

# WYKAZ KIERUNKOWYCH PLANÓW TEMATYCZNYCH BADAŃ NAUKOWYCH I PRAC ROZWOJOWYCH NA ROK 2026

| Lp. | Nazwa zadania                                                                          | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Zakład                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5                                                                                       |
| 1.  | FIZYKA CZĄSTEK ELEMENTARNYCH, CIEŻKICH JONÓW I PROMIENIOWANIA KOSMICZNEGO              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                         |
| 1.1 | Oddziaływanie hadronów i jąder wysokich i pośrednich energii.<br>(kontynuacja zadania) | <p>Zespoły z NCBJ uczestniczą w eksperymentach CMS, LHCb, ALICE przy LHC oraz NA61 przy SPS w ośrodku CERN.</p> <p>1. Zespół CMS bada własności bozonu Higgsa w rozpadach na leptonny tau, procesy rozpraszania bozonów wektorowych (<math>VV \rightarrow VV</math>), oraz jest zaangażowany w poszukiwania nowych hipotetycznych cząstek przewidywanych przez rozszerzenia Modelu Standardowego. Zespół bierze także udział w utrzymaniu, kalibracji i rozwoju algorytmów do rekonstrukcji zdarzeń, przetwarzaniem zebranych danych oraz rozwojem algorytmów układu wyzwalania (trygera).</p> <p>2. Zespół LHCb bada naruszenie symetrii CP w rozpadach ciężkich zapachów, zachowanie symetrii CPT i niezmienniczość względem transformacji Lorentza, a także poszukuje przewidywanych przez QCD hadronowych stanów egzotycznych zawierających kwark piękny lub powabny. Poza tym grupa realizuje zadania o charakterze technicznym: tworzenie oprogramowania do akwizycji danych w kalorymetrach rozbudowanego detektora LHCb, udział w upgradzie trygera wysokiego poziomu, przetwarzanie danych na Gridzie.</p> <p>3. Grupa ALICE bada oddziaływania pp, pPb, XeXe, PbPb przy energiach LHC, w szczególności produkcję w tych zderzeniach mezonów neutralnych <math>\pi^0</math>, <math>\eta</math>, <math>\omega</math>, fotonów bezpośrednich oraz cząstek natadowanych. Ponadto, zespół uczestniczy w modernizacji detektora ALICE.</p> <p>4. Celem badań grupy NA61/SHINE jest badanie własności materii tworzonej w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jąder przy akceleratorze SPS w CERN. Poszukujemy cech przejścia fazowego materii jądrowej do plazmy kwarkowo-</p> | <p>1. Eksperymenty przy LHC, prowadzą trzecią kampanię zbierania danych, tzw. Run-3, zaplanowaną na lata 2022-2026. Rok 2026 jest dodany w stosunku do wcześniejszego kalendarza i planowane zbieranie danych będzie krótsze niż w „nominalnym” roku pracy LHC. W 2026 członkowie grupy będą brąć udział w zbieraniu danych (tzw. dyżury przy detektorze) i kontynuować przetwarzanie danych w celu dokonania pomiarów z pełnym zestawem danych z Run-3. W szczególności planowane jest ulepszenie rekonstrukcji leptonów tau wraz z kalibracją, pomiar przekroju czynnego na produkcję par bozonów W o jednakowym znaku i kontynuacja prac na interpretacją otrzymanych wyników w ramach efektywnej teorii pola rozszerzającą Model Standardowy. Planowany jest też wkład w rozwój algorytmów trygera mionowego dla fazy wysokiej intensywności (faza-2) LHC, który będzie wdrażany po zakończeniu Run-3.</p> <p>2. Pomiary zachowania symetrii dyskretnych CP i CPT w rozpadach kwarków c i b w celu poszukiwania fizyki poza Modelem Standardowym oddziaływań. Poszukiwanie egzotyki hadronowej w celu zrozumienia QCD w granicy niskich energii. Zaangażowanie w oprogramowanie i przetwarzanie danych, rozwijanie metod uczenia maszynowego dla rozbudowanych detektorów LHCb do naświetleń przy dużej intensywności wiązek. Utrzymanie i rozwój węzła gridowego poziomu T1 przetwarzania danych.</p> <p>3. Analiza wyników pomiarów eksperymentu ALICE, w tym efektów kolektywnych w funkcji centralności zderzających się jąder i ich mas, badanie charakterystyk plazmy kwarkowo-gluonowej i mechanizmu wielorodnej produkcji cząstek.</p> <p>4. Grupa NA61/SHINE prowadzi badania oddziaływań ArSc, XeLa, PbPb i pp w zakresie pędów wiązki od 13A do 158A GeV/c ze szczególnym uwzględnieniem wielorodnej produkcji cząstek dziwnych, dielektronów oraz cząstek</p> | <p>BP3</p> <p>BP3</p> <p>UZ1</p> <p>UZ2</p> <p>BP3</p> <p>TJ1</p> <p>TJ2</p> <p>TJ3</p> |



| Lp.<br>1 | Nazwa zadania<br>2                                                               | Cel badań (maksymalnie 200 słów)<br>3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)<br>4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zakład<br>5 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          |                                                                                  | <p>gluonowej. Kontynuowane będą badania zależności cech obserwowanych procesów od mas i energii zderzających się jąder. Planujemy też kontynuację analiz zaobserwowanego przez nas po raz pierwszy łamania symetrii izospinowej w zderzeniach jądro-jądro przy wysokich energiach.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>powabnych. Rekonstrukcja zdarzeń, przetwarzanie danych i analizy fizyczne wyników prowadzone będą także dla akceleratorowych eksperymentów neutronowych w Fermilab przy energii 60 oraz 120 GeV/c. Badamy także procesy fragmentacji jąder. Ich cechy są istotne dla zrozumienia wyników eksperymentów kosmicznych.</p> <p>Grupa prowadzi także nadzór techniczny detektora NA61/SHINE oraz zarządza infrastrukturą, zasobów dyskowych i obliczeniowych eksperymentu. Odpowiedzialna jest również za rekonstrukcję zdarzeń zebranych w czasie pracy akceleratora. Jesteśmy też odpowiedzialni za utrzymanie, działanie oraz rozwój systemu kontroli detektora (DataControlSystem). Prowadzone będą też prace nad rozwojem systemu wyzwalania (triggera) dla następnej fazy eksperymentu.</p> | BP1         |
| 1.2      | <p><b>Oddziaływanie leptonów wysokiej energii.</b><br/>(kontynuacja zadania)</p> | <p>5. Celem zadania jest opracowanie prototypu układu sterowania i kontroli wodorowej tarczy strugowej detektora PANDA (etap M8 harmonogramu), którego opis techniczny został przygotowany w etapie poprzednim.</p> <p>1. Grupa neutronowa pracuje nad badaniem oscylacji neutron w eksperymentach T2K i Super-Kamiokande oraz przygotowaniem do eksperymentu Hyper-Kamiokande. Celem prac jest analiza danych z nasświetleń T2K i symulacje, ze szczególnym uwzględnieniem bliskiego detektora T2K, w którego obsłudze zespół wnosi istotny wkład, oraz udział w kalibracji i analizie oscylacji neutron w detektorze Super-Kamiokande, jak również przygotowania do uruchomienia eksperymentu Hyper-Kamiokande.</p> | <p>1. Pomiar parametrów oscylacji neutron w celu poszukiwania informacji o strukturze oddziaływań elementarnych oraz sygnału łamania symetrii CP w sektorze leptonowym. Wkład grupy dotyczy przygotowania referencyjnych pomiarów wiązki w bliskim detektorze przed zejściem oscylacji, estymacji detektorowych błędów systematycznych oraz analizy próbek w detektorze SK (w tym także oddziaływań neutron atmosferycznych). Badanie oddziaływań neutron prowadzące do pomiarów przekrojów czynnych w różnych kanałach oraz lepszego zrozumienia mechanizmu oddziaływań. Prace symulacyjne i rozwojowe na potrzeby przygotowywanego eksperymentu Hyper-Kamiokande. Planowany jest także udział w konstrukcji detektora.</p>                                                                    | BP3         |
|          |                                                                                  | <p>2. Zespół COMPASS bada głęboko nieelastyczne oddziaływania wysokoenergetycznych mionów z niepolaryzowanymi protonami (1) i poprzecznie spolaryzowanymi deuteronami (2). Celem badań (1) jest wyjaśnienie trójwymiarowej i spinowej struktury protonu opisywanej w ramach formalizmu uogólnionych rozkładów partonów (GPDs) a także zbadanie krotkości pionów i kaonów produkowanych w głęboko nieelastycznym oddziaływaniu mionów z protonami w celu wyznaczenia funkcji</p>                                                                                                                                                                                                                                       | <p>2. Kontynuowane będą analizy danych doświadczalnych mające na celu wyznaczenie różniczkowego przekroju czynnego dla głęboko nieelastycznego rozpraszania Comptona (DVCS) oraz elementów spinowej macierzy gęstości w eksluzywnej produkcji mezonów <math>\phi</math>. Rozpoczęta zostanie analiza wyznaczenia ilorazu krotkości kaonów ujemnych do dodatnich, a także anty-protonów do protonów dla cząstek noszących duży ułamek pędu totonu wirtualnego</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BP3         |



| Lp. | Nazwa zadania                                      | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zakład                           |
|-----|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 2                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5                                |
|     |                                                    | <p>fragmentacji kwarków <math>u, d</math> i <math>s</math>, a także (2) precyzyjne wyznaczenie rozkładów spinu poprzecznego (transwersy) kwarków <math>u</math> i <math>d</math>, a także izoskalarnego ładunku tensorowego nukleonu.</p> <p>3. Badanie symetrii i struktury cząstek w eksperymencie KLOE/KLOE-2 w LNF we Frascati, związanie z badaniem symetrii pól i struktury cząstek, jak również możliwości rozszerzeń Modelu Standardowego przy niskich energiach. Wyznaczenie wkładu od polaryzacji próżni hadronowej do anormalnego momentu magnetycznego mionu.</p> | <p>produkowanych w głęboko nieelastycznym oddziaływaniu mionów z protonami. Uzyskane dane z poprzecznie spolaryzowanymi deuteronami będą analizowane w celu wyznaczenia rozkładów transwersy kwarków <math>u</math> i <math>d</math> oraz izoskalarnego ładunku tensorowego nukleonu.</p> <p>3. Badanie zachowania i łamania podstawowych symetrii dyskretnych CP i CPT, związków z niezmienniczością Lorentza, możliwych rozszerzeń Modelu Standardowego (tzw. ciemnego fotonu), istoty splątania kwantowego i dekoherencji, oraz powiązania symetrii dyskretnych i ich fluktuacji z entropią układów złożonych. Prowadzona jest też analiza rzadkiego rozpadu <math>\eta \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma</math>, wyznaczenie jego częstości stanowi czy test chiralnej QCD, posłuży także do poszukiwania ciemnego fotonu. Wykorzystanie danych z oddziaływania <math>e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-</math>, jak również symulacji Monte Carlo tego procesu, do wyznaczenia wkładu od polaryzacji próżni hadronowej do anormalnego momentu magnetycznego mionu.</p> | <p><b>BP3</b><br/><b>UZ1</b></p> |
|     |                                                    | <p>4. Zespół AMBER uczestniczy w nowym eksperymencie w CERN – NA66. Aparatura eksperymentu umieszczona jest na wiązce <math>M_2</math> w lokalizacji zajmowanej wcześniej przez COMPASS. Od 2023 r. eksperyment rozpoczął prace na wiązce. Zatwierdzony przez CERN, do 2031r. pierwszy etap eksperymentu obejmuje: (1) pomiar ładunkowego promienia protonu; (2) wyznaczenie funkcji rozkładów partonów (PDF) dla pionów i (3) pomiar przekroju czynnego na produkcję antyprotonów na <math>p, D</math> i <math>He</math>.</p>                                                | <p>4. Zespół będzie uczestniczył w zbieraniu danych i analizie wyznaczenia promienia protonu. Między czasie współbuduje cztery detektory SciFi Hodoskop, kluczowe dla tego pomiaru. Zespół pracuje nad metodą identyfikacji cząstek wiązki w detektorze CEDAR przy użyciu sieci neuronowych, a także szybką symulacją tego detektora używając akceleratorów GPU. Detektory CEDAR są kluczowe dla pomiarów (2) i wszystkich innych pomiarów planowanych na fazę druga eksperymentu AMBER. Zespół współpracuje ze wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w celu detekcji tzw. antyprotonów podprogowych w detektorze RICH przy użyciu sieci neuronowych. Celem tego zdania jest rozszerzenie dostępnej kinematyki pomiaru (3).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>BP3</b></p>                |
| 1.3 | Kosmologia i astrofizyka.<br>(kontynuacja zadania) | <p>5. Badanie zachowania symetrii dyskretnych w rozpadach barionów zawierających kwarki ciężkie oraz w procesach anihilacji elektronów i pozytronów do par barion-antibarion.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>5. Przygotowanie formalizmu do opisu produkcji spolaryzowanych barionów powabnych oraz ich rozpadów. Udział w analizie rozpadów barionów dziwnych i powabnych w eksperymencie BESIII</p> <p>Badania astrofizyczne dają wgląd w aspekty fizyki cząstek elementarnych niedostępne w ziemskich laboratoriach. Wyniki projektów kosmologii obserwacyjnej i astrofizyki pozwolą na wprowadzenie ograniczeń na naturę „ciemnej energii”, określenie związków między własnościami galaktyk</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>BP4</b></p>                |



| Lp. | Nazwa zadania                                                                     | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zakład |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1   | 2                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5      |
| 1.4 | Fizyka poza modelem standardowym, astrofizyka i kosmologia. (kontynuacja zadania) | <p>Celem głównym jest rozwinięcie wiedzy na temat cząstek elementarnych, grawitacji i kosmologii, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki ciemnej materii i ciemnej energii. Równoległym celem jest wspieranie badań prowadzonych w ośrodkach takich jak CERN, RHIC i JLAB. W ramach tych działań planowane jest rozwijanie modeli supersymetrycznych oraz analiza sygnałów pochodzących z eksperymentów LHC i badań ukierunkowanych na wykrywanie cząstek ciemnej materii. Szczegółowo badane będą implikacje danych z LHC oraz wyników poszukiwań ciemnej materii dla struktur modeli supersymetrycznych. Analizie poddane zostaną modele SUSY oraz możliwości odkrycia sygnałów supersymetrii w eksperymentach prowadzonych w LHC. Ponadto rozważane będą szanse detekcji sygnałów związanych z cząstkami ciemnej materii w bieżących i przyszłych eksperymentach. W końcowej części badań uwzględniona zostanie rola aksionu jako kandydata na cząstkę ciemnej materii, z naciskiem na aspekty teoretyczne oraz ograniczenia wynikające z obserwacji kosmologicznych.</p> <p>Celem głównym jest konstrukcja teorii kwantowej grawitacji, zdolnej do opisu zjawisk w bardzo silnych polach grawitacyjnych, charakterystycznych dla osłabłości takich jak początek Wszechświata oraz czarne dziury. W ramach realizacji tego celu przewidziano badanie natury osłabłości grawitacyjnej, analizę problemu czasu w kwantowej kosmologii oraz rolę pól skalarnych w kosmologii, astrofizyce i fizyce wysokich energii. Szczególną uwagę poświęci się niejednorodnym modelom kosmologicznym oraz dynamice wczesnego Wszechświata. Badane będą teorie ze zdeformowanymi symetriami kwantowymi i ich fenomenologiczne konsekwencje, a także mechanizmy deformacji wynikające z kwantowej grawitacji. Przeanalizowane zostaną własności obszarów z brzegami w klasycznej i kwantowej grawitacji oraz semiklasyczne przybliżenia w opisie zjawisk grawitacyjnych. Ważnym elementem będzie również badanie kwantowych deformacji symetrii czasoprzestrzennych i</p> | <p>a ich położeniem w strukturze wielkoskalowej i polem ciemnej materii. Planowana jest dalsza analiza danych zgromadzonych m.in. przez eksperymenty VIPERS, VUDS, AKARI, WISE, HELP, JWST, LOFAR, LIGO/VIRGO i POLAR oraz przygotowanie do projektów POLAR-2, V. Rubin Observatory/LSST i publicznych danych Euclid.</p> <p>Planowane prace obejmują: analizę implikacji danych z LHC i wyników poszukiwań ciemnej materii dla parametrów i struktury modeli supersymetrycznych (SUSY); badanie możliwości odkrycia sygnałów supersymetrii w eksperymentach LHC oraz określenie optymalnych scenariuszy eksperymentalnych; ocenę potencjału bieżących i przyszłych eksperymentów w zakresie bezpośredniego i pośredniego wykrycia cząstek ciemnej materii; rozwój zaawansowanych metod numerycznych opartych na statystyce bayesowskiej w celu rekonstrukcji parametrów Minimalnych Modeli Supersymetrii (MSSM) na podstawie danych eksperymentalnych; badanie roli aksionu aksina jako kandydatów na cząstki ciemnej materii, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na ewolucję wczesnego Wszechświata oraz ograniczeń kosmologicznych; zastosowanie opracowanych metod do estymacji parametrów modeli SUSY i wsparcie planowania przyszłych eksperymentów dedykowanych wykryciu cząstek ciemnej materii.</p> <p>Planowane prace będą obejmowały badanie dynamiki klasycznej i kwantowej struktur grawitacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na widmo mikrofalowego promieniowania tła (CMB) oraz fluktuacje pól grawitacyjnych w opisie kwantowym. Analizowana będzie dynamika czasoprzestrzeni w pobliżu początkowej osłabłości oraz struktura widna energetycznego wczesnego Wszechświata. Badania obejmą również problem czasu w kwantowej kosmologii, właściwości pól skalarnych w kosmologii, astrofizyce i fizyce wysokich energii, a także rozwój i analizę niejednorodnych modeli kosmologicznych. Istotnym elementem będzie badanie teorii ze zdeformowanymi symetriami kwantowymi i ich fenomenologicznych konsekwencji, w tym kwantowych deformacji symetrii czasoprzestrzennych jako efektu fundamentalnych właściwości kwantowej grawitacji. Ocenione zostaną własności obszarów z brzegami w</p> | BP2    |



| Lp.  | Nazwa zadania                                                                                                                                                                                                                                                                       | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zakład                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5                                          |
| 1.5  | Kwantowa chromodynamika.<br>(kontynuacja zadania)                                                                                                                                                                                                                                   | Celem głównym jest zrozumienie struktury hadronów poprzez zastosowanie chromodynamiki kwantowej (QCD), ze szczególnym uwzględnieniem efektów nieperturbacyjnych i zależnych od spinu. Prace będą obejmowały: badanie struktury hadronów - silnie oddziałujących cząstek zbudowanych z kwarków i gluonów, w ramach chromodynamiki kwantowej; analizę procesów ekskluzywnej produkcji cząstek elementarnych przy użyciu faktoryzacji kolinearnej oraz faktoryzacji reggeowskiej w pędach poprzecznych partonów; badanie procesów wielocząstkowej produkcji w wysoko-energetycznych zderzeniach hadronowych i jądrowych; teoretyczne analizy spinowych funkcji struktury nukleonów oraz efektów spinowych w zderzeniach leptonów i hadronów. | Planowane prace będą ukierunkowane na zrozumienie struktury hadronów w ramach chromodynamiki kwantowej (QCD), ze szczególnym uwzględnieniem efektów nieperturbacyjnych i zależnych od spinu. Badane będą procesy ekskluzywnej produkcji cząstek elementarnych w zderzeniach hadronowych i jądrowych przy zastosowaniu faktoryzacji kolinearnej oraz faktoryzacji reggeowskiej w pędach poprzecznych partonów. Przeprowadzona zostanie analiza procesów wielocząstkowej produkcji w wysoko-energetycznych zderzeniach, z uwzględnieniem efektów wynikających ze struktur spinowych nukleonów. Procesy inkluzywnej i ekskluzywnej produkcji cząstek będą badane w kontekście eksperymentów prowadzonych w RHIC, JLAB, EIC i LHC, a obliczenia teoretyczne zostaną dostosowane do ich opisu i interpretacji. Szczególną uwagę poświęci się teoretycznemu badaniu funkcji struktury spinowej i efektów zależnych od spinu w zderzeniach leptonów i hadronów. | BP2                                        |
| II.  | FIZYKA JADROWA                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |
| II.1 | Własności i struktura jąder atomowych, synteza i stabilność jąder ciężkich. Egzotyczne oraz dziwne układy atomowe i jądrowe; własności materii jądrowej, zderzeń jąder oraz produkcja hiperjąder. Badanie stanów izomerycznych jąder oraz ich depopulacji.<br>(modyfikacja zadania) | 1. Celem zadania jest zbadanie własności stanów podstawowych (masa, czas życia, kanał rozpadu) i wzbudzonych (energia, moment pędu, czas życia) jąder atomowych superciężkich i dalekich od ścieżki stabilności oraz mechanizmów ich wytwarzania.<br><br>2. Precyzyjne pomiary czasów połowicznego zaniku jąder atomowych, dla których wartości, tych podstawowych wielkości charakteryzujących jądra, są znane z dużą niepewnością.<br>3. Badanie procesów produkcji stanów izomerycznych oraz ich depopulacji.                                                                                                                                                                                                                          | 1. Opracowanie wyników eksperymentów wykonanych w Laboratoriach Ciężkich Jonów w Warszawie oraz w GSI-Darmstadt. Poszerzenie wiedzy o własnościach stanów wzbudzonych i stanów podstawowych w jądrach atomowych superciężkich oraz położonych z daleka od ścieżki stabilności. Analizowane będą mechanizmy reakcji syntezy i rozpadu jąder ciężkich i superciężkich. W szczególności identyfikowane będą czynniki wpływające na wartość przekrojów czynnych na produkcję nowych jąder pierwiastków superciężkich oraz mechanizmy procesów rozszczepienia i tzw. kwazirozszczepienia.<br><br>2. Analiza możliwości produkcji stanu izomerycznego $^{229}\text{mTh}$ przez procesy NEET (Nuclear Excitation by Electron Transition).<br>3. Analiza danych dotyczących czasu połowicznego zaniku $^{183}\text{Ta}$ , $^{185}\text{Ta}$ oraz $^{179}\text{W}$ . Naświetlanie tarcz naturalnych                                                               | BP2<br><br>TJ1<br>TJ2<br>TJ3<br>TJ1<br>TJ2 |



| Lp.   | Nazwa zadania                                                                                                                                                     | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zakład |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5      |
| II.2  | Reakcje jądrowe.<br>(kontynuacja zadania)                                                                                                                         | Analiza reakcji jądrowych blisko bariery potencjału, przy wykorzystaniu wiązek radioaktywnych, wiązek stabilnych.                                                                                                                               | neutronami w reaktorze MARIA. Napromieniowanie wiązką elektronów i wiązką gamma tarcz naturalnych. Badania spektroskopowe napromieniowanych próbek. Badania dotyczące produkcji i depopulacji stanów izomerycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BP1    |
| II.3  | Własności i struktura superciężkich i dalekich od ścieżki stabilności jąder atomowych.<br>(kontynuacja zadania)                                                   | Celem zadania jest zbadanie własności stanów podstawowych (masa, czas życia, kanał rozpadu) i wzbudzonych (energia, moment pędu, czas życia) jąder atomowych superciężkich i dalekich od ścieżki stabilności oraz mechanizmów ich wytwarzania.  | Opracowanie wyników eksperymentów wykonanych w Laboratoriach Ciężkich Jonów w Warszawie oraz w GSI-Darmstadt. Poszerzenie wiedzy odnośnie stanów wzbudzonych i stanów podstawowych w jądrach atomowych superciężkich oraz położonych z daleka od ścieżki stabilności.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | BP1    |
| II.4  | Struktura jąder chiralnych.<br>(kontynuacja zadania)                                                                                                              | Badanie przejść pomiędzy konfiguracjami chiralnymi i niechiralnymi w jądrach z okolicy masy $A=130$ .                                                                                                                                           | Analizowane będą mechanizmy reakcji syntezy i rozpadu jąder ciężkich i superciężkich. W szczególności identyfikowane będą czynniki wpływające na wartość przekrojów czynnych na produkcję nowych jąder pierwiastków superciężkich oraz mechanizmy procesów rozszczepienia i tzw. kwazirozszczepienia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | BP1    |
| III.  | JADROWE ŹRÓDŁA ENERGII                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |
| III.1 | Rozwój narzędzi obliczeniowych do analiz bezpieczeństwa i optymalizacji eksploatacji lekkowodnych reaktorów energetycznych i badawczych.<br>(kontynuacja zadania) | Celem jest budowa i wzmacnianie kompetencji zespołu oraz wyposażenie zespołu w nowoczesne narzędzia analityczne w zakresie analiz bezpieczeństwa jądrowego oraz optymalizacji kampanii paliwowej wodnych reaktorów energetycznych i badawczych. | Metody i zakres prac to: (i) rozwój narzędzi obliczeniowych do analiz optymalizacyjnych kampanii paliwowych lekkowodnych reaktorów energetycznych, (ii) zastosowanie kodów Monte Carlo i deterministycznych do obliczeń fizycznych rdzeni reaktorów, (iii) prace weryfikacyjne, weryfikacyjne i rozwojowe kodów do modelowania ciężkich awarii, (iv) prace weryfikacyjne, weryfikacyjne i rozwojowe kodów ciepło-przepływowych do analiz awarii (projektowych) w reaktorach jądrowych, (v) modelowanie instalacji eksperymentalnych kodami do analiz awarii w reaktorach jądrowych, (vi) zastosowanie narzędzi analiz niepewności i wrażliwości obliczeń symulacyjnych instalacji jądrowych, (vii) zastosowanie metod stochastycznych do ocen obliczeń prawdopodobieństwa wystąpienia scenariuszy awaryjnych w instalacjach jądrowych. (viii) zachowanie się paliwa jądrowego w czasie eksploatacji. Narzędzia mogą znaleźć zastosowanie do analiz ryzyka w innych instalacjach. Podejmowane działania będą zgodne z wytycznymi Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, Ustawą Prawo Atomowe oraz z inicjatywami | UZ3    |



| Lp.   | Nazwa zadania                                                                                                                                                                                      | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Zakład            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5                 |
| III.2 | Nowe technologie reaktorowe w zastosowaniu do cykli paliwowych oraz jako źródła ciepła procesowego.<br>(kontynuacja zadania)                                                                       | Celami zadania są: udział w rozwoju technologii, a w szczególności analizy charakterystyk bezpieczeństwa reaktorów IV generacji i wysokotemperaturowych, optymalizacja efektywności recyklingu wypalonego paliwa w reaktorze na neutronach prędkich, badanie charakterystyk procesów transmutacji w reaktorach współpracujących ze spalajnym źródłem neutronów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Metody i zakres prac to: prace studialne dotyczące rozwoju reaktorów HTGR a w szczególności reaktora badawczego HTGR-POLA oraz reaktorów przemysłowych. Prace w zakresie reaktora dwupłynowego (DFR) i jego mini demonstratora. Prace w zakresie reaktora prędkiego chłodzonego gazem „Allegro”. Prace studialne i analiza możliwości recyklingu wypalonego paliwa jądrowego w reaktorach na neutronach prędkich. Zakres prac badawczych będzie obejmował zagadnienia związane z zastosowaniem paliwa jądrowego z dodatkami toru, w reaktorach lekkowodnych, jako wypalającej się truciźny.                                                                                                                                                                                                    | UZ3               |
| III.3 | Modele numeryczne reaktorów energetycznych dostosowane do wysokowydajnego przetwarzania danych przez komputery.<br>(kontynuacja zadania)                                                           | W ramach programów realizowanych w USA (finansowanych przez DoE) i w innych krajach: Nuclear Energy Advanced Modelling and Simulation (NEAMS) oraz Scientific Discovery through Advanced Computing (SciDAC) opracowywana jest nowa generacja modeli obliczeniowych do analiz w reżimach HPC (High Performance Computing) z metodami ocen niepewności wyników, potencjalnie dających szanse redukcji kosztów konstrukcji nowych elektrowni jądrowych. W dalszej perspektywie działania umożliwią zredukowanie kosztów urządzeń eksperymentalnych wykorzystywanych w procesach projektowania reaktorów nowych generacji. Celem prac jest z jednej strony aktywny udział w opracowywaniu modeli dostosowanych do HPC, z drugiej zaś rozwój kadry naukowej zaznajomionej z najnowszymi osiągnięciami w zastosowaniu technik HPC w problemach fizyki reaktorowej. | Efektom naukowym realizacji tematu będzie opracowany zestaw algorytmów, narzędzi obliczeniowych oraz platformy HPC do zintegrowanych obliczeń wieloskalowych i wielofizycznych (neutronowo-ciepłno przepływowych) odwzorowujących wiernie procesy zachodzące w reaktorach energetycznych i badawczych. W dalszej perspektywie działania te dadzą wymierne korzyści ekonomiczne, gdyż umożliwią zredukowanie kosztów urządzeń eksperymentalnych wykorzystywanych w procesach projektowania reaktorów nowych generacji. Zastosowanie wysokowydajnego przetwarzania (HPC) do problemów fizyki reaktorowej, analiz stanów przejściowych oraz symulacji awarii całego bloku EJ pozwoli na przeprowadzanie zaawansowanych analiz oraz stwarza podstawę do walidacji kodów systemowych.               | UZ3               |
| III.4 | Zaawansowane metody i techniki napromienniania w reaktorze MARIA oraz wytwarzanie nowych materiałów promieniotwórczych do celów medycznych, naukowych oraz przemysłowych.<br>(kontynuacja zadania) | 1. Zastosowanie w reaktorze MARIA zaawansowanych technik prowadzenia napromienniania materiałów do badań inżynierskich nowych technologii reaktorowych, tj. w ściśle określonych warunkach, definiujących w szczególności wartość mocy dawki promieniowania, fluencję neutronów i ich widmo energetyczne oraz temperaturę napromiennianego materiału. Utrzymanie parametrów napromienniania w zadanych granicach wymaga opracowania oraz wdrożenia w reaktorze MARIA nietypowych, zaawansowanych rozwiązań technicznych, w szczególności termostatycznych sond do napromienniania.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1. Opracowanie koncepcji, projektowanie i wykonanie instalacji eksperymentalnych, w szczególności do napromienniania materiałów innych niż radionuklidy, instalowanych w reaktorze MARIA. Wykonywanie stosownych analizy, pomiarów i obliczeń ciepło-przepływowych i neutronowych, pozwalających na opracowanie koncepcji i optymalizację eksperymentalnych instalacji reaktorowych. Rozwój i weryfikacja stosowanych modeli obliczeniowych. Przeprowadzenie w reaktorze MARIA lub na poza-reaktorowych stanowiskach badawczych stosownych pomiarów ciepłno-przepływowych celem weryfikacji wyników obliczeń. Opracowanie specyficznych rozwiązań technicznych, pozwalających na uzyskanie wyznaczonych parametrów napromienniania próbek materiałów. Zaprojektowanie i wykonywanie instalacji | EJ2<br>EJ3<br>EJ4 |



| Lp.   | Nazwa zadania                                                           | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zakład |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | 2                                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5      |
| III.5 | Neutronowe modele obliczeniowe reaktora MARIA.<br>(kontynuacja zadania) | Rozwój neutronowych modeli obliczeniowych z wykorzystaniem kodów Monte Carlo oraz kodów deterministycznych w celu zwiększenia dokładności i wiarygodności otrzymywanych wyników, a także skrócenia czasu potrzebnego na zamodelowanie poszczególnych zagadnień. Modele Monte Carlo wykorzystywane są na potrzeby pomiarów i badań prowadzonych w reaktorze badawczym MARIA oraz na potrzeby innych układów badawczych. Deterministyczny model obliczeniowy służy do analizy charakterystyk neutronowych rdzenia reaktora MARIA w bieżącej eksploatacji oraz optymalizacji konfiguracji rdzenia w kolejnych cyklach jego pracy. | Kontynuacja prac nad opracowaniem w kodzie typu Monte Carlo całościowego modelu rdzenia reaktora MARIA oraz jego modeli fragmentarycznych oraz uproszczonych. Celem tych prac jest poprawa dokładności odzwierciedlania przestrzennego rozkładu gęstości strumienia i widma energetycznego neutronów oraz mocy natychmiastowego i opóźnionego grzania jądrowego w rdzeniu reaktora MARIA. Sprawdzany będzie konieczny stopień dokładności odwzorzenia rzeczywistej geometrii i innych parametrów. W ramach rozwoju modelu deterministycznego kontynuowane będą prace dotyczące analizy rozbieżności pomiędzy modelem obliczeniowym, a danymi eksploatacyjnymi. Prace te związane są z optymalizacją rozmieszczenia bloków berylowego moderatora w rdzeniu reaktora MARIA. Ich celem jest poprawa ekonomiki wykorzystania rdzenia reaktora. | EJ4    |
| IV.   | FIZYKA I TECHNOLOGIA PLAZMY                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |
| IV.1  | Fizyka Układów Silnie Skorelowanych.<br>(kontynuacja zadania)           | Celem zadania jest zrozumienie zjawisk nieliniowych w różnych środowiskach: silnie sprężonej plazmy elektromagnetycznej i plazmy kwarkowo-gluonowej, nierównowagowej materii jądrowej, nadciekłych płynów oraz kondensatów Bosego-Einsteina (BEC). W ramach realizacji tego celu badana będzie fizyka plazmy silnie sprężonej oraz nierównowagowej materii jądrowej wytwarzanej w zderzeniach ciężkich jonów, dynamika solitonów i wirów w ośrodkach plazmowych, nadciekłych oraz w BEC. Badane będą także własności kropeł kwantowych oraz procesy                                                                            | Planowane prace będą obejmować badanie zjawisk nieliniowych i efektów wielociałowych w różnych środowiskach fizycznych: w silnie sprężonej plazmie elektromagnetycznej, plazmie kwarkowo-gluonowej, nierównowagowej materii jądrowej, nadciekłych płynach oraz kondensatach Bosego-Einsteina. Prowadzone będą badania własności kropeł kwantowych oraz tworzenia i dynamiki skorelowanych par atomowych w warunkach silnych oddziaływań. Analizowana będzie także fizyka plazmy kwarkowo-gluonowej oraz procesy zachodzące podczas                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | BP2    |



| Lp.<br>1 | Nazwa zadania<br>2                                                                                                                                                                                                                           | Cel badań (maksymalnie 200 słów)<br>3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)<br>4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zakład<br>5 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                                              | i własności skorelowanych par atomowych. Szczególną uwagę poświęci się fizyce plazmy kwarkowo-gluonowej i opisowi zderzeń wysokoenergetycznych jonów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | wysoko-energetycznych zderzeń ciężkich jonów. Metody teorii strun zostaną wykorzystane do opisu dynamiki silnie sprzężonych teorii cechowania w warunkach dalekich od równowagi, co pozwoli na lepsze zrozumienie struktury i ewolucji materii w ekstremalnych reżimach fizycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |
| IV.2     | Badania gorącej plazmy wytwarzanej w urządzeniach z utrzymywaniem magnetycznym oraz w układach z utrzymywaniem inercyjnym.<br>Badania egzotycznych procesów atomowych oraz widm rentgenowskich struktur plazmowych.<br>(kontynuacja zadania) | <p>1. Rozwój i zastosowanie programów numerycznych modelujących procesy fizyczne w urządzeniach fuzyjnych.</p> <p>2. Poznanie procesów atomowych zachodzących w plazmie oraz podczas zderzeń jon-atom, rozwój metod analizy danych widm rentgenowskich.</p> <p>3. Uzyskanie nowych danych oraz interpretacja procesów fizycznych w gorącej plazmie wytwarzanej w silnopiędowych wyładowaniach wysokonapięciowych oraz w pułapkach magnetycznych typu tokamak.</p> <p>4. Rozwój, badania oraz zastosowanie detektorów gazowych w diagnostyce plazmy w urządzeniach fuzyjnych. Analiza danych z detektorów bolometrycznych oraz gazowych dla tokamaków JET i WEST.</p> <p>5. Opracowanie i optymalizacja elementów konstrukcyjnych urządzeń fuzyjnych dla systemów zdalnej obsługi (Remote Maintenance) w reaktorze DEMO. Symulacja wpływu zmian konstrukcyjnych na zachowanie się plazmy oraz rozwój metod analizy oddziaływania konstrukcji na parametry procesów plazmowych.</p> | <p>1. Kontynuacja prac związanych z opracowaniem modeli fizycznych oraz kodów numerycznych do analizy procesów fizycznych oraz wyników eksperymentalnych w urządzeniu NBTF (Neutral Beam Test Facility).</p> <p>2. Wyznaczenie precyzyjnych danych atomowych dla procesów atomowych zachodzących w plazmie oraz podczas zderzeń jon-atom, symulacja teoretycznych widm rentgenowskich oraz analiza widm rentgenowskich.</p> <p>3. Badanie procesu i pomiaru produktów reakcji <math>^{11}\text{B}(p,2\alpha)^4\text{He}</math> za pomocą detektorów śladowych i półprzewodnikowych na impulsowych układach plazmowych. Pomiar elektronów ucieczki za pomocą sond wykorzystujących efekt Czerenkowa, na układach typu tokamak.</p> <p>4. Montaż, testy laboratoryjne, instalacja oraz analiza danych z detektorów gazowych w diagnostyce urządzeń plazmowych.</p> <p>5. Planowane prace obejmują rozwój i optymalizację elementów konstrukcyjnych związanych z systemami Remote Maintenance w reaktorze DEMO, modelowanie elementów mechanicznych w środowisku CAD oraz symulację wpływu tych zmian na zachowanie się plazmy przy użyciu kodu Bluemira.</p> | TJ3<br>TJ2  |
| IV.3     | Plazmowa Inżynieria Powierzchni<br>(modyfikacja zadania)                                                                                                                                                                                     | <p>Zadanie związane jest z syntezą a następnie charakterystyką warstw otrzymywanych metodami plazmowej inżynierii powierzchni. Metody syntezy warstw to rozpylanie magnetronowe (MS) i metoda tłurowa (arc-PVD).</p> <p>W ramach realizowanych zadań będą prowadzone prace związane z:<br/>-syntezą nowych materiałów, w tym głównie materiałów o wysokiej entropii (HEA, HEC),</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Podstawowym efektem realizacji zadania będzie wyznaczenie zależności pomiędzy otrzymywaną strukturą materiału a jego właściwościami do ewentualnych zadań aplikacyjnych;</p> <p>Wyniki jak i nabyte doświadczenie, będzie stanowiły również istotny element w przygotowaniu i modyfikacji technologii plazmowych. Ponadto otrzymywane wyniki przyczynią się do poszerzenia wiedzy podstawowej z zakresu syntezy warstw</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | IB2         |



| Lp.  | Nazwa zadania                                                                                                                                                                                                                             | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zakład             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5                  |
| IV.4 | Badania związane z charakterystyką oraz wykorzystaniem impulsów plazmy wysokoenergetycznej. (modyfikacja zadania)                                                                                                                         | <p>-badaniami strukturalnymi otrzymywanych warstw azotkowych i metalicznych wieloskładnikowych stopów HEA,</p> <p>-badania relacji pomiędzy właściwościami a parametrami procesów syntezy oraz parametrami modyfikacji powierzchni, -warstwy metaliczne,</p> <p>-warstwy półprzewodnikowe Cu-N, Sn-N, Ni-N.</p> <p>Szeroko pojęta diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej generowanej impulsowo w dziale plazmowym typu RP-I-BIS i PF.</p> <p>- Badania, analiza i optymalizacja mechanizmu akceleracji jonów i elektronów z impulsowych wiązek plazmowych.</p> <p>- Badania oddziaływania wysokoenergetycznych wiązek plazmowych z materiałami.</p> <p>- Badanie reakcji proton-bor.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Podstawowym efektem realizacji zadania będzie analiza i scharakteryzowanie plazmy wysokoenergetycznej generowanej w sposób impulsowy oraz badanie oddziaływań generowanych wiązek plazmowych z powierzchnią różnych materiałów:</p> <p>-zbadanie wpływu wiązek plazmowo-jonowych na różne materiały, modyfikacje ich powierzchni i wytwarzanie cienkich pokryć na wybranych podłożach,</p> <p>-symulacje wieloskalowych strumieni plazmy (dżetów astrofizycznych),</p> <p>-spektroskopowe pomiary parametrów plazmy.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IB1<br>IB2<br>TJ3  |
| V.   | FIZYKA FAZY SKONDENSOWANEJ I BADANIA MATERIAŁOWE                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |
| V.1. | Badanie zmian właściwości mechanicznych, strukturalnych i termicznych materiałów poddanych działaniu czynników eksploatacyjnych takich jak temperatura, ciśnienie, środowisko korozyjne i defektowanie radiacyjne. (kontynuacja zadania). | <p>Celem zadania jest badanie wpływu zmiennego pola naprężeń, promieniowania (i w wyniku tego oddziaływania tworzących się defektów radiacyjnych), temperatury i środowiska korozyjnego (np. pary wodnej) na właściwości funkcjonalne materiałów wykorzystywanych w przemyśle energetycznym, ciężkim i chemicznym. Zakres zadań obejmuje symulacje komputerowe, badania mechaniczne prowadzone w skali nano i mikro, badania strukturalne oraz termiczne implantowanych jonami materiałów dedykowanych do zastosowania w III i IV generacji reaktorów jądrowych.</p> <p>Ponadto, zadanie to obejmuje prowadzenie kompleksowych badań nieniszczących elementów konstrukcyjnych reaktora MARIA, współpracę z klientami zewnętrznymi oraz rozwój nowych metod wytwarzania materiałów o unikatowych właściwościach np. stałe ODS, Stopy HEA czy szkła metaliczne. Dodatkowo, celem tego zadania jest prowadzenie standardowych badań materiałowych w oparciu o wytyczne ASTM i ISO w celu utrzymania akredytacji PCA w zakładzie LBM oraz kontynuacji współpracy z partnerami przemysłowymi. Działania prowadzone w tym obszarze mają również na celu szczegółowe zrozumienie i określenie długoterminowego zachowania tych materiałów w ekstremalnych warunkach pracy. W badaniach stosuje się podejście „proces-struktura-właściwości” w zamkniętej pętli między modelami teoretycznymi, symulacjami komputerowymi, charakterystyką</p> | <p>Badanie wpływu promieniowania jonizującego na właściwości mechaniczne i strukturalne ma na celu zrozumienie mechanizmu akumulacji defektów radiacyjnych w materiale oraz ocenę ich wpływu na ich właściwości funkcjonalne. Badania prowadzone są na stalach typu ODS i martenzytowo-ferrytycznych, stopach niklu i cyrkonu, powłokach Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiOC, HEA, graficie, szklach metalicznych oraz standardowych stalach kwasoodpornych (316L i 316LN). Ponadto, rozwijane będą kompetencje z zakresu miniaturyzacji próbek (zwłaszcza w zakresie określenia ich właściwości mechanicznych), wytwarzania nowych materiałów poprzez zastosowanie metalurgii proszków i topienie w tuku elektrycznym, kompleksowych symulacji komputerowych stosowanych do oceny ilości defektów radiacyjnych i mechanizmu ich migracji oraz odtworzenia plastycznego materiału. Grupa kontynuuje prace związane z badaniami nieniszczącymi elementów konstrukcyjnych poddanych oddziaływaniu agresywnego środowiska pracy.</p> <p>Główne prace prowadzone są w następujących obszarach:</p> <p>1. Badanie wpływu składu chemicznego, sposobu przygotowania materiałów, stopnia uporządkowania wewnętrzznego oraz czynników zewnętrzných takich jak promieniowanie, temperatura, ciśnienie i oddziaływanie środowiska korozyjnego na twardość, wytrzymałość na</p> | LBM<br>NOMAT<br>EN |



| Lp. | Nazwa zadania                                                                                                     | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zakład |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1   | 2                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5      |
|     |                                                                                                                   | strukturalną i badaniami właściwości funkcjonalnych. Część badań poświęcona jest badaniu procesów korozyjnych i elektrochemicznych w odniesieniu do gospodarki zeroemisyjnej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | rozciąganie oraz udarność nowych stopów i stali wspomagane danymi strukturalnymi (SEM, XRD, TEM i Raman).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |
| V.2 | <b>Rozwój metod mikroanalizy jądrowej i jej zastosowania do badań materiałowych.</b><br>(kontynuacja zadania)     | Zadanie ma na celu badania przy pomocy technik jądrowych podstawowych własności strukturalnych nowoczesnych materiałów wykorzystywanych w energetyce jądrowej oraz w mikro i optoelektronice.<br>Realizowane badania będą obejmować między innymi :<br>-badanie stochometrii i ich jakości kryształicznej,<br>-badanie procesów akumulacji i transformacji defektowych zachodzących w kryształach pod wpływem implantacji,<br>-badanie rozkładów głębokościowych domieszek,<br>-analiza głębokościowych rozkładów defektów po implantacyjnych i ich ewolucji pod wpływem wygrzewania.<br>W ramach powyższych zadań prowadzona będzie w dalszym ciągu walidacja i rozwój programu symulacyjnego McChasy do analiz danych doświadczalnych uzyskanych technikami jądrowymi. | Realizacja zadania pozwoli na:<br>-wyznaczenie podstawowych własności strukturalnych nowoczesnych materiałów używanych w energetyce jądrowej oraz mikro i optoelektronice,<br>-optymalizacja procesu domieszkowania na drodze implantacji,<br>-poszerzenie wiedzy odnośnie tworzonych struktur defektowych (progi implantacyjne),<br>-optymalizacja procesów wygrzewania (stosowanie różnych technik wygrzewania),<br>-rozwój istniejących technik analitycznych oraz symulacyjnych (komputerowych). | IB1    |
| V.3 | <b>Optymalizacja dyfraktometrów neutronowych z HZB i stacji radiografii neutronowej.</b><br>(kontynuacja zadania) | Montaż i uruchomienie dyfraktometrów neutronów termicznych z reaktora Ber-II HZB do pracy przy reaktorze MARIA NCBJ. Montaż i uruchomienie stacji radiografii neutronowej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Montaż, instalacja, uruchomienie, testowanie i kalibracja dyfraktometrów E2, E3, E4, E5 i E6 na hali fizycznej Reaktora MARIA. Modernizacja, montaż, uruchomienie i testowanie stacji radiografii neutronowej.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FM1    |
| V.4 | <b>Archeometria.</b><br>(kontynuacja zadania)                                                                     | Celem realizacji zadania jest analiza archeometryczna w oparciu o badania fizyko-chemiczne. Pomiar spektrometryczne i strukturalne zabytów i próbek referencyjnych w celu ustalenia technologii wykonania, pochodzenia złożowego i podobieństw w analizowanych grupach.<br>Badania eksperymentalnych widm rentgenowskich.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Podstawowym efektem realizacji zadania będzie doskonalenie metod poznawczych w celu szacowania technologii wykonania oraz pochodzenia złożowego badanych materiałów (zabytków).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | TJ1    |
| V.5 | <b>Badania struktury</b>                                                                                          | Wyznaczenie struktury kryształicznej kryształów substancji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rejestrowanie dyfrakcji rentgenowskiej i wyznaczenie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | FM1    |



| Lp.                                        | Nazwa zadania                                                                                                | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Zakład     |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1                                          | 2                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5          |
|                                            | <b>krystalicznej substancji organicznych.</b><br>(kontynuacja zadania)                                       | aktywnych oraz substancji z ligandami, które mogą mieć zastosowanie w chemii koordynacyjnej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | struktur krystalicznych dla związków dostarczonych do analizy. W szczególności mają być badane kryształy substancji organicznych. Jedną z planowanych do analizy grup związków to Zasady Schiffa. Planowane są też pomiary i wyznaczanie struktur krystalicznych dla substancji aktywnych (takie jak np. niesteroidowe leki przeciwbólowe).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
| <b>VI. FIZYKA I TECHNIKA AKCELERATORÓW</b> |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |
| VI.1                                       | <b>Akceleratorzy do zastosowań w przemyśle, medycynie, kontroli granic i nauce.</b><br>(kontynuacja zadania) | <p>1. Zadanie obejmuje: obliczenia i projektowanie układów przyspieszających oraz innych komponentów akceleratorów, w szczególności obliczenia dynamiki i optyki wiązek oraz symulacje Monte Carlo głowic, kolimatorów, osłon itp. oraz strojenie, pomiary mikrofalowe wykonanych elementów i układów, projektowanie i budowa stanowisk eksperymentalnych. Celem jest zdobywanie nowych umiejętności z zakresu akceleratorów i detektorów, wykorzystywanie wiedzy teoretycznej, technicznej i technologicznej do uczestnictwa w projektach naukowych i aplikacyjnych. Zadanie obejmuje również rozwój źródeł neutronowych opartych o akceleratorzy elektronowe oraz detektory obrazujące do radiografii X i n.</p> <p>2. Rozwój, zaprojektowanie, budowa i testowanie nowych modeli struktur przyspieszających, stanowisk badawczych oraz strategicznych podzespołów akceleratorów liniowych mających zastosowanie w przemyśle, medycynie, kontroli granic i nauce. Celem badań jest zdobycie nowych kompetencji, rozwój oraz poszerzenie oferty produktowej NCBJ z zakresu urządzeń generujących promieniowanie jonizujące i urządzeń towarzyszących poprzez rozwój, zaprojektowanie, budowę i testowanie nowych modeli struktur przyspieszających, stanowisk badawczych, strategicznych podzespołów akceleratorów oraz kompletnych akceleratorów mających zastosowanie w przemyśle, medycynie, kontroli granic i nauce wraz z urządzeniami wspomagającymi ich pracę. Poszerzenie oferty produktowej NCBJ z zakresu urządzeń generujących promieniowanie jonizujące.</p> | <p>1. Wykonywanie obliczeń, budowa i pomiary modeli, elementów i podzespołów opracowywanych urządzeń, usługi obliczeniowe na potrzeby ZDAJ i zewnętrznych Klientów. Opracowywanie nowych urządzeń oraz budowa kolejnych generacji produkowanych już akceleratorów i detektorów, używanych w krajowych (POLFEL) i międzynarodowych eksperymentach naukowych (GBAR, HK, NA61), w przemyśle i w medycynie.</p> <p>2. Opracowanie koncepcji, obliczenia i analiza danych oraz zaprojektowanie, wykonanie i testowanie prototypowych egzemplarzy nowych strategicznych podzespołów do akceleratorów liniowych oraz nowych modeli akceleratorów, w tym akceleratora elektronów dużych mocy do sterylizacji i sieciowania radiacyjnego. Doskonalenie wypracowanych rozwiązań pozwalających na zwiększenie niezawodności i bezpieczeństwa akceleratorów i urządzeń towarzyszących. Opracowanie konstrukcji kolejnych generacji manipulatorów i drzwi osłonowych. Opracowanie technologii lutowania ceramiki z innymi materiałami oraz testy lutowania.</p> <p>3. Opracowanie koncepcji, obliczenia i analiza danych oraz zaprojektowanie, wykonanie i testowanie prototypowych egzemplarzy nowych strategicznych podzespołów do akceleratorów liniowych oraz nowych modeli akceleratorów, w tym akceleratora elektronów dużych mocy do sterylizacji i sieciowania radiacyjnego. Doskonalenie wypracowanych rozwiązań pozwalających na zwiększenie niezawodności i bezpieczeństwa akceleratorów i urządzeń towarzyszących. Opracowanie konstrukcji kolejnych generacji stołów.</p> | <b>TJ1</b> |
|                                            |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>ZDAJ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |



| Lp.   | Nazwa zadania                                                                                                                                                                        | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zakład                           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5                                |
| VII.2 | <b>Projekt POLFEL</b><br>(kontynuacja zadania)                                                                                                                                       | Prace badawczo-rozwojowe obejmują projektowanie, zakup oraz instalację źródeł promieniowania laserowego, a także testowanie i rozwój urządzeń do generowania promieniowania synchrotronowego. Dodatkowo prowadzone są prace nad budową lasera na swobodnych elektronach (FEL) oraz rozwojem stacji eksperymentalnych wykorzystujących to promieniowanie do zaawansowanych badań naukowych.                                                                                                                       | <p>terapeutycznych, manipulatorów i drzwi osłonowych. Opracowanie technologii lutowania ceramiki z innymi materiałami oraz testy lutowania. Rozwój i badania nad technologią akceleratora o ultra wysokiej mocy dawki (FLASH). Badania oddziaływania wiązki FLASH. Pomiar dozymetryczne wiązki akceleratorów. Rozwój systemów sterowania akceleratorami z wykorzystaniem AI.</p> <p>-Prace związane z montażem i testowaniem undulatora.</p> <p>-Prace związane z instalacją oraz testami urządzeń dla stacji eksperymentalnej PolFEL z laserami femtosekundowymi (s-SNOM, układ do pomiaru zaniku fluorescencji w czasie).</p> <p>-Uruchomienie stacji generacji wysokich harmonicznych HHG oraz uzyskanie wiązki VUV/EUV w gazie/plazmie z układu laserów laboratorium eksperymentalnego.</p> <p>-Wykonanie stacji badawczej UED.</p> <p>-Obliczenia dynamiki zgęstka elektronowego w pobliżu chropowatej fotokatody.</p> <p>-Uruchomienie akceleratora.</p> <p>-Wykonanie diagnostyki terahercowej.</p> | <p>IB1</p> <p>IB2</p>            |
| VII.  | <b>ELEKTRONIKA I DETEKTORY</b>                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |
| VII.1 | <b>Nowe techniki detekcyjne</b><br>oraz ich zastosowanie w medycynie nuklearnej, monitoringu przejść granicznych, przemysle oraz eksperymentach fizycznych.<br>(kontynuacja zadania) | Szczegółowe badania odpowiedzi materiałów scyntylacyjnych (widma emisyjne, impulsy świetlne, nieproporcjonalność, energetyczna i czasowa zdolność rozdzielcza, etc.) w zależności od typu padającego promieniowania, jego energii, domieszkowania scyntylatora i temperatury. Badania odpowiedzi scyntylatorów pod kątem rozróżniania alfa/beta/gamma oraz neutron/gamma. Opracowanie nowych detektorów opartych o scyntylatory dla dozymetrii oraz monitoringu promieniowania. Badania hetero struktur BGO+ZnO. | <p>Obliczenia numeryczne na potrzeby systemów MPS, Testowanie i budowa stacji diagnostyki zgęstków elektronowych</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>TJ1</p> <p>TJ2</p> <p>TJ3</p> |
| VII.2 | <b>Elektronika fizyki eksperymentalnej i systemy</b>                                                                                                                                 | Badanie kształtów jądrowych egzotycznych, neutrono-nadmiarowych jąder, w ramach współpracy z Wydziałem Fizyki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Przygotowanie i udział w eksperymencie na Uniwersytecie w Jyväskylä dotyczącym spektrometrii gamma jąder z okolic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TJ3                              |



| Lp.    | Nazwa zadania                                                                                                                                                             | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Zakład                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1      | 2                                                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5                     |
|        | spektrometryczne promieniowania jądrowego.<br>(kontynuacja zadania)                                                                                                       | <p>Uniwersytetu w Jyväskylä i Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.</p> <p>Rozwijanie metod testowania odporności radiacyjnej elektroniki i metod kwalifikacji radiacyjnej systemów elektronicznych, zwłaszcza pod kątem aplikacji satelitarnych.</p> <p>Rozwój systemów akwizycji danych do zastosowań przemysłowych i laboratoryjnych.</p> <p>Rozwój i budowa sond dozymetrycznych promieniowania jonizującego.</p> <p>Budowa i rozwój systemów sterowania, akwizycji danych oraz zasilania do pracy w warunkach kosmicznych.</p>                                   | <p>masę 114Ru.</p> <p>Realizacja tematu 'Kształty jądrowe i izomeria w egzotycznych, neutrono-nadmiarowych jądrach, o pośrednich masach, badane za pomocą spektroskopii jądrowej i optycznej'.</p> <p>Analiza danych pokładowych z 10 lat pracy satelitów konstelacji BRITTE, pod kątem awarii wynikających z wpływu promieniowania kosmicznego, aby zaproponować nowe metody testowania elektroniki satelitarnej oraz nowe rozwiązania zwiększające odporność radiacyjną elektroniki satelitarnej (współpraca z CBK PAN oraz UAM).</p> <p>Rozwój projektu Tukan8k-USB w kierunku utrzymania na rynku analizatora o bardzo korzystnym współczynniku funkcjonalności do ceny, poprzez wymianę zastosowanych w urządzeniu elementów elektronicznych na ich bardziej wydajne, dostępne na rynku odpowiedniki.</p> <p>Dalsze prace nad technikami cyfrowej akwizycji danych w systemach spektrometrycznych.</p> <p>Opracowanie i rozwój sond dozymetrycznych do monitorowania skażeń promieniotwórczych, zgodnie ze wskazówkami Państwowej Agencji Atomistyki.</p> <p>Wsparcie techniczne oraz udział w projektach związanych z pomiarem promieniowania w aplikacjach kosmicznych. Budowa oraz testy i uruchomienie systemu realizującego centralny komputer, tryger eksperymentu oraz akwizycję danych dla instrumentu kosmicznego Polar-2 Budowa oraz testy i uruchomienie zasilacza niskiego napięcia dla instrumentu kosmicznego Polar-2.</p> |                       |
| VIII.  | ZASTOSOWANIE TECHNIK INFORMATYCZNYCH I KOMPUTERÓW DUŻEJ MOCY W BADANIACH NAUKOWYCH PRZEMYSŁE I ADMINISTRACJI                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |
| VIII.1 | Techniki informatyczne związane z bezpieczeństwem oraz efektywnym wykorzystaniem klastrów HPC w tym zdalne udostępnianie zasobów obliczeniowych.<br>(kontynuacja zadania) | <p>Celem zadania jest zwiększenie bezpieczeństwa użytkownika, szybkości wdrażania nowego oprogramowania i wykonywania zadań obliczeniowych, ułatwienia dostępu do klastra dla użytkowników oraz optymalizacja wykorzystania przestrzeni magazynowej klastra komputerowego CIŚ poprzez analizę tworzenie i wdrażanie ulepszonych architektur, polityk oraz rozwiązań sprzętowych i programowych. Zadanie ma bezpośrednio przyczynić się do poprawienia efektywności badań naukowych lub prac badawczo rozwojowych prowadzonych przez NCBJ, współpracujące grupy naukowców</p> | <p>- Wdrażanie nowych polityk bezpieczeństwa oraz systemów monitoringu i wizualizacji ruchu sieciowego (w tym opartych o sztuczną inteligencję).</p> <p>- Udostępnianie użytkownikom nowych oraz zoptymalizowanych wersji modułów z oprogramowaniem.</p> <p>- Wdrażanie ulepszonych konfiguracji systemu kolejowego umożliwiającego efektywniejsze wykorzystanie klastra CIŚ.</p> <p>- Zmniejszenie czasu niezbędnego na skonfigurowanie serwerów, maszyn wirtualnych lub kontenerów.</p> <p>- Aktualizacja architektury oraz przebudowa warstwy</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>UZ1</p> <p>UZ2</p> |

BP4



| Lp.    | Nazwa zadania                                                                                                                                                                                          | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zakład      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1      | 2                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5           |
|        |                                                                                                                                                                                                        | (CERN), sektor publiczny i prywatny (w tym przemysł i MŚP), a także wytwarzania nowoczesnych technik zarządzania klastrami HPC. Rozwój narzędzi do zdalnego udostępniania zasobów obliczeniowych klastra uatrakcylnia ofertę CiS dla użytkowników i zmniejsza obciążenie administratorów oraz ułatwia komercyjne wykorzystanie zasobów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>sprzętowej w celu usprawnienia przetwarzania danych.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rozwijanie współpracy z innymi ośrodkami (w szczególności zrzeszonymi w ramach PLGridu oraz WLCG).</li> <li>- Rozwój serwisów informacyjnych, m.in.: zdalnego dostępu do klastra, zaawansowane serwisy wspierające symulacje oraz przetwarzanie i analizę zbiorów lub strumieni danych (w szczególności oparte o technologie chmurowe/konteneryzacyjne oraz sztuczną inteligencję).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |
| VIII.2 | Badanie i wykrywanie struktur dla zastosowań w medycynie, biologii, przemyśle lub sektorze publicznym przy użyciu komputerów dużej mocy oraz z pomocą metod uczenia maszynowego. (kontynuacja zadania) | Celem jest opracowanie i zastosowanie zaawansowanych metod rekonstrukcji sygnałów i obrazów, klasyfikacji, selekcji oraz korekcji danych (w tym danych nie strukturyzowanych), w tym metod sztucznej inteligencji i Big Data. Symulacje i wykorzystanie opracowanych metod do danych obrazowych, tekstowych, chmur punktów i innych w tym przebiegów czasowych i strumieni danych w zastosowaniach rozwojowych i aplikacyjnych, m.in. medycznych (np. opisy szpitalne, dane z skanerów medycznych typu PET) oraz biologicznych (np. danych o mikrostrukturach z lasera na swobodnych elektronach). Poszukiwanie i wykrywanie struktur ukrytych, zmian patologicznych oraz anomalii w danych. Efektywna redukcja danych. Korekcja efektów zaburzających w danych. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opracowanie i wykorzystanie metod przetwarzania, klasyfikacji oraz modelowania regresji m.in. dla danych medycznych, obrazowych (w szczególności tomograficznych CT/MRI, astronomicznych, lotniczych i satelitarnych), tekstowych, multimodalnych, przebiegów czasowych oraz dla strumieni danych.</li> <li>- Przeniesienie metod BDT, SVM, sieci Kohonnena, CNN, RNN, LLM i pokrewnych na dane ze skanerów, laserów, dane obrazowe, chmury punktów, strumienie danych oraz zastosowanie do dużych zbiorów danych.</li> <li>- Rozwój metod symulacji (w szczególności symulacji szybkich) oraz rekonstrukcji topologii zdarzeń i obrazów dla technik obrazowania pozytonowo-emitacyjnego w tym PET, PEPT, PLI.. Uwzględnienie różnych typów zdarzeń (np. dwu- oraz trzyfotonowych) w tym występujących jednocześnie, niepewności pomiarowych, efektów zakłócających, efektów kwantowych, mechanizmów rozpadu pozytonium oraz czasu życia pozytonium.</li> </ul> | UZ1<br>UZ2  |
| VIII.3 | Uczenie maszynowe (ML)/Sztuczna inteligencja (AI) w badaniach materiałowych. Wieloskalowe modele systemów i danych. (kontynuacja zadania)                                                              | Tworzenie i rozwój systemów, modeli komputerowych i algorytmów ML/AI przeznaczonych do badania układów wysokiej złożoności. W szczególności optymalizacji i projektowania nowych wytrzymałych materiałów. Badania będą się skupiać na analizie propagacji i przyczynie wytworzenia pęknięć, plastyczności, mechanice statystycznej materiałów i relacji struktura-właściwość. Badania dotyczące zastosowania systemów zarządzania wiedzą (knowledge management) w zakresie materiałów jądrowych oraz modelowania zjawisk społecznych i ekonomicznych.                                                                                                                                                                                                            | Rozwój systemów i modeli ML/AI, skierowanych na różnorodne potencjalne zastosowania w badaniach materiałowych. Uczenie maszynowe i modele wieloskalowe pozwolą na rozwój nowych materiałów, pomogą zrozumieć zjawiska takie jak powstawanie pęknięć i odkształceń oraz odporność na uszkodzenia radiacyjne, rozwój metod opisu zjawisk złożonych opisywalnych analogiami fizycznymi oraz ontologii danych materiałowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | NOMAT<br>EN |
| IX.    | ZASTOSOWANIE METOD I TECHNIK JĄDROWYCH W MEDYCYNIE, OCHRONIE ŚRODOWISKA I PRZEMYSLE ORAZ PROGNOZOWANIE ZAGROZEŃ                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| IX.1   | Narzędzia numeryczne do analiz oddziaływania obiektów jądrowych i przemysłowych na środowisko. (kontynuacja zadania)                                                                                   | <p>Celem prac jest możliwość wykonywania:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiz zagrożeń od obiektów jądrowych budowanych oraz planowanych na terytorium krajów sąsiadujących.</li> <li>2. Ocen i ekspertyz dotyczących lokalizacji i budowy obiektów jądrowych w Polsce w aspekcie oddziaływania na ludzi i środowisko.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Metody i zakres prac obejmują:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- transport i dyspersję, ocenę wielkości dawek od wszystkich dróg narażenia, w przypadku uwolnień niebezpiecznych substancji do środowiska zarówno eksploatacyjnych jak i awaryjnych,</li> <li>- rekonstrukcję tzn. identyfikację członu źródłowego za</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | UZ3         |



| Lp.  | Nazwa zadania                                                                                                                                                    | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zakład                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1    | 2                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5                         |
| IX.2 | <p><b>Interdyscyplinarne badania nad terapią BNCT i nad innymi rodzajami terapii z wykorzystaniem promieniowania jonizującego:</b><br/>(kontynuacja zadania)</p> | <p>Przygotowanie stanowiska badawczego przy kanale poziomym H2 reaktora MARIA. Opracowanie dozymetrycznych metod pomiarów dawek dla stanowiska badawczego H2. Charakterystyzacja wiązki neutronowej na stanowisku badawczym H2. Ocena efektów biologicznych po zastosowaniu różnych typów promieniowania w komórkach nowotworowych — rozwój badań radiobiologicznych. Badania nad nośnikami boru dla terapii BNCT.</p>                     | <p>Obliczenia modelowe Monte Carlo dotyczące parametrów wiązki i ich weryfikacja pomiarowa. Obliczenia ciepło-przepływowe konwertera uranowego stanowiącego źródło neutronów dla wiązki badawczej. Układ pomiarowy dla konwertera uranowego. Detektory i metody pozwalające na określenie parametrów dozymetrycznych dla eksperymentów wykonywanych na stanowisku badawczym H2. Badanie jakości promieniowania wiązek neutronowych metodami fizycznymi (włączając mikro- i nanodozymetrię). Proteomika różnicowa oraz mechanizmy naprawy DNA po zastosowaniu różnych typów promieniowania w modelach in vitro – rozwój badań radiobiologicznych. Wpływ nośników boru na przeżywalność komórek, opracowanie warunków badań radiobiologicznych. Wpływ nośników boru na przeżywalność komórek, opracowanie warunków badań przy wykorzystaniu dostępnej infrastruktury.</p> | <p>H2<br/>EJ3<br/>EJ4</p> |
|      | <p><b>- z zastosowaniem promieniowania jądrowego w medycynie,</b></p>                                                                                            | <p>Wykonywanie badań nad BNCT z zastosowaniem poczyni hydraulicznej. Opracowanie metody pomiaru wielkości dozymetrycznych w zasobniku do poczyni hydraulicznej. Charakterystyzacja neutronowa, pola promieniowania gamma, oraz ciepła kanałów poczyni hydraulicznej. Ocena efektów biologicznych po napromienieniu różnych typów komórek nowotworowych – rozwój badań radiobiologicznych. Badania nad nośnikami boru dla terapii BNCT.</p> | <p>Obliczenia ciepło-przepływowe dla zasobnika poczyni hydraulicznej. Opracowanie dozymetrycznych metod pomiarowych w wymagającym środowisku pomiarowym zasobnika poczyni hydraulicznej. Badanie jakości promieniowania mieszanego (neutrony + promieniowanie gamma o zróżnicowanych energiach) metodami fizycznymi i chemicznymi (włączając mikro- i nanodozymetrię). Proteomika różnicowa oraz mechanizmy naprawy DNA po zastosowaniu różnych typów promieniowania w modelach in vitro – rozwój badań radiobiologicznych. Wpływ nośników boru na przeżywalność komórek, opracowanie warunków badań przy wykorzystaniu dostępnej infrastruktury. Techniki teloradioterapii, w tym radioterapia skojarzona z radiomodulatorami farmakologicznymi odpowiedzi nowotworu i jego środowiska.</p>                                                                            | <p>EJ4</p>                |
|      | <p><b>-z dozymetrią chemiczną.</b></p>                                                                                                                           | <p>Przygotowanie nowoczesnych dozymetrów chemicznych do</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Badania nad chemicznymi metodami pomiarowymi</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>EJ4</p>                |



| Lp.<br>1 | Nazwa zadania<br>2                                                                                                                               | Cel badań (maksymalnie 200 słów)<br>3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)<br>4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Zakład<br>5             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| IX.3     | Metody pomiarowe w reaktorze MARIA i innych układach jądrowych, środowiskowe oraz laboratoryjne pomiary promieniowania.<br>(kontynuacja zadania) | Rozwój, projektowanie i stosowanie w reaktorze MARIA (lub w innych urządzeniach jądrowych) detektorów promieniowania jonizującego oraz metod pomiaru różnych wielkości fizycznych lub chemicznych w polu promieniowania jonizującego, występującego w urządzeniach jądrowych.<br>Określenie składowych promieniowania w otoczeniu urządzeń generujących promieniowanie jonizujące oraz występujących naturalnie.<br>Określanie składu i właściwości próbek środowiskowych i materiałowych oraz materii pochodzenia pozaziemskiego, a także próbek napromienionych w reaktorze MARIA.<br>Dostosowanie wykorzystywanych w reaktorze MARIA pomiarów oraz technik chemicznych i fizyko-chemicznych do zaleceń MAEA i PAA. | Prowadzenie pomiarów przestrzennego i energetycznego rozkładu promieniowania i innych wielkości fizycznych w reaktorze MARIA.<br>Projektowanie układów pomiarowych przeznaczonych do zastosowania głównie w reaktorach jądrowych, ze szczególnym uwzględnieniem reaktora MARIA, a także w innych urządzeniach i układach badawczych lub przemysłowych stosujących źródła promieniowania.<br>Przygotowanie nowych koncepcji pomiarowych, opracowanie rozwiązań pomiarowych i kalibracyjnych, wykonanie układów detekcyjnych.<br>Wykorzystanie neutronowej analizy aktywacyjnej oraz technik spektrometrycznych, takich jak spektrometria promieniowania gamma, EPR, UV-Vis, NIR do pomiaru składu i właściwości próbek napromienionych w reaktorze MARIA oraz próbek środowiskowych i materiałowych, a także materii pochodzenia pozaziemskiego (meteority).<br>Wykorzystanie detektorów rekombinacyjnych, sfer Bonnera oraz detektorów śladowych do analizy składowych promieniowania mieszanego w otoczeniu urządzeń generujących promieniowanie jonizujące oraz występujących naturalnie.<br>Prowadzenie badań zmierzających do poprawy wydajności stosowanych w reaktorze MARIA metod i technik chemicznych oraz do poprawy czułości niezbędnych pomiarów chemicznych i dostosowania ich do wymagań stawianych reaktorom jądrowym. | EJ3<br>EJ4<br>H2<br>LPD |
| IX.4     | Metody dozymetrii i mikrodozymetrii dla ochrony radiologicznej, medycyny, energetyki jądrowej i ochrony środowiska.<br>(kontynuacja zadania)     | Rozwój metod pomiarowych w polach promieniowania jonizującego, a w szczególności doskonalenie metod dozymetrii promieniowania mieszanego z wykorzystaniem komór i metod rekombinacyjnych wspieranego warsztatem obliczeniowym Monte Carlo – MCNP, FLUKA, PHITS i GEANT4, porównanie kodów. Opracowanie metod dozymetrii w procesie radioembolizacji guzów wątroby z wykorzystaniem mikroster Y-90. Opracowanie metod dozymetrii wysokich dawek w polach mieszanego promieniowania jonizującego z wykorzystaniem spektroskopii EPR oraz metod termoluminescencyjnych. Opracowanie metod nanodozymetrii wiązek                                                                                                          | Opracowanie i badanie parametrów nowych komór jonizacyjnych dostosowanych do pomiarów rekombinacji jonów w gazach pod wysokim ciśnieniem. Opracowywanie metod pomiarowych i realizacja pomiarów w polach promieniowania jonizującego. Porównanie czterech kodów obliczeniowych w modelowaniu odpowiedzi detektorów w polach promieniowania mieszanego. Wykorzystanie obrazowych danych medycznych z tomografii SPECT i PET do określenia przestrzennych rozkładów aktywności pochodzących od mikroster Y-90 w tkankach nowotworowych i zdrowych. Pomiar charakterystyk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | H2                      |



| Lp.  | Nazwa zadania                                                                                                                                                                                      | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zakład                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5                       |
|      |                                                                                                                                                                                                    | wysokoenergetycznych fotonów (X i gamma) i elektronów. Nanodozymetryczna charakterystyka wiązek: elektronów, protonów, cząstek alfa i ciężkich jonów — pomiar struktury toru cząstki jonizującej w skali nanometrowej. Rozwój wiedzy dotyczącej oddziaływania promieniowania ze strukturami subkomórkowymi (DNA).<br>Rozwój technik dozymetrii dla energetyki jądrowej.                                                                                                                                                                                                 | podstawowych parametrów dozymetrycznych stosowanych dawcomierzy. Opracowanie procedur pomiaru wysokich dawek promieniowania. Symulacje numeryczne i projekt stanowiska pomiarowego do nanodozymetrycznej charakterystyki wiązek cząstek neutralnych (fotonów i potencjalnie neutronów). Przygotowanie stanowiska eksperymentalnego do pomiarów nanodozymetrii wiązek wysokoenergetycznych fotonów – pomiar.                                                                                                                                                                                                                                             |                         |
| IX.5 | Rozwój metod monitoringu skażeń środowiska i skażeń wewnętrznych.<br>(kontynuacja zadania)                                                                                                         | Rozszerzenie zakresu procedur pomiarowych w zakresie monitoringu skażeń środowiska stosowanych w LPD NCBJ. Rozszerzenie zakresu procedur pomiarowych na potrzeby monitoringu skażeń wewnętrznych stosowanych w LPD NCBJ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Rozwój metod monitoringu skażeń środowiska i skażeń wewnętrznych stosowanych w LPD do monitoringu radiacyjnego środowiska oraz narażenia wewnętrznego. Dostosowanie możliwości laboratorium i kompetencji pracowników LPD do aktualnych uwarunkowań prawnych (Rozporządzenie RM z dnia 9 sierpnia 2022 r. w sprawie zakresu programu monitoringu radiacyjnego środowiska dla jednostek organizacyjnych zakwalifikowanych do I lub II kategorii zagrożeń).<br>Dostosowanie możliwości laboratorium w obszarze monitoringu skażeń wewnętrznych do aktualnych potrzeb (rozwój nowych metod pomiarowych, rozwój metod stosowanych w sytuacjach awaryjnych). | LPD                     |
| X.   | WYTWARZANIE PREPARATÓW I ŹRÓDEŁ PROMIENIOWANIA DO CELÓW MEDYCZNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I NAUKOWYCH. METROLOGIA PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |
| X.1  | Opracowywanie metod otrzymywania, charakteryzacja i wstępna ocena przydatności nowych prekursorów oraz nośników dla izotopów promieniotwórczych do diagnostyki i terapii.<br>(kontynuacja zadania) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Badanie procesów napromieniania i separacji radionuklidów powstających podczas przerobu napromienianych tarcz;</li> <li>- Opracowanie metod znakowania radionuklidami różnych ligandów o aktywności biologicznej;</li> <li>- Opracowanie nowych potencjalnych radiofarmaceutyków do diagnostyki i terapii celowanej;</li> <li>- Opracowanie technologii wytwarzania nowych radiofarmaceutyków;</li> <li>- Badania przedkliniczne potencjalnych radiofarmaceutyków;</li> <li>- Badania kliniczne radiofarmaceutyków.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opracowanie technologii wytwarzania źródeł promieniotwórczych stosowanych w medycynie, przemyśle i nauce.</li> <li>- Przygotowywanie radiofarmaceutyków z zastosowaniem nowo otrzymanych izotopów i ligandów nośnikowych;</li> <li>- Opracowanie metod kontroli jakości radiofarmaceutyków;</li> <li>- Opracowanie i transfer do CERAD technologii wytwarzania radiofarmaceutyków opartych na radionuklidach cyklotronowych;</li> <li>- Rejestracja nowego radiofarmaceutyku PSMA-T4 zestaw do znakowania Tc-99m.</li> </ul>                                                                                   | DB<br>OR<br>POLATO<br>M |
| X.2. | Opracowanie bezzględnych metod pomiaru aktywności radionuklidów krótkożyłowych wykorzystywanych w medycynie nuklearnej.                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opracowanie procedur pomiaru aktywności radionuklidów z wykorzystaniem metod bezzględnych stosowanych w układach Państwowego Wzorca Jednostki Miary Aktywności Promieniotwórczej Radionuklidów;</li> <li>- Opracowanie metod kontroli jakości wytworzonych wzorców;</li> <li>- Zapewnienie spójności pomiarowej dla użytkowników końcowych opracowanych wzorców.</li> </ul>                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Walidacja metod pomiaru aktywności radionuklidów z zastosowaniem komór jonizacyjnych, detektorów HPGe oraz spektrometrów scyntylacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem izotopów wykorzystywanych w medycynie i przemyśle;</li> <li>- Udział w międzylaboratoryjnych porównaniach pomiarów aktywności radionuklidów, w celu potwierdzenia kompetencji</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               | BW<br>OR<br>POLATO<br>M |



| Lp.<br>1 | Nazwa zadania<br>2                                                                                | Cel badań (maksymalnie 200 słów)<br>3                                                                                                                                                                    | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)<br>4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Zakład<br>5 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          | (kontynuacja zadania)                                                                             |                                                                                                                                                                                                          | <p>pomiarowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prace związane ze wzorcowaniem układów pomiarowych opartych na metodach względnych oraz ustanowieniem wzorców wtórnych, zapewniających spójność pomiarową;</li> <li>- W ramach modernizacji infrastruktury planowana jest waldacja nowego oprogramowania układu 4π-LSy wchodzącego w skład Państwowego Wzorca Jednostki Miary Aktywności Promieniotwórczej Radionuklidów;</li> <li>- Planowane jest rozpoczęcie prac nad włączeniem układu pomiarowego TDK-V do systemu Układów Państwowego Wzorca Jednostki Miary Aktywności Promieniotwórczej Radionuklidów;</li> <li>- Prace nad budową mobilnego, innowacyjnego układu pomiarowego pracującego z wykorzystaniem techniki ciekłych scyntylatorów, przeznaczzonego do precyzyjnych pomiarów aktywności krótko-żyjących radionuklidów.</li> </ul> <p>Rozwój technik pomiarowych oraz wzorców wielkości kermy w powietrzu i gęstości strumienia neutronów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | LPD         |
| X.3      | Wzorcowe pola promieniowana jonizującego.<br>(kontynuacja zadania)                                | Rozwój wzorcowych pól promieniowania gamma oraz rozwój metrologii pól radioizotopowych źródeł neutronów.                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |
| X.4      | Projektowanie, synteza i ocena przedkliniczna nowych radiofarmaceutyków.<br>(kontynuacja zadania) | Opracowanie metod wytwarzania nowych związków biologicznie aktywnych na bazie przeciwciał lub nanomateriałów znakowanych radionuklidami do wykorzystania w diagnostyce i terapii w medycynie nuklearnej. | <p>W ramach badań opracowane zostaną nowe bifunkcyjne prekursor grupy prostetycznych, umożliwiające z jednej strony trwałe połączenie z biomolekułami kierującymi na komórki nowotworowe, a z drugiej – wprowadzenie radioizotopu wykorzystywanego w diagnostyce lub terapii. Do sprzęgania z biomolekułami planowane jest użycie aktywnych estrów (NHS, Mal, p-SCN) oraz metody przebudowy mostków disiarczkowych (disulfide rebridging). Jako grupy ulegające podstawieniu radioizotopem rozważane są pochodne Sn, Si oraz związki borowe (np. estry). Badania będą obejmować dwa podejścia: (1) sprzęganie prekursora z biomolekułą, a następnie znakowanie radioizotopem, oraz (2) znakowanie prekursora radioizotopem i jego późniejsze połączenie z biomolekułą. Oceniana będzie stabilność otrzymanych związków w roztworze soli fizjologicznej i surowicy w 25°C i 37°C. Przedkliniczna ocena obejmie badania in vitro (specyficzność wiązania, internalizacja, toksyczność) oraz in vivo (biodystrybucja, obrazowanie Czerenkowa, farmakokinetyka i farmakodynamika). Równolegle prowadzone będą prace nad terapiami nanocząstkami organicznymi (nanomicelle) i nieorganicznymi (up-converting), w których radioizotop</p> | NOMAT<br>EN |



| Lp.  | Nazwa zadania                                                        | Cel badań (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Opis planowanych prac (maksymalnie 200 słów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Zakład |
|------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1    | 2                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5      |
| XI.  | <b>DZIAŁALNOŚĆ WSPOMAGAJĄCA BADANIA</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |
| XI.1 | <b>Edukacja, szkolenia i popularyzacja.</b><br>(kontynuacja zadania) | Przedstawienie społeczeństwu problematyki badań naukowych prowadzonych w NCBJ.<br>Organizacja wydarzeń popularyzujących badania naukowe prowadzone w NCBJ, w tym prowadzenie kampanii informacyjnych o promieniowaniu jonizującym i jego zastosowaniach. Popularyzacja wiedzy o promieniowaniu jonizującym, jego wszechobecności, zastosowaniach oraz pokojowym wykorzystaniu energii jądrowej. Szkolenie klientów i pracowników NCBJ w zakresie ochrony radiologicznej oraz bezpieczeństwa jądrowego | Tworzenie materiałów dydaktycznych, popularyzacyjnych i szkoleniowych w celu edukacji i popularyzacji wiedzy naukowej.<br>Udział oraz koordynacja udziału innych jednostek NCBJ w corocznych wydarzeniach popularyzujących naukę, takich jak Pikniki i Festiwale Nauki, organizowanych na terenie całego kraju.<br>Organizacja wykładów, prelekcji i zajęć laboratoryjnych w formach stacjonarnej, online oraz wyjazdowej, a także umożliwienie zainteresowanym zwiedzania laboratoriów Instytutu.<br>Organizacja ogólnopolskiego konkursu uczniowskiego „Fizyczne Ścieżki” oraz opracowanie modeli wsparcia dla uczniów i nauczycieli.<br>Realizacja programu dydaktycznego „Detektory dla Szkół”, mającego na celu edukację w zakresie detekcji promieniowania.<br>Organizacja kursów i szkoleń dla szerokiego kręgu odbiorców, jak m.in.: osób pracujących w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące, odpowiedzialnych za realizację Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ) oraz prowadzących działalność informacyjną i popularyzatorską w dziedzinie energetyki jądrowej. | SE     |

|                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                    |                                                                            |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sekretarz Naukowy<br>Sekretarz Naukowy<br>Narodowego Centrum Badań Jądrowych<br><i>Aneta Malinowska</i><br>dr hab. Aneta Malinowska<br>Data 30.06.2025 | Zastępca Dyrektora ds. Naukowych<br>04.07.2025<br>Zastępca Dyrektora<br>Narodowego Centrum Badań Jądrowych<br>ds. Naukowych<br><i>A. Pollo</i><br>Data 04.07.2025<br>prof. dr hab. Agnieszka Pollo | Przewodniczący Rady Naukowej<br><i>Tomasz Kucharski</i><br>Data 27.06.2025 | Dyrektor Narodowego Centrum Badań Jądrowych<br>04.07.2025<br>p.o. Dyrektora<br>Narodowego Centrum Badań Jądrowych<br><i>A. Pollo</i><br>Data 04.07.2025<br>prof. dr hab. Agnieszka Pollo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|