

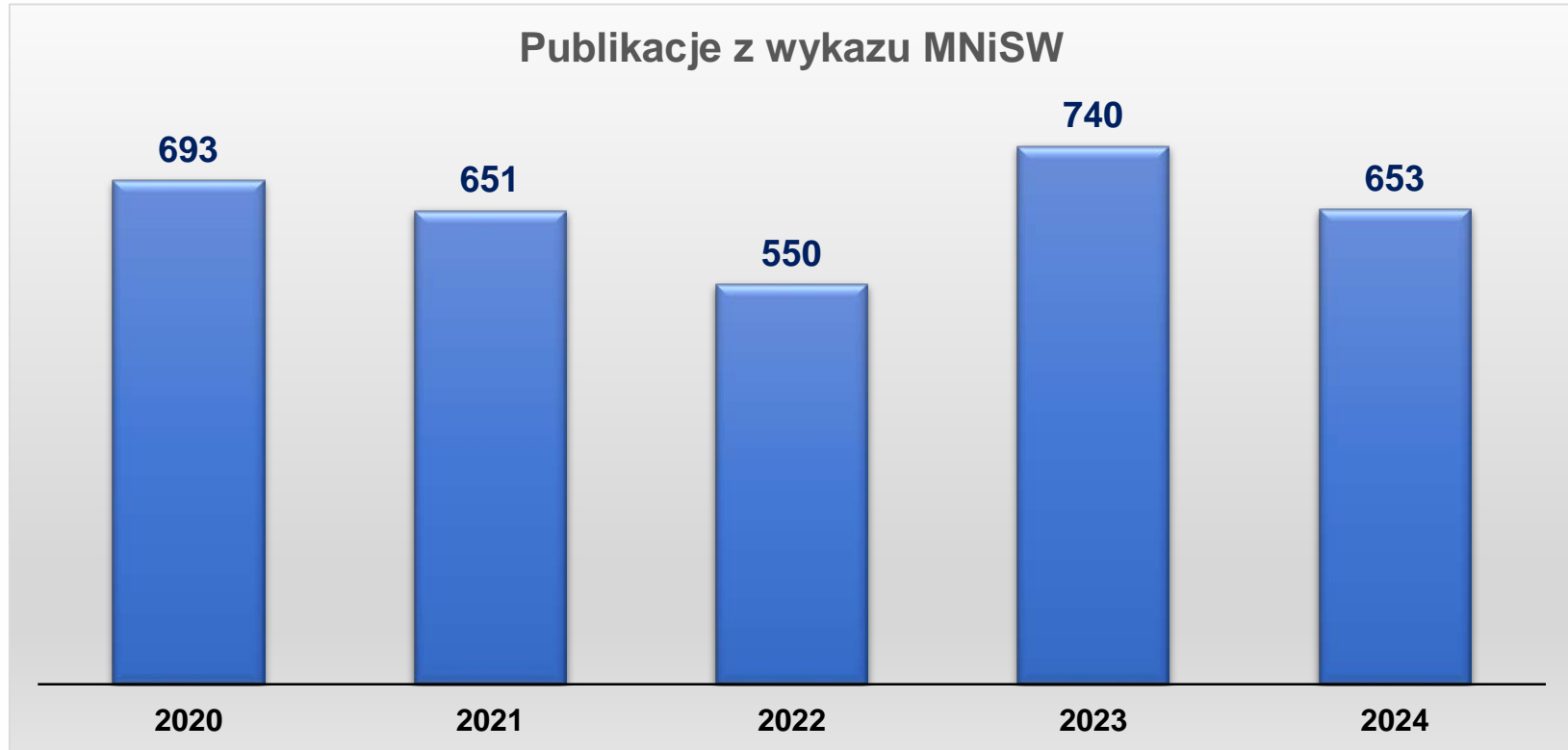


INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ  
IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

---

# Sprawozdanie z działalności naukowej IFJ PAN w 2024 roku

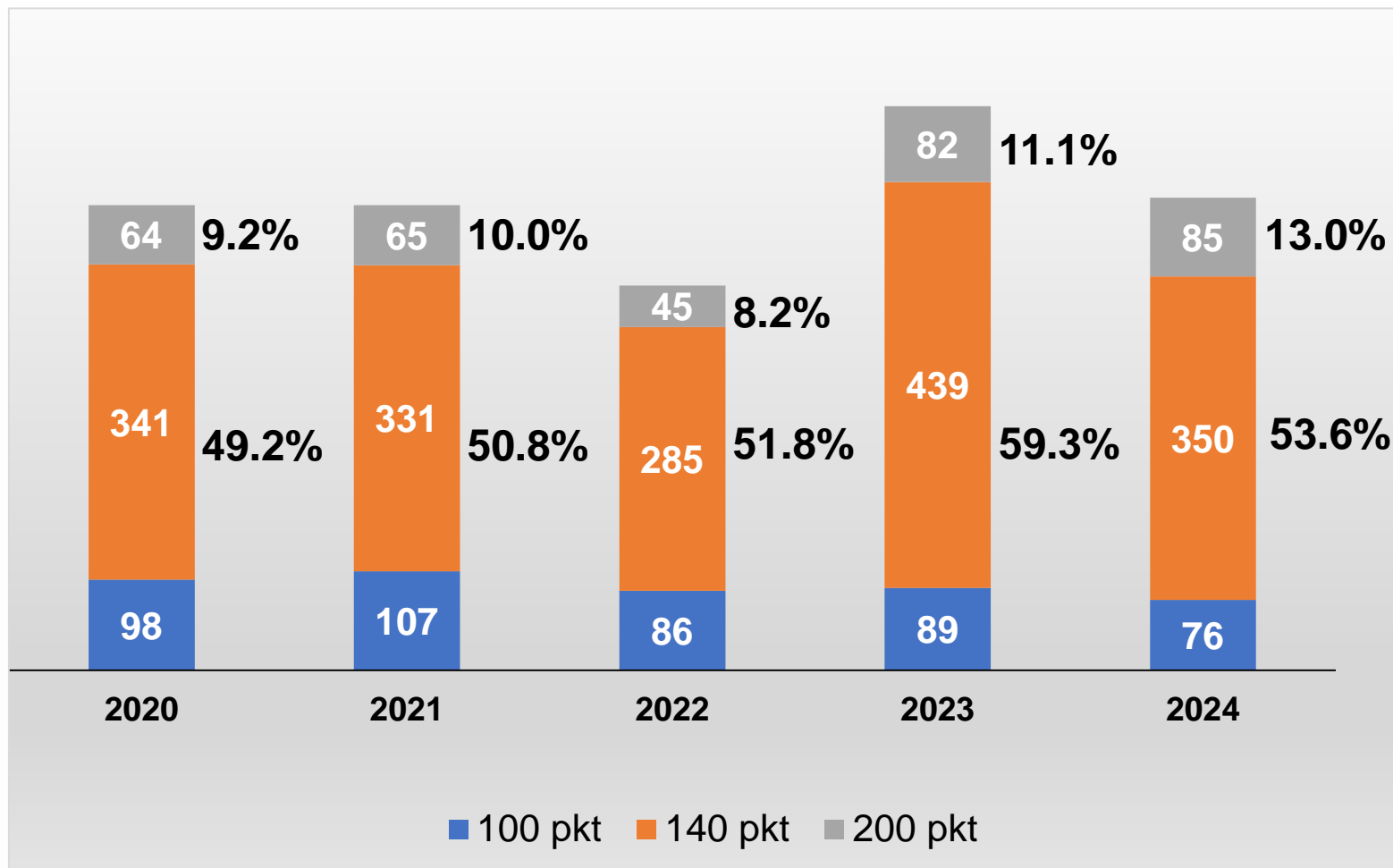
## Działalność naukowa w 2024 r. – Publikacje naukowe



Opublikowano **653** artykuły w czasopismach naukowych zamieszczonych w wykazie czasopism ogłoszonym przez Ministerstwo (łącznie z innymi **861**).



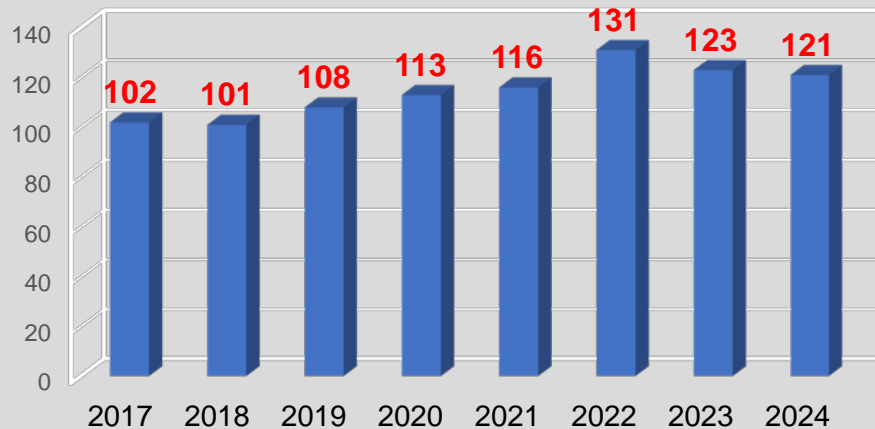
## Działalność naukowa w 2024 r. – Publikacje $\geq 100$ pkt.



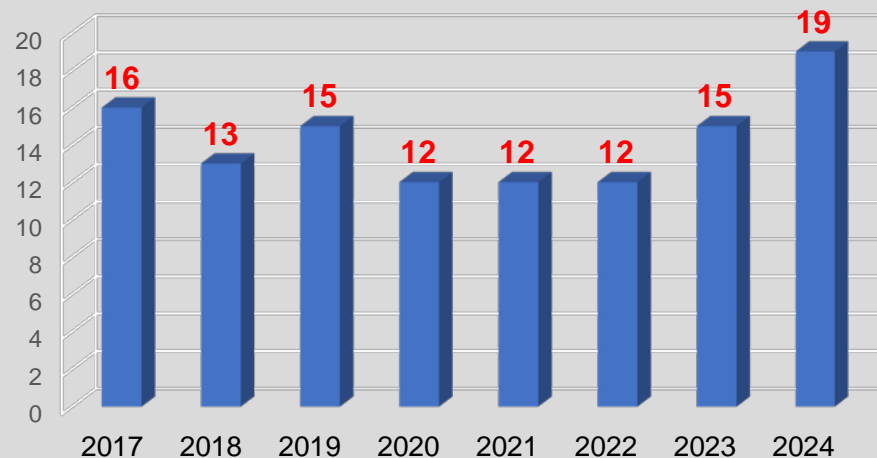


## Działalność naukowa w 2024 r. – Projekty w kolejnych latach

**Krajowe projekty naukowe  
(NCN, NCBiR, FNP, MNiSW, NAWA)**



**Międzynarodowe projekty naukowe  
(KE, F4E, VF, SNF)**



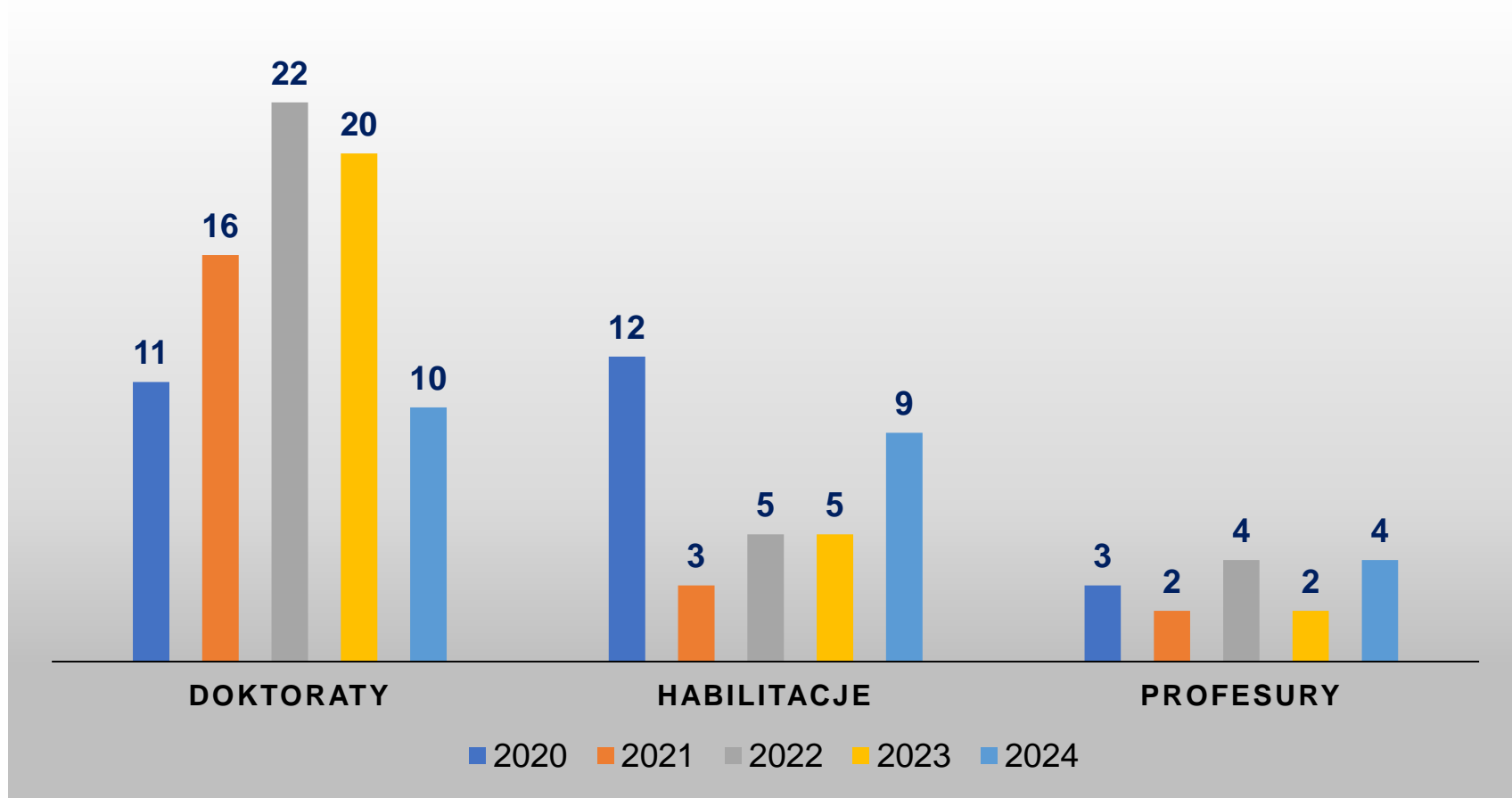


## Działalność naukowa w 2024 r. – Konferencje i Zebrania międzynarodowych projektów





## Stopnie i tytuły naukowe uzyskane w IFJ PAN





## Ochrona własności intelektualnej - Patenty

### Patenty udzielone na rzecz IFJ PAN:

- Patent nr 246254; Przyrząd do obróbki cieplnej materiałów w atmosferze gazu, zwłaszcza w piecu muflowym (Łukasz Laskowski, Magdalena Laskowska)
- Patent nr EP4004533; Device for electrochemical measurements (Łukasz Laskowski, Magdalena Laskowska)

### Patenty udzielone innej jednostce z twórcami z IFJ PAN:

- Patent nr 245098 dla Politechniki Wrocławskiej; Krystaliczna forma polimeru koordynacyjnego poli{siarczan(VI) bis(L arginina) miedzi(II) 1,5 hydrat} i sposób jej wytwarzania - Magdalena Fitta z IFJ PAN

### Zgłoszenia patentowe:

- PCT/PL2024/000007; Technique for determining the kinetic energy of a hadron beam (Wiktor Parol, Adam Kozela, Paweł Kulesa)
- PCT/PL2024/000008; Technique for determining the smearing of the kinetic energy of a hadron beam (Wiktor Parol, Adam Kozela, Paweł Kulesa)



## Studia doktoranckie MSD

- Z dniem 31 grudnia 2024 r. Międzynarodowe Studium Doktoranckie (MSD) **zostało zamknięte** - Zarządzenie Dyrektora IFJ PAN Nr 63/2024 z dnia 6 grudnia 2024 r.

**W ciągu 40 lat działania MSD kształcenie odbyło  
353 studentów z 12 krajów.**



## Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska (KISD)



### Instytuty PAN:

- Instytut Fizyki Jądrowej jako (jednostka wiodąca)
- Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
- Instytut Farmakologii
- Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
- Instytut Mechaniki Górotworu (od 11.2021 r.)
- Instytut Gospodarki Surowcami i Energią (od 01.2022 r.)

### Akademia Górniczo-Hutnicza

- Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej;
- Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki.

### KISD kształci w 6 dyscyplinach:

- nauki fizyczne
- nauki chemiczne
- nauki medyczne
- nauki farmaceutyczne
- inżynieria materiałowa
- inżynieria środowiska, górnictwa i energetyki

## Liczba uczestników Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej KISD (stan na 31.12.2024):

- Ogółem: **113**, w tym **53** w IFJ PAN
- Przyjęci w roku 2024: **30**, w tym **15** do IFJ PAN

**30** (**23** w IFJ PAN) cudzoziemców: Ukraina, Liban, Kanada, Iran, Indie, Czechy, Hiszpania, Turcja, Pakistan, Maroko, Nepal, Grecja



## Nagrody i wyróżnienia

**IFJ PAN sklasyfikowany został na 753. miejscu (wśród top 3.6 % ) światowego rankingu uniwersytetów i instytucji naukowych The Center for World University Rankings 2024 (CWUR 2024),**

**co daje czwartą pozycję wśród polskich instytucji, a zarazem pierwszą wśród instytutów badawczych.**

Wyniki dla pierwszych pięciu polskich jednostek naukowych w rankingu CWUR 2024:

Uniwersytet Jagielloński – 386. miejsce,  
Uniwersytet Warszawski – 421. miejsce,  
Akademia Górniczo-Hutnicza – 637. miejsce,  
Instytut Fizyki Jądrowej PAN – 753. miejsce,  
Politechnika Warszawska – 755. miejsce.



Ranking tworzony jest w oparciu o kryteria: sukcesy absolwentów i kadry dydaktycznej w międzynarodowych konkursach, zatrudnienie absolwentów na dyrektorskich stanowiskach w firmach o zasięgu globalnym, publikacje w prestiżowych czasopiśmie naukowych, cytowalność, indeks Hirscha całej instytucji oraz liczbę międzynarodowych patentów.



## Nagrody i wyróżnienia

### Odnowienie wyróżnienia „HR Excellence in Research” dla IFJ PAN

W dniu 15 marca 2024 r. eksperci z Komisji Europejskiej złożyli wizytę w IFJ PAN mającą na celu przeprowadzenie oceny w jaki sposób Instytut realizuje wysokie standardy w zakresie tworzenia dobrych warunków pracy naukowej i badawczo-rozwojowej, przeciwdziałania dyskryminacji, czy prowadzenia przejrzystych procesów rekrutacji. W dniu 4 kwietnia IFJ PAN otrzymał raport z przeprowadzonej oceny, w którym **przedstawiciele KE wyrazili uznanie dla wysiłków włożonych w realizację planów działań i strategii HRS4R oraz dla wzorowego przygotowania spotkania.** W opinii asesorów, Instytut wykazał silne zaangażowanie i podjął konkretne kroki w celu wdrożenia strategii, co zaowocowało bardzo istotnymi osiągnięciami w obszarze HRS4R.

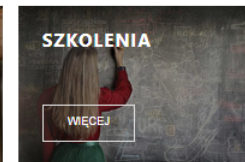
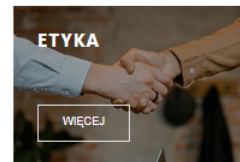
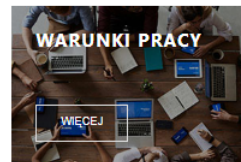
**Dyrekcja IFJ PAN składa tym samym wyrazy podziękowania dla wszystkich osób zaangażowanych w realizację strategii HRS4R, dzięki którym Instytut pozostał w zaszczytnym gronie jednostek mogących posługiwać się wyróżnieniem „HR Excellence in Research”.**

#### Wyróżnienie „HR Excellence in Research”



W 2017 r., po przeprowadzeniu zewnętrznej oceny, Komisja Europejska przyznała Instytutowi Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN, jako instytucji stosującej zasady [Europejskiej Karty Naukowca i Kodeksu postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych](#) (tekst [Europejskiej Karty Naukowca](#) obowiązujący od stycznia 2024 r.), prestiżowe wyróżnienie „HR Excellence in Research”.

Przyznanie prawa do używania wyróżnienia jest jednym z działań Komisji Europejskiej w ramach strategii *Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R)*, nakierowanej na tworzenie przyjaznych warunków pracy i rozwoju kariery naukowej w Europie oraz na tworzenie przejrzystych procesów rekrutacji pracowników naukowych.





## Nagrody i wyróżnienia

### Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla uczonych z IFJ PAN:

- dla **Prof. Adama Maja** za całokształt dorobku;
- dla **Prof. Beaty Ziaji-Motyki** za osiągnięcia w zakresie działalności naukowej.

### Nagroda Naukowa Polskiego Towarzystwa Fizycznego im. Wojciecha Rubinowicza

- dla **Prof. Stanisława Drożdża** za „*Rozwój i zastosowanie metodologii fizyki do interdyscyplinarnych badań nad układami złożonymi*”.

### Nagroda Naukowa im. Henryka Niewodniczańskiego

- dla **Dr inż. Anny Drzewicz** za cykl publikacji dot. opisu procesów zeszklenia i krystalizacji związków ciekłokrystalicznych pod kątem różnic w ich budowie molekularnej



## Nagrody i wyróżnienia

Nagroda Dyrektora IFJ PAN dotycząca działalności naukowej  
i organizacyjnej – edycje 11-14

**Dla pracowników:**

**dr Natalia Osiecka-Drewniak**  
**dr hab. Katarzyna Mazurek**  
**dr Ewa Pięta**  
**prof. dr hab. Krzysztof Kutak**  
**dr Mohammad Sadegh Shakeri**  
**dr Irene Dedes i dr Gaamouci Abdelghafar**  
**dr Tomasz Stanisław**  
**dr hab. Łukasz Laskowski**  
**dr hab. Magdalena Laskowska**  
**dr hab. Edyta Łokas**  
**dr Rene Poncelet**  
**dr Bartłomiej Żabiński**

**Dla doktorantów (od 14.edycji):**

**mgr Anna Nykiel**  
**mgr inż. Jędrzej Walkowiak**

## Otwarcie nowej linii badawczej POLYX na Synchrotronie SOLARIS, powstałej we współpracy naszego Instytutu z UJ i AGH

W dniu 1 marca 2024 r. oficjalnie została otwarta linia badawcza POLYX na Synchrotronie SOLARIS. Infrastruktura powstała dzięki współpracy naukowców z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytutu Fizyki Jądrowej PAN oraz Akademii Górniczo-Hutniczej. Zakład Spektroskopii Stosowanej IFJ PAN zaangażowany jest w projekt i budowę stanowiska spektrometru rentgenowskiego na linii POLYX, a pracę koordynuje dr Wojciech Błachucki.



Infrastruktura linii POLYX daje możliwości mikroobrazowania i mikrospektroskopii rentgenowskiej w zakresie energii 4-15 keV. Pozwala to m.in. na obrazowanie struktur 2D i 3D, składu pierwiastkowego oraz faz chemicznych związków w badanych próbkach.



## Umowa o współpracy z SOLARIS



**SOLARIS**  
NARODOWE CENTRUM  
PROMIENIOWANIA  
SYNCHROTRONOWEGO

**W dniu 25 kwietnia 2024 r.** Instytut podpisał umowę o współpracy naukowej z Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego - SOLARIS. Umowa pozwoli na prowadzenie wspólnych badań naukowych, wystąpienia o wspólne projekty, wymianę doświadczeń oraz udział w szkoleniach w zakresie rozwoju kadry.

## Porozumienie o współpracy z Politechniką Krakowską

W dniu 23 maja 2024 r. w Instytucie Fizyki Jądrowej, zostało podpisane porozumienie o długoterminowej współpracy między jednostkami.



Porozumienie obejmuje współpracę w zakresie:

- a) kształcenia studentów na kierunku Energetyka Jądrowa prowadzonym na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej,
- b) rozwoju kadry naukowej na poziomie kształcenia w szkole doktorskiej oraz na kolejnych wyższych szczeblach kariery naukowej organizowania wspólnych konferencji naukowych z zakresu energetyki jądrowej,
- c) ubiegania się o krajowe i międzynarodowe projekty badawcze oraz współpracy w ich realizacji,
- d) współpracy w przygotowaniu podręczników z zakresu energetyki jądrowej.

## Porozumienie o partnerstwie naukowym pomiędzy Konsorcjum Polskich Jednostek Naukowych COPIN i laboratorium GANIL w Caen

W dniu 28 czerwca 2024 r. miała miejsce wizyta delegacji z IFJ PAN w laboratorium GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds) w Caen (Francja). Podczas spotkania przedstawiono m.in. wyniki badań naukowych oraz prac dotyczących budowy nowoczesnej aparatury pomiarowej prowadzonych w ramach współpracy pomiędzy Konsorcjum COPIN i GANIL, która istnieje od 2008 r. i jest rozpoznawalna pod akronimem COPIGAL.



Podpisane porozumienie o partnerstwie naukowym pomiędzy Konsorcjum COPIN i GANIL-SPIRAL2 określa polski udział w GANIL oraz warunki korzystania z infrastruktury badawczej w GANIL przez polskie grupy badawcze.

[Instytut Fizyki Jądrowej PAN](https://www.ifj.edu.pl/)

## Przedłużenie Umowy Międzynarodowej Obserwatorium Pierre Auger



**W dniu 16 listopada 2024 r.** przedstawiciele agencji finansujących badania oraz innych instytucji z krajów uczestniczących we współpracy podpisali przedłużenie Umowy Międzynarodowej podczas ceremonii formalnej, połączonej z wizytą w Obserwatorium Pierre Auger następnego dnia. Ze strony polskiej rozszerzenie Umowy podpisał prof. Tadeusz Lesiak, dyrektor Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

## Ogłoszenie Planu Długofalowego NuPECC LRP2024

W dniu 19 listopada 2024 r. w Fundacji Uniwersyteckiej w Brukseli odbyło się Sympozjum Prezentacyjne Planu Długofalowego NuPECC 2024 dla Europejskiej Fizyki Jądrowej (LRP2024). W Sympozjum wzięło udział około 100 przedstawicieli ministerstw, agencji finansujących naukę, dyrektorów instytucji fizyki jądrowej z wielu krajów europejskich, dziennikarzy i członków NuPECC. IFJ PAN reprezentowali Dyrektor Naukowy prof. Bogdan Fornal (przedstawiciel Polski w NuPECC od 2025 r.) oraz prof. Adam Maj (przedstawiciel Polski w NuPECC w latach 2011-2024).

Plan Długofalowy LRP2024 został opracowany w oparciu o wkład europejskiej społeczności fizyki jądrowej, która składa się z prawie 6000 naukowców i inżynierów. Plan ma na celu ustanowienie spójnej strategii celów i rozwoju tej dziedziny na następną dekadę i później.

[nupecc\\_lrp2024.pdf](https://nupecc.lrp2024.pdf)



### LRP 2024 Recommendations for NP Infrastructures - Stable Ion Beam facilities



Large-scale stable beam facilities, such as FAIR/GSI, GANIL/SPIRAL2, IFIN, JYFL-ACCLAB, LNL, LNS, NLC (SLCJ and IFJ-PAN), and smaller ones, such as tandems, underground facilities and AMS systems, should be optimally exploited.



## Popularyzacja nauki

- Małopolska Noc Naukowców – 18. edycja
- Naukowcy w szkołach: >2600 uczniów
- Projekty MEiN: „Fizyka kluczem do zrozumienia świata” (edycja 2) oraz „Namiot Młodego Naukowca”
- Festiwal Nauki i Sztuki – ponownie, po 5 latach przerwy
- Festiwal Małopolska Przyszłości
- 27. Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik
- Targi POLSECURE
- XXXIII Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego MSPO
- Film pt. „Tajemniczy świat jąder atomowych” - „remake” filmu popularnonaukowego
- Trzy filmy o protonoterapii i CCB – projekty MNiSW w ramach programu „Nauka dla Społeczeństwa”
- Dzień Otwarty dla studentów
- Kongres „Nauka dla społeczeństwa” – 2.edycja
- International Masterclasses, Hands on Particle Physics
- IFJ PAN Particle Physics Summer Student Programme
- Warsztaty dla Licealistów „ZDOLNI”
- Konkurs „Łowcy Cząstek” – 6. edycja
- Wystawa "Krakowskie cyklotrony"





## Wystawa CERN – Accelerating Science

W dniu 13 maja 2024 r. w hali sportowej Akademii Górniczo-Hutniczej (ul. Piastowska 26a) odbyła się uroczysta inauguracja objazdowej wystawy Accelerating Science zorganizowanej z okazji 70-lecia CERN-u. IFJ PAN pełni centralną rolę w organizacji wystawy. Zaadresowana do szerokiego odbiorcy ekspozycja multimedialna opowiada w ciekawy i przystępny sposób o historii Wszechświata, cząstkach elementarnych stanowiących budulec wszystkiego co znamy oraz o samym laboratorium CERN i jego unikalnym kompleksie akceleratorowym.

Kuratorami wystawy z ramienia IFJ są dr hab. Paweł Brückman de Renstrom, dr hab. Krzysztof Woźniak i prof. Tadeusz Lesiak.



### KALENDARZ WYSTAWY

<b>CHORZÓW</b> 13-23 kwietnia 2024 Świątynia Międzypokoleniowe Centrum Edukacji i Badań Interdyscyplinarnych ul. 75 Pułku Piechoty 1A Chorzów	<b>KRAKÓW</b> 11-26 maja 2024 Hala sportowa Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica ul. Piastowska 26a Kraków	<b>WARSZAWA</b> 8 czerwca - 2 lipca 2024 Aula Gimnazjum Fizyki Politechniki Warszawskiej ul. Koszykowa 75 Warszawa
<b>GDAŃSK</b> 22 lipca - 23 sierpnia 2024 Ośrodek im. Daniela Gabriela Fahrenhelta Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej ul. Gabriela Narutowicza 11/12 Gdańsk	<b>POZNAŃ</b> 7 września - 13 października 2024 Wydział Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza ul. Uniwersyteckiego 2 Poznań	<b>WROCLAW</b> 25 października - 11 listopada 2024 Aula Główna Politechniki Wrocławskiej w godzinach 9:00-18:00 Wyb. Wyspiańskiego 27 Wrocław





## Zespół ds. Multimediiów i Technik Audiowizualnych

[Zarządzenie Nr 20/2024](#) Dyrektora IFJ PAN

Konrad Kopański  
dr hab. Jerzy Grębosz  
dr Wiktor Parol

Do zadań Zespołu w szczególności należy:

- a) przygotowywanie relacji multimedialnych oraz dokumentowanie za pomocą technik audiowizualnych wybranych wydarzeń instytutowych;
- b) nagrywanie materiałów multimedialnych popularyzujących prowadzone w Instytucie badania, promujących laboratoria instytutowe oraz szeroko rozumianą fizykę;
- c) udostępnianie do rozpowszechniania ww. materiałów multimedialnych;
- d) przekazywanie do archiwum multimediiów wyprodukowanych materiałów audiowizualnych;
- e) prowadzenie ewidencji sprzętu do produkcji audiowizualnych oraz opieka techniczna nad powierzonym sprzętem i infrastrukturą wykorzystywaną do produkcji audiowizualnej.

Dr Dominika Kuźma w finale  
konkursu Popularyzator Nauki 2024

Zespół ds. Popularyzacji Badań Naukowych

Zespół ds. Popularnonaukowych

Koordynatorzy poszczególnych wydarzeń



## Popularyzacja nauki – Współpraca

Umowa o współpracy z Powiatem Lubaczowskim –  
zawarta 27 marca 2024 r. - **dr hab. Rafał Maciuła**

Umowa z Liceum Ogólnokształcącym im. Tadeusza  
Kościuszki w Krzeszowicach zawarta 8 listopada 2024 r. –  
**dr Rafał Staszewski**



Współpraca z Małopolskim Centrum Nauki COGITEON – od 2023 r..

Współpraca z Generatorem Nauki GEN w Jaśle – od 2023 r.

Wojewódzki Dom Kultury w Rzeszowie –

Podkarpackie Centrum Nauki Łukasiewicz – od 2023 r.

Kontynuacja współpracy ze Szkołami prowadzonymi przez Powiat Brzeski – od 2021 r.

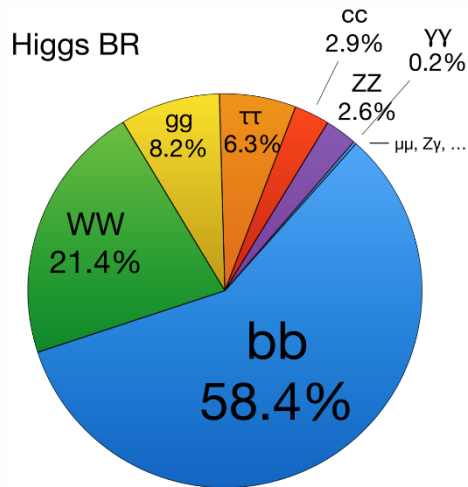




## Wybrane osiągnięcia z Oddziałów Naukowych, CCB i DAI

## Pomiar produkcji par bozonu Higgsa w eksperymencie ATLAS

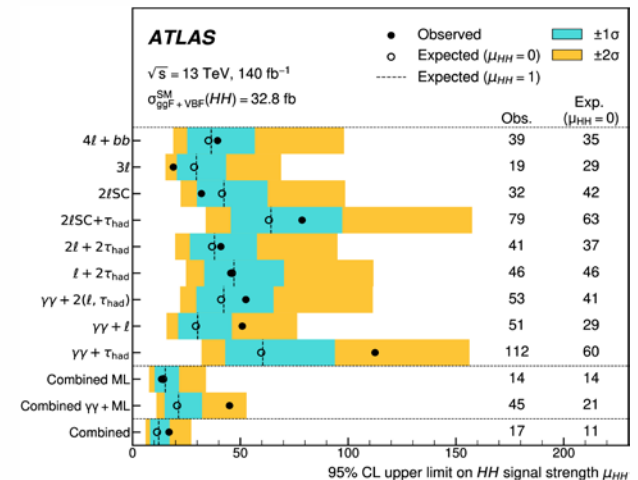
### Kanały rozpadu bozonu Higgsa



- ➔ **Produkcja par bozonów Higgsa (HH)** przewidziana przez Model Standardowy (MS) jest **1000 razy rzadsza** od produkcji pojedynczego bozonu Higgsa – nieobserwowalna.
- ➔ Procesy spoza MS mogą wzmocnić produkcję HH i umożliwić obserwację.
- ➔ Badania obejmowały 9 stanów końcowych o różnej krotności leptonów. Pierwszy taki pomiar w eksperymencie ATLAS.

HH decay mode	bb	WW	$\tau\tau$	ZZ	YY
bb	33%				
WW	25%	4.6%			
$\tau\tau$	7.4%	2.5%	0.39%		
ZZ	3.1%	1.2%	0.34%	0.076%	
YY	0.26%	0.10%	0.029%	0.013%	0.0005%

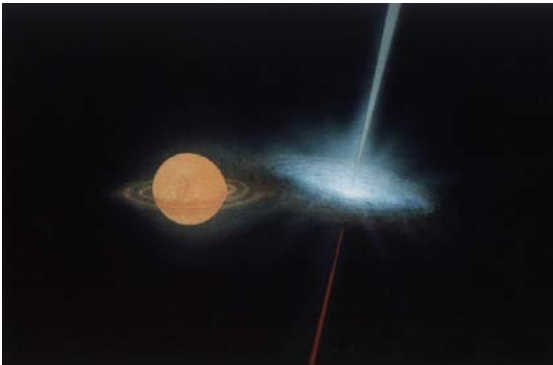
### Eksperymentalne górne progi na HH



### Rezultat:

- Nie zanotowano odstępstw od Modelu Standardowego !!!
- Wyznaczono górny limit na produkcję HH: **< 17 razy wartość SM**
- Zawężono ograniczenia na współczynniki modyfikacji samosprzężenia HHH ( $\kappa_\lambda$ )

## Przyspieszanie cząstek do bardzo wysokich energii w dżetach mikrokwazara SS 433 – wynik współpracy H.E.S.S.



- SS 433 – ciasny układ podwójny gwiazd: czarna dziura + nadolbrzym typu A.
- Akrecja materii nadolbrzyma na czarną dziurę powoduje wyrzut pary dżetów poruszających się z prędkością  $\sim 0.25 c$ .

### Science 383 (2024) 402

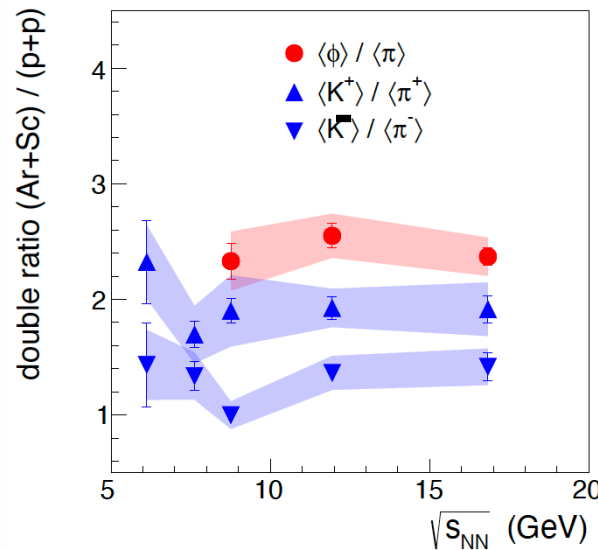
- Głębokie obserwacje obiektu SS 433: **ukazują zależne od energii przesunięcie lokalizacji emisji gamma wzdłuż osi dżetów.**
- Modelowanie morfologii źródła wskazuje na **obecność fal uderzeniowych, które przyspieszają elektrony do energii PeV.**
- Energie cząstek przyspieszanych w dżetach pozagalaktycznych mogą zatem sięgać zakresu EeV (UHECR).

## Pierwszy pomiar „ukrytej dziwności” w zderzeniach pośrednich jąder atomowych (Ar+Sc) przy energiach CERN SPS ( $\sqrt{s_{NN}}=9-17$ GeV) - NA61/SHINE

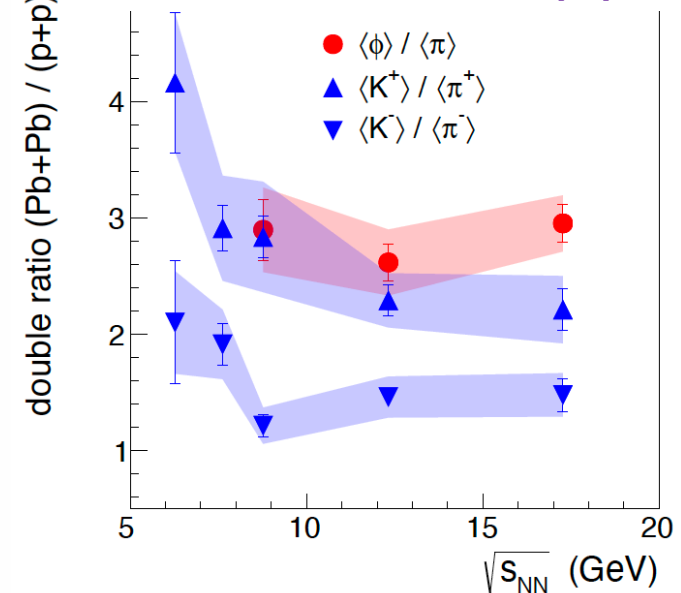


EPJ Web Conf.  
316 (2025) 05003

Stosunki produkcji mezonów dziwnych  $\phi$ ,  $K^+$  i  $K^-$  w zderzeniach Ar+Sc w stosunku do p+p

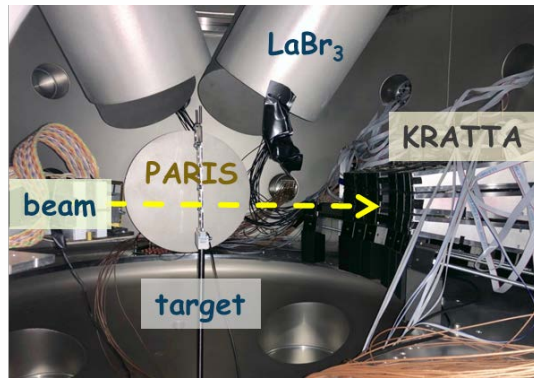
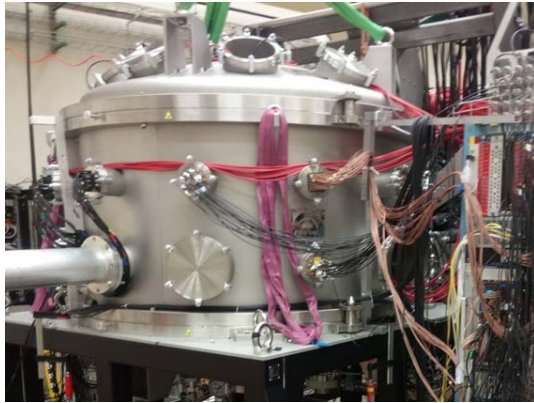


Pb+Pb w stosunku do p+p

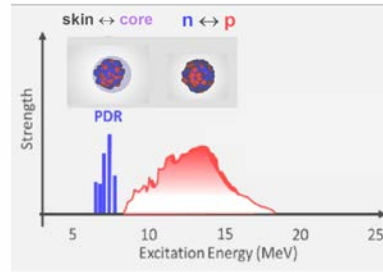


- Wzrost produkcji cząstek zawierających kwarki s w zderzeniach Ar+Sc w stosunku do reakcji proton-proton (p+p)
- Największy efekt obserwuje się dla  $\phi = (s \bar{s})$
- Mimo **5-krotnie** mniejszego systemu, ten wzrost jest porównywalny do obserwowanego dla zderzeń Pb+Pb, gdzie produkowana jest plazma **kwarkowo-gluonowa**

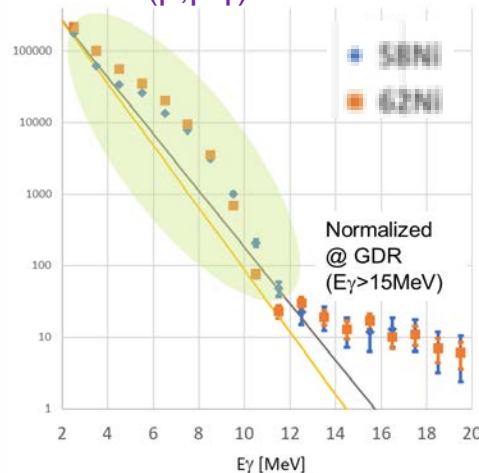
## Badanie nasilenia pigmejskich rezonansów dipolowych (PDR) zbudowanych na stanach podstawowych izotopów $^{58}\text{Ni}$ i $^{62}\text{Ni}$ – eksperymenty w CCB



Duża komora rozprożeń w CCB oraz jej wnętrze z układem detekcyjnym



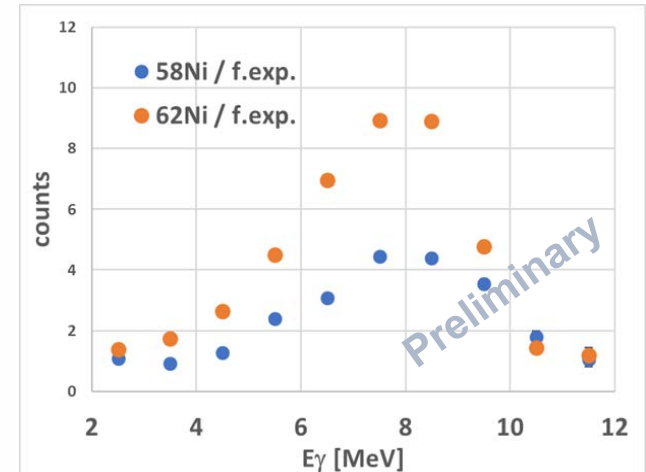
Widmo gamma dla reakcji  $^{58,62}\text{Ni} (p,p'\gamma) @ 180 \text{ MeV}$



$^{62}\text{Ni}$   $N/Z = 1.21$  Pygmy expected

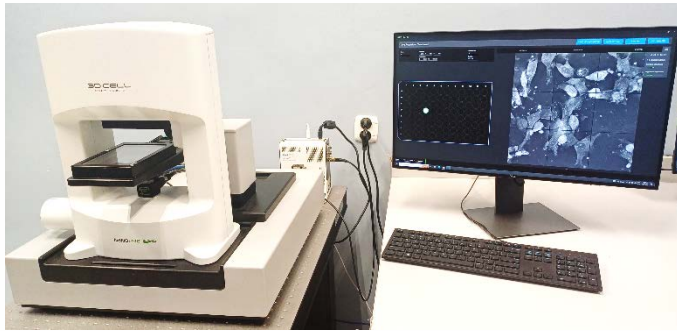
$^{58}\text{Ni}$   $N/Z = 1.07$  small extra yield expected

Wzrost nasilenia gamma przy energiach 6-9 MeV w obszarze PDR



Szczególnie duży wzrost dla  $^{62}\text{Ni}$

## Modelowanie dynamiki absorpcji nanocząstek przez komórki przy wsparciu ze strony sztucznej inteligencji

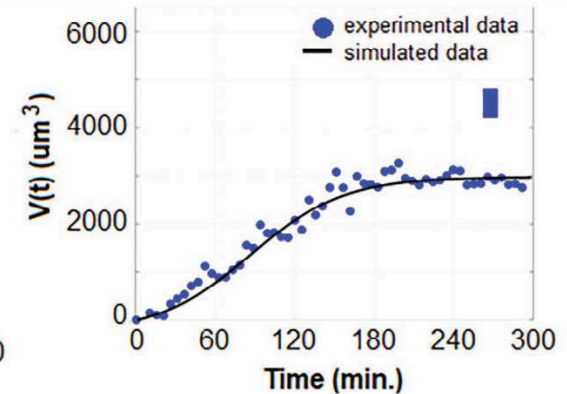
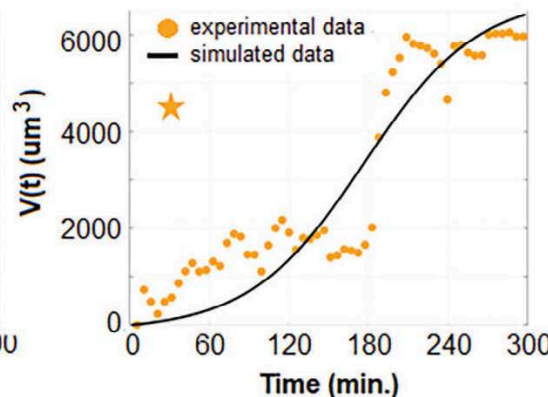
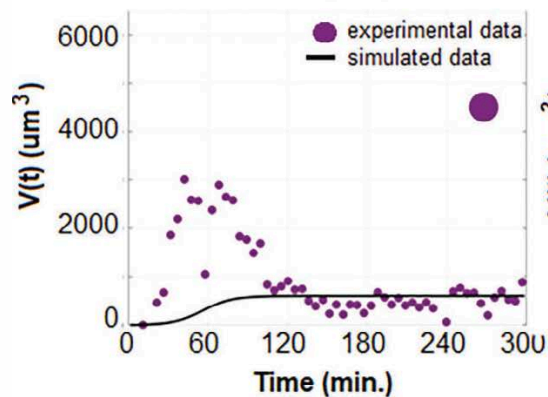


Mikroskop Nanolive 3D CX-A w IFJ PAN

Small 20 (2024) 2400778

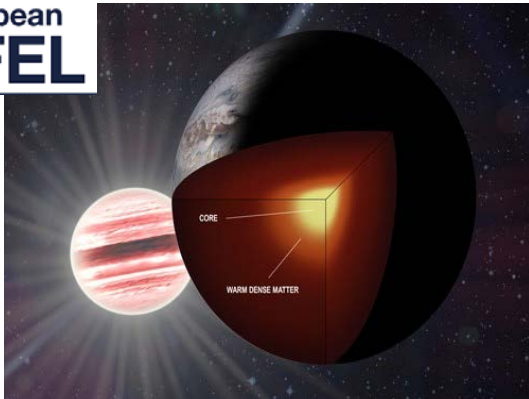


Kuliste nanocząstki złota szybko były wypychane z komórek nowotworowych jelita grubego. Natomiast duże nanocząstki o kształcie gwiazdzystym wnikały do komórek i skutecznie je niszczyły.



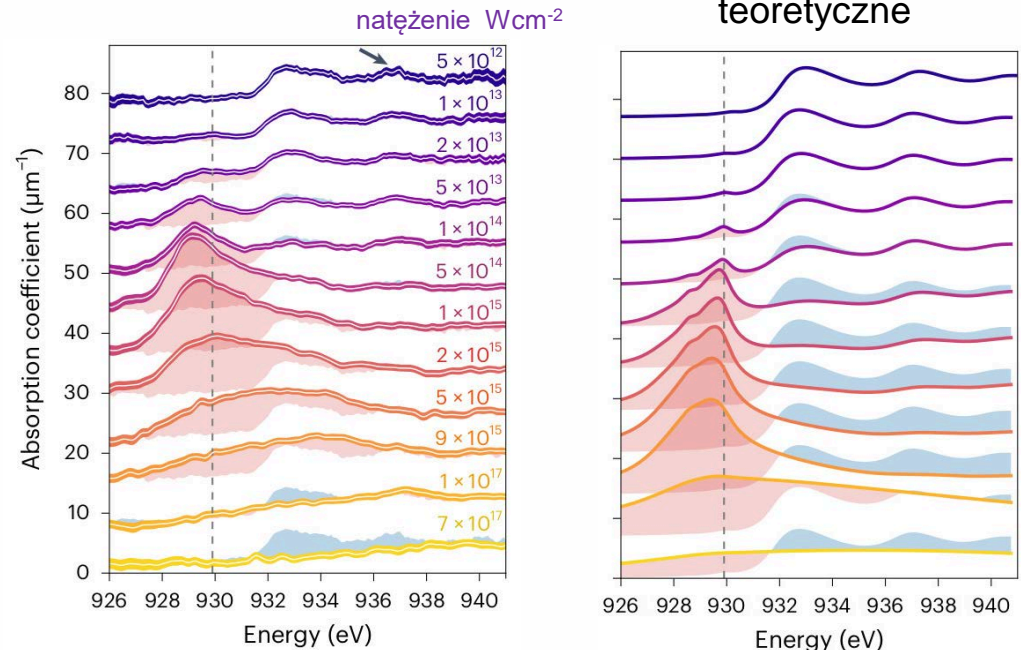
Sztuczna inteligencja oraz metody Monte Carlo zostały wykorzystane w modelu dynamiki absorpcji nanocząstek przez komórki do otrzymania parametrów opisujących kształt i rozmiar nanocząstek złota absorbowanych przez komórki. Jest to pierwszy model bazujący na fizyko-chemicznych właściwościach nanocząstek.

## Wytworzenie i zbadanie ciepłej gęstej materii występującej w środku planet-olbrzymów typu Jowisza



Widma XANES z ciepłej, gęstej miedzi, utworzonej za pomocą Europejskiego Lasera (XFEL) dla różnych natężeń wiązki.

Obliczenia teoretyczne



Nature Physics 20, 1564 (2024)



Badania przeprowadzone za pomocą XFEL oraz symulacji komputerowych pozwoliły po raz pierwszy zaobserwować, w jakich warunkach metal przechodzi w egzotyczny stan zjonizowanej materii oraz zrozumieć mechanizmy tego procesu.

Wkład interferencji kwark górny – kwark dolny do inkluzywnej produkcji bozonu Higgsa

$$\sigma_{t \times b} \text{ [pb]}$$

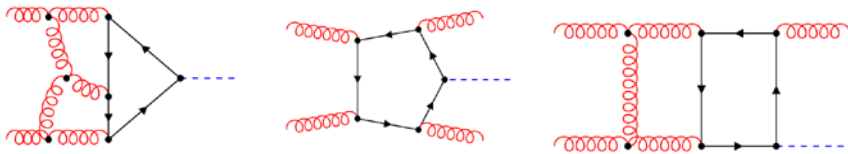
$$\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$$

$$m_t = 173.06 \text{ GeV} \quad m_t = 173.06 \text{ GeV}$$

$$\bar{m}_b(\bar{m}_b) = 4.18 \text{ GeV} \quad m_b = 4.78 \text{ GeV}$$

Obliczone zostały, dla kanału gluon+gluon, poprawki drugiego rzędu do członu interferencyjnego

kwark wysoki – kwark piękny z uwzględnieniem dokładnych mas kwarków



$\mathcal{O}(\alpha_s^2)$	-1.11	-1.98
LO	$-1.11^{+0.28}_{-0.43}$	$-1.98^{+0.38}_{-0.53}$
$\mathcal{O}(\alpha_s^3)$	-0.65	-0.44
NLO	$-1.76^{+0.27}_{-0.28}$	$-2.42^{+0.19}_{-0.12}$
$\mathcal{O}(\alpha_s^4)$	+0.02	+0.43
NNLO	$-1.74(2)^{+0.13}_{-0.03}$	$-1.99(2)^{+0.29}_{-0.15}$

$$\sigma_{ggH} = 48.81(1)^{+0.65}_{-2.02}(\text{N}^3\text{LO HEFT}) - 0.16^{+0.13}_{-0.03}(\text{NNLO } t) - 1.74(2)^{+0.13}_{-0.03}(\text{NNLO } t \times b) \text{ pb.}$$

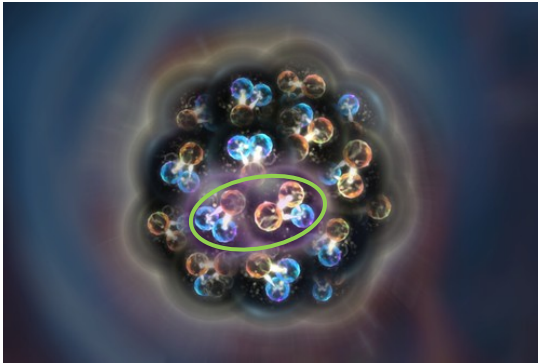
$$\sigma_{gg \text{ exp}} = 47.1 (\pm 3.8) \text{ pb}$$

Phys. Rev. Lett. 132 (2024) 211902,  
JHEP 10 (2024) 210



Umożliwia pierwszą dokładną ocenę niepewności pochodzących od masy kwarku pięknego

## Modyfikacja rozkładów kwarkowo-gluonowych w jądrach przez skorelowane pary nukleonów

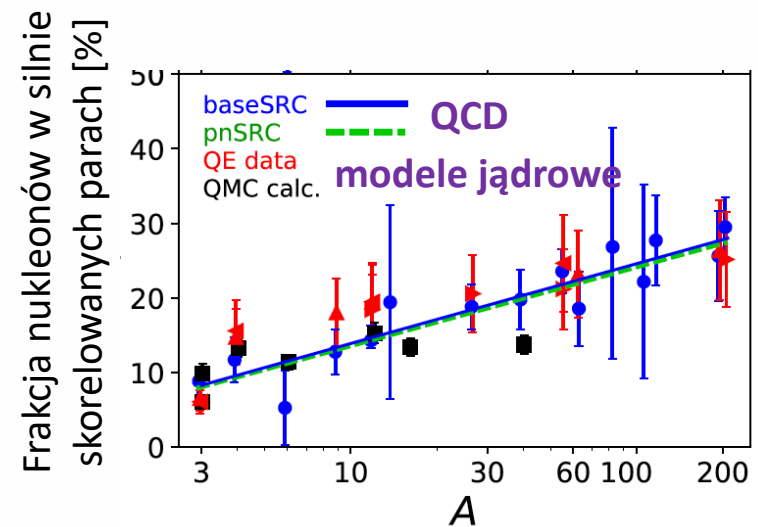


W podejściu QCD funkcje rozkładu partonów (PDF) opisują, jaka część całkowitego pędu układu jest przenoszona przez kwarki różnych smaków oraz gluony.

Zaobserwowano, że jądrowe funkcje PDF (nPDF) różnią się od prostego sumowania PDF wolnych protonów i neutronów, co wskazuje na mierzalną rolę dynamiki jądrowej, która wciąż nie jest w pełni zrozumiana.

Skonstruowano jądrowe funkcje rozkładu partonów, zakładając, że protony i neutrony łączą się w silnie oddziałujące pary nukleonów: proton-neutron, proton-proton i neutron-neutron.

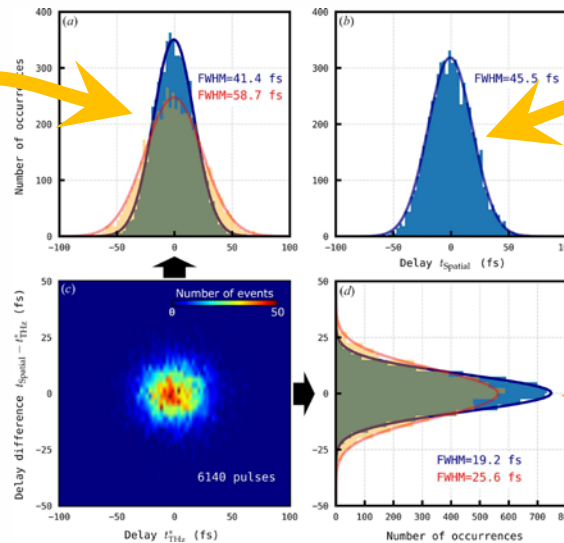
Phys. Rev. Lett. 133 (2024) 152502



## Pomiar czasu przybycia impulsu generowanego w XFEL – współpraca z Instytutem Paula Scherrera w Szwajcarii

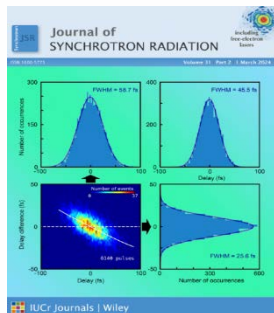
Zmierzono czas przybycia impulsów lasera rentgenowskiego źródła XFEL z dokładnością femtosekundową ( $10^{-15}$  s)

rozkład czasów przybycia impulsu XFEL zmierzony metodą smugowania terahercowego:  
FWHM = 58.7 fs



rozkład czasów przybycia impulsu XFEL zmierzony metodą kodowania przestrzennego  
FWHM = 45.5 fs

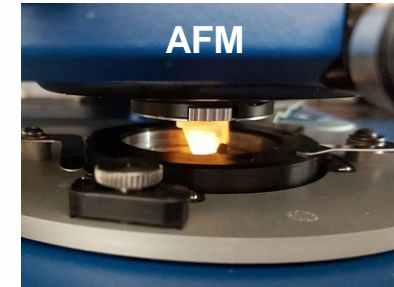
J. Synchr. Rad. 31 (2024) 233



artykuł wyróżniony na okładce czasopisma

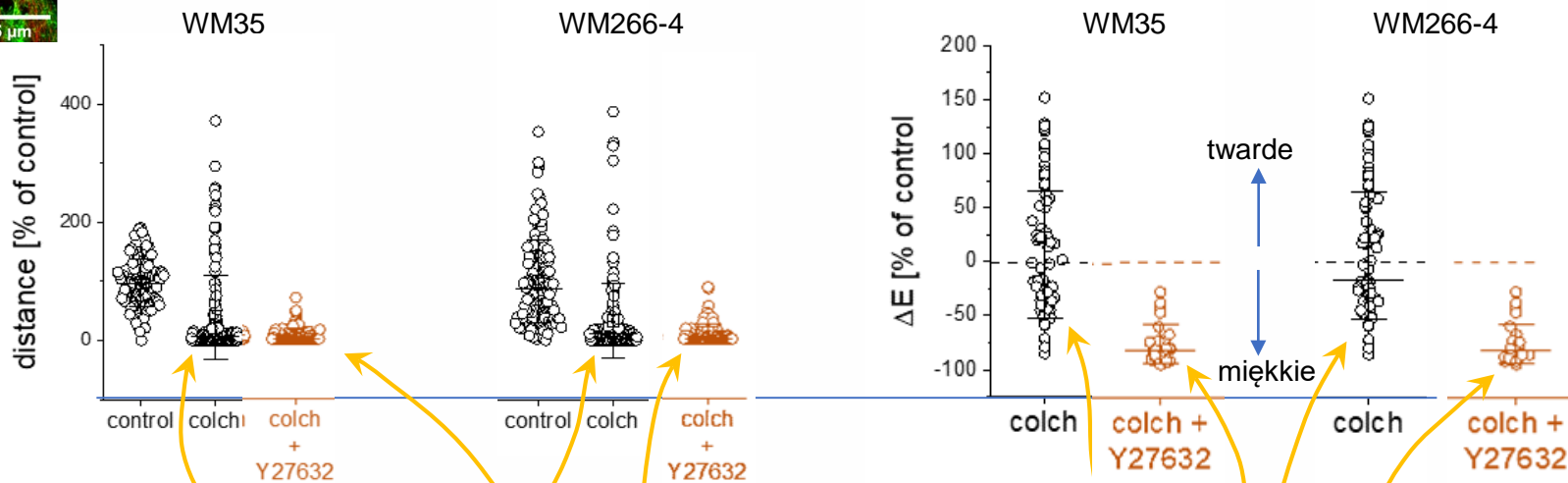
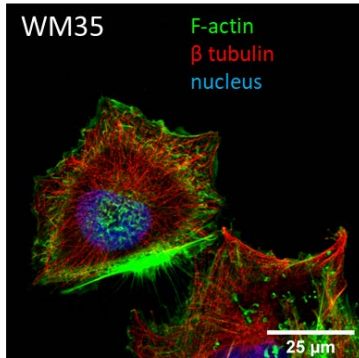
rozkład różnicy pomiarów między dwoma układami pomiarowymi  
FWHM = 19.2 fs

Rozwój metod diagnostyki fotonowej jest kluczowy dla zapewnienia precyzji badań czasow rozdzielczych typu “*pump-probe*”.



## Badania działania kolchicyny - leku hamującego polimeryzację mikrotubul, a tym samym podział komórki

Komórki czerniaka:  
**WM35, WM266-4**



Po dodaniu kolchicyny obserwuje się:

większą migrację w subpopulacji komórek

dużą zmienność mechaniczną komórek

Po dodaniu leku wpływającego na cytoszkielet aktynowy np. Y27632:

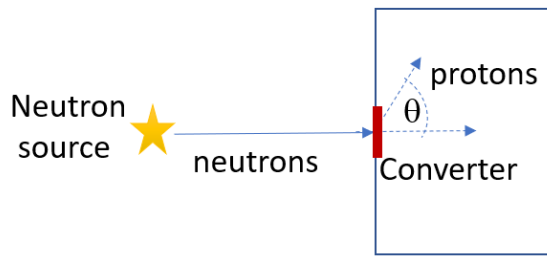
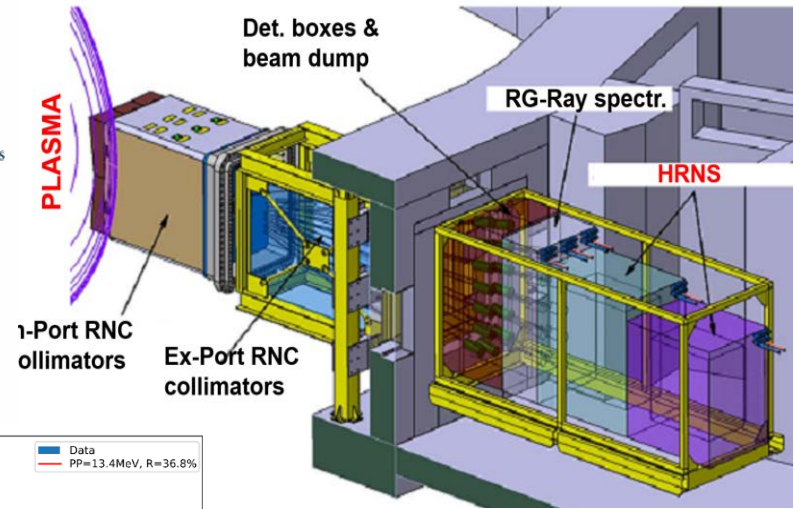
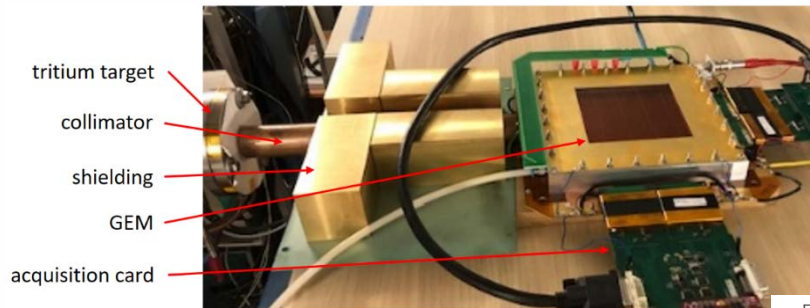
spadek migracji wszystkich komórek

większą jednorodność mechaniczną komórek

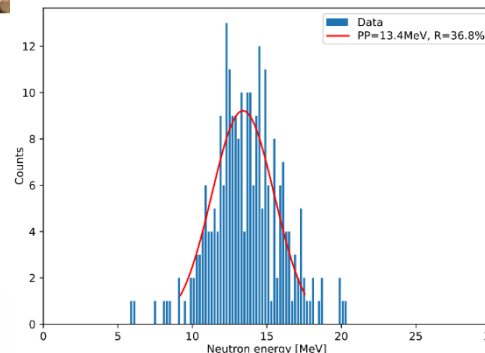
❖ Dodatkowo stosowane leki mogą zwiększyć efektywność leków przeciwnowotworowych.

## Synteza termojądrowa: rozwój diagnostyk neutronowych dla reaktorów syntezy termojądrowej

Zbudowano wysokiej rozdzielczości spektrometr neutronowy dla reaktora termojądrowego ITER (HRNS). Oparty jest na konwerterze neutron-proton i wykorzystaniu detektora GEM.



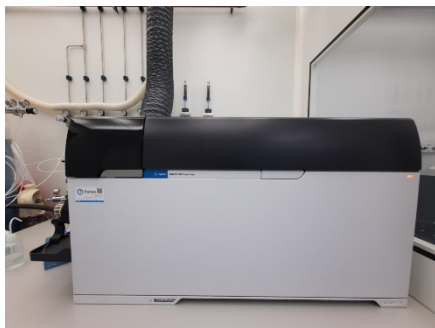
$$En = \frac{Ep}{\cos^2\theta}$$



Testy prototypu wykonano na wiązce neutronów 14 MeV wytwarzanej przez generator IGN-14 w IFJ PAN.

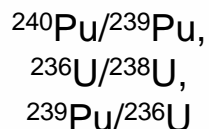
Physics Plasma 31 (2024) 082514  
J. Fusion Energ. 43 (2024) 10

## Wykorzystanie spektrometrii mas o wysokiej precyzji pomiarowej do badań środowiska lądowego północnej i południowej półkuli ze szczególnym uwzględnieniem środowiska glacialnego



**Spektrometr mas ICP-MS**

Wdrożono i zoptymalizowano nową metodę pomiaru stosunków masowych izotopów Pu i U :



Sporządzono mapę skażeń promieniotwórczych w powietrzu w Arktyce oraz w środowisku lądowym Norwegii – informacja o obiegu tych zanieczyszczeń pomiędzy topniejącymi lodowcami a środowiskiem otaczającym.

Po raz pierwszy zaobserwowano niespotykane w literaturze stosunki izotopów  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  w kriokonitach lodowca w Patagonii.

Nadmiar  $^{238}\text{Pu}$  może być związany z upadkiem rosyjskiej sondy kosmicznej Mars-96, która zatonała w oceanie w pobliżu wybrzeży Chile w 1996 roku.

**Sci. Total Environ. 951 (2024) 175356**

## *Stanowisko do radioterapii nowotworów oka z wykorzystaniem systemu terapii Proteus 235*

W ramach umowy ze Szpitalem Uniwersyteckim, dotyczącej prowadzenia protonoterapii nowotworów oka z wykorzystaniem opracowanej w IFJ PAN technologii dostarczania wiązki protonowej, prowadzono napromieniania terapeutyczne dla pacjentów Kliniki Okulistyki i Onkologii Okulistycznej Szpitala Uniwersyteckiego.

## *Dwa stanowiska terapeutyczne, tzw. „gantry” z wykorzystaniem systemu terapii Proteus 235 – terapia nowotworów zlokalizowanych poza narządem wzroku*

W ramach umowy z Narodowym Instytutem Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie- Państwowym Instytutem Badawczym Oddział w Krakowie (NIO), dotyczącej napromieniania guzów nowotworowych umiejscowionych poza narządem wzroku, prowadzono precyzyjne napromienienie objętości leczonej z użyciem systemu terapii protonowej Proteus 235.

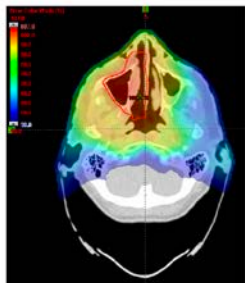
- Radioterapia protonowa na stanowiskach **GANTRY** (nowotwory głowy i szyi, podstawy czaszki i inne). **W 2024 roku napromieniono 265 pacjentów dorosłych oraz 46 pacjentów pediatrycznych.**
- Radioterapia protonowa **nowotworów gałki ocznej** - **w roku 2024 napromieniono 21 pacjentów.**



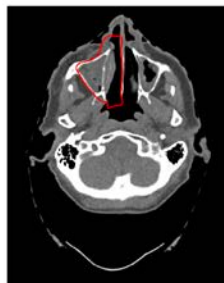
## Adaptacyjna terapia protonowa (APT) jako rozwijające się podejście do planowania leczenia z wykorzystaniem skanującej wiązki protonowej

Niepewności zasięgu wiązki protonowej w procesie leczenia mogą wynikać także z czynników specyficznych dla pacjenta, takich jak zmniejszanie się guza, powstawanie obrzęku czy wypełnienie zatok. Niepewności te nie są uwzględniane w marginesach bezpieczeństwa objętości guza.

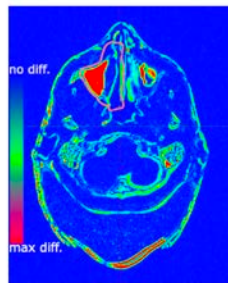
Przeanalizowane zostały zmiany w rozkładzie dawki w terapii protonowej spowodowane różnicami w kontrolnych obrazach tomograficznych



wstępna KT



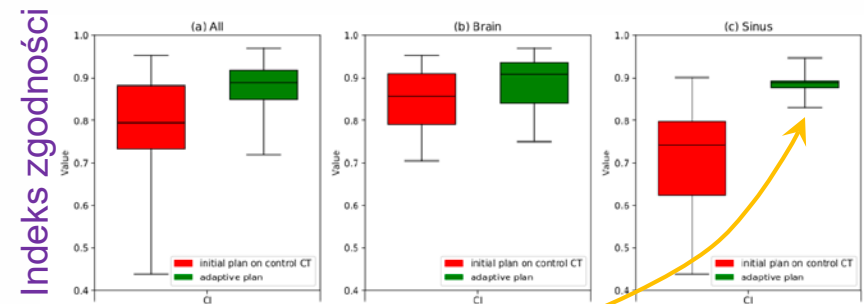
kontrolna KT



różnica

**Cancers 16 (2024) 3128**

Oszacowany został wpływ zastosowanego leczenia adaptacyjnego na dawkę.



Ogromny efekt pozytywny – po uwzględnieniu kontrolnej tomografii, dawka doskonale trafiona w porównaniu do planu pierwotnego.



Wkład rzeczowy IFJ PAN do ESS  
(2022-2026)

Zakończono z sukcesem zadanie nr 3  
31.12.2024



➤ SRF and Cryogenics Support – AIK 17.12

Budowa stanowiska do charakteryzacji  
napięciowo-prądowej nadprzewodników  
w IFJ PAN



Instalacja układu pozwalającego na  
uzyskanie temperatury 2K

Obecnie trwają prace rozwojowo-uruchomieniowe systemu  
pomiarowego.



IFJ PAN (DAI) w GSI & FAIR



Facility for Antiproton  
and Ion Research  
in Europe GmbH



Wsparcie w pierwszych instalacjach dla:

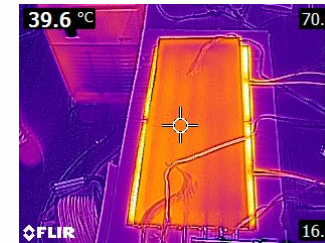
- ✓ SIS100
- ✓ SFRS



Kontynuacja instalacji SIS100 w tunelu (FAIR)

Udział IFJ PAN w pracach dla FOCAL- E w CERN

Budowa prototypu układu chłodzenia w DAI.



- ✓ Pierwsze wymienniki ciepła wykonane przy pomocy technologii CNC w DAI – **wyznaczono wstępne parametry dla maszyny chłodzącej.**



## Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej

W 2024 roku liczba pomiarów dawek indywidualnych i środowiskowych wynosiła blisko 250 tysięcy dla klientów zewnętrznych oraz na potrzeby IFJ PAN. Kontrolą dawek objętych jest ok. 50 tys. osób/miejsc pomiarowych. Dodatkowo Sekcja Testów Specjalistycznych wykonuje testy specjalistyczne aparatury rentgenowskiej w placówkach medycznych w Polsce. W 2024 r. wykonano testy specjalistyczne dla 620 aparatów RTG z zakresu radiologii ogólnej, fluoroskopii, mammografii, tomografii komputerowej, aparatów stomatologicznych, tomografii komputerowej wiązki stożkowej oraz monitorów stosowanych do prezentacji obrazów medycznych.

## Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych

W 2024 roku w Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych przeprowadzono wzorcowanie 1073 aktywnych przyrządów dozymetrycznych w zakresie promieniowania gamma oraz 237 przyrządów w zakresie emisji powierzchniowej cząstek. Wykonano również 43 wzorcowań dawkomierzy biernych. Wystawiono łącznie 1152 świadectw wzorcowania.

## Laboratorium Ekspertyz Radiometrycznych

Laboratorium prowadzi ekspertyzy radiometryczne materiałów budowlanych, terenów budowlanych, pomiary stężeń radonu w budynkach, glebie i w wodzie, pomiary ekshalacji radonu, kalibracje detektorów pasywnych i aktywnych do pomiarów stężeń radonu, wykłady i szkolenia, projekty zabezpieczeń budynków przed radonem. W 2024 roku wykonano łącznie ok. 1000 ekspertyz radiometrycznych (350 w 2023 r.) dla 125 klientów zewnętrznych.

## Laboratorium Analiz Promieniotwórczości

Laboratorium prowadzi badania stężeń sztucznych substancji gamma-radioaktywnych dla zewnętrznych zleceniodawców. W 2024 roku na zlecenie klientów komercyjnych wykonano badania 55 próbek różnych materiałów, wykonując oznaczenia:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , oraz  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

## Rozszerzenie akredytacji laboratorium dozymetrii indywidualnej i środowiskowej

W dniu 16 stycznia 2024 r. Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN (LADIS) rozszerzyło swoją akredytację nr AB1317 o pomiary indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) za pomocą nowoczesnych dawkomierzy optoluminescencyjnych BeOSL w zakresie energii od 12 keV do 7 MeV oraz dawek od 0,05 mSv do 10 Sv. System dozymetrii optoluminescencyjnej (OSL) firmy Dosimetrix Mirion Medical GmbH został zakupiony przez laboratorium w ramach poszerzania możliwości pomiarowych i wychodząc naprzeciw potrzebom klientów we wrześniu 2021 roku.

W trakcie przygotowań do akredytacji nowej metody pomiarowej, system dozymetrii OSL został przetestowany, a po opracowaniu odpowiednich procedur wdrożony do pomiaru dawek w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN

**Od 16.01.2024 Laboratorium posiada nowy zakres akredytacji obejmujący testy specjalistyczne aparatury rentgenowskiej, pomiary dawek indywidualnych i środowiskowych za pomocą dawkomierzy termoluminescencyjnych oraz pomiary dawek indywidualnych na całe ciało za pomocą dawkomierzy optoluminescencyjnych.**

