

# Na nowych drogach fizyki

Rozmowa z prof. **JERZYM WOŁOWSKIM**,  
zastępcą dyrektora ds. naukowych Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy



Fot. Kasia Guzik

## Prof. JERZY WOŁOWSKI

Jerzy Wołowski urodził się w 1936 roku w Lubiczu koło Torunia. Studia ukończył na Uniwersytecie Warszawskim w 1960 roku obroną pracy magisterskiej dotyczącej spektroskopii jądrowej. W roku 1967 uzyskał stopień doktora fizyki także na Uniwersytecie Warszawskim po obronie pracy doktorskiej dotyczącej badań w zakresie fizyki jądrowej wykonanych w Instytucie Fizyki UW. W latach 1961-1969 pracował w Wojskowej Akademii Technicznej w Katedrze Fizyki, najpierw jak asystent a następnie adiunkt prowadząc zajęcia dydaktyczne ze studentami WAT. W latach 1969-1975 dr J. Wołowski uczestniczył w organizowaniu w WAT nowego Zespołu Fizyki Jądrowej i kierował badaniami oddziaływań laser-plazma uzyskując już wówczas wyniki na poziomie międzynarodowym.

Od roku 1976 pracuje w Instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy powstałym w wyniku połączenia czterech Zespołów utworzonych wcześniej w WAT. Jako kierownik zakładu, następnie oddziału i zastępca dyrektora instytutu zajmował się badaniami fizyki plazmy wytwarzanej laserem i wybranymi aspektami laserowej syntezy termojądrowej.

W roku 1991 uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego po obronie dysertacji dotyczącej badań efektów anomalnych w plazmie laserowej. Kierował wieloma krajowymi i międzynarodowymi projektami badawczymi. Był promotorem trojga doktorantów. W roku 2014 uzyskał tytuł profesora. Prof. J. Wołowski jest autorem lub współautorem ponad 190 publikacji w renomowanych czasopismach naukowych i ponad 200 publikacji w materiałach konferencyjnych. Był współorganizatorem kilku konferencji międzynarodowych, członkiem kilku organizacji i komitetów naukowych.

**P**an Profesor ma szczególne powody do satysfakcji natury poznawczej, gdyż należy do bardzo wąskiego grona naukowców, którzy zapoczątkowali w Polsce badania nad gorącą plazmą oraz fuzją termojądrową. Jak z perspektywy – przez pryzmat osobistych doświadczeń – ocenia Pan ten pionierski okres badań w dziedzinie fizyki plazmy?

Po studiach i doktoracie na Uniwersytecie Warszawskim pracowałem w Wojskowej Akademii Technicznej w Katedrze Fizyki, prowadząc zajęcia ze studentami, zarówno ćwiczenia, jak i wykłady z fizyki. Pod koniec lat 60. – niespodziewanie dla mnie – ówczesny komendant WAT gen. prof. Sylwester Kaliski, poprosił mnie i nieznanego mi wtedy mjr. dr. Sławomira Denusa na rozmowę. Zostałem zapytany: Czy byłbym zainteresowany badaniami w zakresie fizyki jądrowej w WAT i czy wspólnie z dr. Denusem nie podjąłbym się zorganizowania zespołu naukowego zajmującego się tym kierunkiem fizyki. Wówczas nie wiedziałem jeszcze, że chodzi o badania w zakresie fizyki plazmy i syntezy termojądrowej (fuzji).

**A skąd miała się rekrutować przyszła kadra naukowa w tak unikatowym obszarze badań jak fizyka plazmy?**

Na Wydział Fizyki Technicznej w WAT, na którym czas studiów wynosił sześć lat przygotowywano do pracy w obszarze najnowszych zastosowań fizyki. I właśnie pod koniec roku 1969 na polecenie prof. Kaliskiego organizowaliśmy w WAT wspólnie z dr. Denusem Zespół Fizyki Jądrowej, angażujący głównie absolwentów tego Wydziału. Profesor określił metody wytwarzania gorącej plazmy, które – w jego opinii – mogły doprowadzić do postępu w badaniach takiej plazmy i w rezultacie uzyskać efekt syntezy jądrowej. W tym czasie z inicjatywy prof. Kaliskiego powstawały w WAT także inne zespoły, które miały zająć się innymi aspektami generacji gorącej plazmy i warunkami uzyskania efektu fuzji. Prowadzono, zatem badania plazmy wytwarzanej laserem, plazmy generowanej wyładowaniem silnoprądowym w układach „Plasma Focus” i analizowano teoretyczne problemy fuzji. Badania układów „Plasma Fo-

cus” prowadzono w ścisłej współpracy z Instytutem Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku, w którym te urządzenia konstruowano. Sprawdzano teoretycznie i eksperymentalnie idee profesora Kaliskiego, dotyczące możliwości kompresji plazmy za pomocą materiałów wybuchowych.

### **Jak dochodzi do reakcji syntezy termojądrowej?**

W plazmie termojądrowej, czyli w gorącej plazmie o temperaturze ponad 100 milionów stopni Celsjusza może zachodzić reakcja syntezy jąder deuteru i trytu. W takich warunkach jądra te mają bardzo dużą energię kinetyczną, co umożliwia ich łączenie się (fuzję) z wydzieleniem dużej energii (mierzonej w skali mikro) unoszonej przez produkty tej reakcji – cząstki alfa i neutrony. Jeżeli aktów syntezy w plazmie jest bardzo dużo to uzyskana energia może znacznie przekroczyć energię dostarczoną do układu plazmowego. Fuzja termojądrowa jest mechanizmem grzania we wnętrzu Słońca i gwiazd. W latach 50. reakcję syntezy poznano na tyle, aby można było stworzyć bombę termojądrową („wodorową”) o strasznej sile rażenia. Traktaty międzynarodowe jednak zakazały prób z bronią jądrową i ograniczyły zbrojenia atomowe. W tym czasie już coraz intensywniej podejmowano badania mające na celu pokojowe wykorzystanie energii termojądrowej. Celem naukowców było i jest, opracowanie metod generacji gorącej plazmy i pełna kontrola zachodzących w niej reakcja syntezy, tak, aby energię fuzji wykorzystać do produkcji energii elektrycznej.

### **Przyroda nie potrzebuje patentów na swe wynalazki. Reakcja syntezy we wnętrzu Słońca zachodzi w warunkach stworzonych przez naturę. Tymczasem tu na Ziemi przed uczonymi piętrzą się ogromne trudności!?**

Oczywiście, uzyskanie takich warunków jakie są we wnętrzu Słońca (np. gigantycznych ciśnień) przerasta współczesne możliwości technologiczne w naszych laboratoriach. Musimy, zatem stworzyć inne warunki, w których reakcje syntezy w plazmie będą zachodzić bardzo wydajnie w odpowiednim przedziale czasowym, tak, aby pozyskana energia była znacznie większa od energii dostarczonej do grzania i utrzymania gorącej plazmy. Zbudowanie i sprawdzenie urządzeń spełniających te warunki zajmuje uczonym już kilkadziesiąt lat.

### **Ale jak utrzymać gorącą plazmę „w ryzach”, aby była „stabilna”?**

Już pod koniec lat 50. i w latach 60. stosowano różnego rodzaju tzw. pułapki magnetyczne, aby gorącą plazmę utrzymywać polami magnetycznymi, co miało umożliwić zachodzenie reakcji syntezy i uzyskanie znaczącej porcji energii. Eksperymenty przeprowadzano w laboratoriach w Anglii, USA oraz w Rosji. W Polsce nie mieliśmy wówczas urządzeń produkujących plazmę o tak wysokich parametrach, aczkolwiek pewne prace już prowadzono w latach 60. w IPJ w Świerku. Prof. Kaliski nawiązał kontakt z tym instytutem i zachęcił ich do współpracy z naszym zespołem. Prof. Kaliski uznał metodę generacji plazmy za pomocą wyładowania silnoprądowego w układach „Plasma Focus” stosowaną w IPJ jako ważną dla badań syntezy termojądrowej.

W latach 60. zaproponowano metodę konkurencyjną do pułapek magnetycznych polegającą na stosowaniu laserów impulsowych o dużej energii do generacji plazmy termojądrowej. Wiązka laserowa zogniskowana na próbce zawierającej deuter, albo

deuter i tryt wytwarza w bardzo małej objętości i w bardzo krótkim czasie gorącą plazmę, w której mogą zachodzić reakcje syntezy. W wyniku takiego oddziaływania powstaje zjonizowany gaz, czyli plazma, a odpowiednio dobierając parametry układu można stworzyć warunki potrzebne do wystąpienia reakcji syntezy. Takie badania pod koniec lat 60. rozpoczęto w nielicznych laboratoriach na świecie i stwierdzono rejestracje neutronów, które jak wspomniałem powstają w wyniku reakcji syntezy.

Naszym zadaniem w WAT było stworzenie zespołu i przygotowanie aparatury, która umożliwi wykorzystanie laserów impulsowych do generacji plazmy, w której mogą zachodzić reakcje syntezy.

### **Pan Profesor wtedy był przedstawicielem najmłodszego pokolenia fizyków polskich!**

W roku 1969 miałem trzydzieści trzy lata i obroniony doktorat ze spektroskopii jądrowej, na Uniwersytecie Warszawskim. Pierwsze eksperymenty przeprowadzałem w Instytucie Fizyki UW w Warszawie na Hożej. W marcu roku 1973 w nowym laboratorium laserowym w WAT zarejestrowaliśmy neutrony z reakcji syntezy zachodzącej w plazmie wytwarzanej laserem neodymowym oddziałującym z deuterkiem litu albo z deuteryzowanym polietylenem. Tarcze naświetlane laserem wytwarzaliśmy w naszym małym laboratorium technologicznym.

### **Tego typu doświadczenia były chyba trudne do przeprowadzenia w skromnym laboratorium?**

Zaliczyć ich do łatwych na pewno nie można. Na szczęście młody zespół inspirowany przez prof. Kaliskiego działał z wielkim entuzjazmem i poświęceniem.

### **A już w roku 1974 roku otrzymaliście Państwo za osiągnięte wyniki naukowe Zespołową Nagrodę Państwową I stopnia. Było to w owym czasie ważne w Polsce wyróżnienie dla naukowców!**

Rzeczywiście nasze wyniki oceniono w kategoriach dużego sukcesu naukowego. Faktycznie był to sukces polskiej nauki i techniki, ponieważ w bardzo krótkim czasie zbudowano w WAT laser neodymowy na owe czasy o wysokich parametrach. Do przeprowadzenia serii eksperymentów trzeba było przygotować odpowiednie stanowisko pomiarowe z plazmową komorą próżniową. Sami musieliśmy zaprojektować, skonstruować i przetestować urządzenia pomiarowe. Przede wszystkim układy do zarejestrowania neutronów i promieniowania rentgenowskiego emitowanych z plazmy.

### **Nagroda Państwowa I stopnia jednoznacznie świadczy o wadze, znaczeniu tego eksperymentu!**

Istotne było to, że w następnych latach badania były kontynuowane i szybko zaczął się rozwijać także w Polsce ten dział fizyki plazmy.

### **Panie Profesorze, rozumiem, że dzięki tym badaniom Polska znalazła się w bardzo wąskiej grupie państw, które nota bene dysponowały o wiele większym od Polski potencjałem gospodarczym i naukowym, czyli już w samym tym fakcie należy widzieć sukces polskiej nauki i techniki?**

Tak się właśnie stało, że wtedy znaleźliśmy się w tej faktycznie niezbyt licznej grupie krajów, które rozwijały badania plazmy i syntezy laserowej.

**W wyniku Waszych osiągnięć i osiągnięć innych zespołów utworzonych wcześniej w WAT mogła w Warszawie powstać samodzielna placówka badawcza zajmująca się tymi nowymi działami nauki - Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy?**

Nasz instytut powstał w dniu 1 stycznia 1976 roku w wyniku połączenia w samodzielnym instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy czterech zespołów badawczych utworzonych wcześniej w WAT - o których już wspominałem. IFPiLM podporządkowano ówczesnemu Ministerstwu Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki kierowanemu przez Prof. Kaliskiego. W IFPiLM były i są do tej pory prowadzone badania rozległego spektrum zagadnień dotyczących fizyki plazmy i syntezy termojądrowej. Nie chciałbym ich szerzej omawiać w tym miejscu - pragnąłbym skoncentrować się na problematyce dotyczącej plazmy wytwarzanej laserem. Ten kierunek badań nadal bardzo szybko się rozwijał w IFPiLM. Wykorzystując zbudowany w naszym instytucie laser 4-wiązkowy mogliśmy sferycznie oświetlać mikrobalonik o wymiarach około 0,1 mm zawierający sprężony deuter. Oświetlany wiązkami laserowymi podlegał sferycznej kompresji, która mogła doprowadzić do reakcji syntezy zachodzącej w centrum. Rozwijaliśmy nowe doskonalsze metody do pomiarów neutronów, promieniowania rentgenowskiego, jonów i innych parametrów plamy generowanej laserem. Projektowaliśmy sami i wykonywaliśmy odpowiednią aparaturę, ponieważ takich urządzeń w Polsce nie produkowano. Na potrzeby swoich badań musieliśmy być nie tylko fizykami, ale też inżynierami i technologami. Nawet, jeśli niektóre z urządzeń były zakupione to trzeba było je adaptować do naszych potrzeb. Należy podkreślić, że w naszych

badania wykorzystywaliśmy największe wtedy w kraju lasery impulsowe zbudowane właśnie w IFPiLM.

W innych zakładach instytutu rozwijano także szybko badania plazmowe i fuzyjne zainicjowane jeszcze w zespołach w WAT. W szczególności nadal badano plazmę w układach „Plasma Focus” we współpracy z IBJ.

Część badań plazmy laserowej realizowaliśmy we współpracy z Instytutem Fizyki Rosyjskiej Akademii Nauk im. Lebediewa (FIAN) Moskiewie.

**Dyrektorem tego instytutu był laureat Nagrody Nobla za prace z zakresu fizyki laserów przyznanej jemu i dwóm innym uczonym w roku 1964, prof. Nikołaj Basow!**

Jeszcze przed powstaniem naszego instytutu prof. Kaliski nawiązał już kontakt z fizykami z FIAN, także z prof. Basowem. Dodam, że obaj naukowcy i oba instytuty przez lata ze sobą współpracowały. Prof. Kaliski zmarł we wrześniu 1978 roku. Dyrektorem instytutu po śmierci prof. Kaliskiego został pan ppłk. doc. Sławomir Denus, a ja byłem jednym z jego zastępców i koordynowałem prace w zakresie zastosowania laserów do produkcji gorącej plazmy.

Zespół naukowców z IFPiLM przeprowadzał także wspólne eksperymenty w laboratorium w FIAN w Moskiewie jeszcze w pierwszej połowie lat 80. Rosjanie posiadali wtedy duże lasery do sferycznej kompresji plazmy. Inne zespoły w USA, w Europie i w Japonii pracowały również intensywnie i odnosiły w tej dziedzinie duże sukcesy. A my – niestety – pod koniec lat 80. zaprzestaliśmy badania z sferycznej laserowej kompresji plazmy.

Fot. Kasia Guzik



Na zdjęciu: (od lewej) prof. Jan Badziak, dr Paweł Gąsior, Paweł Nadrowski, prof. Jerzy Wołowski i Adam Krzysztof Struzik, marszałek województwa mazowieckiego.



Z okazji Jubileuszu 35-lecia istnienia IFPiLM prof. Jerzy Wołowski odbiera z rąk prof. Andrzeja Gałkowskiego, dyrektora IFPiLM adres gratulacyjny od załogi instytutu oraz naukowców z krajowych i zagranicznych ośrodków badawczych. Na zdjęciu w środku: Joanna Dziak-Beme, przewodnicząca Rady Pracowników w IFPiLM.

### **Dlaczego?**

Ponieważ nasze lasery wówczas już były za małe i wyniki, które uzyskiwaliśmy nie były konkurencyjne w skali światowej. Natomiast w drugiej połowie lat 70. zbudowano w IFPiLM laser na dwutlenku węgla, o dużej energii i długim impulsie. Był on przez nas stosowany do badania fizyki oddziaływania promieniowania laserowego z różnymi materiałami, pod kątem studiowania tzw. efektów anomalnych towarzyszących temu oddziaływowaniu. Przy większych intensywnościach promieniowania laserowego nie występuje tylko „proste grzanie”, ale w tej plazmie zachodzą bardzo skomplikowane zjawiska, głównie falowe. W plazmie, generowane są fale, które sprzęgają się z padającą falą promieniowania laserowego w wyniku złożonych zjawisk. Temu zagadnieniu poświęciliśmy sporo czasu, acz jest ono pośrednio związane z fuzją termojądrowej. Chcieliśmy poznać fizykę zjawisk anomalnych, które mogą występować w plazmie termojądrowej generowanej laserem. Anomalne zjawiska powodują przyspieszanie elektronów i jonów, co przeszkadza w uzyskiwaniu efektywnej fuzji laserowej.

### **Sytuacja w Polsce w latach 80. nie sprzyjała zapewne tworzeniu warunków do wydajnej pracy w instytucie zatrudniającym także naukowców-oficerów?**

W drugiej połowie lat 80. nasz instytut popadł w tarapaty organizacyjne. Pojawiły się pomysły, żeby nasz dotychczas stricte cywilny instytut został włączony w struktury ministerstwa obrony, albo jako instytut w WAT, albo jako samodzielny instytut wojskowy. Formułowano w kręgach wojskowych pytanie: czy warto, aby instytut zatrudniający także oficerów zajmował się badaniami fizyki plazmy gorącej i fuzji termojądrowej? Sugerowano, że powinniśmy zająć się problematyką, która bardziej będzie potrzebna wojsku, np. optoelektroniką. Na początku lat 90. podjęto

decyzję o podziale instytutu na dwie części. Jedna została włączona do WAT, druga pod dotychczasową nazwą Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy została podporządkowana Państwowej Agencji Atomistyki.

### **Pomimo tych „zawirowań organizacyjnych” – niezależnych wszak od naukowców – instytut starał się nie zmniejszyć swej aktywności badawczej?**

W instytucie nadal intensywnie rozwijano badania plazmy i fuzji laserowej. W połowie lat 90. został zbudowany ze znaczącym udziałem instytutu optycznego w Petersburgu jednowiązkowy laser o mocy 1 TW w impulsie pikosekundowym. Badaliśmy oddziaływania krótkiego impulsu laserowego z różnymi tarczami, analizowaliśmy zjawiska anomalne i laserowe przyspieszania jonów. Był to okres trudny dla instytutu, ale udało się nam także rozszerzać zakres innych naszych badań plazmowe m.in. prac wykonywanych użyciem układu „Plasma Focus” PF1000. Badania z użyciem

tego urządzenia chcieli u nas przeprowadzać naukowcy z wielu krajów świata. W oparciu o własne pomysły techniczne doskonaliśmy metody pomiarowe. Rozpoczęto też prace technologiczne związane z praktycznym zastosowaniem impulsowych generatorów prądu – podobnych do stosowanych w układach „Plasma Focus”. Generatory te zastosowano do badania odporności różnych urządzeń na wyładowania atmosferyczne. Już w latach 90. prowadzone były prace teoretyczne dotyczące plazmy przyściennej w układach tokamak, w których gorąca plazma jest utrzymywana w toroidalnych pułapkach magnetycznych. Plazma taka jest grzana przepływającym prądem, mikrofalami i strumieniami atomów. Mieliśmy stały i bardzo owocny kontakt z nauką światową. Stałe rozszerzaliśmy współpracę z coraz większą liczbą ośrodków naukowych, głównie w Europie.

### **W zakresie badań oddziaływań laser-materia szczególnie płodny naukowo okazał się kontakt Waszego instytutu z Instytutem Fizyki Czeskiej Akademii Nauk. Z jakich powodów?**

Ta współpraca naukowa okazała się bardzo owocna zarówno dla nas jak i dla czeskich naukowców. A ponadto można mówić o obopólnych korzyściach na kilku płaszczyznach. W Pradze powstała grupa naukowa bardzo zainteresowana badaniami oddziaływania lasera z materia. Czesi dysponowali w połowie lat 90. dużym laserem jodowym PERUN. A ponieważ nasz zespół miał już wcześniejsze duże doświadczenie w badaniach plazmy laserowej i w budowie aparatury pomiarowej, połączyliśmy nasze kompetencje i siły. W Pradze, w ramach współpracy dwustronnej, do końca lat 90. badaliśmy różne efekty oddziaływania lasera PERUN z materia. W dużej części badania dotyczyły mechanizmów przyspieszania jonów.

***Tymczasem decydenci od nauki w Czechach wykazali się dużą determinacją, podjęli śmiało inicjatywę inwestycyjną!***

Tak. Czesi na bazie kupionego z Instytutu Optyki Kwantowej (MPQ) w Garching koło Monachium – za symboliczną kwotę – jodowego Lasera Asterix IV stworzyli – odważnie inwestując – duży wyposażony w nowoczesną aparaturę laserowy ośrodek badawczy. W ten sposób na przełomie XX i XXI wieku w Pradze powstało duże laboratorium laserowo-plazmowe, będące dziś jednym z najważniejszych ośrodków badań tego typu w Europie. My współpracujemy z Czechami od samego początku ich „laserowej przygody” i gdy stworzono u nich lepsze warunki tę naszą owocną naukową współpracę jeszcze bardziej nasililiśmy. Naukowcy z IFPiLM przygotowują projekty badawcze i zgłaszają je do unijnych konkursów w ramach Konsorcjum LaserLab-Europe (poprzednio LaserNet-Europe) sponsorującego dostęp do wielkich laserów w Europie. Często, wygrywają te konkursy i wykonują eksperyment na układzie PALS w Pradze z udziałem zespołów z innych ośrodków.

***Spotkałem się z określeniem, że w wypadku fizyki plazmy i syntezy termojądrowej należy mówić o modelowej, wręcz wzorcowej współpracy naukowców polskich z nauką europejską!***

Takie opinie niewątpliwie cieszą, ale i zobowiązują do dalszego rozwijania współpracy europejskiej. Uczestnictwo w zespołach międzynarodowych to dziś już norma. Nie można uzyskać wyników na poziomie światowym, jeśli nie uczestniczy się w międzynarodowych programach badawczych. Dotyczy to nie tylko obszaru badań laserowo-plazmowych. Podobnie jest też w innych dziedzinach fizyki plazmy, będących przedmiotem badań naukowców w naszym instytucie. Dotyczy to w szczególności badań plazmowych w pułapkach magnetycznych (tokamaki i stellaratory), gdzie instytut koordynuje krajowe prace w zakresie syntezy termojądrowej sponsorowane przez europejskie konsorcjum EUROfusion.

***Jeszcze Polska nie była stowarzyszona w Unii Europejskiej był Pan inicjatorem polskiego udziału w projekcie sponsorowanego przez Komisję Europejską!***

Już na początku lat 90. wzięliśmy udział w projekcie europejskim nazwanym SEMINANO. Ja kierowałem pracami wykonywanymi w IFPiLM w ramach tego projektu. Projekt dotyczył produkcji nowej generacji półprzewodników zawierających tzw. nanokryształy. Nasz zespół opracowywał zastosowanie jonów generowanych laserem do implantacji w materiałach półprzewodzących.

Bezsprzecznie przełomem dla naszego instytutu było podpisanie z Komisją Europejską Kontraktu Asocjacyjnego w roku 2005. Na jego podstawie rozpoczęła w Polsce działalność Asocjacja EUROATOM-IFPiLM grupująca kilkanaście ośrodków naukowych zajmujących się fizyką plazmy i technologiami fuzyjnymi. Od roku 2014, po reorganizacji, europejski program termojądrowy – jak wspominałem – jest koordynowany przez konsorcjum EUROfusion, a krajowy przez IFPiLM w ramach konsorcjum p.n. „Centrum – Nowe Technologie Energetyczne (CeNTE)”. Instytut w ramach CeNTE reprezentuje polskie ośrodki badawcze w Konsorcjum EUROfusion. W IFPiLM istnieje Krajowy Punkt Kontaktowy obsługujący organizacyjnie krajowy program fuzyjny.

***Powierzenie Waszemu instytutowi roli koordynatora badań fuzyjnych w Polsce to wyraz docenienia wagi prowadzonych przez Was prac badawczych i Waszego doświadczenia w działalności organizacyjnej dotyczącej współpracy europejskiej!?***

To powód nie tylko do satysfakcji, ale także silna motywacja do zwiększenia aktywności badawczej. Pragnę podkreślić – co cieszy szczególnie – iż w tym wypadku szeroko zakrojona, a jednocześnie efektywna współpraca międzynarodowa, generuje stały wzrost udziału polskich naukowców z IFPiLM i innych instytutów, i polskich uczelni nie tylko w programach badawczych, ale także w europejskich organizacjach i komitetach koordynujących wspólne badania.

W naszym instytucie realizowane są badania podstawowe i prace aplikacyjne w zakresie fizyki plazmy wytwarzanej impulsowymi laserami, w układach z magnetycznym utrzymaniem plazmy i w układach typu „Plasma Focus”. Optymalizacja fuзии termojądrowej jest główną aplikacją tych badań. W IFPiLM – jak wspominałem – są praktycznie stosowane także impulsowe technologie wielkich mocy. Od paru lat są prowadzone prace dotyczące plazmowych silników satelitarnych. Tych ze wszech miar ciekawych zakresów działalności nie rozwijam tutaj są one bowiem przedmiotem osobnych artykułów zamieszczonych w aktualnym numerze pańskiego czasopisma.

A wracając do fuзии laserowej nie mogę nie zasygnalizować, iż od roku 2007 bierzemy aktywny udział w europejskim projekcie HiPER mającym na celu zbudowanie w Europie infrastruktury laserowej dla demonstracji efektywnej fuзии laserowej. Nasz zespół uczestniczy w tym projekcie w badaniach trzech najnowszych opcji syntezy laserowej. Zespół ten prowadzi też prace związane z wykorzystaniem układu HiPER w innych badaniach, między innymi dla poznawania ekstremalnych stanów materii i symulacji zjawisk astrofizycznych w laboratorium. Występujące w badaniach fuзии laserowej olbrzymie gęstości materii i energii umożliwiają prowadzenie badań mało poznanych obiektów fizycznych.

W programie Konsorcjum EUROfusion jest też nieduży projekt dotyczący fuзии laserowej. W Polsce w programie tym uczestniczy zespół z IFPiLM.

***W bieżącym roku opinia publiczna została poinformowana o przełomie w badaniach nad fuzyją jądrową z wykorzystaniem lasera. Na ten temat ukazał się m.in. artykuł w czasopiśmie „Nature”. To dobrze rokuje temu kierunkowi badań.***

Badania nad syntezą laserową prowadzone są od lat w Narodowym Laboratorium im. Lawrence’a w Livermore (LLNL) w Kalifornii. Są one w większości ukierunkowane na zastosowania militarne. Używa się tam wielki 192-wiązkowy laser NIF (National Ignition Facility) do sferycznej kompresji plazmy deuterowo-trytowej. W ostatnich eksperymentach w LLNL faktycznie uzyskano więcej energii fuзии niż energia laserowa wykorzystana do skompresowania i podgrzania „paliwa” DT. Powyższy wynik jest rekordowym w całych dotychczasowych dziejach badań syntezy laserowej i stanowi bardzo ważny krok w badaniach nad praktycznym wykorzystaniem tej energii do produkcji energii elektrycznej. Należy jednak zaznaczyć, że droga do uzyskania dodatniego zysku energetycznego w skali całego laserowego układu fuzyjnego jest jeszcze daleka. Układ taki nazywany prototypem reaktora termojądrowego jest celem wielu programów badawczych na całym świecie.

***Dziękuję za rozmowę.***

Rozmawiał: **Marek Bielski**