

Prof.dr hab. Rafał Broda  
Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
im. H.Niewodniczańskiego,  
Ul.Radzikowskiego 152  
31-342 KRAKÓW

Kraków, 4 listopada 2013

## **Ocena dorobku naukowego dr Anny Stolarz i recenzja jej osiągnięć badawczych przedstawionych do habilitacji w monografii pt.: „Targets for accelerator-based nuclear research”**

### **Informacje podstawowe**

Dr Anna Stolarz po ukończeniu studiów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego w 1974 roku została zatrudniona w Zakładzie Spektroskopii Jądrowej Instytutu Fizyki Doświadczalnej UW. Od samego początku jej działalność związana była z powstającym wtedy naukowo-badawczym ośrodkiem wokół budowanego cyklotronu warszawskiego, gdzie bardzo szybko zorganizowała pracownię specjalizującą się w separacji izotopów wytwarzanych w tarczach bombardowanych ciężkimi jonami. Od 1979 roku zatrudniona jest w utworzonym już jako odrębna jednostka Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego, w którym do dzisiaj pracuje na stanowisku adiunkta i kierownika pracowni tarczowej.

W czasie pięcioletniej przerwy w tym okresie pracy, na urlopie naukowym w latach 1980-85, odbyła studia doktoranckie w swoim macierzystym Wydziale Chemii UW i w 1988 roku obroniła pracę doktorską pt.: „Wymiana izotopowa wodoru w związkach N-heterocyklicznych”.

Od początku swej działalności naukowej dr A.Stolarz prowadzi współpracę z międzynarodowymi grupami zajmującymi się podobną tematyką, związaną głównie z technikami przygotowywania różnych rodzajów tarcz i cienkich folii dla badań w fizyce jądrowej i astrofizyce.

W latach 1978/79 przebywa w Szwajcarii w European Organization for Nuclear Research CERN w Genewie, w Radioprotection Group, gdzie prowadzi badania związane z uszkodzeniami materiałów poddanych działaniu promieniowania jonizującego, a w latach 1980/82 kontynuuje tę współpracę w ramach krótszych dwumiesięcznych pobytów. W 1992 roku odbyła roczny pobyt w Technische Universität München w Niemczech w ramach stypendium TEMPUS i przez kolejnych dziesięć lat (1993/2002) kontynuuje współpracę z tą grupą w ramach krótszych pobytów, od kilku tygodni do paru miesięcy. Następnie w latach 2002/2008 związała się z grupą w Isotope Measurements Unit w ośrodku Joint Research Centre-Institute for Reference Materials and Measurements, Geel w Belgii, a w latach późniejszych 2010/2011 przebywa tam kilkakrotnie w ramach krótszych pobytów. Współpraca międzynarodowa dr Anny Stolarz obejmuje także ścisłe, robocze kontakty i współpracę z wieloma innymi ośrodkami i grupami specjalizującymi się w przygotowywaniu tarcz do badań fizyki jądrowej. Warto tutaj wymienić ośrodki INFN Legnaro we Włoszech, IPN-Orsay, ISN-Grenoble, a także ostatnio GANIL – Caen we Francji, oraz University of Jyväskylä w Finlandii. Wykształcenie w dziedzinie chemii i olbrzymie doświadczenie związane z udziałem w wielu przedsięwzięciach eksperymentalnych w dziedzinie fizyki jądrowej, a także szeroka współpraca grupami z różnych ośrodków zagranicznych specjalizujących się w przygotowywaniu tarcz do badań jądrowych, utrwaliły pozycję dr Anny Stolarz jako najbardziej wybitnej specjalistki w tej dziedzinie w Polsce.



W ramach działalności w macierzystym Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego kieruje pracownią tarczową i zapewnia profesjonalne przygotowanie tarcz zgodnie z wymaganiami wielu różnorodnych eksperymentów przeprowadzanych na cyklotronie U-200. Jest ważnym współautorem tych eksperymentów i aktywnym uczestnikiem wielu innych przedsięwzięć badawczych i organizacyjnych.

Od roku 2000 jest członkiem naukowego komitetu International Nuclear Target Development Society, a wyborem członków tego Stowarzyszenia weszła również od roku 1996 do dzisiaj w skład jego Zarządu. W latach 2003-2007 pełniła funkcję wice-prezydenta INTDS, a w kolejnych latach 2008-2012 była mianowana na Prezydenta tego Stowarzyszenia. Jednocześnie od 2009 roku do dzisiaj jest Administratorem strony internetowej INTDS. Na INTDS World Conferences w latach 1998-2012 przewodniczyła sesjom tych konferencji. W roku 2013 objęła funkcję współwydawcy wydania Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry i jest stałym recenzentem prestiżowego czasopisma Nuclear Instruments and Methods A. Jest także sekretarzem naukowym Programme Advisory Committee przy ŚLCJ UW, pełniła z wyboru funkcję przedstawiciela Załogi do Rady Naukowej ŚLCJ i koordynowała spotkania popularyzacyjne na terenie Laboratorium w ramach Festiwalu Nauki.

## **Charakterystyka dorobku naukowego**

Działalność naukowa dr. Anny Stolarz skupiła się głównie wokół zagadnień związanych z jej wyborem drogi naukowej kariery, gdy zdecydowała, że swoje uniwersyteckie wykształcenie chemiczne wykorzysta do uczestnictwa w eksperymentalnych badaniach fizyki jądrowej. Jeszcze przed doktoratem, ale już w ramach pobytu w ośrodku w CERN badała wpływ promieniowania jonizującego na materiały izolacyjne i na termoutwardzalne żywice, a także zajmowała się pomiarami dawek w badaniach uszkodzeń materiałowych powstałych na skutek promieniowania pochodzącego z akceleratorów wysoko-energetycznych. Szczegółowe badania wymiany izotopowej wodoru pomiędzy fazami gazową i ciekłą zaowocowały pracą doktorską zwieńczoną stopniem doktora nauk chemicznych.

Po doktoracie dr Stolarz już wyraźnie zogniskowała swoje badania wokół tematyki związanej z rozwojem i zastosowaniem technik przygotowywania cienkich folii stosowanych jako tarcze w eksperymentach fizyki jądrowej. W praktycznym zastosowaniu nabytej wiedzy i doświadczenia przygotowała wiele różnorodnych tarcz używanych w eksperymentach na cyklotronie w ŚLCJ, a także w innych ośrodkach akceleratorowych. Prace te objęły także rozpracowanie metodyki montowania bardzo cienkich folii węglowych na trzyramiennej ramce, które służyły jako stripery przy wyprowadzaniu wiązki z cyklotronu. Opracowała też bardzo wydajną metodę sedymentacji do uzyskania grubych tarcz z różnych materiałów używanych w eksperymentach do badań halo neutronowego. Charakterystyczną cechą tych wszystkich naukowych przedsięwzięć była wielka różnorodność metodyki przygotowania tarcz, które każdorazowo musiały być dobrane do wymagań konkretnego eksperymentu. Przykład precyzyjnego pomiaru stosunków przekrojów czynnych reakcji  $^{235}\text{U}(n,f)/\text{H}(n,n)$ , który wymagał tarczy z niezmienną w czasie ilością wodoru, obrazuje takie specyficzne wymagania, a zastosowanie mikroskopii sił atomowych do kontroli jakości powierzchni warstwy tarczy i jej grubości demonstruje w jak szerokim zakresie wykorzystano różnorodne techniki do osiągnięcia celu. Metodyka przygotowania bardzo cienkich folii poliimidowych rozpracowana przez dr Stolarz pozwoliła na przygotowanie dużych rozmiarów folii o rekordowo cienkiej grubości, które były tak stabilne mechanicznie i termicznie, że posłużyły do wyprodukowania filtrów optycznych zabezpieczających teleskopy do pomiarów promieniowania X w warunkach kosmicznych. Podobna



technika zastosowana też była do budowy okienek w tarczach gazowych, gdy warunki eksperymentu wymagały zastosowania materiału o niskim Z.

Poza tym głównym nurtem pracy naukowo-badawczej dr Anna Stolarz zajmowała się także rozpracowaniem metod separacji uranu obecnego w środowisku nieorganicznym w ilościach nanogramowych. Potrzebne to było do wyznaczania stosunków izotopowych pierwiastków rozszczepialnych obecnych w środowisku naturalnym. Okazało się, że przy tak niskich poziomach stężenia wcześniej stosowane metody były zawodne, a zastosowanie jonowymiennych żywic BIO-RAD dało wyniki w pełni zapewniające rzetelność zmierzonych stosunków izotopowych.

Aktualnie dr Stolarz zajmuje się także rozpracowywaniem metod uzyskiwania różnych radioizotopów dla celów medycznych. Już wcześniej przygotowywała tarcze do naświetlań, w których uzyskiwano różne radioizotopy medyczne, ale w swoim autoreferacie opisuje szerzej bogate plany związane z tymi projektami, którym zamierza poświęcić główną część swojej dalszej działalności naukowo-badawczej.

Dorobek naukowy dr Anny Stolarz udokumentowany jest indywidualnymi i współautorskimi publikacjami, których liczba wynosi 60, a 35 z nich objętych jest systemem JCR. Są to artykuły publikowane w bardzo ważnych czasopismach naukowych związanych z prowadzoną przez autorkę działalnością naukową, a liczne, często jedno-autorskie publikacje w prestiżowym Nuclear Methods and Instruments A przyczyniły się zapewne do przyznania jej pozycji stałego recenzenta w tym czasopiśmie. Dr Stolarz jest również współautorką licznych raportów z badań naukowych, pośród których wymienia 7 raportów wewnętrznych CERN, jako tych których rozpowszechnienie jest szczególnie szerokie.

Liczby 208 cytowań i index Hirscha  $h=6$  są znaczące biorąc pod uwagę specyfikę i wąską specjalizację tej konkretnej dziedziny badań. Jednak liczby te nie określają w dostatecznie adekwatny sposób prawdziwej wartości dorobku naukowego dr Stolarz, który jest szeroko doceniany w międzynarodowym środowisku specjalistów w tematyce, którą reprezentuje. Z jednej strony świadectwem tej wysokiej oceny jest jej utrwalona przez wiele lat pozycja i prestiżowe funkcje, na które z wyboru powołano ją w International Nuclear Target Development Society. Z drugiej strony jej udział w 12-tu konferencjach międzynarodowych, w których na zaproszenie wygłosiła ważne wykłady, w tym także wykład otwierający konferencję (Vancouver, Kanada) świadczy o ugruntowanej pozycji międzynarodowej. Uczestniczyła także w kilkuletnich projektach badawczych i w licznych eksperymentach związanych z bardzo konkretnymi projektami badań fizyki jądrowej.

Podsumowując, bardzo pozytywnie oceniam cały dorobek naukowy dr Anny Stolarz, który jednoznacznie ukazuje niezwykle solidne i kompetentne ukierunkowanie podejmowanej tematyki, a także wysoką samodzielność i specjalizację w bardzo trudnej dziedzinie, w której wykształcenie i doświadczenie chemika wkracza w eksperymentalną fizykę jądrową w najbardziej konstruktywny sposób. Dorobek naukowy dr Stolarz jest bardzo jednoznacznie owocem jej indywidualnej działalności naukowej, jest udokumentowany licznymi publikacjami i jest także dobrze rozpoznany w środowisku międzynarodowym, a zwłaszcza pośród specjalistów zajmujących się metodologią przygotowania tarcz do eksperymentów fizyki jądrowej.

## **Ocena monografii przedstawionej do habilitacji**

Przywołując 14 wybranych publikacji, które konkretnie dotyczą metodologii produkcji tarcz do eksperymentów fizyki jądrowej, ale także opierając się na swoim bardziej szerokim wieloletnim doświadczeniu, dr Anna Stolarz przedstawiła monografię pt.: „Targets for accelerator-based nuclear research” jako swoją pracę habilitacyjną. Jest to praca bardzo nietypowa, bo w zasadzie nie



zawiera opisu szczegółowych badań i ich wyników, a jest raczej vademecum przeznaczonym dla każdego badacza, który używa lub przygotowuje tarcze przeznaczone dla eksperymentów fizyki jądrowej przeprowadzanych na wiązkach akceleratorów. Już rozpoczynając od wstępu i historycznego wprowadzenia w tematykę produkcji tarcz czytałem monografię dr Stolarz z wielką przyjemnością i z narastającą aprobatą, że autorka zdecydowała się nadać taki kształt udokumentowaniu wiedzy, jaką nabyła w wieloletniej praktyce swej głównej działalności naukowo badawczej. Autorka wybrała najbardziej właściwy sposób, by utrwalić to, co jest najważniejszym owocem jej specjalistycznej pracy, mianowicie to doświadczenie, które trzeba i warto przekazać wszystkim tym, którzy używają różnorodnych tarcz w eksperymentach fizyki jądrowej, a zwłaszcza tym, którzy podejmują się przygotowania takich tarcz. Środowisko, do którego adresowana jest monografia jest szerokie w skali międzynarodowej i dlatego ważne jest, że autorka napisała tę pracę w języku angielskim, a trzeba zaznaczyć, że język monografii jest bardzo poprawny i ładny.

Ze względu na różnorodność problemów i szerokość tematyki, poszczególne konkretne opisy metodyki są z konieczności skrótowe, ale całość zaopatrzona jest w obszerną bibliografię zawierającą 192 pozycje, w której czytelnik może znaleźć odpowiednią dokumentację i wyjaśniające szczegóły. Jeszcze szerszym przywołaniem źródeł, do których warto sięgnąć po niezbędne szczegóły stosowanych technik jest odwołanie się do strony internetowej [www.intds.org](http://www.intds.org), w której podany jest indeks bibliograficzny przygotowany przez Nuclear Target Development Society przy znaczącym udziale autorki. Całość obejmuje w zasadzie komplet tych wszystkich informacji, które niezbędne są przy wyborze metodyki, którą należy zastosować w optymalnym przygotowaniu tarczy do eksperymentu, a także wskazane są różne ograniczenia i niektóre pułapki, które mogą rzutować na losy przeprowadzanych eksperymentów.

Omawiana monografia jest bardzo logicznie uporządkowana i kolejne jej rozdziały skupiają się na poszczególnych technikach preparatyki tarcz, głównie tych, które znajdują zastosowanie w eksperymentach fizyki jądrowej. Przygotowanie w kontrolowany sposób tarcz metalicznych przez walcowanie, które mimo prostej procedury wymaga wielkiego doświadczenia i wiedzy o materiale tarczy przedstawione jest w rozdziale 2 i obejmuje także opis technik służących do uzyskania odpowiedniej metalicznej formy materiału wstępnego. W kolejnym rozdziale opisane są techniki formowania tarcz z materiałów sproszkowanych, zwłaszcza izotopów separowanych, które dostarczane są często w formie różnych związków chemicznych. Proste wykorzystanie dużych ciśnień do sprasowania materiału stosowane jest dla tarcz grubych, natomiast różne metody sedymentacji pozwalają uzyskiwać stabilne mechanicznie cienkie tarcze o dużej jednorodności, zwykle na odpowiednio dobranych podkładkach. Dla jeszcze cieńszych tarcz o kontrolowanej grubości proponowana jest metoda HIVIPP, w której mikrocząstki materiału osadzone są na podkładce w polu elektrycznym. Najobszerniejszy rozdział 4 zawiera opisy najczęściej stosowanych metod preparatyki tarcz związanych z procesami temperaturowego wyparowania i kondensacji, a także zimnej depozycji materiału tarczy w procesie sputtering. W tym rozdziale autorka podaje także opis technik, przy pomocy których monitorowane są pożądane parametry i własności uzyskiwanych tarcz, także wybór materiałów podkładek (backing), a nawet sposobów pozyskiwania w tych technikach tarcz samo-podtrzymujących się i montowania ich w układzie eksperymentu. W krótkim rozdziale 5 przedstawione są najważniejsze informacje o metodyce preparatyki tarcz w procesie elektrolizy, a zamieszczona po tym rozdziale tabela podsumowuje wszystkie wcześniej omówione metodyki i porównawczo zestawia ich zalety, wydajności i ograniczenia.

Dużą zaletą monografii jest widoczny i dobrze wypełniony przez autorkę zamiar ujęcia pełnej tematyki związanej z preparatyką tarcz. Szczególnie cenny pod tym względem jest rozdział 6, w którym autorka opisuje metody pozwalające obiektywnie scharakteryzować uzyskane w różnych technikach tarcze. Chodzi głównie o metodyki pomiarów grubości tarczy, określania jej jednorodności, kontrolę niepożądanych zanieczyszczeń, czy charakterystykę powierzchni. Są to



często parametry, których znajomość jest bardzo potrzebna do właściwej interpretacji niektórych ważnych elementów przeprowadzanych eksperymentów. W dalszych rozdziałach autorka omawia ważne szczegóły związane z preparatyką tarcz o bardzo specyficznych zastosowaniach. Chodzi tutaj o tarcze z radioaktywnych materiałów, tarcze gazowe, także te wykorzystujące materiały absorbujące gaz, specyficzne tarcze służące w badaniach radiobiologii i tarcze służące do produkcji radioizotopów dla celów medycznych. Wyczerpujący tematykę charakter monografii podkreślony jest przez opis preparatyki specyficznych tarcz używanych jako strippery w akceleratorach, by gwałtownie zmieniając tor wiązki wyprowadzić ją na zewnątrz, lub po zmianie ładunku wprowadzić do kolejnej fazy akceleracji. Także rozdział 9 rozważający zagadnienie ciepła przekazywanego tarczy przez bombardującą wiązkę i uchronienie tarczy przed termicznymi skutkami pokazuje kompletność przeglądu przedstawionego w monografii.

Monografię przedstawioną przez dr Annę Stolarz do habilitacji uważam za bardzo wartościowe opracowanie, które w przyszłości spełni bardzo pożyteczną rolę w środowisku doświadczalnej fizyki jądrowej. Monografia ta świadczy o dużej wiedzy autorki nabytej w wieloletniej praktyce działalności naukowej związanej z preparatyką tarcz. Pragnę podkreślić, że jako fizyk jądrowy z blisko 50-letnim stażem z przyjemnością zapoznałem się z tym opracowaniem, które dotyczy niezwykle istotnej części naszych wysiłków badawczych. Często powodzenie eksperymentu w znacznej mierze zależy od jakości użytej tarczy i od znajomości jej charakterystyki, a także od trudno przewidywalnych okoliczności, dla których możliwość zaistnienia bierze się pod uwagę na podstawie wieloletniego doświadczenia. Na część takich „pułapek” autorka zwróciła uwagę, choć można by w przyszłości uzupełnić monografię aneksem zawierającym dodatkowe uwagi i wskazówki fizyków, którzy zetknęli się z różnymi „przygodami z tarczami” w swoich eksperymentach. Mógłbym w charakterze przykładu podać spalanie tarczy separowanego izotopu Gd po gwałtownym rozładowaniu napięcia powstałego w procesie walcowania, czy eksplozję tarczy Pd na podkładce Pb, gdy pod wpływem wiązki temperatura uruchomiła silnie egzotermiczny proces tworzenia związku PdPb o specyficznej stechiometrii.

Podsumowując swoją ocenę uważam, że przedstawiona monografia w bardzo ładny, oryginalny i adekwatny sposób prezentuje główne owoce dorobku naukowego dr Anny Stolarz i w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym.

## **Charakterystyka dorobku dydaktycznego i organizacyjnego.**

Działalność dydaktyczna dr Anny Stolarz obejmuje cały okres zatrudnienia na Uniwersytecie Warszawskim. Już w czasie studiów doktoranckich na Wydziale Chemii w latach 1981-85 prowadziła regularne zajęcia ze studentami na pracowni radiochemicznej. Przez 6 lat (1996/2002) wykładała dla studentów Wydziału Fizyki o metodach przygotowania tarcz i pomiarów ich parametrów, a także prowadziła ćwiczenia z metodyki przygotowania tarcz dla eksperymentów fizyki jądrowej dla studentów tej specjalności. Kontynuowała rozwiniętą tematykę podobnych wykładów i ćwiczeń w języku polskim i angielskim, od roku 2009 do dzisiaj, w ramach warsztatów studenckich organizowanych przez ŚLCJ i obejmujących także studentów z zagranicy. W roku 2012 z podobnymi wykładami uczestniczyła w międzynarodowej „Summer School on Acceleration and Applications of Heavy Ions” zorganizowanej przez ŚLCJ UW. W 2011 roku opiekowała się także pracą licencjacką związaną z preparatyką tarcz i badaniami cienkich warstw za pomocą Mikroskopu Sił Atomowych.

Szczególnie bogaty jest dorobek dr Stolarz w działalności organizacyjnej, który rozpoczął się już od początku jej drogi naukowej, gdy organizowała laboratorium radiochemiczne, a później pracownię tarczową. Cała działalność i funkcje pełnione przez nią w ramach Stowarzyszenia Nuclear Target Development Society wiążą się z wielkimi wysiłkami organizacyjnymi, w których wykazała spory talent wyraźnie doceniony przez całe międzynarodowe środowisko Stowarzyszenia. Także jej działalność w ramach zatrudnienia w ŚLCJ obejmuje wiele prac



organizacyjnych związanych z funkcją Sekretarza Komitetu PAC, z koordynacją spotkań popularyzatorskich, a także z uczestnictwem w Radzie Naukowej ŚLCJ, do której została wybrana jako przedstawiciel Załogi. Dr Anna Stolarz organizowała, lub współorganizowała także liczne konferencje, sympozja, sesje naukowe i warsztaty, w tym większość o charakterze międzynarodowym, przy czym konferencje INTDS i Międzynarodowa Mazurska Szkoła Fizyki Jądrowej mają charakter cykliczny i wysiłki organizacji tych spotkań rozciągały się na wiele lat. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny dr Anny Stolarz oceniam bardzo pozytywnie.

### **Podsumowanie.**

Po szczegółowym zapoznaniu się z przedstawioną do habilitacji dr Anny Stolarz dokumentacją, bardzo pozytywnie oceniam jej dorobek naukowy, współpracę międzynarodową, dorobek dydaktyczny i organizacyjny. Także podsumowanie wiedzy, doświadczeń i osiągnięć dr Stolarz związanych z metodologią preparatyki tarcz, opisane w monografii przedstawionej do habilitacji uważam za bardzo wartościowe, użyteczne i znaczące dla fizyki jądrowej. Z pełnym przekonaniem stawiam wniosek o dopuszczenie dr Anny Stolarz do dalszych procedur związanych z nadaniem jej stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.

*Rafał Bonda*