

Spis treści

1. Założenia i cele badania.
2. Metodyka.
3. Wyniki badań w podziale na obszary tematyczne.
 - 3.1 Pozycja polskiej nauki w świecie oraz infrastruktura naukowa
 - 3.2 Kadra i zasoby ludzkie
 - 3.3 Współpraca z sektorem prywatnym
4. Wnioski – łącznie dla badań ilościowych i jakościowych.
 - 4.1 Pozycja polskiej nauki w świecie oraz infrastruktura naukowa
 - 4.2 Kadra i zasoby ludzkie
 - 4.3 Współpraca z sektorem prywatnym

1. Założenia i cele badania

Badania jakościowe w ramach projektu *Foresight dla energetyki termojądrowej* przeprowadzono w dniach od 1 kwietnia 2009 do 30 października 2009. Badaniami objęto naukowców zajmujących się fizyką termojądrową, przedsiębiorców z sektora wysokich technologii oraz urzędników. W konsultacji ze Zleceniodawcą jako respondentów wytypowano także naukowców z instytutów i placówek badawczych zrzeszonych w konsorcjum Centrum Atomistyki. Wynikało to przede wszystkim z pokrewności branż oraz przenikania się obszarów badań.

Zgodnie z tezami zawartymi w Studium Wykonalności do projektu *Foresight dla energetyki termojądrowej* na potrzeby badań sformułowano trzy podstawowe obszary badawcze.

1. Pozycja polskiej nauki w świecie oraz infrastruktura naukowa
2. Kadra i zasoby ludzkie
3. Współpraca z sektorem prywatnym

Ad 1) Pozycja polskiej nauki w świecie

Pierwszy z badanych obszarów poświęcono pozycji polskiej nauki w zakresie badań na fizyką termojądrową. Respondent odpowiadał na pytania o poziom badań nad fuzją w naszym kraju. Następnie padały pytania dotyczące infrastruktury badawczej w Polsce oraz potrzeb inwestycyjnych. Następnie starano się zidentyfikować nisze, w których polska jest w stanie dołączyć do grupy światowych liderów. Pytania dotyczące nisz oraz infrastruktury były skorelowane, tj. starano się określić w jakim stopniu odpowiedzi dotyczące infrastruktury i nisz pokrywają się w zakresach tematycznych.

W dalszym zakresie respondenci podawali projekcję rozwoju tej dziedziny nauki w oparciu o scenariusze – pozytywny, neutralny i negatywny.

W ramach tego zagadnienia respondenci byli także pytani o system finansowania nauki w Polsce oraz o rozwiązania administracyjne.

Ad 2) Kadra i zasoby ludzkie

Przystępując do badania posiadaliśmy informację na temat luki pokoleniowej w badaniach nie tylko nad fizyką termojądrową, ale generalnie w nauk ścisłych w Polsce. Wynika to z pauperyzacji tych kierunków studiów w latach 90-tych, rezygnacja z budowy elektrowni atomowej w Żarnowcu oraz z bardzo niskich nakładów na naukę co przełożyło się na odchodzenie naukowców do sektora prywatnego bądź emigrację.

W badaniu dotyczącym kadr starano się zidentyfikować w jakim stopniu luka pokoleniowa przeszkadza w rozwoju fizyki termojądrowej w Polsce. Szczególnie ważne były pytania dotyczące wpływu luki na planowaną infrastrukturę badawczą (i na odwrót).

W ramach obszaru Kadra i zasoby ludzkie poruszano także problem edukacji na potrzeby badań nad energetyką termojądrową.

Ad 3) Współpraca z sektorem prywatnym

Określenie możliwości współpracy nauki z sektorem prywatnym w zakresie badań nad fuzją termojądrową był jednym z głównych celów foresight. Aktualnie Polska nie istnieje na gospodarczej mapie świata jak kraj, który wytwarzałby jakiekolwiek zaawansowane urządzenia w tym zakresie. Wynika to z dwóch przyczyn – po pierwsze ten sektor jest bezpośrednio skorelowany z nauką, a w wypadku kiedy brakuje środków na badania naukowe przemysł także nie może się rozwijać. Drugą przyczyną to niechęć samych przedsiębiorców do prowadzenia badań badawczo rozwojowych na potrzeby fuzji.

2. Metodyka

W związku z wymogiem zastosowania elementów tzw. metody delfickiej w badaniu kwestionariusze w oparciu o które były zadawane pytania były stale modyfikowane.

W toku badań opisanych w poniższym raporcie przeprowadzono łącznie

- 16 pogłębionych indywidualnych
- 2 zogniskowane wywiady grupowe – fokusy

Zgodnie z założeniami zawartymi w Studium Wykonalności projektu foresight dla energetyki termojądrowej oraz w umowie z Instytutem Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy respondentów podzielono na trzy grupy – naukowców, przedsiębiorców oraz pracowników w administracji rządowej.

Grupa naukowców obejmowała osoby zajmujące kierownicze stanowiska w wybranych ośrodkach badawczych zrzeszonych w konsorcjum Centrum Atomistyki oraz kierowników kluczowych projektów badawczych. Wybór został dokonany we współpracy ze Zleceniodawcą. Dobierając respondentów kierowaliśmy się dwoma kryteriami:

- a) Stanowiskiem administracyjnym
- b) Wagą prowadzonych badań

Ad a) W celu uzyskania odpowiedzi na pytania dotyczące systemu funkcjonowania nauki w Polsce, poziomu współpracy z sektorem prywatnym, jakością i ilością kadry naukowej, systemem finansowania badań związanych z fuzją niezbędne okazało się przeprowadzenie wywiadów z osobami kierującymi ośrodkami. Wynika to z faktu, że często nawet kluczowy personel badawczy nie posiada wiedzy na tematy administracyjne, które były przedmiotem badania

Ad b) Ponieważ równoległe z badaniami jakościowymi prowadzone były badania ilościowe zrezygnowano z dużej ilości wywiadów z naukowcami. W tej części badania skupiono się na badaczach, których prace mają największe szanse na zastosowania gospodarcze, z zachowaniem kryteriów podziału geograficznego.

Badając przedstawicieli świata nauki przeprowadzono jedno badanie fokusowe. Planowane badanie fokusowe dla dyrektorów ośrodków nie doszło do skutku z przyczyn organizacyjnych.

Kolejną badaną grupą byli pracownicy administracji rządowej. Ze względu na ponadnarodowy charakter badań nad fuzją termojądrową zrezygnowano z planowanego początkowo badania urzędników samorządowych. Wynika to ze specyfiki Regionalnych Strategii Innowacji. Jakikolwiek zapisy w tych dokumentach związane z badaniami nad fuzją byłyby martwe, ponieważ ta konkretna dziedzina nauki ze względu na duże koszty urządzeń badawczych oraz niewielkie – na razie – powiązanie z przemysłem wymaga centralnie zarządzanych programów rządowych.

Prowadząc badania skupiono się na Ministerstwie Gospodarki. Wynika to z dwóch przyczyn. Po pierwsze Zleceniodawca – Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy jest jednostką badawczą – rozwojową podległą temu właśnie ministerstwu. Po drugie Ministerstwo Gospodarki pilotuje kwestie związane z inwestycjami w energetykę jądrową w Polsce, co może mieć duże pozytywne efekty dla rozwoju badań nad fuzją w Polsce.

Ostatnią badaną grupą, kluczową ze względu na założenia projektu *Foresight dla energetyki termojądrowej* byli przedsiębiorcy. Wytypowanie grupy do tych badań było trudne, ponieważ w Polsce praktycznie nie istnieje przemysł działający na potrzeby energetyki termojądrowej. Przedsiębiorców z dziedzin mogących pracować na potrzeby tej dziedziny nauki wytypowano we współpracy z Wrocławskim Parkiem Technologicznym, na konferencji poświęconej współpracy przemysłu z sektorem naukowym w ramach projektu ITER.

3. Wyniki badań

3.1. Pozycja polskiej nauki w świecie oraz infrastruktura naukowa

Pozycja polskiej nauki w świecie – mocne i słabe strony

Ze względu na międzynarodowy charakter badań nad fuzją termojądrową prace prowadzone są w zespołach ponadnarodowych. Ułatwia to porównanie stanu polskiej nauki do konkurentów z innych krajów.

Aktualnie główne prace w zakresie badań nad fuzją odbywają się w odniesieniu do dużego, międzynarodowego projektu – ITER. Urządzenie powstanie w Cadarache (Francja) i będzie kosztowało 10 miliardów euro, co czyni z tej inwestycji drugi najdroższy projekt badawczy po Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Celem jest doprowadzenie do powstania w perspektywie 20 – 30 lat pierwszej elektrowni zasilanej mocą fuzji termojądrowej. Co ciekawe, Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej jest pośrednio dominującym udziałowcem projektu ITER, ponieważ UE posiada 50% udziałów w projekcie¹. Daje to szansę do uczestnictwa w potężnym projekcie, bez ponoszenia dużych kosztów².

Wszystkie, albo przynajmniej większa część badań prowadzonych nad technologiami fuzyjnymi na świecie w jakimś stopniu odnosi się do ITER. Szczególnie w Europie ta tendencja jest silna. Układy nieproliferacyjne ograniczają budowę

¹ Pozostałe należą do Korei, Japonii, Chin, Stanów Zjednoczonych, Rosji i Indii.

² Większość kosztów przynależnych Unii Europejskiej ponosi Francja gdzie zlokalizowany jest projekt oraz Niemcy i Wielka Brytania

laserów wielkiej mocy służącej do zapłonu reakcji termojądrowej³. Lasery są drugą – po badaniu plazmy namagnetyzowanej – główną ścieżką badawczą w zakresie studiów nad energetyką termojądrową. Siłą rzeczy zmusza to kraje nieposiadające broni jądrowej do koncentrowania się na pozostałych problemach. W naszym kraju respondenci wskazywali jako mocne strony polskiej nauki następujące dziedziny:

- Diagnostyka
- Fizyka plazmy (badania teoretyczne)
- Modelowanie plazmy
- Prace materiałowe

Powyższe wskazania respondentów potwierdzają odpowiedzi udzielone w badaniu internetowym.

W ramach prac nad projektem ITER EFDA⁴ która w ramach unijnego programu EURATOM koordynuje i współfinansuje badania nad fuzją w Europie określiła pewne problemy techniczne które powinny być rozwiązane równolegle z uruchomieniem ITER⁵. Postawiliśmy sobie za zadanie określenie w których z tych „poddziałów” na rzecz ITER Polska mogłaby odegrać znaczący wpływ. Pierwsza reakcja zwykle była negatywna Respondenci często twierdzili, że Polska w ogóle nie jest w stanie odegrać istotnej roli w badaniach nad fuzją, i jest jedynie zapleczem intelektualnym zachodnich zespołów badawczych posiadających odpowiednią infrastrukturę i środki. Jednym z nielicznych (jeżeli nie jedynym) z pól, w którym Polska jest w stanie wnieść wkład do ITER jest według respondentów diagnostyka plazmy i badania materiałowe. Do tego typu badań niezbędna jest stosunkowo niedroga infrastruktura. Jednocześnie polskie ośrodki posiadają w tej dziedzinie unikany *know-how* oraz doświadczenie wyniesione jeszcze z okresu, kiedy badania takie prowadzono w ramach bloku państw socjalistycznych.

W zakresie pozostałych obszarów tematycznych Polska posiada zaskakująco silny – biorąc pod uwagę niedofinansowanie nauki – potencjał kadrowy. Naukowcy biorą udział w kluczowych dla branży projektach i są cenionymi pracownikami w międzynarodowych zespołach badawczych. Zapóźnienia w infrastrukturze i technologii są jednak bardzo duże, a zdaniem respondentów w wielu obszarach nie do nadrobienia. Nie znaczy to oczywiście, że należy z nich całkowicie zrezygnować, niemniej jednak priorytetem powinny stać się, zdaniem respondentów, wybrane pola w których można osiągnąć przewagę technologiczną.

³ Stosownie laserów wielkiej mocy jest ograniczone układami o nieprolifracji broni jądrowej ze względu na możliwość symulacji wybuchów jądrowych za ich pomocą. Siłą rzeczy ogranicza to możliwość rozwoju tego rodzaju badań do państw dysponujących bronią masowego rażenia – w Europie jest to Francja i Wielka Brytania.

⁴ European Fusion Development Agreement

⁵ www.efda.org

Kluczowe wypowiedzi respondentów w zakresie pozycji polskiej nauki⁶

- *Dla ITER-a możemy tak naprawdę robić tylko diagnostykę*
- *Mamy dobrych naukowców na poziomie światowym, ale sprzęt mamy zupełnie przestarzały – w Polsce po prostu nie ma jak prowadzić takich badań*
- *Dużo ludzi jeździ do JET-a⁷ i są tam cenieni*
- *Nigdy nie dogonimy Niemców, oni inwestują od 30 lat i nawet teras w Greifswaldzie budują nowe urządzenia*
- *Nie stać nas na tokamak, zresztą teraz jego budowa i tak nie miałaby sensu. Jedyne co możemy robić to inwestować w urządzenie dedykowane do ITER*
- *Po zamknięciu budowy Żarnowca w zakresie badań jądrowych jesteśmy w tyle nie tyle za Europą (Zachodnią), co za Rumunią*

Infrastruktura badawcza

Stan infrastruktury służącej badaniom na potrzeby energetyki termojądrowej jest tragiczny. Tylko tak można nazwać obraz po 20 letnim paraliżu inwestycyjnym, który dotknęła nie tylko badania nad fuzją termojądrową, ale także nad technologiami nuklearnymi.

Roboczo problem można podzielić – zgodnie z opiniami respondentów – na dwa obszary.

- Duża infrastruktura badawcza
- Laboratoria i ogólne wyposażenie

W zakresie dużej infrastruktury badawczej służącej studiom nad fuzją termojądrową Polska nie posiada – i nigdy nie posiadała ważnej w skali świata infrastruktury badawczej. Jest jednak jeden istotny wyjątek, na który zwracali uwagę liczni respondenci. Jest to mianowicie układ zlokalizowany w Instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy, służący badaniu oddziaływania pomiędzy plazmą a ścianką przyszłego reaktora termojądrowego. Układ pochodzi jeszcze z lat siedemdziesiątych, i wymaga poważnej modernizacji, jednakże jest to baza do stworzenia infrastruktury klasy światowej w Polsce. Dodatkowo taki układ może być wykorzystany w badaniach materiałowych i jądrowych (nowe typy reaktora).

Bardzo źle wygląda natomiast sytuacja z laserami wielkiej mocy. W tym zakresie, pomimo ostatnio zaczynających się zmian na lepsze infrastruktura jest zła albo bardzo zła. Co prawda istnieją ograniczenia dotyczące mocy i zastosowania takich laserów

⁶ Cytaty nie są dosłowne

⁷ Duże urządzenie badawcze zlokalizowane w Wielkiej Brytanii

wynikające ze wspomnianych umów międzynarodowych, ale respondenci zwracali uwagę, że bez tego rodzaju sprzętu badania nad zapłonem można prowadzić jedynie w bardzo ograniczonym zakresie. Co więcej, brak takiego laboratorium uniemożliwia pełny udział w projekcie HiPER – najważniejszej europejskiej inicjatywie w zakresie laserów. Warto podkreślić, że sprzęt stosowany w energetyce termojądrowej może być także wykorzystany w wielu innych dziedzinach, na przykład medycynie (produkcja izotopów radioaktywnych). Laboratoria tego typu posiadają nie tylko wszystkie większe kraje europejskie, ale także wiele mniejszych – na przykład Czechy.

Według respondentów budowa wielkiej infrastruktury badawczej w Polsce – tokamaków – mija się z celem. Ilość takich urządzeń w skali Europy jest wystarczająca i środki na rozwój energetyki jądrowej lepiej wydać na inne cele.

Stan tzw. małej infrastruktury, wyposażenia laboratoriów, etc. w Polsce prezentuje się niewiele lepiej. Wiele głównych budynków w których prowadzone są badania jest w złym stanie technicznym. Respondenci zwracali uwagę nie tylko na brak dużych instalacji, ale wręcz na brak odpowiedniej powierzchni laboratoryjnej.

System finansowanie i rozwiązania administracyjne

Wszyscy naukowcy zwracali uwagę na niski poziom finansowania nauki. Jest to problem dotyczący wszystkich aspektów badań, od infrastruktury, poprzez pensje i tzw. „drenaż mózgow” aż po finansowanie samych projektów badawczych

Respondenci dobrze oceniali system grantowy, ich uzyskiwanie i rozliczanie. Zwrócili natomiast uwagę na bardzo niekorzystne dla dziedzin przyszłościowych, jak energetyka termojądrowa systemy punktacji w programach europejskich, takich jak 2.1 i 2.2 Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Programy te punktuja współpracę z przemysłem, co niejako wyrzuca za nawias te podmioty, które prowadzą badania w przyszłościowych dziedzinach, ponieważ siłą rzeczy w tym przypadku współpracy jeszcze nie ma. Jako że 2.2 i 2.1 jest praktycznie jedyną możliwością pozyskania środków na dużą infrastrukturę badawczą taka sytuacja jest trudna to zrozumienia.

Kluczowa wypowiedź

Jak inwestowano w przemysł kosmiczny też nie miał on kontaktów z przemysłem, ale jak się rozwinął, to efektem tego był plastik, polimery, włókna węglowe i wiele innych wynalazków. Jak nie będziemy inwestować (w badania nad energetyką termojądrową) teraz, to za 30 za będziemy wszystko (co zostanie wynalezione podczas tych badań) kupować a nie produkować.

Respondenci bardzo dobrze oceniają prace Asocjacji EURATOM – IFPiLM. Asocjacja – zdaniem badanych przedsiębiorców – powinna jednak być bardziej aktywna w sferze informacji i promocji. Jest to jednak ograniczone przez zasoby finansowe i kadrowe. Bardzo wysoko został oceniony program współpracy ze szkołami średnimi popularyzujący od wielu lat problematykę fuzji termojądrowej.

3.2. Kadry i zasoby ludzkie

Co ciekawe luka pokoleniowa, wśród naukowców jest silniej odczuwalna w pokrewnej dla fizyki termojądrowej dziedzinie nauki – fizyce jądrowej. Większość badanych wyrażała spokój o nowych naukowców i wydaje się to uzasadnione. Co prawda niektóre działy mają lepszy stosunek młodej kadry w stosunku do innych, niemniej jednak nie zidentyfikowano luki pokoleniowej jako kluczowego problemu.

Także perspektywy rozwoju naukowego dla młodych ludzi prowadzących badania w zakresie fizyki termojądrowej są dobre. Nie jest to jednak zasługą infrastruktury w kraju, ale członkostwa Polski w EFDA, co wiąże się z możliwością dostępu do wielkich urządzeń badawczych. Młodzi naukowcy od początku pracują w międzynarodowych zespołach, wyjeżdżają na stypendia i można zaryzykować stwierdzenie, że trudno w Polsce o dziedzinę nauki, w której kontakty międzynarodowe byłyby szersze.

Jednakże w zakresie zasobów ludzkich są inne problemy, związane z niewystarczającymi środkami finansowymi. Objawia się to na dwa sposoby. Po pierwsze wynagrodzenia młodych naukowców są niskie, Drugim, równie ważnym problemem podnoszonym przez respondentów jest niewystarczająca ilość etatów w placówkach badawczych. Jest to problem szczególnie palący, ponieważ wchodzący w fazę realizacji program ITER daje szansę na pracę i zdobywanie doświadczenia dla osób prowadzących tego typu badania. Problem zwiększenia liczby etatów powinien być rozwiązany jak najszybciej, poprzez zwiększanie środków na funkcjonowanie instytutów.

W zakresie edukacji na rzecz energetyki termojądrowej podstawowym zagadnieniem było pytanie o celowość utworzenie studiów doktoranckich dedykowanych tej tematyce. W tym wypadku odpowiedzi respondentów były bardzo różne. Większość postulowała utworzenie takiego kierunku. Znaczna część jednak uznała takie rozwiązanie za niekonieczne, ze względu na niewielką liczbę potencjalnych studentów. Ponadto większość Instytutów badawczych w których prowadzi się prace nad energetyką termojądrową posiada prawo do nadawania stopnia doktora.

Odmianą sprawą jest natomiast popularyzacja wiedzy na temat technologii termojądrowych na wydziałach fizyki uniwersytetów oraz na politechnikach. W tym zakresie wszyscy pytani respondenci byli zgodni, co do konieczności upowszechniania wiedzy w tym zakresie. Zdaniem ankietowanych należy zacząć od przeszkolenia wykładowców, a następnie dodać do programu fizyki jeden semestr poświęcony fuzji termojądrowej (w charakterze fakultetu lub obowiązkowo). Na politechnikach należy uwzględnić elementy nauki o energetyce termojądrowej w programach wydziałów odpowiednio do ich charakteru (czego innego należy uczyć na technologii materiałowej a czego innego na elektryce lub elektronice).

Kluczowe opinie na temat zasobów ludzkich i edukacji na potrzeby energetyki termojądrowej

- *Sytuacja polepszy się wraz z programem budowy elektrowni atomowych – część z ludzi szkolonych w tym kierunku wybierze energetykę termojądrową.*
- *Sytuacja kadrowa jest dobra, mam wielu młodych ludzi*
- *Młodzi naukowcy uczestniczą w najważniejszych projektach razem ze starszymi*
- *W badaniach nad energetyką termojądrową młodzi naukowcy mają dostęp i do JET-a i do innych urządzeń*
- *Problemem są niskie pensje*
- *Brakuje możliwości tworzenia nowych etatów czasami nawet dla ludzi wracających ze stypendiów*

3.3. Współpraca z sektorem prywatnym

Problem współpracy nauki z sektorem prywatnym był jednym z najważniejszych obszarów badawczych w foresight dla energetyki jądrowej. Przede wszystkim dlatego, że w przeciwieństwie do problemów infrastruktury czy edukacji nie jest aż tak dobrze znany naukowcom i osobom kierującym placówkami badawczymi. Dlatego uzyskanie opinii przedsiębiorców było kluczowe dla badania.

Pierwszym napotkanym problemem był brak bazy danych potencjalnych firm mogących współpracować z sektorem, ponieważ nikt nie prowadzi tego rodzaju rejestrów. Dzięki uprzejmości Wrocławskiego Parku Technologicznego badania z udziałem przedsiębiorców zostały przeprowadzone podczas konferencji „ITER szansą dla przemysłu”.

W zgodnej opinii respondentów naukowców i przedsiębiorców w Polsce nie istnieje przemysł pracujący na potrzeby energetyki termojądrowej. Wynika to głównie z zaszczości historycznych. Po zaniechaniu budowy elektrowni jądrowej z Żarnowcu przemysł pracujący dla energetyki jądrowej uległ rozkładowi. Tymczasem na całym świecie właśnie takie przedsiębiorstwa stanowią znakomitą większość współpracy nauka – przemysł w zakresie energetyki termojądrowej.

Dla jasności przekazu wyniki badań w tematyce współpracy nauki i przemysłu przedstawiono z dwóch stron – naukowców i przedsiębiorców

Naukowcy

Naukowcy winią przemysł za brak zaangażowania w prace badawczo – rozwojowe i jest to zgodne ze stanem faktycznym. Polskie firmy nie inwestują w B+R, dopiero ostatnio pojawiły się pierwsze zachęty podatkowe dla tego rodzaju

podmiotów⁸. Respondenci jednoznacznie wskazują przemysł jako stronę, która powinna wykazać się inicjatywą i finansować prace badawcze. Jednakże nie ma procedur jak taka współpraca miałaby wyglądać oraz jasnego przekazu w jaki sposób byłaby finansowo interesująca dla firm. Naukowcy pytani o współpracę z przemysłem często wychodzili z założenia, że taka współpraca jest niemożliwa, a jej inicjowanie to strata czasu. Instytutów badawcze nie tworzą wyspecjalizowanych komórek odpowiedzialnych za współpracę z sektorem prywatnym. Jeżeli taka współpraca istnieje, to raczej odbywa się na zasadach konkretnych zleceń wykonywanych albo dla dużych firm, albo na zlecenie jednostek naukowych. Nie udało się zidentyfikować ani jednego przedsięwzięcia o typowych cechach współpracy badawczo rozwojowej. Tematyka klastrów nie cieszy się popularnością. Cenny jest fakt świadomości konieczności współpracy z sektorem prywatnym – większość respondentów uważa ten temat za ważny.

Na poziomie Asocjacji brakuje zinstytucjonalizowanego systemu informacji i współpracy z przedsiębiorcami – zaledwie kilka krajowych firm jest na liście dostawców ITER. Fakt ten tłumaczy duże obłożenie pracą Asocjacji oraz braki kadrowe.

Podsumowując można stwierdzić, że pomimo świadomości wagi współpracy z firmami prywatnymi do takiej współpracy nie dochodzi. Podczas badania można było odnieść wrażenie, że część respondentów traktuje tą tematykę jako nieistotną, oczekując finansowania swoich prac przez państwo. Należy mocno podkreślić, że jest to w dużej mierze postawa uzasadniona. Administracja rządowa nie oferuje żadnych programów dla przedsiębiorców chcących działać w tej dziedzinie przemysłu pomimo, że Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej finansuje pośrednio badania w ramach EFDA i EURATOM oraz projekt ITER. Po drugie kluczowym elementem współpracy B+R jest infrastruktura. Tymczasem konstrukcja programów wsparcia infrastruktury B+R zamiast ułatwiać utrudnia możliwości pozyskania środków na takie inwestycje w zakresie badań nad energetyką termojądrową.

⁸ Na przykład możliwość uzyskania statusu Centrum Badawczo – Rozwojowego i związane z tym korzyści.

Kluczowe wypowiedzi na temat współpracy z przemysłem

- *W Polsce nie ma firm z którymi nauka mogłaby współpracować*
- *Firmy nie inwestują w badania i rozwój*
- *Firmy nie są zainteresowane współpracą*
- *W instytucie XYZ działa komórka do współpracy z sektorem prywatnym i nie mają żadnych sukcesów*
- *Państwo powinno finansować badania.*
- *Budżety placówek naukowych nie pozwalają na inicjowanie współpracy*
- *Nie ma potrzeby współpracy z firmami prywatnymi*
- *Wszystko przy ITER zrobią Niemcy i Francuzi polskie firmy mogą być najwyżej podwykonawcami*

Przedsiębiorcy

Pierwszym i podstawowym problemem przedsiębiorców jest absolutny brak świadomości istnienia w Polsce sektora badań naukowych związanego z energetyką termojądrową. Wśród ankietowanych firm z sektora wysokich technologii które potencjalnie mogłyby współpracować z nauką **ani jedna** nie wiedziała o takiej możliwości.

Taki stan faktyczny implikuje dalsze problemy – respondenci nie mieli pojęcia o projekcie ITER, nie byli świadomi szans z nim związanych. Pomimo, że istnieje silny system zachęt dla konsorcjów ponadnarodowych krajowe firmy ani nie starają się ani nie planują brać udziału w takich przedsięwzięciach.

Często pojawiał się wątek braku „biznesowego podejścia” ze strony placówek naukowych⁹. Firmy opisywały taką współpracę jako obwarowaną uciążliwymi barierami administracyjnymi oraz zbędną biurokracją. Ponadto często placówki naukowe oskarżano o zawyżanie kosztów w celu sfinansowania bieżącej działalności administracji kosztem wspólnego projektu badawczego.

Firmy krytykowały też samych badaczy jako nieprzystosowanych do realiów gospodarczych. Często jak główny zarzut podawano niechęć do modyfikacji planów badawczych pod zamówienia gospodarcze, brak zdolności do elastyczności, bardzo długie terminy badań, i tak dalej. Jednym z najważniejszych zarzutów był brak systemu finansowania badań przez państwo i brak zachęt podatkowych. Respondenci trafnie wskazywali na konieczność zapewnienia opłacalności projektom B+R, przynajmniej na początku ich realizacji.

⁹ Opisane sytuacje nie dotyczą badanych placówek, lecz oddają odczucia przedsiębiorców w zakresie współpracy z nauką. Jak opisano powyżej aktualnie nie prowadzi się prac B+R związanych z energetyką termojądrową w Polsce z udziałem sektora prywatnego.

Generalnie respondenci niechętnie odnosili się do wizji wspólnych projektów badawczych twierdząc, że samodzielne opracowanie technologii jest szybsze, tańsze i efektywniejsze. Niemniej jednak firmy prywatne nie negują konieczności współpracy. Pierwsze co chciałyby uzyskać, to sprawny system wymiany informacji i doradztwo.

Kluczowe wypowiedzi na temat współpracy z nauką

- *Naukowcy chcą żeby inwestować w to, co oni chcą badać. Nie chcą badać tego, co my chcemy sprzedać*
- *Mam złe doświadczenia we współpracy z naukowcami, ponieważ praca która u mnie w firmie trwa miesiąc jemu zajęła pół roku.*
- *Technologia na której pracował była tak przestarzała, że nie dało się tego zastosować. Na nowej technologii nie chciał pracować.*
- *Żeby zacząć współpracę trzeba do kosztów projektu doliczyć 30% na administrację. Mogę współfinansować badania, ale nie będę płaciła za ich administrację.*
- *Z palcówkami naukowymi nie da się współpracować, jak zatrudniam kogoś w firmie to dopiero wtedy jego praca ma sens.*
- *Jeżeli zmieniliby się podejście chętnie współpracowałbym z placówkami naukowymi*
- *Jeżeli rząd chce żeby firmy weszły w nowy obszar musi zapewnić opłacalność na początkowym etapie. Inaczej to za duże ryzyko.*
- *Normalna współpraca byłaby korzystna dla obu stron*
- *Brakuje jakiegokolwiek informacji o ITER wczoraj usłyszałem o tym pierwszy raz*
- *Nie wiedziałem o istnieniu takich badań w Polsce*

4. Wnioski

Wnioski przedstawiono w podziale na trzy główne kategorie wyszczególnione powyżej. Wykorzystano także wyniki badań ilościowych, autorstwa p. Stanisława Nowotnego.

4.1. Wnioski w zakresie pozycji polskiej nauki w świecie oraz infrastruktura naukowa

W obszarze badań nad energetyką termojądrową Polska posiada dwa atuty – kapitał ludzki oraz członkostwo w Unii Europejskiej. Poziom krajowych badaczy jest bardzo wysoki, co potwierdza udział w międzynarodowych zespołach badawczych i liczba publikacji (średnio 1,9 na respondenta) oraz wysoki poziom cytowań na tzw. liście filadelfijskiej.

Z drugiej strony członkostwo w Unii Europejskiej daje dostęp do funduszy EFDA oraz wielu innych programów badawczych, które jeszcze kilka lat temu były niedostępne.

Ponadto jako naukowcy z kraju członkowskiego Polacy mają szeroki dostęp do unikanych instalacji badawczych w innych państwach – członkach (np. wspomniany JET)

Z drugiej strony szansa którą było wstąpienie do UE oraz EFDA w znacznym stopniu pozostaje niewykorzystana. Od kilkudziesięciu lat w Polsce nie zbudowano ani jednego dużego urządzenia dedykowanego badaniom nad fuzją termojądrową. Zarówno badania ilościowe jak i jakościowe dają jednoznaczny wynik – czas na inwestycje jest teraz, albo świat bezpowrotnie ucieknie do przodu.

W badaniu ilościowym respondenci wskazali obszary w których Polska jest najsilniejsze. Są to odpowiednio:

- Analiza teoretyczna i modelowanie komputerowe – 93% wskazań
- Diagnostyka plazmy – 82% wskazań

Potwierdzają to badania indywidualne.

Bardzo ciekawie wyglądają wyniki obszarów, w których zdaniem badanych powinniśmy rozwijać badania i gdzie można odnieść największe korzyści. Są to badania materiałowe i diagnostyka plazmy.

Powyższe wyniki posłużyły do określenia potrzeb inwestycyjnych, w szczególności w tzw. dużą infrastrukturę badawczą. Wytypowano dwie najważniejsze inwestycje:

Układ PUMA PWI

Układ PUMA PWI może być najważniejszym polskim wkładem w rozwój badań nad fizyką termojądrową. Idealnie wpisuje się zarówno w nasze możliwości – kapitał ludzki i doświadczenie – jak i zapotrzebowanie na światowym rynku naukowym. Sprawa oddziaływania plazma – ścianka którą będzie można badać dzięki urządzeniu jest na liście kluczowych problemów technicznych EFDA. Warto dodać, że jest to jedyne zagadnienie na tej liście tych, w którym Polska może odegrać rolę lidera. Urządzenie PUMA posiada gigantyczny potencjał innowacji nie tylko w zakresie nauki, ale i przemysłu. Jego głównym celem jest opracowanie odpornego na oddziaływanie plazmy materiału, który prawdopodobnie będzie zupełnie nową substancją. Korzyści ekonomiczne z konstrukcji takiego urządzenia w kraju są ogromnie – w przyszłości prawdopodobnie jest wyrośnięcie dookoła takiego układu całego przemysłu dedykowanego materiałom na potrzeby energetyki termojądrowej.

Ważne są także alternatywne możliwości zastosowaniu układu w badaniach nad nowymi typami reaktorów jądrowych

Centrum laserów wielkiej mocy

Polska jest jedynym dużym krajem UE bez laboratorium laserów wielkiej mocy. Tymczasem w krajach Unii Europejskiej już trwa projekt HiPER. Kraj bez takiego laboratorium znajdzie się poza głównym nurtem badań i zostanie zdegradowany do roli dostawcy kapitału ludzkiego. Tymczasem w kraju są znakomici badacze zajmujący się tą tematyką i utrata ich byłaby niepowetowana stratą.

Centrum laserów wielkiej mocy jest istotne także ze względu na inne badania. Taki sprzęt można zastosować w biologii, biotechnologii, medycynie i innych dziedzinach. W przypadku braku takiej infrastruktury w kraju naukowcy będą zmuszeni do korzystania z placówek w Niemczech i Czechach, często na zasadach komercyjnych.

Respondenci dobrze oceniają rozwiązania administracyjne. Asocjacja działa sprawnie, i mimo szczupłych środków kadrowych i finansowych uzyskuje wyniki. W tym zakresie główne rekomendacje to:

Dofinansowanie Asocjacji

Asocjacja EURATOM – IFPiLM jest jednym z nielicznych w Polsce przykładów sprawnie działającego organizmu o charakterze klastrowym. Koordynuje pracę 11 placówek naukowych. Jednakże w celu lepszego wykonywania swoich zadań, głównie w obszarze współpracy z sektorem prywatnym niezbędne jest zwiększenie środków na jej działanie

W zakresie urzędów państwowych szczebla centralnego

Aktualnie urzędnicy szczebla centralnego zajmują się badaniami nad energetyką termojądrową „przy okazji” badań jądrowych. Tymczasem technologie termojądrowe wymaga rozwiązań indywidualnych, oddających ich specyfikę. W tym zakresie dobrym rozwiązaniem mogłoby być powołanie przy Pełnomocniku Rządu ds. Polskiej Energetyki Jądrowej jego zastępcy, odpowiedzialnego za rozwój technologii termojądrowych. Status dokumentu rządowego powinna uzyskać Mapa Drogowa inwestycji w dużą infrastrukturę badawczą na potrzeby energetyki termojądrowej.

Analiza SWOT

<p>SILNE STRONY</p> <p><i>Wysoka jakość kapitału ludzkiego</i></p> <p><i>Doświadczenie badawcze</i></p> <p><i>Sprawnie działająca administracja</i></p> <p><i>Dobra podstawowa infrastruktura – lokalizacje, budynki, etc.</i></p>	<p>SŁABE STRONY</p> <p><i>Niski poziom finansowania</i></p> <p><i>Brak świadomości decydentów</i></p> <p><i>Brak koordynacji na szczeblu państwowym</i></p> <p><i>Brak spójnej, rządowej strategii rozwoju infrastruktury</i></p>
<p>MOżliwoŚCI (SZANSE)</p> <p><i>Program rozbudowy energetyki jądrowej w Polsce</i></p> <p><i>Udział w EFDA i międzynarodowych programach naukowych</i></p> <p><i>Unikalny know-how w zakresie niektórych układów</i></p> <p><i>Fundusze europejskie na naukę</i></p>	<p>ZAGROŻENIA</p> <p><i>Zbyt wysoki poziom technologiczny, by uzyskać wsparcie ze strony niektórych programów europejskich</i></p> <p><i>Bardzo niski poziom inwestycji w infrastrukturę</i></p> <p><i>Szybko rozwijająca się infrastruktura w innych krajach</i></p>

4.2. Kadra i zasoby ludzkie

Pomimo pewnego braku wśród młodych naukowców w przypadku badań nad fuzją nie ma klasycznej luki pokoleniowej, która byłaby dużym problemem. Sprawna polityka prowadzona przez główne ośrodki zapewnia przepływ kadr, ponadto wielu kluczowych naukowców jest w wieku 50 – 60 lat zatem mają przed sobą jeszcze 10 - 15 lat kariery naukowej.

Pomimo, że większość respondentów w badaniach ilościowych opowiada się za stworzeniem oddzielnych studiów doktoranckich na potrzeby energetyki termojądrowej, lub wręcz fakultetu na studiach magisterskich poświęconych energetyce jądrowej, podczas wywiadów padają argumenty za i przeciw. Większość placówek badawczych zajmujących się technologiami termojądrowymi ma prawo nadawania stopnia doktora. Jest to zagadnienie które – naszym zdaniem – wymaga dalszych rozważań, tym bardziej, że podobne studia istnieją na poziomie europejskim i według EFDA nie ma na nich jednego obywatela polskiego.

Bez wątplenia palącymi problemami jest zagadnienie finansowe. Pensje powinny wzrosnąć, tak jak liczba etatów w placówkach badawczych.

Ważnym zagadnieniem, i główną rekomendacją w tym obszarze jest konieczność edukacji wykładowców na uniwersytetach i politechnikach. Dziś fizyka termojądrowa praktycznie nie jest wykładana na polskich szkołach wyższych co w sposób oczywisty wpływa na ograniczenie ilości kadr pracujących na rzecz tych technologii. Dlatego przed podjęciem decyzji o inwestowaniu w studia doktoranckie warto najpierw sprawdzić efektywność takiego rozwiązania. Na fizyce jądrowej powinien być przynajmniej jeden semestr lub poświęcony energetyce termojądrowej, a na politechnikach należy wprowadzić elementy takiego szkolenia. W odpowiedziach pojawiła się teza o „zmuszeniu do studiowania” fuzji termojądrowej. Naszym zdaniem wystarczy zachęcić do niej młodych ludzi i stworzyć odpowiednie warunki rozwoju. Wraz z prognozowanym wzrostem studentów na kierunkach fizycznych powinno to być wystarczającym rozwiązaniem

Bardzo wysoko trzeba ocenić koordynowany przez Asocjacje program popularyzacji wiedzy o fuzji w szkołach średnich. Jest to niemalże modelowy program, który powinien być mocno wpierany i w miarę możliwości – poszerzany i rozwijany,

Analiza SWOT

SILNE STRONY	SŁABE STRONY
<i>Znakomita jakość starszej kadry naukowej</i>	<i>Stosunkowo niewielka liczba studentów na kierunkach fizyka</i>
<i>Zdolni młodzi naukowcy</i>	<i>Słaba infrastruktura</i>
<i>Brak poważnej luki pokoleniowej</i>	<i>Niskie pensje</i>
<i>Wysoki poziom kształcenia w instytutach</i>	<i>Niewystarczające rozpropagowanie</i>

	<i>możliwości rozwoju naukowego w kierunku fuzji termojądrowej.</i>
MOŻLIWOŚCI (SZANSE) <i>Program rozbudowy energetyki jądrowej w Polsce</i> <i>Udział w EFDA i międzynarodowych programach naukowych</i> <i>Fundusze europejskie na programy szkoleniowe</i>	ZAGROŻENIA <i>Zjawisko tzw. drenażu mózgow</i> <i>Brak inwestycji w poważną infrastrukturę badawczą</i> <i>Niski poziom współpracy z sektorem prywatnym</i>

4.3. Współpraca z sektorem prywatnym

Bez wątpienia w zakresie współpracy z sektorem prywatnym jest najwięcej do zrobienia.

Aktualnie taka współpraca w Polsce po prostu nie istnieje, co ma kulka – często niezależnych od naukowców – przyczyn. Pierwszą przyczyną to zaszczości historyczne. Po zarzuceniu budowy elektrowni atomowej w Żarnowcu przemysł pracujący na potrzeby tej inwestycji przestał istnieć. Drugi powód to likwidacja w latach 90-tych Przedsiębiorstwa POLON. Ta firma była w czasach PRL „gospodarczym ramieniem” przemysłu jądrowego w Polsce. Jednakże w latach 90 pozbawiona możliwości działania oraz środków na badania naukowe upadła, a zatrudnieni tam specjaliści ulegli rozproszaniu. W Polsce nie ma zatem ani jednego ważnego podmiotu gospodarczego który uzyskiwałby znaczącą część swoich przychodów dzięki działalności w sektorze przemysłu jądrowego czy termojądrowego. W sposób oczywisty wpływa to na możliwości współpracy na linii biznes – nauka. W Polsce nigdy nie wykształciło się takie przedsiębiorstwo jak francuska AREVA. Jest to typowy przykład dużej innowacyjnej firmy która zajmowała się budową elektrowni jądrowych, i inwestuje intensywnie w energię przyszłości. Brak takich firm w sposób oczywisty uniemożliwia rozwój dużego sektora pracującego dla energetyki termojądrowej i inwestującego w badania, niemniej jednak nie usprawiedliwia całkowitego braku współpracy.

Jednakże możliwości współpracy istnieją, problemem jest jednak fakt, że zarówno naukowcy jak i przedsiębiorcy nie widzą sensu takiej współpracy, często nie zdając sobie nawet sprawy z potencjalnych korzyści. Przykładem może być kriogenika, mająca zastosowanie w systemach chłodzenia reaktora. Zajmujący się tą problematyką naukowcy nie widzą sensu kontaktów z przemysłem, a polska firma będąca liderem w tej branży nawet nie słyszała o badaniach nad energetyką termojądrową prowadzonych w Polsce! W takim stanie faktycznym współpraca po prostu nie jest możliwa.

Według badań ankietowych mniej niż 10% respondentów brało udział w programie badawczo – rozwojowym współfinansowanym ze środków prywatnych! Według badań ilościowych, jak i jakościowych naukowcy pochodzą bardzo sceptycznie do możliwości współpracy z przemysłem, a prawie połowa z uczestników ankiety w ogóle

nie udzieliła odpowiedzi na to pytanie! Jednakże w tym samym czasie aż $\frac{3}{4}$ badanych uważa taką współpracę za dostrzegającą potrzebę takiej współpracy. Co więcej, widać wyższy od przeciętnej krajowej poziom myślenia biznesowego wśród naukowców zajmujących się fuzją. W ankietach pojawiają się wypowiedzi o konieczności dostosowania badań do potrzeb przemysłu, konieczności organizacji wystaw i konferencji oraz o potrzebie przepływu informacji w zakresie inwestycji ITER¹⁰

Szczególnie w tym ostatnim temacie jest wiele do zrobienia. Wchodzący w fazę realizacji projekt ITER to inwestycja warta 10 miliardów euro, i wyjąwszy Międzynarodową Stację Kosmiczną największa inwestycja naukowa w historii. Firmy, które nie znajdują zatrudnienia w konstrukcji ITER będą miały małe możliwości do późniejszego wejścia na rynek technologii termojądrowych. Tymczasem w Polsce system informacji na temat możliwości zarobku przy okazji tej inwestycji nie istnieje. Jest to najpilniejsza sprawa w tematyce współpracy przedsiębiorców w naukę w Polsce.

Wnioski:

Stworzenie wieloletniego planu inwestycyjnego dla energetyki termojądrowej – Narodowego Planu Rozwoju Energetyki Termojądrowej.

Przemysł pracujący na potrzeby energetyki termojądrowej nie może powstać bez wsparcia państwa. W tym celu niezbędny jest plan inwestycji, przy którym pracę znajdą polskie firmy. Jest to jedyna droga do pobudzenia wydatków na prace B+R oraz na zdobycie doświadczenia, niezbędnego w walce o kontrakty międzynarodowe

Ważne jest także alternatywne zastosowanie infrastruktury. Dla przykładu bez laboratorium laserów wielkiej mocy nie sposób rozpocząć produkcji w Polsce odczynników radioaktywnych do urządzeń medycznych typu PET. Efektem tego jest konieczność zakupu takich w Niemczech. Ponieważ czas rozpadu takich pierwiastków to 2 godziny, szpital na Banacha w Warszawie w celu przeprowadzenia badania musi zamówić 2 razy więcej produktu niż to konieczne, ponieważ połowa ulegnie rozpadowi w transporcie! Tymczasem z Bemowa taki towar można by dostarczyć w 20 minut.

Narodowy Plan Rozwoju Energetyki Termojądrowej powinien – poza budową infrastruktury – objąć system grantów dla firm i ośrodków naukowych oraz pomoc doradczą w zakresie ITER.

Stworzenie powiązania klastrowego

Jak zaznaczono powyżej, aktualnie w Polsce współpraca pomiędzy sektorem prywatnym a nauką w obszarze technologii termojądrowej nie istnieje. Ktoś musi zrobić pierwszy krok. Dzięki wsparciu funduszy europejskich tą stroną może być strona naukowa. Tym bardziej, że posiadana struktura administracyjna – Asocjacja EURATOM – IFPiLM po wzmocnieniu kadrowym i finansowym byłaby w stanie sprostać takiemu zadaniu.

Stworzenie systemu mikro grantów

¹⁰ Patrz – raport z badań ilościowych, Sławomir Nowotny.

W Polsce istnieje pakiet ciekawych pomysłów które można wdrożyć za niewielkie pieniądze. Przykładem tego może być jeden z respondentów, mała firma teleinformatyczna z Wrocławia, która opracowała urządzenie zwielokrotniające moce obliczeniowe komputerów w wybranych obszarach. Koszt takiej inwestycji to zaledwie 200.000 PLN, a korzyści byłyby duże, tym bardziej, że w badaniu ilościowym to właśnie diagnostyka komputerowa została wskazana jako najbardziej perspektywiczny obszar rozwoju badań nad energetyką termojądrową w Polsce.

Analiza SWOT

<p>SILNE STRONY</p> <p><i>Wysoki poziom merytoryczny naukowców</i></p> <p><i>Dobra baza administracyjna do rozpoczęcia współpracy</i></p>	<p>SŁABE STRONY</p> <p><i>Niechęć do współpracy zarówno ze strony naukowców jak i przedsiębiorców</i></p> <p><i>Niski poziom innowacyjności firm w Polsce</i></p> <p><i>Słaba jakość infrastruktury badawczej</i></p>
<p>MOZLIWOŚCI (SZANSE)</p> <p><i>Wielkie programy międzynarodowe jak ITER czy DEMO</i></p> <p><i>Fundusze europejskie na rozwój klastrów</i></p>	<p>ZAGROŻENIA</p> <p><i>Brak finansowania wspólnych projektów</i></p> <p><i>Brak wsparcia rządowego</i></p> <p><i>Brak wdrożenia strategii rozwoju branży</i></p> <p><i>Brak inwestycji infrastrukturalnych</i></p>