ceccio, G.; Horák, P.; Vasi, S.; Bakardjieva, S.  
**Effect of 2 MeV W<sup>+</sup> ion irradiation on the surface morphology of Sc:In:C and Zr:In:C thin films.**  
[2021] Radiation Effects and Defects in Solids 176(11-12), 1049-1064.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1999240>
133. Bakardjieva, S.; Ceccio, G.; Vacík, J.; Calcagno, L.; Cannavó, A.; Horák, P.;  
Lavrentiev, V.; Němeček, J.; Michalcová, A.; Klie, R.  
**Surface morphology and mechanical properties changes induced in Ti<sub>3</sub>InC<sub>2</sub> (M3AX<sub>2</sub>) thin nanocrystalline films by irradiation of 100 keV Ne<sup>+</sup> ions.**  
[2021] Surface and Coatings Technology 426, 127775.  
<https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.127775>
134. Ceccio, G.; Vacík, J.; Trusso, S.; Cannavó, A.; Horák, P.; Hnatowicz, V.; Apel, P. Y.  
**Ion transmission spectroscopy of pores filled with Au nanoparticles.**  
[2021] Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B 491, 29-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2021.01.016>
135. Cutroneo, M.; Havránek, V.; Flaks, J.; Malinský, P.; Torrisci, L.; Silipigni, L.; Slepíčka, P.;  
Fajstavr, D.; Macková, A.  
**Pulsed Laser Deposition and Laser-Induced Backward Transfer to Modify Polydimethylsiloxane.**  
[2021] Coatings 11(12), 1521.  
<https://doi.org/10.3390/coatings11121521>
136. Cutroneo, M.; Havránek, V.; Macková, A.; Malinský, P.; Silipigni, L.; Slepíčka, P.;  
Fajstavr, D.; Torrisci, L.  
**Synthesis of Porous Polydimethylsiloxane Gold Nanoparticles Composites by a Single Step Laser Ablation Process.**  
[2021] International Journal of Molecular Sciences 22(22), 12155.  
<https://doi.org/10.3390/ijms222212155>
137. Torrisci, L.; Cutroneo, M.; Torrisci, A.; Silipigni, L.  
**Nitrogen diffusion in graphene oxide and reduced graphene oxide foils.**  
[2021] Vacuum 194, 110632.  
<https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110632>
138. Torrisci, L.; Manno, D.; Serra, A.; Torrisci, A.; Cutroneo, M.; Silipigni, L.  
**Structural phase modifications induced by energetic ion beams in graphene oxide.**  
[2021] Vacuum 193, 110513.  
<https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110513>

139. La Rosa, G.; Scolaro, C.; Leanza, G.; Rapisarda, S.; Isola, G.; Cutroneo, M.; Torrisci, L.; Pedulla, E.  
**Surface tension and wetting ability comparison of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid with and without surfactants.**  
(2021) Giornale Italiano di Endodonzia 35(1), 10-17.  
<https://doi.org/10.32067/GIE.2021.35.01.16>
140. Torrisci, L.; Cutroneo, M.; Torrisci, A.  
**Six MeV proton acceleration from plasma generated by high-intensity laser using advanced thin polyethylene targets.**  
(2021) Contributions to Plasma Physics 61(8), 202100024.  
<https://doi.org/10.1002/ctpp.202100024>
141. Cutroneo, M.; Havránek, V.; Semián, V.; Torrisci, A.; Macková, A.; Malinský, P.; Silipigni, L.; Slepíčka, P.; Fajstavr, D.; Torrisci, L.  
**Porous polydimethylsiloxane filled with graphene-based material for biomedicine.**  
(2021) Journal of Porous Materials 28, 1481-1491.  
<https://doi.org/10.1007/s10934-021-01095-z>
142. Manno, D.; Serra, A.; Buccolieri, A.; Calcagnile, L.; Cutroneo, M.; Torrisci, A.; Silipigni, L.; Torrisci, L.  
**Structural and spectroscopic investigations on graphene oxide foils irradiated by ion beams for dosimetry application.**  
(2021) Vacuum 188, 110185.  
<https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110185>
143. Torrisci, L.; Silipigni, L.; Calcagno, L.; Cutroneo, M.; Torrisci, A.  
**Carbon-based innovative materials for nuclear physics applications (CIMA), INFN project.**  
(2021) Radiation Effects and Defects in Solids 176(1-2), 100-118.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1891062>
144. Cutroneo, M.; Havránek, V.; Macková, A.; Malinský, P.; Torrisci, A.; Silipigni, L.; Slepíčka, P.; Fajstavr, D.; Torrisci, L.  
**The characterisation of polydimethylsiloxane containing gold nanoparticles as a function of curing time.**  
(2021) Surface and Interface Analysis 53(7), 618-626.  
<https://doi.org/10.1002/sia.6948>
145. Silipigni, L.; Salvato, G.; Torrisci, A.; Cutroneo, M.; Slepíčka, P.; Fajstavr, D.; Torrisci, L.  
**Pressure sensor based on porous polydimethylsiloxane with embedded gold nanoparticles.**

- [2021] Journal of Materials Science-Materials in Electronics 32, 8703-8715.  
<https://doi.org/10.1007/s10854-021-05541-1>
146. Torrasi, L.; Cutroneo, M.; Torrasi, A.  
**Cold electrons acceleration in TNSA laser-generated plasma using a low-contrast fs laser.**  
[2021] Contributions to Plasma Physics 61(4), 20200097.  
<https://doi.org/10.1002/ctpp.202000097>
147. Torrasi, L.; Cutroneo, M.; Torrasi, A.; Havránek, V.  
**Nuclear reactions for protontherapy intensification.**  
[2021] Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B 486, 28-36.  
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2020.11.002>
148. Torrasi, L.; Cutroneo, M.; Torrasi, A.  
**Eight MeV per charge state from 300 ps laser ion acceleration by using micrometric foils.**  
[2021] Contributions to Plasma Physics 61(3), 202000185.  
<https://doi.org/10.1002/ctpp.202000185>
149. Hong, K.; Kadar, C.; Knapek, M.; Drozdenko, D.; Jenei, P.; Kim, M.-Y.; Choe, H.; Máthis, K.; Park, H.; Gubicza, J.  
**Comparison of morphology and compressive deformation behavior of copper foams manufactured via freeze-casting and space-holder methods.**  
[2021] Journal of Materials Research and Technology-JMR&T 15, 6855-6865.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.11.108>
150. Drozdenko, D.; Farkas, G.; Šimko, P.; Fekete, K.; Čapek, J.; Garcés, G.; Ma, D.; An, K.; Máthis, K.  
**Influence of Volume Fraction of Long-Period Stacking Ordered Structure Phase on the Deformation Processes during Cyclic Deformation of Mg-Y-Zn Alloys.**  
[2021] Crystals 11(1), 11.  
<https://doi.org/10.3390/cryst11010011>
151. Dobroň, P.; Drozdenko, D.; Fekete-Horváth, K.; Knapek, M.; Bohlen, J.; Chmelík, F.  
**The slip activity during the transition from elastic to plastic tensile deformation of the Mg-Al-Mn sheet.**  
[2021] Journal of Magnesium and Alloys 9(3), 1057-1067.  
<https://doi.org/10.1016/j.jma.2020.12.010>
152. Yamasaki, M.; Mayama, T.; Matsumoto, T.; Hagihara, K.; Drozdenko, D.; Kawamura, Y.  
**Formation of 0001-rotation-type kink boundary in Mg-Zn-Y alloy with long-period stacking ordered structure.**

- (2021) Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing 819, 141466.  
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141466>
153. Fekete, K.; Farkas, G.; Drozdenko, D.; Tolnai, D.; Stark, A.; Dobroň, P.; Garces, G.; Máthis, K.  
**The temperature effect on the plastic deformation of the Mg88Zn7Y5 alloy with LPSO phase studied by in-situ synchrotron radiation diffraction.**  
(2021) Intermetallics 138, 107321.  
<https://doi.org/10.1016/j.intermet.2021.107321>
154. Kavetsky, T.; Alipour, M.; Smutok, O.; Mushynska, O.; Kiv, A.; Fink, D.; Farshchi, F.; Ahmadian, E.; Hasanzadeh, M.  
**Magneto-immunoassay of cancer biomarkers: Recent progress and challenges in biomedical analysis.**  
(2021) Microchemical Journal 167, 106320.  
<https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106320>
155. Fink, D.; Vacík, J.; Hnатовicz, V.; Kiv, A.  
**Ion track etching revisited. V. Etching of aged pristine and swift heavy ion-irradiated polyimide foils after treatment in hot ambient.**  
(2021) Radiation Effects and Defects in Solids 176(1-2), 167-187.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1891066>
156. Frost, M.; Benešová, B.; Seiner, H.; Kružík, M.; Šittner, P.; Sedlák, P.  
**Thermomechanical model for NiTi-based shape memory alloys covering macroscopic localization of martensitic transformation.**  
(2021) International Journal of Solids and Structures 221, 117-129.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2020.08.012>
157. Frost, M.; Jury, A.; Heller, L.; Sedlák, P.  
**Experimentally validated constitutive model for NiTi-based shape memory alloys featuring intermediate R-phase transformation: A case study of Ni48Ti49Fe3.**  
(2021) Materials and Design 203, 109593.  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109593>
158. Stoklasová, P.; Grabec, T.; Zoubková, K.; Sedlák, P.; Krátký, S.; Seiner, H.  
**Laser-Ultrasonic Characterization of Strongly Anisotropic Materials by Transient Grating Spectroscopy.**  
(2021) Experimental Mechanics 61(4), 663-676.  
<https://doi.org/10.1007/s11340-021-00698-6>

159. Grabec, T.; Sedlák, P.; Zoubková, K.; Ševčík, M.; Janovská, M.; Stoklasová, P.; Seiner, H.  
**Evolution of elastic constants of the NiTi shape memory alloy during a stress-induced martensitic transformation.**  
[2021] Acta Materialia 208, 116718.  
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.116718>
160. Daghbouj, N.; Callisti, M.; Sen, H.S.; Karlík, M.; Čech, J.; Vronka, M.; Havránek, V.; Čapek, J.; Minařík, P.; Bátor, P.; Polcar, T.  
**Interphase boundary layer-dominated strain mechanisms in Cu+ implanted Zr-Nb nanoscale multilayers.**  
[2021] Acta Materialia 202, 317-330.  
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.10.072>
161. Shayanfard, P.; Heller, L.; Šandera, P.; Šittner, P.  
**Experimental and numerical investigation of thermomechanical cycling of notched NiTi shape memory ribbon using SMA model accounting for plastic deformation.**  
[2021] Journal of Materials Research and Technology-JMR&T 15, 1759-1776.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.08.132>
162. Molnárová, O.; Tyc, O.; Heller, L.; Seiner, H.; Šittner, P.  
**Evolution of martensitic microstructures in nanocrystalline NiTi wires deformed in tension.**  
[2021] Acta Materialia 218, 117166.  
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117166>
163. Shayanfard, P.; Heller, L.; Šandera, P.; Šittner, P.  
**Numerical analysis of NiTi actuators with stress risers: The role of bias load and actuation temperature.**  
[2021] Engineering Fracture Mechanics 244, 107551.  
<https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2021.107551>
164. Samal, S.; Tyc, O.; Čížek, J.; Klečka, J.; Lukáč, F.; Molnárová, O.; de Prado, E.; Wiess, Z.; Kopeček, J.; Heller, L.; Šittner, P.; Chráska, T.  
**Fabrication of Thermal Plasma Sprayed NiTi Coatings Possessing Functional Properties.**  
[2021] Coatings 11(5), 610.  
<https://doi.org/10.3390/coatings11050610>
165. Tyc, O.; Heller, L.; Šittner, P.  
**Lattice Defects Generated by Cyclic Thermomechanical Loading of Superelastic NiTi Wire.**

- [2021] Shape Memory and Superelasticity 7, 65-88.  
<https://doi.org/10.1007/s40830-021-00315-4>
166. Jagerová, A.; Mikšová, R.; Romanenko, O. V.; Sofer, Z.; Slepíčka, P.; Mistřík, J.; Macková, A.  
**Surface modification by high-energy heavy-ion irradiation in various crystalline ZnO facets.**  
[2021] Physical Chemistry Chemical Physics 23(39), 22673-22684.  
<https://doi.org/10.1039/d1cp02388h>
167. Jagerová, A.; Malinský, P.; Mikšová, R.; Lálik, O.; Cutroneo, M.; Romanenko, O. V.; Szokolova, K.; Sofer, Z.; Slepíčka, P.; Čížek, J.; Macková, A.  
**Modification of structure and surface morphology in various ZnO facets via low fluence gold swift heavy ion irradiation.**  
[2021] Surface and Interface Analysis 53(2), 230-243.  
<https://doi.org/10.1002/sia.6904>
168. Jury, A.; Balandraud, X.; Heller, L.; Šittner, P.; Karlík, M.  
**Reconstruction of Heat Sources Induced in Superelastically Loaded Ni-Ti Wire By Localized Deformation Processes.**  
[2021] Experimental Mechanics 61, 349-366.  
<https://doi.org/10.1007/s11340-020-00648-8>
169. Csáki, Š.; Lukáč, F.; Húlan, T.; Veverka, J.; Knapek, M.  
**Preparation of anorthite ceramics using SPS.**  
[2021] Journal of the European Ceramic Society 41(8), 4618-4624.  
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2021.03.004>
170. Knapek, M.; Zemková, M.; Greš, A.; Jablonská, E.; Lukáč, F.; Král, R.; Bohlen, J.; Minárik, P.  
**Corrosion and mechanical properties of a novel biomedical WN43 magnesium alloy prepared by spark plasma sintering.**  
[2021] Journal of Magnesium and Alloys 9(3), 853-865.  
<https://doi.org/10.1016/j.jma.2020.12.017>
171. Máthis, K.; Knapek, M.; Šiška, F.; Harcuba, P.; Ugi, D.; Ispanovity, P. D.; Groma, I.; Shin, K. S.  
**On the dynamics of twinning in magnesium micropillars.**  
[2021] Materials and Design 203, 109563.  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109563>
172. Minárik, P.; Zemková, M.; Veselý, J.; Bohlen, J.; Knapek, M.; Král, R.  
**The effect of Zr on dynamic recrystallization during ECAP processing of Mg-Y-RE**

- alloys.  
[2021] Materials Characterization 174, 111033.  
<https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.111033>
173. Martinez Celis, M.; Minárik, P.; Hug, E.; Dorenlor, J.; Chmelík, F.; Knapek, M.; Dobroň, P.  
**Analysis of the twin variant selection in polycrystalline cobalt.**  
[2021] Journal of Materials Science 56(12), 7740-7752.  
<https://doi.org/10.1007/s10853-020-05718-9>
174. Húlan, T.; Knapek, M.; Csáki, Š.; Kušnír, J.; Šmilauerová, J.; Dobroň, P.; Chmelík, F.; Kaljuvee, T.; Uibu, M.  
**The Formation of Microcracks in Water-Saturated Porous Ceramics During Freeze-Thaw Cycles Followed by Acoustic Emission.**  
[2021] Journal of Nondestructive Evaluation 40(1), 13.  
<https://doi.org/10.1007/s10921-020-00748-4>
175. Čapek, J.; Polatidis, E.; Knapek, M.; Lyphout, C.; Casati, N.; Pederson, R.; Strobl, M.  
**The Effect of gamma " and delta Phase Precipitation on the Mechanical Properties of Inconel 718 Manufactured by Selective Laser Melting: An In Situ Neutron Diffraction and Acoustic Emission Study.**  
[2021] JOM 73, 223-232.  
<https://doi.org/10.1007/s11837-020-04463-3>
176. Torrisi, L.; Silipigni, L.; Kováčik, L.; Lavrentiev, V.; Cutroneo, M.; Torrisi, A.; De Plano, L. M.; Franco, D.; Guglielmino, S.  
**M13 Phages Uptake of Gold Nanoparticles for Radio-and Thermal-Therapy and Contrast Imaging Improvement.**  
[2021] Applied Sciences 11(23), 11391.  
<https://doi.org/10.3390/app112311391>
177. Lavrentiev, V.; Chvostová, D.; Pokorný, J.; Lavrentieva, I.; Vacík, J.; Dejneka, A.  
**Tuneable interplay of plasmonic and molecular excitations in self-assembled silver-fullerene nanocomposites.**  
[2021] Carbon 184, 34-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.08.002>
178. Macková, A.; Fernandes, S.; Matějček, J.; Vilémová, M.; Holý, V.; Liedke, M. O.; Martan, J.; Vronka, M.; Potoček, M.; Bátor, P.; Butterling, M.; Attallah, A. G.; Hirschmann, E.; Wagner, A.; Havránek, V.  
**Radiation damage evolution in pure W and W-Cr-Hf alloy caused by 5 MeV Au ions in a broad range of dpa.**

- [2021] Nuclear Materials and Energy 29, 101085.  
<https://doi.org/10.1016/j.nme.2021.101085>
179. Macková, A.; Malinský, P.; Cutroneo, M.; Havránek, V.; Flaks, J.; Semián, V.; Vonka, L.; Zach, V.; Bém, P.; Mrázek, J.; Krist, P.; Poklop, D.; Štefánik, M.; Štursa, J.; Olšanský, V.; Chvátil, D.; Kučera, J.; Němec, M.; Světlík, I.; Kameník, J.; Tecl, J.  
**Small accelerators and their applications in the CANAM research infrastructure at the NPI CAS.**  
[2021] European Physical Journal Plus 136(5), 558.  
<https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01430-y>
180. Hlushko, K.; Macková, A.; Zálešák, J.; Burghammer, M.; Davydok, A.; Krywka, C.; Daniel, R.; Keckes, J.; Todt, J.  
**Ion irradiation-induced localized stress relaxation in W thin film revealed by cross-sectional X-ray nanodiffraction.**  
[2021] Thin Solid Films 722, 138571.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138571>
181. Čížek, J.; Kalivodová, J.; Janeček, M.; Stráský, J.; Srba, O.; Macková, A.  
**Advanced Structural Materials for Gas-Cooled Fast Reactors-A Review.**  
[2021] Metals 11(1), 76.  
<https://doi.org/10.3390/met11010076>
182. Vařák, P.; Nekvindová, P.; Vytykáčová, S.; Michalcová, A.; Malinský, P.; Oswald, J.  
**Near-infrared photoluminescence enhancement and radiative energy transfer in RE-doped zinc-silicate glass (RE = Ho, Er, Tm) after silver ion exchange.**  
[2021] Journal of Non-Crystalline Solids 557, 120580.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2020.120580>
183. Khaleghi, A. A.; Akbaripannah, F.; Sabbaghian, M.; Mathis, K.; Minárik, P.; Veselý, J.; El-Tahawy, M.; Gubicza, J.  
**Influence of high-pressure torsion on microstructure, hardness and shear strength of AM60 magnesium alloy.**  
[2021] Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing 799, 140158.  
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140158>
184. Mikšová, R.; Jagerová, A.; Malinský, P.; Harcuba, P.; Veselý, J.; Holý, V.; Kentsch, U.; Macková, A.  
**Multi-direction channelling study of the Ag:YSZ nanocomposites prepared by ion implantation.**  
[2021] Vacuum 184, 109773.  
<https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2020.109773>



185. Mikula, P.; Šaroun, J.; Ryukhtin, V.  
**High-Resolution Residual Strain/Stress Measurements on Three Axis Neutron Diffractometer.**  
(2021) AMR - Advanced Materials Research 1166, 33-40.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1166.33>
186. Mikula, P.; Šaroun, J.; Strunz, P.; Ryukhtin, V.  
**Investigation of multiple Bragg reflections and their possible exploitation.**  
(2021) Journal of Neutron Research 23(1), 29-51.  
<https://doi.org/10.3233/JNR-200185>
187. Mikula, P.; Vrána, M.; Šaroun, J.; Ryukhtin, V.  
**Observation of multiple Bragg reflections accompanying forbidden Si(002) reflection in bent-perfect Si crystal.**  
(2021) Powder Diffraction 36(1), 14-19.  
<https://doi.org/10.1017/S0885715620000779>
188. Molnárová, O.; Habr, S.; de Prado, E.; Čapek, J.; Ekrt, O.; Németh, G.; Málek, P.; Lejček, P.  
**Microstructural evolution of a 3003 based aluminium alloy during the CSET process.**  
(2021) Materials 14(19), 5770.  
<https://doi.org/10.3390/ma14195770>
189. Baczmanski, A.; Kot, P.; Wroński, S.; Wrobel, M.; Wronski, M.; Pilch, J.; Muzyka, M.; Wierzbowski, K.; Zhao, Y.; Le Joncour, L.; Francois, M.; Panicaud, B.  
**Direct diffraction measurement of critical resolved shear stresses and stress localisation in magnesium alloy.**  
(2021) Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing 801, 140400.  
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140400>
190. Yildiz, A. B.; Babu, R. P.; Bonvalet-Rolland, M.; Busch, S.; Ryukhtin, V.; Weidow, J.; Norgren, S.; Hedstrom, P.  
**Quantification of nano-scale interface structures to guide mechanistic modelling of WC grain coarsening inhibition in V-doped hard metals.**  
(2021) Materials and Design 207, 109825.  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109825>
191. Baranchikov, A. E.; Kopitsa, G. P.; Yorov, K. E.; Sipyagina, N. A.; Lermontov, S. A.; Pavlova, A. A.; Kottsov, S. Y.; Garamus, V. M.; Ryukhtin, V.; Ivanov, V. K.  
**SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> Binary Aerogels: A Small-Angle Scattering Study.**

- [2021] Russian Journal of Inorganic Chemistry 66(6), 874-882.  
<https://doi.org/10.1134/S003602362106005X>
192. Gokhman, A.; Nový, Z.; Salvetr, P.; Ryukhtin, V.; Strunz, P.; Motyčka, P.; Zmeko, J.; Kotous, J.  
**Effects of Silicon, Chromium, and Copper on Kinetic Parameters of Precipitation during Tempering of Medium Carbon Steels.**  
[2021] Materials 14(6), 1445.  
<https://doi.org/10.3390/ma14061445>
193. Tomchuk, O. V.; Avdeev, M. V.; Aksenov, V. L.; Shulenina, A. V.; Ivankov, O. I.; Ryukhtin, V.; Vekas, L.; Bulavin, L. A.  
**Temperature-dependent fractal structure of particle clusters in aqueous ferrofluids by small-angle scattering.**  
[2021] Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects 613, 126090.  
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.126090>
194. Pulvermacher, S.; Bucker, T.; Šaroun, J.; Rebelo-Kornmeier, J.; Hofmann, M.; Gibmeier, J.  
**Neutron and X-ray Diffraction Analysis of Macro and Phase-Specific Micro Residual Stresses in Deep Rolled Duplex Stainless Steels.**  
[2021] Materials 14(8), 1854.  
<https://doi.org/10.3390/ma14081854>
195. Tyc, O.; Molnárová, O.; Šittner, P.  
**Effect of microstructure on fatigue of superelastic NiTi wires.**  
[2021] International Journal of Fatigue 152, 106400.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106400>
196. Torrise, A.; Vacík, J.; Ceccio, G.; Cannavó, A.; Lavrentiev, V.; Horák, P.; Yatskiv, R.; Vaniš, J.; Grym, J.; Fišer, L.; Hruška, M.; Otta, J.; Vrňata, M.; Fitl, P.  
**Chemiresistors Based on Li-Doped CuO-TiO<sub>2</sub> Films.**  
[2021] Chemosensors 9(9), 246.  
<https://doi.org/10.3390/chemosensors9090246>
197. Torrise, L.; Torrise, A.  
**IR laser ablation of high boiling elements (C, Mo, Ta, W and Re).**  
[2021] Radiation Effects and Defects in Solids 176(1-2), 2-16.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1891055>
198. Torrise, A.; Horák, P.; Vacík, J.; Lavrentiev, V.; Cannavó, A.; Ceccio, G.; Vaniš, J.; Yatskiv, R.; Grym, J.  
**Synthesis of Cu-Ti thin film multilayers on silicon substrates.**

- [2021] Bulletin of Materials Science 44(1), 50.  
<https://doi.org/10.1007/s12034-020-02346-6>
199. Torrise, L.; Torrise, A.  
**2.5-MeV neutron source controlled by high-intensity pulsed laser generating plasma.**  
[2021] Contributions to Plasma Physics 61(5), 202000213.  
<https://doi.org/10.1002/ctpp.202000213>
200. Torrise, L.; Torrise, A.  
**Ni, Ti, and NiTi laser ablation in vacuum and in water to deposit thin films or to generate nanoparticles in solution.**  
[2021] Contributions to Plasma Physics 61, 202000070.  
<https://doi.org/10.1002/ctpp.202000070>
201. Vacík, J.; Hnatowicz, V.; Kiv, A.; Fink, D.  
**Ion Track Etching Revisited: IV. Thermal annealing of fresh swift heavy ion-irradiated PET in different environments.**  
[2021] Radiation Effects and Defects in Solids 176(1-2), 17-37.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1891056>
202. Vacík, J.; Bakardjieva, S.; Horák, P.; Cannavó, A.; Ceccio, G.; Lavrentiev, V.; Fink, D.; Plocek, J.; Kupčík, J.; Calcagno, L.; Klie, R.  
**Ion-beam-induced crystallization of radiation-resistant MAX phase nanostructures.**  
[2021] Radiation Effects and Defects in Solids 176(1-2), 119-137.  
<https://doi.org/10.1080/10420150.2021.1891063>

---

## Oddělení radiofarmak

---

203. Gilpin, I. M. F.; Ullrich, M.; Wunsche, T.; Zarschle, K.; Lebeda, O.; Pietsch, J.; Pietsch, H. -J.; Walther, M.  
**Radiolabelled Cyclic Bisarylmercury: High Chemical and in vivo Stability for Theranostics.**  
[2021] ChemMedChem 16(17), 2645-2649.  
<https://doi.org/10.1002/cmdc.202100131>
204. Urbanová, K.; Seifert, D.; Vinšová, H.; Vlk, M.; Lebeda, O.  
**Simple new method for labelling of PSMA-11 with Ga-68 in NaHCO<sub>3</sub>.**  
[2021] Applied Radiation and Isotopes 172, 109692.  
<https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2021.109692>

## Oddělení dozimetrie záření

205. Wochnik, A.; Stolarczyk, L.; Ambrožová, I.; Davídková, M.; De Saint-Hubert, M.; Domanski, S.; Domingo, C.; Knežević, Z.; Kopec, R.; Kuc, M.; Majer, M.; Mojzeszek, N.; Mares, V.; Martinez-Rovira, I.; Caballero-Pachero, M. A.; Pyszka, E.; Swakoń, J.; Trinkl, S.; Tisi, M.; Harrison, R.; Olko, P.  
**Out-of-field doses for scanning proton radiotherapy of shallowly located paediatric tumours-a comparison of range shifter and 3D printed compensator.**  
[2021] *Physics in Medicine and Biology* 66(3), 035012.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6560/abcb1f>
206. Inozemtsev, K. O.; Kodaira, S.; Kusumoto, T.; Kitamura, H.; Stradi, A.; Szabó, J.; Ambrožová, I.; Shurshakov, V. A.  
**Etched track detector methods for the identification of target nuclear fragments in cosmic radiation and accelerator proton beams.**  
[2021] *Radiation Measurements* 140, 106505.  
<https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106505>
207. Trampota, F.; Bíšková, J.; Červeková, A.; Čizmář, I.; Drozdová, E.; Kala, J.; Kos, P.; Květina, P.; Parma, D.; Přichystal, M.; Světlík, I.; Šín, L.; Tvrký, Z.; Vrána, J.  
**The Eneolithic inhumation burial rite in Moravian in light of radiocarbon dating.**  
[2021] *Archeologické rozhledy* 74(3), 315-358  
<https://doi.org/10.35686/AR.2021.11>
208. Brychová, V.; Roffet-Salque, M.; Pavlů, I.; Kyselka, J.; Kyjaková, P.; Filip, V.; Světlík, I.; Evershed, R. P.  
**Animal exploitation and pottery use during the early LBK phases of the Neolithic site of Bylany (Czech Republic) tracked through lipid residue analysis.**  
[2021] *Quaternary International* 574, 91-101.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.045>
209. Port, M.; Herodin, F.; Drouet, M.; Valente, M.; Majewski, M.; Ostheim, P.; Lamkowski, A.; Schule, S.; Forcheron, F.; Tichý, A.; Širák, I.; Málková, A.; Becker, B. V.; Veit, D. A.; Waldeck, S.; Badie, C.; O'Brien, G.; Christiansen, H.; Wichmann, J.; Beutel, G.; Davídková, M.; Doucha-Senf, S.; Abend, M.  
**Gene Expression Changes in Irradiated Baboons: A Summary and Interpretation of a Decade of Findings.**  
[2021] *Radiation Research* 195(6), 501-521.  
<https://doi.org/10.1667/RADE-20-00217.1>

210. Sala, L. A.; Zerolova, A.; Rodriguez, Á.; Reimitz, D.; Davídková, M.; Ebel, K.; Bald, I.; Kočíšek, J.  
**Folding DNA into origami nanostructures enhances resistance to ionizing radiation.**  
[2021] *Nanoscale* 13, 1197-1203.  
<https://doi.org/10.1039/d1nr02013g>
211. Tran, H. N.; Ramos-Mendez, J.; Shin, W.; Perrot, Y.; Faddegon, B.; Okada, S.; Karamitros, M.; Davídková, M.; Štěpán, V.; Incerti, S.; Villagrasa, C.  
**Assessment of DNA damage with an adapted independent reaction time approach implemented in Geant4-DNA for the simulation of diffusion-controlled reactions between radio-induced reactive species and a chromatin fiber.**  
[2021] *Medical Physics* 48(2), 890-901.  
<https://doi.org/10.1002/mp.14612>
212. Garba, R.; Demján, P.; Světlík, I.; Dreslerová, D.  
**The New Radiocarbon Dataset for Trilith Monuments of Southeastern Arabia.**  
[2021] *Radiocarbon* 63(2), 461-471.  
<https://doi.org/10.1017/RDC.2020.123>
213. Kákona, M.; Šlegl, J.; Sommer, M.; Kákona, J.; Lužová, M.; Štěpán, V.; Ploc, O.; Kodaira, S.; Chroust, J.; John, D.; Ambrožová, I.; Krist, P.  
**AIRDOS - open-source PIN diode airborne dosimeter.**  
[2021] *Journal of Instrumentation* 16(3), T03006.  
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/03/T03006>
214. Kufnerová, J.; Pachnerová Brabcová, K.; Suchý, V.; Ovšonková, Z.; Frouzová, J.; Cajthaml, T.; Světlík, I.  
**Are ivory antiques actually antique?**  
[2021] *Crime Law and Social Change* 76, 219-231.  
<https://doi.org/10.1007/s10611-021-09963-0>
215. Kraus, K. M.; Simonetto, C.; Kundrát, P.; Waitz, V.; Borm, K. J.; Combs, S. E.  
**Potential morbidity reduction for lung stereotactic body radiation therapy using respiratory gating.**  
[2021] *Cancers* 13(20), 5092.  
<https://doi.org/10.3390/cancers13205092>
216. Kundrát, P.; Freidland, W.; Ottolenghi, A.; Baiocco, G.  
**Coupling Radiation Transport and Track-Structure Simulations: Strategy Based on Analytical Formulas Representing DNA Damage Yields.**

- [2021] *Frontiers in Physics* 9, 719682.  
<https://doi.org/10.3389/fphy.2021.719682>
217. Simonetto, C.; Wollschlager, D.; Kundrát, P.; Ulanowski, A.; Becker, J.; Castelletti, N.; Guthlin, D.; Shemiakina, E.; Eidemuller, M.  
**Estimating long-term health risks after breast cancer radiotherapy: merging evidence from low and high doses.**  
[2021] *Radiation and Environmental Biophysics* 60(3), 459-474.  
<https://doi.org/10.1007/s00411-021-00924-8>
218. Sommer, M.; Krist, P.; Kákona, M.; Ploc, O.  
**Novel Model for Analysis and Optimization of Silicon Photomultiplier-Based Scintillation Systems.**  
[2021] *IEEE Transactions on Nuclear Science* 68(12), 2771-2778.  
<https://doi.org/10.1109/TNS.2021.3121871>
219. Kovář, P.; Sommer, M.  
**CubeSat Observation of the Radiation Field of the South Atlantic Anomaly.**  
[2021] *Remote Sensing* 13(7), 1-13, 1274.  
<https://doi.org/10.3390/rs13071274>
220. Suchý, V.; Pachnerová Brabcová, K.; Zachariáš, J.; Světlík, I.; Borecká, L.  
**Gothic-Arch Calcite from Speleothems of the Bohemian Karst (Czech Republic): Its Occurrence, Microscopic Ultrastructure and Possible Mechanism of Growth.**  
[2021] *Minerals* 11(8), 866.  
<https://doi.org/10.3390/min11080866>
221. Lou, Q. -Y.; Zhang, L.; Zhong, N. -N.; Wu, J.; Goodarzi, F.; Sanei, H.; Skovsted, C. B.; Suchý, V.; Li, M.-J.; Ye, X.; Cao, W. -X.; Liu, A. -J.; Min, X.; Pan, Y.; Yao, L. -P.; Wu, J.  
**Thermal evolution behavior of the organic matter and a ray of light on the origin of vitrinite-like maceral in the Mesoproterozoic and Lower Cambrian black shales: Insights from artificial maturation.**  
[2021] *International Journal of Coal Geology* 244, 103813.  
<https://doi.org/10.1016/j.coal.2021.103813>
222. Suchý, V.; Borecká, L.; Pachnerová Brabcová, K.; Havelcová, M.; Světlík, I.; Machovič, V.; Lapčák, L.; Ovšonková, Z.  
**Microbial signatures from speleothems: A petrographic and scanning electron microscopy study of coralloids from the Koneprusy Caves (the Bohemian Karst, Czech Republic).**  
[2021] *Sedimentology* 68(3), 1198-1126.  
<https://doi.org/10.1111/sed.12826>

223. Adameková, K.; Petřík, J.; Světlík, I.; Bíšková, J.; Novák, J.; Bíško, R.; Bajer, A.  
**Palaeopedologic research of a new Upper Pleistocene loess-palaeosol record in Brno-Bohunice.**  
(2021) Geoscience Research Reports 54(1), 41-50.  
<https://doi.org/10.3140/zpravy.geol.2021.5>
224. Povinec, P. P.; Cherinsky, A.; Dorica, J.; Hajdas, I.; Jull, A. J. T.; Molnár, M.; Světlík, I.; Wild, E. M.; Kontul, I.  
**Radiocarbon Dating of St. George's Rotunda in Nitrianska Blаница (Slovakia): International Consortium Results.**  
(2021) Radiocarbon 63(3), 953-976, 111689.  
<https://doi.org/10.1017/RDC.2021.31>
225. Golec, M.; Zajíček, P.; Světlík, I.; Pachnerová Brabcová, K.; Maříková, L.; Čermáková, E.; Ovšonková, Z.  
**Prehistoric Charcoal Graffiti Discovered in Katerinska Cave, Czech Republic.**  
(2021) Radiocarbon 63(2), 473-480.  
<https://doi.org/10.1017/RDC.2021.5>
226. Faměra, M.; Matys Grygar, T.; Ciszewski, D.; Czajka, A.; Álvarez-Vázquez, M. A.; Hron, K.; Fačevicová, K.; Hýlová, V.; Tůmová, Š.; Světlík, I.; Zimová, K.; Dvořáková, K.; Szypuła, B.; Hošek, M.; Henych, J.  
**Anthropogenic records in a fluvial depositional system: The Odra River along The Czech-Polish border.**  
(2021) Anthropocene 34, 100286.  
<https://doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100286>
227. Půlpán, M.; Petriščáková, K.; Kuljavceva, H.; Půlpánová-Reszcynska, A.; Pavúk, P.; Trojánková, O.; Světlík, I.; Kundrát, P.  
**The Únětice culture group cemetery from Lovosice (Litoměřice District). On Early Bronze Age burial grounds in Northwest Bohemia.**  
(2021) Památky archeologické 112(12), 101-196.  
<https://doi.org/10.35686/PA2021.3>
228. Hofreiter, M.; Šneberger, J.; Pospíšek, M.; Vaněk, D.  
**Progress in forensic bone DNA analysis: Lessons learned from ancient DNA.**  
(2021) Forensic Science International-Genetics 54, 102538.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102538>
229. Dominguez-Kondo, N.; Moreno, B. E.; Štěpán, V.; Stefanová, K.; Perrot, Y.; Villagrana, C.; Incerti, S.; De Celis Alonso, B.; Schuemann, J.; Faddegon, B.; Ramos-Mendez, J.  
**DNA damage modeled with Geant4-DNA: effects of plasmid DNA conformation and experimental conditions.**

- [2021] Physics in Medicine and Biology 66(24), 245017.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6560/ac3a22>
230. Ramos-Mendez, J.; LaVerne, J. A.; Dominguez-Kondo, N.; Milligan, J.; Štěpán, V.; Stefanová, K.; Perrot, Y.; Villagrasa, C.; Shin, W.; Incerti, S.; McNamara, A. L.; Paganetti, H.; Perl, J.; Schuemann, J.; Faddegon, B.  
**TOPAS-nBio validation for simulating water radiolysis and DNA damage under low-LET irradiation.**  
[2021] Physics in Medicine and Biology 66(17), 175026.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6560/ac1f39>
231. Krátká, M.; Čermák, J.; Vachelová, J.; Davidková, M.; Romanyuk, N.; Kromka, A.; Rezek, B.  
**Gamma radiation effects on diamond field-effect biosensors with fibroblasts and extracellular matrix.**  
[2021] Colloids and Surfaces B-Biointerfaces 204, 111689.  
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111689>

---

## Oddělení urychlovačů

---

232. Granja, C.; Oancea, C.; Jakoubek, J.; Marek, L.; Benton, E.; Kodaira, S.; Miller, J.; Rucinski, A.; Gajewski, J.; Stasica, P.; Zach, V.; Štursa, J.; Chvátil, D.; Krist, P.  
**Wide-range tracking and LET-spectra of energetic light and heavy charged particles.**  
[2021] Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A 988(FEB), 164901.  
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164901>
233. Tereshatov, E. E.; Semelová, M.; Čubová, K.; Bartl, P.; Němec, M.; Štursa, J.; Zach, V.; Folden, C. M.; Omtvedt, J. P.; John, J.  
**Valence states of cyclotron-produced thallium.**  
[2021] New Journal of Chemistry 45(7), 3377-3381.  
<https://doi.org/10.1039/d0nj05198e>



## IV. KONFERENČNÍ PŘÍSPĚVEK

### Oddělení teoretické fyziky

1. Mercenne, A.; Launey, K. D.; Escher, J. E.; Dytrych, T.; Draayer, J. P.  
**New Symmetry-Adapted ab initio Approach to Nuclear Reactions for Intermediate-mass Nuclei.**  
[2021] Springer Proceedings in Physics. Compound-Nuclear Reactions 254, 73-79.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-58082-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58082-7_9)
2. Hošek, J.; Beneš, P.; Smetana, A.  
**Predictive electroweak gauge model with strong spontaneous-symmetry-breaking dynamics.**  
[2021] PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 666.  
<https://doi.org/10.22323/1.390.0666>
3. Růžička, F.; Agarwal, K. S.; Joglekar, Y. N  
**Conserved quantities, exceptional points, and antilinear symmetries in non-Hermitian systems.**  
[2021] Journal of Physics: Conference Series. Virtual Seminar Series on Pseudo-Hermitian Hamiltonians in Quantum Physics 2038, 012021.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2038/1/012021>
4. Zborovský, J.; Tokarev, M. V.  
**Self-similarity, fractality and entropy principle in collisions of hadrons and nuclei at Tevatron, RHIC and LHC.**  
[2021] PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 575.  
<https://doi.org/10.22323/1.390.0575>
5. Znojil, M.  
**Paths of unitary access to exceptional points.**  
[2021] Journal of Physics: Conference Series 2038, 012026.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2038/1/012026>

## Oddělení jaderné spektroskopie

6. Adamová, D.; Mikula, A.; Adam, M.; Chudoba, J.; Vokáč, P.; Uhlířová, J.  
**The contribution of the WLCG Tier-2 site in Prague to the global WLCG operations.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. The Ninth Annual Conference on Large Hadron Collider Physics 397, 233.  
<https://doi.org/10.22323/1.397.0233>
7. Bielčíková, J.  
**Summary: Jets and high-pT.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. 10th International Conference on Hard and Electromagnetic Probes of High-Energy Nuclear Collisions 387, 028.  
<https://doi.org/10.22323/1.387.0028>
8. Danielisová, A.; Bursák, D.; Strnad, L.; Trubač, J.; Fikrle, M.  
**Life cycles of metals in the Iron Age (4th - 1st century BC). Sourcing and recycling of copper based alloys.**  
(2021) Monographies Instrumentum. Proceedings of the 5th international conference "Archaeometallurgy in Europe" 73, 273-288.
9. Isakov, A.  
**Analysis of b-jet production in p-Pb and pp collisions at root sNN = 5.02 TeV with ALICE.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. The Ninth Annual Conference on Large Hadron Collider Physics 397, 187.  
<https://doi.org/10.22323/1.397.0187>
10. Isakov, A.; Křížek, F.; Matlocha, T.  
**Irradiation setup at the U-120M cyclotron facility.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 986.  
<https://doi.org/10.22323/1.390.0986>
11. Kotliarov, A.  
**Search for jet quenching effects in high-multiplicity proton-proton collisions at root s = 13 TeV.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. The Ninth Annual Conference on Large Hadron

- Collider Physics 397, 183.  
<https://doi.org/10.22323/1.397.0183>
12. Křížek, F.  
**Projections for jet quenching measurements in 0-0 collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 6.37\text{TeV}$  during the LHC Run 3.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. The Ninth Annual Conference on Large Hadron Collider Physics 397, 182.  
<https://doi.org/10.22323/1.397.0182>
13. Křížek, F.  
**Search for jet quenching effects in high-multiplicity proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13\text{TeV}$ .**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. 10th International Conference on Hard and Electromagnetic Probes of High-Energy Nuclear Collisions 387, 156.  
<https://doi.org/10.22323/1.387.0156>
14. Kushpil, S.  
**Characterization of ALPIDE silicon sensors with inclined tracks.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 805.  
<https://doi.org/10.22323/1.390.0805>
15. Tishevsky, A. V.; Gurchin, Y. V.; Isupov, A. Y.; Janek, M.; Khrenov, A. N.; Kurilkin, P.; Kushpil, V.; Ladygin, V. P.; Mezhenska, O.; Reznikov, S. G.; Terekhin, A. A.  
**Study of the 16-channel scintillation detector prototype with silicon photomultipliers readout.**  
(2021) AIP Conference Proceedings 2377, 030017.  
<https://doi.org/10.1063/5.0064196>
16. Líčeník, R.  
**Measurement of inclusive jet production in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200\text{GeV}$  by the STAR experiment.**  
(2021) PoS - Proceedings of Science. 10th International Conference on Hard and Electromagnetic Probes of High-Energy Nuclear Collisions 387, 123.  
<https://doi.org/10.22323/1.387.0123>
17. Šefčík, M.; Běhal, R.; Dragoun, O.; Lebeda, O.; Ráliš, J.; Seifert, D.; Vénos, D.  
**Production of Rb-83 for calibration sources for dark matter and neutrino mass experiments.**

[2021] PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 213.

<https://doi.org/10.22323/1.390.0213>

19. Vaněk, J.  
**Measurement of  $D_{\pm}$  meson production in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV with the STAR experiment.**

[2021] PoS - Proceedings of Science. 10th International Conference on Hard and Electromagnetic Probes of High-Energy Nuclear Collisions 387, 065.

<https://doi.org/10.22323/1.387.0065>

20. Vaněk, J.  
**Production of  $D_{\pm}$  mesons in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV with the STAR experiment.**

[2021] PoS - Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics 390, 584.

<https://doi.org/10.22323/1.390.0584>

---

## Oddělení neutronové fyziky

---

20. Strunz, P.; Kocich, R.; Beran, P.; Kunčická, L.; Mukherji, D.; Gilles, R.; Hofmann, M.  
**Structure and Microstructure of Advanced Materials Characterized by Neutron Diffraction.**

[2021] Materials Science Forum 1016, 1404-1410.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1016.1404>

---

## Oddělení jaderných reakcí

---

21. Siváček, I.; Stukalov, S. S.; Sobolev, Yu. G.; Testov, D.; Smirnov, V.; Penionzhkevich, Y. E.; Zeinulla, Z.

**The MULTI spectrometer for measurement of beta-decay process in exotic nuclei.**

[2021] EPJ Web of Conferences 253, 01003.

<https://doi.org/10.1051/epjconf/202125301003>

## V. ABSTRAKT Z PERIODIKA

1. Karlík, M.; Daghbouj, N.; Lorinčík, J.; Polcar, T.; Callisti, M.; Havránek, V.  
**Ion implantation into ZrNb nanometric multilayers.**  
 (2021) Acta Crystallographica A-Foundation and Advances 77, 839-839.  
<https://doi.org/10.1107/S0108767321088590>
2. Nakatsugawa, H.; Kamatani, Y.; Hervoches, C.  
**Crystal structure and magnetism in Nd<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>FeO<sub>3</sub> (0.1 ≤ x ≤ 0.9).**  
 (2021) Acta Crystallographica A-Foundation and Advances 77, 970-970.  
<https://doi.org/10.1107/S0108767321087298>
3. Mikula, P.; Ryukhtin, V.; Šaroun, J.; Strunz, P.  
**High-resolution neutron three axis diffractometer for studies of elastic and plastic deformation of polycrystalline materials.**  
 (2021) Acta Crystallographica A-Foundation and Advances 77, 846-846.  
<https://doi.org/10.1107/S0108767321088528>
4. Ucar, H.; Kletetschka, G.; Mizera, J.  
**Investigation of the Glassy Objects from ODP Leg 175, Hole 1082C.**  
 (2021) Meteoritics and Planetary Science 56(1), 6120.  
<https://www.hou.usra.edu/meetings/metsoc2021/pdf/6120.pdf>
5. Kolmašová, I.; Santolík, O.; Ploc, O.; Langer, R.; Popová, J.; Sokol, Z.; Zacharov, P.; jr.; Šlegl, J.; Diendorfer, G.; Strhářský, I.; Lán, R.; Kákona, M.  
**First observation of significant long-lasting Thunderstorm Ground Enhancements on the Milešovka peak (altitude 837 m) in Czechia.**  
 (2021) EGU General Assembly 2021 [vEGU21: Gather Online].  
<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-3141>
6. Ryukhtin, V.; Strunz, P.; Yildiz, A. B.; Zháňal, P.; Ohishi, K.; Kawamura, Y.; Beran, P.; Bakardjieva, S.  
**Investigations of the precipitation microstructure in the alloys, hard metal composites, and powders using SANS.**  
 (2021) Acta Crystallographica A-Foundation and Advances 77, 1174-1175.  
<https://doi.org/10.1107/S0108767321085354>
7. Strunz, P.; Kocich, R.; Beran, P.; Kunčická, L.; Canelo-Yubero, D.; Hervoches, C.  
**Microstrain and texture in rotary swaged W-Ni-Co pseudoalloy.**

[2021] Acta Crystallographica A-Foundation and Advances 77, 847.

<https://doi.org/10.1107/S0108767321088516>

8. Ismagulov, B.; Plocek, J.; Vacík, J.; Kupčík, J.; Němeček, J.  
**Preparation, characterization and study of radiation stability of bulk Ti<sub>2</sub>AlC MAX phase.**  
[2021] Book of abstracts. Blagoevgrad: "Neofit Rilski" University Press, 40.  
[fmns.swu.bg/Book of Abstracts](https://fmns.swu.bg/Book_of_Abstracts)

## VI. FUNKČNÍ VZOREK

1. Válek, J.; Světlík, I.; Skružná, O.; Kozlovcev, P.; Kotková, K.; Fialová, A.; Pachnerová Brabcová, K.  
[2021] Zařízení pro extrakci uhlíku z karbonátového pojiva historických malt.  
FVZ\_NAKI28\_1.

## VII. DIZERTAČNÍ PRÁCE

1. Iveta Semorádová  
**Nonstandard perturbation methods and non-Hermitian models in quantum mechanics**  
FJFI ČVUT, 11. 10. 2021
2. Vasilij Mikhaylov  
**Radiation hardness and performance of the hadron calorimeter designed for Projectile Spectator Detection in the Framework of international collaboration CBM@FAIR**  
FJFI ČVUT, 23. 6. 2021
3. Pablo Rodriguez-Ramos  
**Experimental results in pion induced reaction with carbon and polyethylene targets obtained by HADES-GSI**

FJFI ČVUT, 14. 6. 2021

4. Miroslav Šimko  
**Study of Heavy Flavor at the STAR Experiment**  
FJFI ČVUT, 2021
5. Gergely Nemeth  
**Investigation of titanium alloys using neutron diffraction**  
MFF UK, 21. 7. 2021
6. Roman Garba  
**Trilith Stone Monuments of South-Eastern Arabia: assessment in space, time and cultural context**  
University of Naples, L´Orientale, Department of Asian, African and Mediterranean Studies, Itálie, říjen 2021

**Zřizovatel: Akademie věd ČR**

## Rozvaha

(v tis. Kč)

sestavena dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

**k 31. 12. 2021**

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i

Sídlo: Husinec-Řež 130, 250 68 Řež,

IČ: 61389005

	Název	SU	čís. řád.	Stav	
				Stav k 1.1.2021	Stav k 31.12.2021
<b>A</b>	<b>Dlouhodobý majetek celkem</b>			<b>1 286 990</b>	<b>753 080</b>
<b>I.</b>	<b>Dlouhodobý nehmotný majetek celkem</b>	<b>01</b>	<b>1</b>	<b>10 532</b>	<b>12 472</b>
	1. Nehmotné výsledky výzkumu a vývoje	012	2	3	3
	2. Software	013	3	4 873	5 124
	3. Ocenitelná práva	014	4		
	4. Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	018	5	5 066	4 676
	5. Ostatní dlouhodobý nehmotný majetek	019	6	169	169
	6. Nedokončený dlouhodobý nehmotný majetek	041	7	421	2 499
	7. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý nehmotný majetek	051	8		
<b>II.</b>	<b>Dlouhodobý hmotný majetek celkem</b>	<b>02+03</b>	<b>9</b>	<b>1 830 526</b>	<b>1 318 269</b>
	1. Pozemky	031	10	138	138
	2. Umělecká díla, předměty, sbírky	032	11		
	3. Stavby	021	12	328 133	337 262
	4. Hmotné movité věci a jejich soubory	022	13	648 570	664 714
	5. Pěstitelské celky trvalých porostů	025	14		
	6. Dospělá zvířata a jejich skupiny	026	15		
	7. Drobný dlouhodobý hmotný majetek	028	16	20 196	19 536
	8. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek	029	17		
	9. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	042	18	766 591	293 871
	10. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek	052	19	66 898	2 747
<b>III.</b>	<b>Dlouhodobý finanční majetek celkem</b>	<b>06</b>	<b>20</b>	<b>1 941</b>	<b>7 155</b>
	1. Podíly - ovládaná nebo ovládající osoba	061	21	1 941	7 155
	2. Podíly - podstatný vliv	062	22		
	3. Dluhové cenné papíry	063	23		
	4. Zápůjčky organizačním složkám	066	24		
	5. Ostatní dlouhodobé zápůjčky	067	25		
	6. Ostatní dlouhodobý finanční majetek	069	26		
<b>IV</b>	<b>Oprávký k dlouhodobému majetku celkem</b>	<b>07 - 08</b>	<b>28</b>	<b>-556 009</b>	<b>-584 816</b>
	1. Oprávky k nehmotným výsledkům výzkumu a vývoje	072	29	-3	-3
	2. Oprávky k softwaru	073	30	-4 050	-4 569
	3. Oprávky k ocenitelným právům	074	31		
	4. Oprávky k drobnému dlouhodobému nehmotnému majetku	078	32	-5 066	-4 676
	5. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému nehmotnému majetku	079	33	-169	-169
	6. Oprávky ke stavbám	081	34	-72 247	-78 361
	7. Oprávky k samostatným hmotným movitým věcem a souborům	082	35	-454 278	-477 502
	8. Oprávky k pěstitelským celkům trvalých porostů	085	36		
	9. Oprávky k základnímu stádu a tažným zvířatům	086	37		
	10. Oprávky k drobnému dlouhodobému hmotnému majetku	088	38	-20 196	-19 536
	11. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému hmotnému majetku	089	39		



<b>B.</b>		<b>Krátkodobý majetek celkem</b>		<b>40</b>	<b>1 123 964</b>	<b>1 234 367</b>
<b>I.</b>		<b>Zásoby celkem</b>	<b>11-13</b>	<b>41</b>	<b>855</b>	<b>855</b>
	1.	Materiál na skladě	112	42	855	855
	2.	Materiál na cestě	111,119	43		
	3.	Nedokončená výroba	121	44		
	4.	Polotovary vlastní výroby	122	45		
	5.	Výrobky	123	46		
	6.	Mladá a ostatní zvířata a jejich skupiny	124	47		
	7.	Zboží na skladě a v prodejnách	132	48		
	8.	Zboží na cestě	131,139	49		
	9.	Poskytnuté zálohy na zásoby		50		
<b>II.</b>		<b>Pohledávky celkem</b>	<b>31-39</b>	<b>51</b>	<b>904 500</b>	<b>1 147 116</b>
	1.	Odběratelé	311	52	28 764	39 695
	2.	Směnky k inkasu	312	53		
	3.	Pohledávky za eskontované cenné papíry	313	54		
	4.	Poskytnuté provozní zálohy	314	55	496	1 137
	5.	Ostatní pohledávky	316	56	36	68
	6.	Pohledávky z a zaměstnanci	335	57	201	109
	7.	Pohledávky z institucemi sociálního zabezpečení a VZP	336	58		
	8.	Daň z příjmů	341	59	649	
	9.	Ostatní přímé daně	342	60		
	10.	Daň z přidané hodnoty	343	61		
	11.	Ostatní daně a poplatky	345	62		1
	12.	Nároky na dotace a ostatní zúčtování se státním rozpočtem	346	63	605 032	761 725
	13.	Nároky na dotace a ostatní zúčtování s rozpočtem orgánů Ú x		64		
	14.	Pohledávky za společníky sdruženými ve společnosti	358	65		
	15.	Pohledávky z pevných termínových operací	373	66		
	16.	Pohledávky z vydaných dluhopisů	375	67		
	17.	Jiné pohledávky	378	68	27	27
	18.	Dohadné účty aktivní	388	69	285 296	351 873
	19.	Opravná položka k pohledávkám	391	70	-16 001	-7 519
<b>III.</b>		<b>Krátkodobý finanční majetek celkem</b>	<b>21 - 26</b>	<b>71</b>	<b>217 224</b>	<b>84 631</b>
	1.	Peněžní prostředky v pokladně	211	72	234	310
	2.	Ceniny	212	73	579	420
	3.	Peněžní prostředky na účtech	221	74	216 411	83 902
	4.	Majetkové cenné papíry k obchodování	251	75		
	5.	Dluhové cenné papíry k obchodování	253	76		
	6.	Ostatní cenné papíry	254	78		
	7.	Peníze na cestě	262	79		
<b>IV.</b>		<b>Jiná aktiva celkem</b>	<b>38</b>	<b>81</b>	<b>1 385</b>	<b>1 765</b>
	1.	Náklady příštích období	381	82	1 385	1 722
	2.	Příjmy příštích období	385	83		43
<b>A+B</b>		<b>Aktiva celkem</b>		<b>85</b>	<b>2 410 954</b>	<b>1 987 447</b>

<b>A</b>		<b>Vlastní zdroje celkem</b>		<b>86</b>	<b>1 267 318</b>	<b>778 224</b>
	<b>I.</b>	<b>Jmění celkem</b>	<b>90-92</b>	<b>87</b>	<b>1 264 031</b>	<b>774 894</b>
		1. Vlastní jmění	901	88	1 256 446	774 891
		2. Fondy	91	89	43 939	31 143
		3. Oceňovací rozdíly z přecenění finančního majetku a závazků	921	90	-36 354	-31 140
	<b>II.</b>	<b>Výsledek hospodaření celkem</b>	<b>93-96</b>	<b>91</b>	<b>3 287</b>	<b>3 330</b>
		1. Účet výsledku hospodaření	963	92		3 330
		2. Výsledek hospodaření ve schvalovacím řízení	931	93	3 287	
		3. Nerozdělený zisk, neuhrazená ztráta minulých let	932	94		
	<b>B.</b>	<b>Cizí zdroje celkem</b>		<b>95</b>	<b>1 143 636</b>	<b>1 209 223</b>
	<b>I.</b>	<b>Rezervy celkem</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>1 510</b>	<b>1 812</b>
		1. Rezervy	941	97	1 510	1 812
	<b>II.</b>	<b>Dlouhodobé závazky celkem</b>	<b>38, 95</b>	<b>98</b>		
		1. Dlouhodobé úvěry	951	99		
		2. Vydané dluhopisy	953	100		
		3. Závazky z pronájmu	954	101		
		4. Přijaté dlouhodobé zálohy	952	102		
		5. Dlouhodobé směnky k úhradě	x	103		
		6. Dohadné účty pasivní	389	104		
		7. Ostatní dlouhodobé závazky	958	105		
	<b>III.</b>	<b>Krátkodobé závazky celkem</b>	<b>28-38</b>	<b>106</b>	<b>1 139 884</b>	<b>1 205 647</b>
		1. Dodavatelé	321	107	15 795	12 923
		2. Směnky k úhradě	322	108		
		3. Přijaté zálohy	324	109		0
		4. Ostatní závazky	325	110	1 236	0
		5. Zaměstnanci	331	111	8 570	9 022
		6. Ostatní závazky vůči zaměstnancům	333	112	5	5
		7. Závazky k institucím sociálního zabezpečení a VZP	336	113	5 121	4 988
		8. Daň z příjmů	341	114		122
		9. Ostatní přímé daně	342	115	1 651	997
		10. Daň z přidané hodnoty	343	116	1 970	934
		11. Ostatní daně a poplatky	345	117	161	
		12. Závazky ze vztahu k státnímu rozpočtu	347	118	1 104 943	1 174 941
		13. Závazky ze vztahu k rozpočtu ÚSC	x	119		
		14. Závazky z upsaných nesplacených cenných papírů a podílů	367	120		
		15. Závazky ke společníkům sdruženým ve společnosti	368	121		
		16. Závazky z pevných termínových operací a opcí	373	122		
		17. Jiné závazky	379	123	238	1 536
		18. Krátkodobé úvěry	231	124		
		19. Eskontní úvěry	282	125		
		20. Vydané krátkodobé dluhopisy	283	126		
		21. Vlastní dluhopisy	284	127		
		22. Dohadné účty pasivní	389	128	194	177
		23. Ostatní krátkodobé finanční výpomoci	289	129		
	<b>IV.</b>	<b>Jiná pasiva celkem</b>	<b>38</b>	<b>130</b>	<b>2 242</b>	<b>1 764</b>
		1. Výdaje příštích období	383	131	2 060	1 583
		2. Výnosy příštích období	384	132	182	181
<b>A+B</b>		<b>Pasiva celkem</b>		<b>134</b>	<b>2 410 954</b>	<b>1 987 447</b>


Předmět činnosti: vědecký výzkum


Datum sestavení: 30. 04. 2022

Rozvahový den: 31. 12. 2021

Jitka Honzilková

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

.....  
  
 podpis a jméno  
 sestavil

.....  
  
 podpis a jméno  
 odpovědné osoby

Zřizovatel: Akademie věd ČR

## Výkaz zisku a ztráty

(v tis. Kč)

sestavený dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

**k 31. 12. 2021**

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i

Sídlo:

Husinec-Řež 130, 250 68 Řež,

IČ:

61389005

	Název ukazatele	SÚ	čís. řád.	Činnost		
				hlavní	jiná	Celkem
				1	2	3
<b>A.</b>	<b>Náklady</b>		<b>1</b>	<b>917 023</b>	<b>6 338</b>	<b>923 361</b>
<b>I.</b>	<b>Spotřebované nákupy celkem</b>	<b>50+51</b>	<b>2</b>	<b>62 003</b>	<b>2 982</b>	<b>64 985</b>
	1. Spotřeba materiálu, energie a ostatních neskladovaných látek	501-503	3	32 523	2 278	34 801
	2. Prodané zboží	504	4			0
	3. Opravy a udržování	511	5	3 485	230	3 715
	4. Náklady na cestovné	512	6	2 884		2 884
	5. Náklady na reprezentaci	513	7	46	0	46
	6. Ostatní služby	518, 514	8	23 065	474	23 539
<b>II.</b>	<b>Změny stavu zásob vlastní činnosti a aktívace</b>	<b>56+57</b>	<b>9</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	7. Změna stavu zásob vů vlastní činnosti	56	10			0
	8. Aktivace materiálu, zboží a vnitroorganizačních služeb	571, 572	11			0
	9. Aktivace dlouhodobého majetku	573, 574	12			0
<b>III.</b>	<b>Osobní náklady</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>171 856</b>	<b>3 102</b>	<b>174 958</b>
	10. Mzdové náklady	521,3	14	123 804	2 221	126 025
	11. Zákonné sociální pojištění	524	15	41 035	751	41 786
	12. Ostatní sociální pojištění	525	16			0
	13. Zákonné sociální náklady	527	17	7 017	130	7 147
	14. Ostatní sociální náklady	528	18			0
<b>IV.</b>	<b>Daně a poplatky</b>	<b>53</b>	<b>19</b>	<b>75</b>	<b>2</b>	<b>77</b>
	15. Daně a poplatky	53	20	75	2	77
<b>V.</b>	<b>Ostatní náklady</b>	<b>54</b>	<b>21</b>	<b>4 262</b>	<b>68</b>	<b>4 330</b>
	16. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	541, 542	22	2		2
	17. Odpis nedobytné pohledávky	543	23	232		232
	18. Nákladové úroky	544	24			0
	19. Kurzové ztráty	545	25	1 003	7	1 010
	20. Dary	546	26			0
	21. Manka a škody	548	27			0
	22. Jiné ostatní náklady	547, 549	28	3 025	61	3 086
<b>VI.</b>	<b>Odpisy, prodaný majetek, tvorba a použití rezerv a opr.položek</b>	<b>55</b>	<b>29</b>	<b>669 942</b>	<b>138</b>	<b>670 080</b>
	23. Odpisy dlouhodobého majetku	551	30	678 122	138	678 260
	24. Prodaný dlouhodobý majetek	552	31			0
	25. Prodané cenné papíry a podíly	553	32			0
	26. Prodaný materiál	554	33			0
	27. Tvorba a použití rezerv a opravných položek	556, 559	34	-8 180	0	-8 180
<b>VII.</b>	<b>Poskytnuté příspěvky</b>	<b>58</b>	<b>38</b>	<b>7 282</b>	<b>0</b>	<b>7 282</b>
	28. Poskytnuté členské příspěvky a příspěvky zúčtované mezi organizačními	581	39	7 282	0	7 282
<b>VIII.</b>	<b>Daň z příjmů</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>1 603</b>	<b>46</b>	<b>1 649</b>
	29. Daň z příjmů	59	41	1 603	46	1 649

	Název ukazatele	SÚ	Čís. řád.	Činnost		
				hlavní	další	jiná
				1	2	3
<b>B.</b>	<b>Výnosy</b>		<b>1</b>	<b>920 329</b>	<b>6 362</b>	<b>926 691</b>
<b>I.</b>	<b>Provozní dotace</b>	<b>69</b>	<b>2</b>	<b>221 962</b>		<b>221 962</b>
	1. Provozní dotace	691	3	221 962		221 962
<b>II.</b>	<b>Přijaté příspěvky</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	2. Přijaté příspěvky zúčtované mezi organizačními složkami		7			0
	3. Přijaté příspěvky (dary)	681	8			0
	4. Přijaté členské příspěvky	682	9			0
<b>III.</b>	<b>Tržby za vlastní výkony a za zboží</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>8 492</b>	<b>6 359</b>	<b>14 851</b>
<b>IV.</b>	<b>Ostatní výnosy</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>689 843</b>	<b>3</b>	<b>689 846</b>
	5. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	641, 642	17			0
	6. Platby za odepsané pohledávky	643	18			0
	7. Výnosové úroky	644	19	71	2	73
	8. Kurzové zisky	645	20	10		10
	9. Zúčtování fondů	648	21	6 574		6 574
	10. Jiné ostatní výnosy	649	22	683 188	1	683 189
<b>V.</b>	<b>Tržby z prodeje majetku</b>	<b>65</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
	11. Tržby z prodeje DNM a DHM	651	25			0
	12. Tržby z prodeje cenných papírů a podílů	653	26			0
	13. Tržby z prodeje materiálu	654	27	32		32
	14. Výnosy z krátkodobého finančního majetku	655	28			0
	15. Výnosy z dlouhodobého finančního majetku	657	29			0
<b>C.</b>	<b>Výsledek hospodaření před zdaněním</b>		<b>38</b>	<b>4 909</b>	<b>70</b>	<b>4 979</b>
<b>D.</b>	<b>Výsledek hospodaření po zdanění</b>		<b>40</b>	<b>3 307</b>	<b>23</b>	<b>3 330</b>

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Datum sestavení: 30.04.2022

Rozvahový den: 31. 12. 2021

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

Jitka Honzíková

.....  
podpis a jméno  
sestavil



.....  
podpis a jméno  
odpovědné osoby

## **Příloha roční účetní závěrky k 31. 12. 2021**

### **1. Obecné údaje**

Název: Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i. (dále jen ÚJF)  
Sídlo: Husinec - Rež, č. p. 130, PSČ 250 68  
IČ: 61389005  
DIČ: CZ61389005  
Právní forma: Veřejná výzkumná instituce

Datum vzniku: ÚJF byl zřízen 1. 1. 1972 jako Ústav jaderné fyziky ČSAV. Na základě Zákona č. 341/2005 Sb. se právní forma ÚJF dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci. ÚJF je zapsán v Rejstříku veřejných výzkumných institucí vedeném Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Zřizovatel: Akademie věd České republiky – organizační složka státu, IČ: 60165171, která má sídlo v Praze 1, Národní 1009/3, PSČ 117 20.

Hlavní činnost: Předmětem hlavní činnosti ÚJF je vědecký výzkum v oblasti jaderné fyziky a v příbuzných vědních oborech a využívání jaderně fyzikálních metod a postupů v interdisciplinárních oblastech vědy a výzkumu, a to zejména v biologii, ekologii, lékařství, radiofarmacii a materiálovém výzkumu. Svou činností ÚJF přispívá ke zvyšování úrovně poznání a vzdělanosti a k využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi. Získává, zpracovává a rozšiřuje vědecké informace, vydává vědecké publikace (monografie, časopisy, sborníky apod.), poskytuje vědecké posudky, stanoviska a doporučení a provádí konzultační, poradenskou a expertní činnost. Ve spolupráci s vysokými školami uskutečňuje doktorské studijní programy a vychovává vědecké pracovníky. V rámci předmětu své činnosti rozvíjí mezinárodní spolupráci, včetně organizování společného výzkumu se zahraničními partnery, přijímání a vysílání stážistů, výměny vědeckých poznatků a přípravy společných publikací. Pořádá domácí i mezinárodní vědecká setkání, konference a semináře a zajišťuje infrastrukturu pro výzkum, včetně poskytování ubytování svým zaměstnancům a hostům, a pro mezinárodní spolupráci České republiky v oblasti jaderných výzkumů. Úkoly realizuje samostatně i ve spolupráci s vysokými školami a dalšími vědeckými a odbornými institucemi.

Jiná činnost: Předmětem jiné činnosti ÚJF je poskytování ozařovacích služeb na svazcích nabitých částic.

Další činnost: ÚJF nemá.

Organizační struktura organizace:

Ústav je organizačně rozčleněn na útvar ředitele, výzkumná oddělení, technicko-hospodářskou správu. Podrobné organizační uspořádání ÚJF upravuje jeho organizační řád, který vydává ředitel po schválení Radou pracoviště.

Orgány instituce:

Ředitel, Rada pracoviště, Dozorčí rada. Ředitel je statutárním orgánem ÚJF a je oprávněný jednat jménem ÚJF.

#### **Rada ÚJF k 31. 12. 2021**

RNDr. Vladimír Wagner, CSc. - předseda

RNDr. Jana Bielčíková, Ph.D. – místopředsedkyně

Členové:

RNDr. Petr Bydžovský, CSc.

Ing. Marie Davidková, CSc.

RNDr. Jaroslav Dittrich, CSc.

doc. Ing. Ondřej Lebeda, Ph.D.

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

RNDr. Pavel Strunz

Externí členové:

prof. RNDr. Pavel Cejnar, DSc.

prof. Jiří Chýla, CSc.

prof. Ing. Jan John, CSc.

prof. Ing. Ivan Wilhelm, CSc.

#### **Dozorčí rady k 31. 12. 2021**

prof. Ing. Michal Haindl, DrSc. - předseda

Ing. Jan Štursa - místopředseda, nahrazen ke dni 7. 6. 2021 Ing. Marií Davidkovou, CSc.

Členové:

Ing. Luboš Náhlík, Ph.D. (ÚFM AV ČR)

doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc. (FJFI ČVUT)

prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc. (MFF UK)

Účast členů statutárních, kontrolních nebo jiných orgánů účetní jednotky určených statutem, stanovami nebo jinou zřizovací listinou a jejich rodinných příslušníků v osobách, s nimiž účetní jednotka uzavřela za vykazované účetní období obchodní smlouvy nebo jiné vztahy:

Ředitel Instituce, členové Rady pracoviště ani členové Dozorčí rady nebyli ve střetu zájmů ve smyslu §30, odst. (1), písmeno r) vyhlášky č. 504/2002 Sb., což doložili čestným prohlášením.

## Majetkové účasti:

V roce 2008 ÚJF založil společnost RadioMedic, s. r. o, se sídlem Husinec- Řež 289, IČ: 28389638, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Městského soudu v Praze, oddíl C, vložka 138104 se základním vkladem 200 tis. Kč.

V roce 2010 ÚJF provedl vklad do této společnosti v celkové hodnotě 38 095 tis. Kč. Organizace provedla k 31. 12. 2021 přecenění podílu metodou ekvivalence na vrub účtu oceňovacího rozdílu. Celková hodnota dlouhodobého finančního majetku, vedeného na účtu 061 k rozvahovému dni je 7 155 tis. Kč.

## **2. Účetní závěrka a informace o účetních metodách**

Při vedení účetnictví a sestavování účetní závěrky postupoval ÚJF 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.

Účetním obdobím je kalendářní rok.

### Způsoby oceňování:

- Hmotný a nehmotný majetek, s výjimkou majetku vytvořeného vlastní činností, se oceňuje pořizovacími cenami.
- Hmotný majetek, vytvořený vlastní činností, se oceňuje vlastními náklady ve složení:  
přímý materiál, přímé mzdy, služby, režijní náklady.
- Majetkové účasti se oceňují ekvivalencí.
- Peněžní prostředky a ceniny se oceňují jejich nominálními hodnotami.
- Reprodukční pořizovací cenou by byl oceněn majetek nabytý bezúplatně.  
ÚJF ani v roce 2021 nenabyl majetek bezúplatně (darováním).
- ÚJF používá k ocenění majetku, závazků, pohledávek v zahraniční měně denní kurz ČNB. Aktiva a pasiva v zahraniční měně jsou k rozvahovému dni přepočítávána podle oficiálního kurzu ČNB. Kurzové rozdíly z ocenění finančních účtů, pohledávek, závazků, úvěrů a finančních výpomocí se účtují k datu účetní závěrky výsledkově na účet kurzových rozdílů.
- V souladu s účetními metodami platnými pro veřejné výzkumné organizace nevytváří ÚJF opravné položky. Opravné položky může Organizace tvořit podle Vyhl.504/2002 Sb., §37, odst. 2, a ČÚS č. 407 ke zdaňované činnosti, což tyto výnosy z jiné činnosti jsou, ale jejich tvorba je podle zákona upravující rezervy pro zjištění základu daně z příjmu. Organizace využila možnosti a vytvořila opravné položky k pohledávkám z důvodu věrného zobrazení, dle §7, odst.1, zákona 563/1991 Sb., který ukládá účetním jednotkám povinnost vést účetnictví tak, aby účetní závěrka byly sestavena srozumitelně a podávala věrný a poctivý obraz předmětu účetnictví a finanční situace účetní jednotky.

Způsob sestavení odpisového plánu pro dlouhodobý majetek a použité odpisové metody pro stanovení účetních odpisů vychází z doby použitelnosti majetku. Účetní odpisy se počítají poprvé za následující měsíc po měsíci, v němž byl majetek zařazen do užívání. Účetní odpisový plán stanoví ÚJF odlišně od daňového. Odlišnost je dána tím, že majetek je využíván podstatně delší dobu, než je doba odepisování daná zákonem 586/1992 Sb. o daních z příjmu.

Majetek, který nebyl pořízen z dotace, se odepisuje i daňově. Pro stanovení daňových odpisů je používán rovnoměrný způsob odepisování pro všechny druhy majetku.

### **3. Doplnující informace k rozvaze**

#### **Pohledávky**

**Pohledávky v celkové výši: 1 147 116 tis. Kč**

Z toho obchodního styku: 39 695 tis. Kč

Pohledávky za RadioMedic jsou ve výši	12 415 tis. Kč
-z toho po splatnosti 180 dnů k 31. 12. 2021	10 591 tis. Kč

K těmto pohledávkám byla vytvořena opravná položka ve výši 7 519 tis. Kč z důvodu věrného zobrazení, dle §7, odst1, zákona 563/1991 Sb. popsaného v odstavci 2. této přílohy.

Pohledávky za zaměstnanci (půjčky SF, škody)	109 tis. Kč
zálohy (el. energie, voda, teplo, pronájem)	1 137 tis. Kč
Ostatní pohledávky	68 tis. Kč

Dohadné účty: nároky na neinvestiční dotace	351 873 tis. Kč
přefakturace RadioMedicu	1 tis. Kč

Dohadné položky aktivní na účtu 388 ve výši 351.873 tis. Kč jsou účtovány proti výnosům účtu 691 a to ve výši skutečných nákladů zaúčtovaných na jednotlivé projekty operačních programů. Tyto aktivní dohady budou vypořádány po ukončení projektů oproti nevyúčtovaných zálohám na účtu 347.

ÚJF nemá žádné dlouhodobé pohledávky.

#### **Závazky**

**Celkové závazky k rozvahovému dni činí: 1 205 647 tis. Kč**

Z toho obchodního styku: 12 923 tis. Kč

-z toho závazky po splatnosti 180 dnů 550 tis. Kč

Další závazky (splatné v lednu 2022):	
Nevyplacené mzdy za 12/2021	9 022 tis. Kč
Sociální a zdravotní pojištění za 12/2021	4 988 tis. Kč
Daň z příjmů ze závislé činnosti	997 tis. Kč



Daň z přidané hodnoty  
Daň z příjmu

934 tis. Kč  
122 tis Kč

**Závazky ve vztahu ke státnímu rozpočtu**

**1 174 941 tis. Kč**

Jedná se o zálohy poskytnuté MŠMT na operační programy. Tyto zálohy budou vypořádány po ukončení projektů.

Významné zálohy na projekty:

Poskytovatel	Dotace	Částka zálohy na dotaci
MŠMT	OP VVV CRREAT	123 893 tis. Kč
MŠMT	OP VVV RAMSES	326 220 tis. Kč
MŠMT	ESS	574 285 tis. Kč
MŠMT	FAIR	22 890 tis. Kč
MŠMT	OP VVV FAIR II.	23 533 tis. Kč

ÚJF neviduje žádné dlouhodobé závazky či jiné dlužné částky, které vznikly v daném účetním období, a zbytková doba splatnosti k rozvahovému dni přesahuje 5 let.

ÚJF nemá žádné finanční nebo jiné závazky neobsažené v rozvaze.

ÚJF nemá dluhy kryté plnohodnotnou zárukou.

**REZERVY**

Organizace vytvořila rezervy na vyřazení urychlovačů z provozu v roce 2025 a jednoho v roce 2040. Rezervy byly vytvořeny dle zák.185/2003 Sb. (atomový zákon) ve výši odborného posudku Státního radičního ústavu v. v. i. Praha ve výši 3 583 tis. Kč. K datu 31. 12. 2021 je vytvořena rezerva ve výši 1 812 tis. Kč a je plně kryta finančními prostředky na bankovním účtu.

**JMĚNÍ CELKEM**

Jmění (v tis. Kč)

	Stav k 1. 1. 2021	Stav k 31. 12. 2021
Vlastní jmění (fond dlouhodobého majetku)	1 256 446	774 891
Fondy podle zákona o veřejných výzkumných institucích	43 939	31 143
Oceňovací rozdíly z přecenění FM	-36 354	-31 140
<b>Celkem</b>	<b>1 264 031</b>	<b>774 894</b>

Účet 901 Vlastní jmění ve výši 774 891 tis. Kč plně nesouhlasí na třídu 0 dlouhodobého majetku a to o přecenění finančního majetku (31.140 tis. Kč), poskytnuté zálohy na investice (2 747 tis. Kč) a pořízení nedokončeného majetku – in kind ve výši 6.582 tis. Kč.

Na účtu 921 je zaúčtován rozdíl z přecenění ekvivalencí podílu ve společnosti RadioMedic s.r.o. ve výši 31 140 tis. Kč.

#### **4. Doplnující informace k výkazu zisku a ztrát**

Výsledek hospodaření před zdaněním vznikl zejména z pronájmů movitého i nemovitého majetku, zakázek hlavní činnosti, zakázek jiné činnosti.

##### **Rozdělení zisku předcházejícího účetního období:**

Výsledek hospodaření může být v souladu se zákonem 341/2005 Sb. vypořádan pouze přidělem do fondů.

Hospodářský výsledek za r. 2020 – zisk ve výši 3 287 tis. Kč byl přidělen do rezervního fondu ve výši 3 287 tis. Kč.

ÚJF hospodaří s dotacemi ze státního rozpočtu a s tržbami z hlavní i jiné činnosti.

##### **Dotace ze státního rozpočtu a další zdroje na neinvestiční výdaje,**

- AV ČR dotace institucionální	128 628 tis. Kč
- GA ČR	14 278 tis. Kč
- MŠMT	70 978 tis. Kč
- ostatní	8 078 tis. Kč
<b>Celkem</b>	<b>221 962 tis. Kč</b>

- tržby z hlavní činnosti (ubyt)ování, konference, služby	
tržby ze zakázek hl. činnosti	8 492 tis. Kč
- tržby z jiné činnosti	6 359 tis. Kč
<b>Celkem tržby:</b>	<b>14 851 tis. Kč</b>

##### **Dotace ze státního rozpočtu a další zdroje na investiční výdaje:**

- dotace institucionální	9 057 tis. Kč
- OP VVV (MŠMT)	148 045 tis. Kč
- ostatní zdroje	26 903 tis. Kč
<b>Celkem zdroje:</b>	<b>184 005 tis. Kč</b>

## **5. Doplňující informace k některým položkám aktiv a pasiv**

Hmotný a nehmotný majetek kromě pohledávek

Při meziročním porovnání bylo zjištěno, že v rámci prodeje rekreačního střediska v roce 2019 nebyl vyřazen pozemek v hodnotě 1.088 tis. Kč. K vyřazení pozemku došlo až v roce 2021. Z tohoto důvodu došlo v rozvaze k opravě srovnatelného období stavu aktiv (řádek 10 – účet 031) a vlastního jmění (řádek 88 – účet 901) k 1.1.2021.

Rozpis dlouhodobého nehmotného a hmotného a na hlavní skupiny (třídy) samostatných movitých věcí s ohledem na charakter a předmět činnosti je uveden v Příloze číslo 1 této přílohy. Přehled o přírůstcích a úbytcích dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku podle jeho hlavních skupin (tříd) je rovněž uveden v příloze č. 1 této přílohy.

Na účtu 042 Pořízení Dlouhodobého hmotného majetku eviduje organizace nedokončené investice, které tvoří zejména nová budova z projektu RAMSES, AMS přístroj a investice pořízené v rámci in-kind majetku.

V roce 2021 došlo na základě smlouvy k převodu in-kind majetku ve výši 642 685 tis. Kč a to v rámci projektů SPIRAL, ESS, FAIR. Převod in-kind majetku byl schválen zřizovatelem instituce a vklad in-kind příspěvku byl účetně zaznamenán jednorázovým zápisem jako zařazení a vyřazení majetku. Tato operace zároveň významně navýšila položku ve výkazu zisku a ztrát a to v řádku „odpisy dlouhodobého majetku“ a „jiné ostatní výnosy“.

Dle aktuálních pravidel pro žadatele a příjemce specifická část Výzvy výzkumné infrastruktury, verze 4, kapitola 2, jsou definovány in-kind příspěvky jako:

„Dodávky částí výzkumných infrastruktur či výzkumných zařízení do výzkumných infrastruktur lokalizovaných v zahraničí. In-kind příspěvek nevstupuje z pohledu způsobilosti výdajů do majetku žadatele/příjemce. Nejedná se o věcné příspěvky definované v čl. 69 Obecného nařízení 1303/2013.“ Změny spočívá v možnosti zařadit majetek na účtu 042 – Pořízení DHM do účetnictví evidence majetku Organizace a pak jej vložit do výzkumné infrastruktury ve formě in-kind příspěvku.

Společnost k 31.12.2021 na účtu 042 Pořízení Dlouhodobého hmotného majetku eviduje in-kind majetek pořízený z prostředků ESS ve výši 6 582 tis. Kč. V současné době je majetek účtován na účet 042 Nedokončený DHM, není účtován na účet ve prospěch účtu 901 Vlastní jmění a na vrub 916 - Fond reprodukce majetku (FRM). Z tohoto důvodu nesouhlasí okruh majetku (účet 901 - Vlastní jmění krytí majetkem, tj. skupinou 0 Dlouhodobý majetek celkem).

Dohadné účty aktivní a závazky ve vztahu k státnímu rozpočtu

Na účtu 347 jsou evidovány zálohy za nevyúčtované projekty:

34710 – přijetí neinvestiční zálohy – ÚJF,

34715 – přijetí zálohy – spolupříjemce (spoluřešitel) projektu,

34720 – přijetí investiční zálohy,

Oproti zálohám jsou na účtu 388 vytvářeny náklady:

3889 – dohadné účty za rok 2016

38897 – dohadné účty za rok 2017

38898 – dohadné účty za rok 2018

38899 – dohadné účty za rok 2019

388920 – dohadné účty za rok 2020

388921 – dohadné účty za rok 2021

## 6. Personální údaje

K 31. 12. 2021 byl průměrný počet (přepočtený) zaměstnanců 241 z toho řídících: 9,4.

Osobní náklady (tis. Kč)

2021	Počet zaměstnanců	Mzdové náklady	Sociální a zdrav. pojištění	Sociální náklady tvorba soc. fondu	Ost. soc. náklady
Zaměstnanci	231,6	118 237	39 092	2 318	
Vedoucí pracovníci	9,4	7 788	2 694	163	
Celkem	241	126 025	41 786	2 481	4 666

Osobní náklady celkem: 174 958 tis. Kč.

**Výše záloh, závdavků a úvěrů poskytnutých členům řídících, kontrolních nebo jiných orgánů určených zřizovací listinou.**

Za rok 2021 byly poskytnuty odměny za funkci v Radě ÚJF ve výši 245 tis. Kč.

Členům statutárních a jiných orgánů ÚJF nebyly v r. 2021 poskytnuty žádné zálohy, nebo úvěry.

## 7. Ostatní informace

ÚJF v účetním období neobdržel žádné dary a nebyly pořádány žádné veřejné sbírky.

Po datu účetní uzávěrky nenastaly žádné významné události, které by měly být uvedeny v této příloze.

#### **8. Události, které nastaly po datu účetní závěrky**

Žádné události po datu účetní závěrky, které by byly významné pro posouzení finanční a majetkové situace a bylo by nutné je uvést v příloze k účetní závěrce, nám nejsou známy.

9. Odměna auditora za povinný audit účetní závěrky a jiné ověřovací služby i neauditorské za rok 2021 je ve výši 97 tis. Kč.

#### **10. Výsledek hospodaření v členění na hlavní a hospodářskou činnost a pro účely daně z příjmu**

Celkový výsledek hospodaření je ve výši 3 330 tis. Kč. V souladu se zřizovací listinou je hospodářský výsledek ve výkazu zisků a ztrát členěn na:

- činnost hlavní 3 307 tis. Kč
- činnost jiná 23 tis. Kč

#### **Návrh způsobu vypořádání výsledku hospodaření za rok 2021**

- Příděl do rezervního fondu 3 330 tis. Kč

#### **9. Daňová povinnost**

Daňová povinnost za rok 2021 vznikla ve výši 1 791 tis. Kč.

Společnost k 31.12.2021 zároveň proúčtovala dodatečné snížení odvodu daně z příjmů za rok 2020 ve výši 142 tis. Kč

Základ daně byl za r. 2021 snížen v souladu s §20 odst. 7 zákona 586/1992 Sb. o částku 3 000 tis. Kč. Celá tato daňová úleva bude použita na krytí nákladů hlavní činnosti nezajištěné dotacemi.

V Řeži dne 30. 4. 2022



RNDr. Petr Lukáš, CSc.  
ředitel ÚJF AV ČR, v. v. i.

Vývoj dlouhodobého majetku 2021  
Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.

v tis. Kč.

Příloha č. 1

	DNIM	Software	Ostatní DNIM	Nedokončený DNIM	Nehmotný DM celkem
Počáteční stav	3	4 873	5 235	421	10 532
Přeučtování		252		-252	0
Přírůstky			41	2 330	2 371
Úbytky			-431		-431
Konečný stav	3	5 125	4 845	2 499	12 472

Oprávky

	DNIM	Software	Ostatní DNIM	Nedokončený DNIM	Nehmotný DM celkem
Počáteční stav	3	4 050	5 235	0	9 288
Odpisy		519	41		560
Oprávky vztahující se k úbytkům			-431		-431
Konečný stav	3	4 569	4 845	0	9 417
Počáteční stav netto	0	823	0	421	1 244
Konečný stav netto	0	556	0	2 499	3 055

Pořizovací hodnota

	Pozemky	Budovy	Stroje a zařízení	Jiný DHM	Nedokončený DHM	Zálohy	Hmotný DM celkem
Počáteční stav	138	328 133	648 570	20 196	766 591	66 898	1 830 526
Přeučtování							0
Přírůstky		9 129	664 546		200 956	2 926	877 557
Úbytky			-648 402	-660	-673 676	-67 077	-1 389 815
Konečný stav	138	337 262	664 714	19 536	293 871	2 747	1 318 268

Oprávky

	Pozemky	Budovy	Stroje a zařízení	Jiný DHM	Nedokončený DHM	Zálohy	Hmotný DM celkem
Počáteční stav	0	72 247	454 278	20 196	0	0	546 721
Odpisy		6 114	671 626	0			677 740
Oprávky vztahující se k úbytkům			-648 402	-660			-649 062
Konečný stav	0	78 361	477 502	19 536	0	0	575 399
Počáteční stav netto	138	255 886	194 292	0	766 591	66 898	1 283 805
Konečný stav netto	138	258 901	187 212	0	293 871	2 747	742 869
Konečný stav netto	0	0	0	0	0	0	0



beyond partnership

## ZPRÁVA NEZÁVISLÉHO AUDITORA

o ověření účetní závěrky za období  
od 1. ledna 2021 do 31. prosince 2021  
organizace

**Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.**

BELGIUM - BULGARIA - CZECH REPUBLIC - GERMANY - HUNGARY - LUXEMBOURG - NETHERLANDS - POLAND - RUSSIA - SLOVAK REPUBLIC

# Zpráva nezávislého auditora pro vedení organizace Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.

Název organizace: Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.  
Sídlo organizace: 250 68 Husinec – Řež, Hlavní 130  
Identifikační číslo: 61389005  
Právní forma: veřejná výzkumná instituce

## Výrok auditora

Provedli jsme audit přiložené účetní závěrky organizace Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i. (dále také „Organizace“) sestavené na základě českých účetních předpisů, která se skládá z rozvahy k 31. prosinci 2021, výkazu zisku a ztráty, za rok končící 31. prosince 2021 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 2021 a nákladů a výnosů a výsledku jejího hospodaření za rok končící 31. prosince 2021 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.

## Zdůraznění skutečností

Upozorňujeme na bod č. 1 přílohy k účetní závěrce. Organizace vlastní podíl ve společnosti RadioMedic s.r.o. Zřizovatel AVČR schválil prodej podílu ve společnosti. Forma prodeje podílu, prodeje části podniku, joint venture, bude ve spolupráci s advokátní společností JAROŠ - FOJTÍKOVÁ. K datu auditu nedošlo k prodeji podílu ve společnosti ani ke vstupu strategického partnera. Vzhledem k tomu, že společnost vykázala (předběžně) za rok 2021 vlastní kapitál ve výši 7 155 tis. Kč, došlo k přecenění podílu ve společnosti ekvivalencí na účet 921 ve výši -31 140 tis. Kč.

Dále upozorňujeme na bod č. 3 přílohy k účetní závěrce. Společnost RadioMedic přestala včasné hradit pohledávky vůči UJF a k 31. 12. 2021 jsou pohledávky ve výši 12 415 tis. Kč. Organizaci bylo doporučeno vytvořit opravnou položku ve výši 100% nominální hodnoty pohledávek nad 360 dnů po splatnosti. Byla vytvořena opravná položka k pohledávkám po splatnosti ve výši 7 519 tis. Kč. K datu auditu nebyly pohledávky uhrazeny.

Opravné položky může Organizace tvořit podle vyhl.504/2002 Sb., §37, odst. 2, a ČÚS č. 407 ke zdaňované činnosti, což tyto výnosy jsou, ale jejich tvorba je podle zákona upravující rezervy pro zjištění základu daně z příjmu.

§7, odst1, zákona 563/1991 Sb. Ukládá účetním jednotkám povinnost vést účetnictví tak, aby účetní závěrka byly sestavena srozumitelně a podávala věrný a poctivý obraz předmětu účetnictví a finanční situace účetní jednotky. Auditor využil možnosti zákona §7 odst. 2, zákona 563/1991 Sb., vzhledem k výjimečného případu, a doporučil Organizaci zvolit jinou metodu zobrazení v účetnictví, která odpovídá skutečnému stavu za účelem věrného zobrazení obsahu položek účetní závěrky a vytvořit opravné položky.

Náš výrok není v souvislosti s touto záležitostí modifikován.



## **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 Organizace.

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

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

## **Odpovědnost auditora za audit účetní závěrky**

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

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

- Identifikovat a vyhodnotit rizika významné (materiální) nesprávnosti účetní závěrky způsobené podvodem nebo chybou, navrhnout a provést auditorské postupy reagující na

tato rizika a získat dostatečné a vhodné důkazní informace, abychom na jejich základě mohli vyjádřit výrok. Riziko, že neodhalíme významnou (materiální) nesprávnost, k níž došlo v důsledku podvodu, je větší než riziko neodhalení významné (materiální) nesprávnosti způsobené chybou, protože součástí podvodu mohou být tajné dohody (koluze), falšování, úmyslná opomenutí, nepravdivá prohlášení nebo obcházení vnitřních kontrol vedení 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 statutárním orgánem 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 13. června 2022

Auditorská společnost:

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

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



*Radka Fišerová*  
Ing. Radka Fišerová  
evidenční č. 2000

**Zřizovatel: Akademie věd ČR**

## Rozvaha

(v tis. Kč)

sestavena dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

**k 31. 12. 2021**

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i

Sídlo:

Husinec-Řež 130, 250 68 Řež,

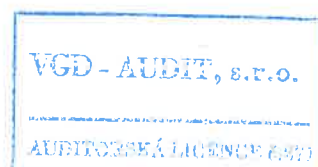
IČ:

61389005

	Název	SU	čís. řád.	Stav	
				Stav k 1.1.2021	Stav k 31.12.2021
<b>A</b>	<b>Dlouhodobý majetek celkem</b>			<b>1 286 990</b>	<b>753 080</b>
<b>I.</b>	<b>Dlouhodobý nehmotný majetek celkem</b>	<b>01</b>	<b>1</b>	<b>10 532</b>	<b>12 472</b>
	1. Nehmotné výsledky výzkumu a vývoje	012	2	3	3
	2. Software	013	3	4 873	5 124
	3. Ocenitelná práva	014	4		
	4. Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	018	5	5 066	4 676
	5. Ostatní dlouhodobý nehmotný majetek	019	6	169	169
	6. Nedokončený dlouhodobý nehmotný majetek	041	7	421	2 499
	7. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý nehmotný majetek	051	8		
<b>II.</b>	<b>Dlouhodobý hmotný majetek celkem</b>	<b>02+03</b>	<b>9</b>	<b>1 830 526</b>	<b>1 318 269</b>
	1. Pozemky	031	10	138	138
	2. Umělecká díla, předměty, sbírky	032	11		
	3. Stavby	021	12	328 133	337 262
	4. Hmotné movité věci a jejich soubory	022	13	648 570	664 714
	5. Pěstitelské celky trvalých porostů	025	14		
	6. Dospělá zvířata a jejich skupiny	026	15		
	7. Drobný dlouhodobý hmotný majetek	028	16	20 196	19 536
	8. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek	029	17		
	9. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	042	18	766 591	293 871
	10. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek	052	19	66 898	2 747
<b>III.</b>	<b>Dlouhodobý finanční majetek celkem</b>	<b>06</b>	<b>20</b>	<b>1 941</b>	<b>7 155</b>
	1. Podíly - ovládaná nebo ovládající osoba	061	21	1 941	7 155
	2. Podíly - podstatný vliv	062	22		
	3. Dluhové cenné papíry	063	23		
	4. Zápůjčky organizačním složkám	066	24		
	5. Ostatní dlouhodobé zápůjčky	067	25		
	6. Ostatní dlouhodobý finanční majetek	069	26		
<b>IV</b>	<b>Oprávky k dlouhodobému majetku celkem</b>	<b>07 - 08</b>	<b>28</b>	<b>-556 009</b>	<b>-584 816</b>
	1. Oprávky k nehmotným výsledkům výzkumu a vývoje	072	29	-3	-3
	2. Oprávky k softwaru	073	30	-4 050	-4 569
	3. Oprávky k ocenitelným právům	074	31		
	4. Oprávky k drobnému dlouhodobému nehmotnému majetku	078	32	-5 066	-4 676
	5. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému nehmotnému majetku	079	33	-169	-169
	6. Oprávky ke stavbám	081	34	-72 247	-78 361
	7. Oprávky k samostatným hmotným movitým věcem a souborům	082	35	-454 278	-477 502
	8. Oprávky k pěstitelským celkům trvalých porostů	085	36		
	9. Oprávky k základnímu stádu a tažným zvířatům	086	37		
	10. Oprávky k drobnému dlouhodobému hmotnému majetku	088	38	-20 196	-19 536
	11. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému hmotnému majetku	089	39		



<b>B.</b>	<b>Krátkodobý majetek celkem</b>	<b>40</b>	<b>1 123 964</b>	<b>1 234 367</b>
<b>I.</b>	<b>Zásoby celkem</b>	<b>11-13</b>	<b>41</b>	<b>855</b>
	1. Materiál na skladě	112	42	855
	2. Materiál na cestě	111,119	43	
	3. Nedokončená výroba	121	44	
	4. Polotovary vlastní výroby	122	45	
	5. Výrobky	123	46	
	6. Mladá a ostatní zvířata a jejich skupiny	124	47	
	7. Zboží na skladě a v prodejnách	132	48	
	8. Zboží na cestě	131,139	49	
	9. Poskytnuté zálohy na zásoby		50	
<b>II.</b>	<b>Pohledávky celkem</b>	<b>31-39</b>	<b>51</b>	<b>904 500</b>
	1. Odběratelé	311	52	28 764
	2. Směnky k inkasu	312	53	
	3. Pohledávky za eskontované cenné papíry	313	54	
	4. Poskytnuté provozní zálohy	314	55	496
	5. Ostatní pohledávky	316	56	36
	6. Pohledávky z a zaměstnanci	335	57	201
	7. Pohledávky z institucemi sociálního zabezpečení a VZP	336	58	
	8. Daň z příjmů	341	59	649
	9. Ostatní přímé daně	342	60	
	10. Daň z přidané hodnoty	343	61	
	11. Ostatní daně a poplatky	345	62	
	12. Nároky na dotace a ostatní zúčtování se státním rozpočtem	346	63	605 032
	13. Nároky na dotace a ostatní zúčtování s rozpočtem orgánů Úx		64	
	14. Pohledávky za společníky sdruženými ve společnosti	358	65	
	15. Pohledávky z pevných termínových operací	373	66	
	16. Pohledávky z vydaných dluhopisů	375	67	
	17. Jiné pohledávky	378	68	27
	18. Dohadné účty aktivní	388	69	285 296
	19. Opravná položka k pohledávkám	391	70	-16 001
<b>III.</b>	<b>Krátkodobý finanční majetek celkem</b>	<b>21 - 26</b>	<b>71</b>	<b>217 224</b>
	1. Peněžní prostředky v pokladně	211	72	234
	2. Ceniny	212	73	579
	3. Peněžní prostředky na účtech	221	74	216 411
	4. Majetkové cenné papíry k obchodování	251	75	
	5. Dluhové cenné papíry k obchodování	253	76	
	6. Ostatní cenné papíry	254	78	
	7. Peníze na cestě	262	79	
<b>IV.</b>	<b>Jiná aktiva celkem</b>	<b>38</b>	<b>81</b>	<b>1 385</b>
	1. Náklady příštích období	381	82	1 385
	2. Příjmy příštích období	385	83	
<b>A+B</b>	<b>Aktiva celkem</b>		<b>85</b>	<b>2 410 954</b>
				<b>1 987 447</b>



<b>A</b>		<b>Vlastní zdroje celkem</b>		<b>86</b>	<b>1 267 318</b>	<b>778 224</b>
<b>I.</b>		<b>Jmění celkem</b>	<b>90-92</b>	<b>87</b>	<b>1 264 031</b>	<b>774 894</b>
	1.	Vlastní jmění	901	88	1 256 446	774 891
	2.	Fondy	91	89	43 939	31 143
	3.	Oceňovací rozdíly z přecenění finančního majetku a závazků	921	90	-36 354	-31 140
<b>II.</b>		<b>Výsledek hospodaření celkem</b>	<b>93-96</b>	<b>91</b>	<b>3 287</b>	<b>3 330</b>
	1.	Účet výsledku hospodaření	963	92		3 330
	2.	Výsledek hospodaření ve schvalovacím řízení	931	93	3 287	
	3.	Nerozdělený zisk, neuhrazená ztráta minulých let	932	94		
<b>B.</b>		<b>Cizí zdroje celkem</b>		<b>95</b>	<b>1 143 636</b>	<b>1 209 223</b>
<b>I.</b>		<b>Rezervy celkem</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>1 510</b>	<b>1 812</b>
	1.	Rezervy	941	97	1 510	1 812
<b>II.</b>		<b>Dlouhodobé závazky celkem</b>	<b>38, 95</b>	<b>98</b>		
	1.	Dlouhodobé úvěry	951	99		
	2.	Vydané dluhopisy	953	100		
	3.	Závazky z pronájmu	954	101		
	4.	Přijaté dlouhodobé zálohy	952	102		
	5.	Dlouhodobé směnky k úhradě	x	103		
	6.	Dohadné účty pasivní	389	104		
	7.	Ostatní dlouhodobé závazky	958	105		
<b>III.</b>		<b>Krátkodobé závazky celkem</b>	<b>28-38</b>	<b>106</b>	<b>1 139 884</b>	<b>1 205 647</b>
	1.	Dodavatelé	321	107	15 795	12 923
	2.	Směnky k úhradě	322	108		
	3.	Přijaté zálohy	324	109		0
	4.	Ostatní závazky	325	110	1 236	0
	5.	Zaměstnanci	331	111	8 570	9 022
	6.	Ostatní závazky vůči zaměstnancům	333	112	5	5
	7.	Závazky k institucím sociálního zabezpečení a VZP	336	113	5 121	4 988
	8.	Daň z příjmů	341	114		122
	9.	Ostatní přímé daně	342	115	1 651	997
	10.	Daň z přidané hodnoty	343	116	1 970	934
	11.	Ostatní daně a poplatky	345	117	161	
	12.	Závazky ze vztahu k státnímu rozpočtu	347	118	1 104 943	1 174 941
	13.	Závazky ze vztahu k rozpočtu ÚSC	x	119		
	14.	Závazky z upsaných nesplacených cenných papírů a podílů	367	120		
	15.	Závazky ke společníkům sdruženým ve společnosti	368	121		
	16.	Závazky z pevných termínových operací a opcí	373	122		
	17.	Jiné závazky	379	123	238	1 536
	18.	Krátkodobé úvěry	231	124		
	19.	Eskontní úvěry	282	125		
	20.	Vydané krátkodobé dluhopisy	283	126		
	21.	Vlastní dluhopisy	284	127		
	22.	Dohadné účty pasivní	389	128	194	177
	23.	Ostatní krátkodobé finanční výpomoci	289	129		
<b>IV.</b>		<b>Jiná pasiva celkem</b>	<b>38</b>	<b>130</b>	<b>2 242</b>	<b>1 764</b>
	1.	Výdaje příštích období	383	131	2 060	1 583
	2.	Výnosy příštích období	384	132	182	181
<b>A+B</b>		<b>Pasiva celkem</b>		<b>134</b>	<b>2 410 954</b>	<b>1 987 447</b>

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Datum sestavení: 30. 04. 2022

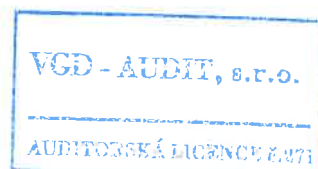
Rozvahový den: 31. 12. 2021

Jitka Honzíkqvá

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

.....  
podpis a jméno  
sestavil

.....  
podpis a jméno  
odpovědné osoby



Zřizovatel: Akademie věd ČR

## Výkaz zisku a ztráty

(v tis. Kč)

sestavený dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

k 31. 12. 2021

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i

Sídlo:

Husinec-Rež 130, 250 68 Rež,

IČ:

61389005

	Název ukazatele	SÚ	Čís. řád.	Činnost		
				hlavní	jiná	Celkem
				1	2	3
<b>A.</b>	<b>Náklady</b>		<b>1</b>	<b>917 023</b>	<b>6 338</b>	<b>923 361</b>
<b>I.</b>	<b>Spotřebované nákupy celkem</b>	<b>50+51</b>	<b>2</b>	<b>62 003</b>	<b>2 982</b>	<b>64 985</b>
	1. Spotřeba materiálu, energie a ostatních neskladovaných látek	501-503	3	32 523	2 278	34 801
	2. Prodané zboží	504	4			0
	3. Opravy a udržování	511	5	3 485	230	3 715
	4. Náklady na cestovné	512	6	2 884		2 884
	5. Náklady na reprezentaci	513	7	46	0	46
	6. Ostatní služby	518, 514	8	23 065	474	23 539
<b>II.</b>	<b>Změny stavu zásob vlastní činnosti a aktivace</b>	<b>56+57</b>	<b>9</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	7. Změna stavu zásob vůstvní činnosti	56	10			0
	8. Aktivace materiálu, zboží a vnitroorganizačních služeb	571, 572	11			0
	9. Aktivace dlouhodobého majetku	573, 574	12			0
<b>III.</b>	<b>Osobní náklady</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>171 856</b>	<b>3 102</b>	<b>174 958</b>
	10. Mzdové náklady	521,3	14	123 804	2 221	126 025
	11. Zákonné sociální pojištění	524	15	41 035	751	41 786
	12. Ostatní sociální pojištění	525	16			0
	13. Zákonné sociální náklady	527	17	7 017	130	7 147
	14. Ostatní sociální náklady	528	18			0
<b>IV.</b>	<b>Daně a poplatky</b>	<b>53</b>	<b>19</b>	<b>75</b>	<b>2</b>	<b>77</b>
	15. Daně a poplatky	53	20	75	2	77
<b>V.</b>	<b>Ostatní náklady</b>	<b>54</b>	<b>21</b>	<b>4 262</b>	<b>68</b>	<b>4 330</b>
	16. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	541, 542	22	2		2
	17. Odpis nedobytné pohledávky	543	23	232		232
	18. Nákladové úroky	544	24			0
	19. Kurzové ztráty	545	25	1 003	7	1 010
	20. Dary	546	26			0
	21. Manka a škody	548	27			0
	22. Jiné ostatní náklady	547, 549	28	3 025	61	3 086
<b>VI.</b>	<b>Odpisy, prodaný majetek, tvorba a použití rezerv a opr.položek</b>	<b>55</b>	<b>29</b>	<b>669 942</b>	<b>138</b>	<b>670 080</b>
	23. Odpisy dlouhodobého majetku	551	30	678 122	138	678 260
	24. Prodaný dlouhodobý majetek	552	31			0
	25. Prodané cenné papíry a podíly	553	32			0
	26. Prodaný materiál	554	33			0
	27. Tvorba a použití rezerv a opravných položek	556, 559	34	-8 180	0	-8 180
<b>VII.</b>	<b>Poskytnuté příspěvky</b>	<b>58</b>	<b>38</b>	<b>7 282</b>	<b>0</b>	<b>7 282</b>
	28. Poskytnuté členské příspěvky a příspěvky zúčtované mezi organizační	581	39	7 282	0	7 282
<b>VIII.</b>	<b>Daň z příjmů</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>1 603</b>	<b>46</b>	<b>1 649</b>
	29. Daň z příjmů	59	41	1 603	46	1 649



	Název ukazatele	SÚ	čís. řád.	Činnost		
				hlavní	další	jiná
				1	2	3
<b>B.</b>	<b>Výnosy</b>		<b>1</b>	<b>920 329</b>	<b>6 362</b>	<b>926 691</b>
<b>I.</b>	<b>Provozní dotace</b>	<b>69</b>	<b>2</b>	<b>221 962</b>		<b>221 962</b>
	1. Provozní dotace	691	3	221 962		221 962
<b>II.</b>	<b>Přijaté příspěvky</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	2. Přijaté příspěvky zúčtované mezi organizačními složkami		7			0
	3. Přijaté příspěvky (dary)	681	8			0
	4. Přijaté členské příspěvky	682	9			0
<b>III.</b>	<b>Tržby za vlastní výkony a za zboží</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>8 492</b>	<b>6 359</b>	<b>14 851</b>
<b>IV.</b>	<b>Ostatní výnosy</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>689 843</b>	<b>3</b>	<b>689 846</b>
	5. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	641, 642	17			0
	6. Platby za odepsané pohledávky	643	18			0
	7. Výnosové úroky	644	19	71	2	73
	8. Kurzové zisky	645	20	10		10
	9. Zúčtování fondů	648	21	6 574		6 574
	10. Jiné ostatní výnosy	649	22	683 188	1	683 189
<b>V.</b>	<b>Tržby z prodeje majetku</b>	<b>65</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
	11. Tržby z prodeje DNM a DHM	651	25			0
	12. Tržby z prodeje cenných papírů a podílů	653	26			0
	13. Tržby z prodeje materiálu	654	27	32		32
	14. Výnosy z krátkodobého finančního majetku	655	28			0
	15. Výnosy z dlouhodobého finančního majetku	657	29			0
<b>C.</b>	<b>Výsledek hospodaření před zdaněním</b>		<b>38</b>	<b>4 909</b>	<b>70</b>	<b>4 979</b>
<b>D.</b>	<b>Výsledek hospodaření po zdanění</b>		<b>40</b>	<b>3 307</b>	<b>23</b>	<b>3 330</b>

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Datum sestavení: 30.04.2022

Rozvahový den: 31. 12. 2021

Jitka Hónzíková

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

.....  
podpis a jméno  
sestavil

.....  
podpis a jméno  
odpovědné osoby

VGD - AUDIT, s.r.o.

AUDITORSKÁ LICENCE 2.271

## **Příloha roční účetní závěrky k 31. 12. 2021**

### **1. Obecné údaje**

Název: Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i. (dále jen ÚJF)  
Sídlo: Husinec - Rež, č. p. 130, PSČ 250 68  
IČ: 61389005  
DIČ: CZ61389005  
Právní forma: Veřejná výzkumná instituce

Datum vzniku: ÚJF byl zřízen 1. 1. 1972 jako Ústav jaderné fyziky ČSAV. Na základě Zákona č. 341/2005 Sb. se právní forma ÚJF dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci. ÚJF je zapsán v Rejstříku veřejných výzkumných institucí vedeném Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Zřizovatel: Akademie věd České republiky – organizační složka státu, IČ: 60165171, která má sídlo v Praze 1, Národní 1009/3, PSČ 117 20.

Hlavní činnost: Předmětem hlavní činnosti ÚJF je vědecký výzkum v oblasti jaderné fyziky a v příbuzných vědních oborech a využívání jaderně fyzikálních metod a postupů v interdisciplinárních oblastech vědy a výzkumu, a to zejména v biologii, ekologii, lékařství, radiofarmacii a materiálovém výzkumu. Svou činností ÚJF přispívá ke zvyšování úrovně poznání a vzdělanosti a k využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi. Získává, zpracovává a rozšiřuje vědecké informace, vydává vědecké publikace (monografie, časopisy, sborníky apod.), poskytuje vědecké posudky, stanoviska a doporučení a provádí konzultační, poradenskou a expertní činnost. Ve spolupráci s vysokými školami uskutečňuje doktorské studijní programy a vychovává vědecké pracovníky. V rámci předmětu své činnosti rozvíjí mezinárodní spolupráci, včetně organizování společného výzkumu se zahraničními partnery, přijímání a vysílání stážistů, výměny vědeckých poznatků a přípravy společných publikací. Pořádá domácí i mezinárodní vědecká setkání, konference a semináře a zajišťuje infrastrukturu pro výzkum, včetně poskytování ubytování svým zaměstnancům a hostům, a pro mezinárodní spolupráci České republiky v oblasti jaderných výzkumů. Úkoly realizuje samostatně i ve spolupráci s vysokými školami a dalšími vědeckými a odbornými institucemi.

Jiná činnost: Předmětem jiné činnosti ÚJF je poskytování ozařovacích služeb na svazcích nabitých částic.



Další činnost: ÚJF nemá.

Organizační struktura organizace:

Ústav je organizačně rozdělen na útvar ředitele, výzkumná oddělení, technicko-hospodářskou správu. Podrobné organizační uspořádání ÚJF upravuje jeho organizační řád, který vydává ředitel po schválení Radou pracoviště.

Orgány instituce:

Ředitel, Rada pracoviště, Dozorčí rada. Ředitel je statutárním orgánem ÚJF a je oprávněný jednat jménem ÚJF.

**Rada ÚJF k 31. 12. 2021**

RNDr. Vladimír Wagner, CSc. - předseda

RNDr. Jana Bielčíková, Ph.D. – místopředsedkyně

Členové:

RNDr. Petr Bydžovský, CSc.

Ing. Marie Davidková, CSc.

RNDr. Jaroslav Dittrich, CSc.

doc. Ing. Ondřej Lebeda, Ph.D.

RNDr. Petr Lukáš, CSc.

RNDr. Pavel Strunz

Externí členové:

prof. RNDr. Pavel Cejnar, DSc.

prof. Jiří Chýla, CSc.

prof. Ing. Jan John, CSc.

prof. Ing. Ivan Wilhelm, CSc.

**Dozorčí rady k 31. 12. 2021**

prof. Ing. Michal Haindl, DrSc. - předseda

Ing. Jan Štursa - místopředseda, nahrazen ke dni 7. 6. 2021 Ing. Marií Davidkovou, CSc.

Členové:

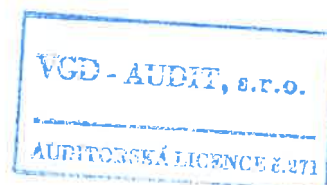
Ing. Luboš Náhlík, Ph.D. (ÚFM AV ČR)

doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc. (FJFI ČVUT)

prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc. (MFF UK)

Účast členů statutárních, kontrolních nebo jiných orgánů účetní jednotky určených statutem, stanovami nebo jinou zřizovací listinou a jejich rodinných příslušníků v osobách, s nimiž účetní jednotka uzavřela za vykazované účetní období obchodní smlouvy nebo jiné vztahy:

Ředitel Instituce, členové Rady pracoviště ani členové Dozorčí rady nebyli ve střetu zájmů ve smyslu §30, odst. (1), písmeno r) vyhlášky č. 504/2002 Sb., což doložili čestným prohlášením.



Majetkové účasti:

V roce 2008 ÚJF založil společnost RadioMedic, s. r. o, se sídlem Husinec- Řež 289, IČ: 28389638, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Městského soudu v Praze, oddíl C, vložka 138104 se základním vkladem 200 tis. Kč.

V roce 2010 ÚJF provedl vklad do této společnosti v celkové hodnotě 38 095 tis. Kč. Organizace provedla k 31. 12. 2021 přecenění podílu metodou ekvivalence na vrub účtu oceňovacího rozdílu. Celková hodnota dlouhodobého finančního majetku, vedeného na účtu 061 k rozvahovému dni je 7 155 tis. Kč.

## **2. Účetní závěrka a informace o účetních metodách**

Při vedení účetnictví a sestavování účetní závěrky postupoval ÚJF 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.

Účetním obdobím je kalendářní rok.

Způsoby oceňování:

- Hmotný a nehmotný majetek, s výjimkou majetku vytvořeného vlastní činností, se oceňuje pořizovacími cenami.
- Hmotný majetek, vytvořený vlastní činností, se oceňuje vlastními náklady ve složení:  
přímý materiál, přímé mzdy, služby, režijní náklady.
- Majetkové účasti se oceňují ekvivalencí.
- Peněžní prostředky a ceniny se oceňují jejich nominálními hodnotami.
- Reprodukční pořizovací cenou by byl oceněn majetek nabytý bezúplatně.  
ÚJF ani v roce 2021 nenabyl majetek bezúplatně (darováním).
- ÚJF používá k ocenění majetku, závazků, pohledávek v zahraniční měně denní kurz ČNB. Aktiva a pasiva v zahraniční měně jsou k rozvahovému dni přepočítávána podle oficiálního kurzu ČNB. Kurzové rozdíly z ocenění finančních účtů, pohledávek, závazků, úvěrů a finančních výpomocí se účtují k datu účetní závěrky výsledkově na účet kurzových rozdílů.
- V souladu s účetními metodami platnými pro veřejné výzkumné organizace nevytváří ÚJF opravné položky. Opravné položky může Organizace tvořit podle Vyhl.504/2002 Sb., §37, odst. 2, a ČÚS č. 407 ke zdaňované činnosti, což tyto výnosy z jiné činnosti jsou, ale jejich tvorba je podle zákona upravující rezervy pro zjištění základu daně z příjmu. Organizace využila možnosti a vytvořila opravné položky k pohledávkám z důvodu věrného zobrazení, dle §7, odst1, zákona 563/1991 Sb., který ukládá účetním jednotkám povinnost vést účetnictví tak, aby účetní závěrka byly sestavena srozumitelně a podávala věrný a poctivý obraz předmětu účetnictví a finanční situace účetní jednotky.

Způsob sestavení odpisového plánu pro dlouhodobý majetek a použité odpisové metody pro stanovení účetních odpisů vychází z doby použitelnosti majetku. Účetní odpisy se počítají poprvé za následující měsíc po měsíci, v němž byl majetek zařazen do užívání. Účetní odpisový plán stanoví ÚJF odlišně od daňového. Odlišnost je dána tím, že majetek je využíván podstatně delší dobu, než je doba odepisování daná zákonem 586/1992 Sb. o daních z příjmu.

Majetek, který nebyl pořízen z dotace, se odepisuje i daňově. Pro stanovení daňových odpisů je používán rovnoměrný způsob odepisování pro všechny druhy majetku.

### 3. Doplňující informace k rozvaze

#### **Pohledávky**

**Pohledávky v celkové výši: 1 147 116 tis. Kč**

Z toho obchodního styku: 39 695 tis. Kč

Pohledávky za RadioMedic jsou ve výši	12 415 tis. Kč
-z toho po splatnosti 180 dnů k 31. 12. 2021	10 591 tis. Kč

K těmto pohledávkám byla vytvořena opravná položka ve výši 7 519 tis. Kč z důvodu věrného zobrazení, dle §7, odst1, zákona 563/1991 Sb. popsaného v odstavci 2. této přílohy.

Pohledávky za zaměstnanci (půjčky SF, škody)	109 tis. Kč
zálohy (el. energie, voda, teplo, pronájem)	1 137 tis. Kč
Ostatní pohledávky	68 tis. Kč

Dohadné účty: nároky na neinvestiční dotace	351 873 tis. Kč
přefakturace RadioMedicu	1 tis. Kč

Dohadné položky aktivní na účtu 388 ve výši 351.873 tis. Kč jsou účtovány proti výnosům účtu 691 a to ve výši skutečných nákladů zaúčtovaných na jednotlivé projekty operačních programů. Tyto aktivní dohady budou vypořádány po ukončení projektů oproti nevyúčtovaných zálohám na účtu 347.

ÚJF nemá žádné dlouhodobé pohledávky.

#### **Závazky**

**Celkové závazky k rozvahovému dni činí: 1 205 647 tis. Kč**

Z toho obchodního styku: 12 923 tis. Kč

-z toho závazky po splatnosti 180 dnů 550 tis. Kč

Další závazky (splatné v lednu 2022):

Nevyplacené mzdy za 12/2021 9 022 tis. Kč

Sociální a zdravotní pojištění za 12/2021 4 988 tis. Kč

Daň z příjmů ze závislé činnosti 997 tis. Kč

Daň z přidané hodnoty  
Daň z příjmu

934 tis. Kč  
122 tis Kč

**Závazky ve vztahu ke státnímu rozpočtu**

**1 174 941 tis. Kč**

Jedná se o zálohy poskytnuté MŠMT na operační programy. Tyto zálohy budou vypořádány po ukončení projektů.

Významné zálohy na projekty:

Poskytovatel	Dotace	Částka zálohy na dotaci
MŠMT	OP VVV CRREAT	123 893 tis. Kč
MŠMT	OP VVV RAMSES	326 220 tis. Kč
MŠMT	ESS	574 285 tis. Kč
MŠMT	FAIR	22 890 tis. Kč
MŠMT	OP VVV FAIR II.	23 533 tis. Kč

ÚJF neviduje žádné dlouhodobé závazky či jiné dlužné částky, které vznikly v daném účetním období, a zbytková doba splatnosti k rozvahovému dni přesahuje 5 let.

ÚJF nemá žádné finanční nebo jiné závazky neobsažené v rozvaze.

ÚJF nemá dluhy kryté plnohodnotnou zárukou.

## REZERVY

Organizace vytvořila rezervy na vyřazení urychlovačů z provozu v roce 2025 a jednoho v roce 2040. Rezervy byly vytvořeny dle zák.185/2003 Sb. (atomový zákon) ve výši odborného posudku Státního radiačního ústavu v. v. i. Praha ve výši 3 583 tis. Kč. K datu 31. 12. 2021 je vytvořena rezerva ve výši 1 812 tis. Kč a je plně kryta finančními prostředky na bankovním účtu.

## JMĚNÍ CELKEM

Jmění (v tis. Kč)

	Stav k 1. 1. 2021	Stav k 31. 12. 2021
Vlastní jmění (fond dlouhodobého majetku)	1 256 446	774 891
Fondy podle zákona o veřejných výzkumných institucích	43 939	31 143
Oceňovací rozdíly z přecenění FM	-36 354	-31 140
<b>Celkem</b>	<b>1 264 031</b>	<b>774 894</b>

Účet 901 Vlastní jmění ve výši 774 891 tis. Kč plně nesouhlasí na třídu 0 dlouhodobého majetku a to o přecenění finančního majetku (31.140 tis. Kč), poskytnuté zálohy na investice (2 747 tis. Kč) a pořízení nedokončeného majetku – in kind ve výši 6.582 tis. Kč.

Na účtu 921 je zaúčtován rozdíl z přecenění ekvivalencí podílu ve společnosti RadioMedic s.r.o. ve výši 31 140 tis. Kč.

#### **4. Doplnující informace k výkazu zisku a ztrát**

Výsledek hospodaření před zdaněním vznikl zejména z pronájmů movitého i nemovitého majetku, zakázek hlavní činnosti, zakázek jiné činnosti.

##### **Rozdělení zisku předcházejícího účetního období:**

Výsledek hospodaření může být v souladu se zákonem 341/2005 Sb. vypořádán pouze přidělem do fondů.

Hospodářský výsledek za r. 2020 – zisk ve výši 3 287 tis. Kč byl přidělen do rezervního fondu ve výši 3 287 tis. Kč.

ÚJF hospodaří s dotacemi ze státního rozpočtu a s tržbami z hlavní i jiné činnosti.

##### **Dotace ze státního rozpočtu a další zdroje na neinvestiční výdaje,**

- AV ČR dotace institucionální	128 628 tis. Kč
- GA ČR	14 278 tis. Kč
- MŠMT	70 978 tis. Kč
- ostatní	8 078 tis. Kč
<b>Celkem</b>	<b>221 962 tis. Kč</b>

- tržby z hlavní činnosti (ubyt)ování, konference, služby	
tržby ze zakázek hl. činnosti	8 492 tis. Kč
- tržby z jiné činnosti	6 359 tis. Kč
<b>Celkem tržby:</b>	<b>14 851 tis. Kč</b>

##### **Dotace ze státního rozpočtu a další zdroje na investiční výdaje:**

- dotace institucionální	9 057 tis. Kč
- OP VVV (MŠMT)	148 045 tis. Kč
- ostatní zdroje	26 903 tis. Kč
<b>Celkem zdroje:</b>	<b>184 005 tis. Kč</b>

## 5. Doplňující informace k některým položkám aktiv a pasiv

Hmotný a nehmotný majetek kromě pohledávek

Při meziročním porovnání bylo zjištěno, že v rámci prodeje rekreačního střediska v roce 2019 nebyl vyřazen pozemek v hodnotě 1.088 tis. Kč. K vyřazení pozemku došlo až v roce 2021. Z tohoto důvodu došlo v rozvaze k opravě srovnatelného období stavu aktiv (řádek 10 – účet 031) a vlastního jmění (řádek 88 – účet 901) k 1.1.2021.

Rozpis dlouhodobého nehmotného a hmotného a na hlavní skupiny (třídy) samostatných movitých věcí s ohledem na charakter a předmět činnosti je uveden v Příloze číslo 1 této přílohy. Přehled o přírůstcích a úbytcích dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku podle jeho hlavních skupin (tříd) je rovněž uveden v příloze č. 1 této přílohy.

Na účtu 042 Pořízení Dlouhodobého hmotného majetku eviduje organizace nedokončené investice, které tvoří zejména nová budova z projektu RAMSES, AMS přístroj a investice pořízené v rámci in-kind majetku.

V roce 2021 došlo na základě smlouvy k převodu in-kind majetku ve výši 642 685 tis. Kč a to v rámci projektů SPIRAL, ESS, FAIR. Převod in-kind majetku byl schválen zřizovatelem instituce a vklad in-kind příspěvku byl účetně zaznamenán jednorázovým zápisem jako zařazení a vyřazení majetku. Tato operace zároveň významně navýšila položku ve výkazu zisku a ztrát a to v řádku „odpisy dlouhodobého majetku“ a „jiné ostatní výnosy“.

Dle aktuálních pravidel pro žadatele a příjemce specifická část Výzvy výzkumné infrastruktury, verze 4, kapitola 2, jsou definovány in-kind příspěvky jako:

„Dodávky částí výzkumných infrastruktur či výzkumných zařízení do výzkumných infrastruktur lokalizovaných v zahraničí. In-kind příspěvek nevstupuje z pohledu způsobilosti výdajů do majetku žadatele/příjemce. Nejedná se o věcné příspěvky definované v čl. 69 Obecného nařízení 1303/2013.“ Změny spočívá v možnosti zařadit majetek na účtu 042 – Pořízení DHM do účetnictví evidence majetku Organizace a pak jej vložit do výzkumné infrastruktury ve formě in-kind příspěvku.

Společnost k 31.12.2021 na účtu 042 Pořízení Dlouhodobého hmotného majetku eviduje in-kind majetek pořízený z prostředků ESS ve výši 6 582 tis. Kč. V současné době je majetek účtován na účet 042 Nedokončený DHM, není účtován na účet ve prospěch účtu 901 Vlastní jmění a na vrub 916 - Fond reprodukce majetku (FRM). Z tohoto důvodu nesouhlasí okruh majetku (účet 901 - Vlastní jmění krytí majetkem, tj. skupinou 0 Dlouhodobý majetek celkem).

Dohadné účty aktivní a závazky ve vztahu k státnímu rozpočtu

Na účtu 347 jsou evidovány zálohy za nevyúčtované projekty:

34710 – přijetí neinvestiční zálohy – ÚJF,

34715 – přijetí zálohy – spolupříjemce (spoluřešitel) projektu,

34720 – přijetí investiční zálohy,

Oproti zálohám jsou na účtu 388 vytvářeny náklady:

3889 – dohadné účty za rok 2016

38897 – dohadné účty za rok 2017

38898 – dohadné účty za rok 2018

38899 – dohadné účty za rok 2019

388920 – dohadné účty za rok 2020

388921 – dohadné účty za rok 2021

## 6. Personální údaje

K 31. 12. 2021 byl průměrný počet (přepočtený) zaměstnanců 241 z toho řídících: 9,4.

Osobní náklady (tis. Kč)

2021	Počet zaměstnanců	Mzdové náklady	Sociální a zdrav. pojištění	Sociální náklady tvorba soc. fondu	Ost. soc. náklady
Zaměstnanci	231,6	118 237	39 092	2 318	
Vedoucí pracovníci	9,4	7 788	2 694	163	
Celkem	241	126 025	41 786	2 481	4 666

Osobní náklady celkem: 174 958 tis. Kč.

**Výše záloh, závdavků a úvěrů poskytnutých členům řídících, kontrolních nebo jiných orgánů určených zřizovací listinou.**

Za rok 2021 byly poskytnuty odměny za funkci v Radě ÚJF ve výši 245 tis. Kč.

Členům statutárních a jiných orgánů ÚJF nebyly v r. 2021 poskytnuty žádné zálohy, nebo úvěry.

## 7. Ostatní informace

ÚJF v účetním období neobdržel žádné dary a nebyly pořádány žádné veřejné sbírky.

Po datu účetní uzávěrky nenastaly žádné významné události, které by měly být uvedeny v této příloze.

#### **8. Události, které nastaly po datu účetní závěrky**

Žádné události po datu účetní závěrky, které by byly významné pro posouzení finanční a majetkové situace a bylo by nutné je uvést v příloze k účetní závěrce, nám nejsou známy.

9. Odměna auditora za povinný audit účetní závěrky a jiné ověřovací služby i neauditorské za rok 2021 je ve výši 97 tis. Kč.

#### **10. Výsledek hospodaření v členění na hlavní a hospodářskou činnost a pro účely daně z příjmu**

Celkový výsledek hospodaření je ve výši 3 330 tis. Kč. V souladu se zřizovací listinou je hospodářský výsledek ve výkazu zisků a ztrát členěn na:

- činnost hlavní 3 307 tis. Kč
- činnost jiná 23 tis. Kč

#### **Návrh způsobu vypořádání výsledku hospodaření za rok 2021**

- Příděl do rezervního fondu 3 330 tis. Kč

#### **9. Daňová povinnost**

Daňová povinnost za rok 2021 vznikla ve výši 1 791 tis. Kč.

Společnost k 31.12.2021 zároveň proúčtovala dodatečné snížení odvodu daně z příjmů za rok 2020 ve výši 142 tis. Kč

Základ daně byl za r. 2021 snížen v souladu s §20 odst. 7 zákona 586/1992 Sb. o částku 3 000 tis. Kč. Celá tato daňová úleva bude použita na krytí nákladů hlavní činnosti nezajištěné dotacemi.

V Řeži dne 30. 4. 2022



RNDr. Petr Lukáš, CSc.  
ředitel ÚJF AV ČR, v. v. i.

VGD - AUDIT, s.r.o.

AUDITORSKÁ LICENCE č. 271



Vývoj dlouhodobého majetku 2021  
Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.

v tis. Kč.

Příloha č. 1

	DNM	Software	Ostatní DNM	Nedokončený DNM	Nehmotný DM celkem
Počáteční stav	3	4 873	5 235	421	10 532
Přeučtování		252		-252	0
Přírůstky			41	2 330	2 371
Úbytky			-431		-431
Konečný stav	3	5 125	4 845	2 499	12 472

**Oprávký**

	DNM	Software	Ostatní DNM	Nedokončený DNM	Nehmotný DM celkem
Počáteční stav	3	4 050	5 235	0	9 288
Odpisy		519	41		560
Oprávký vztahující se k úbytkům			-431		-431
Konečný stav	3	4 569	4 845	0	9 417
<b>Počáteční stav netto</b>	<b>0</b>	<b>823</b>	<b>0</b>	<b>421</b>	<b>1 244</b>
<b>Konečný stav netto</b>	<b>0</b>	<b>556</b>	<b>0</b>	<b>2 499</b>	<b>3 055</b>

**Požizovací hodnota**

	Pozemky	Budovy	Stroje a zařízení	Jiný DHM	Nedokončený DHM	Zálohy	Hmotný DM celkem
Počáteční stav	138	328 133	648 570	20 196	766 591	66 898	1 830 526
Přeučtování							0
Přírůstky		9 129	664 546		200 956	2 926	877 557
Úbytky			-648 402	-660	-673 676	-67 077	-1 389 815
Konečný stav	138	337 262	664 714	19 536	293 871	2 747	1 318 268

**Oprávký**

	Pozemky	Budovy	Stroje a zařízení	Jiný DHM	Nedokončený DHM	Zálohy	Hmotný DM celkem
Počáteční stav	0	72 247	454 278	20 196	0	0	546 721
Odpisy		6 114	671 626	0			677 740
Oprávký vztahující se k úbytkům			-648 402	-660			-649 062
Konečný stav	0	78 361	477 502	19 536	0	0	575 399
<b>Počáteční stav netto</b>	<b>138</b>	<b>255 886</b>	<b>194 292</b>	<b>0</b>	<b>766 591</b>	<b>66 898</b>	<b>1 283 805</b>
<b>Konečný stav netto</b>	<b>138</b>	<b>258 901</b>	<b>187 212</b>	<b>0</b>	<b>293 871</b>	<b>2 747</b>	<b>742 869</b>
<b>Konečný stav netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

