

Reakcje jądrowe w systemach wodór-metal jako źródło energii przyszłości

M. Kaczmarcki, K. Czerski, N. Targosz-Ślęczka, R. Dubey, A. Kowalska, M. Valat

Alternatywne wykorzystanie wodoru, jako źródła energii

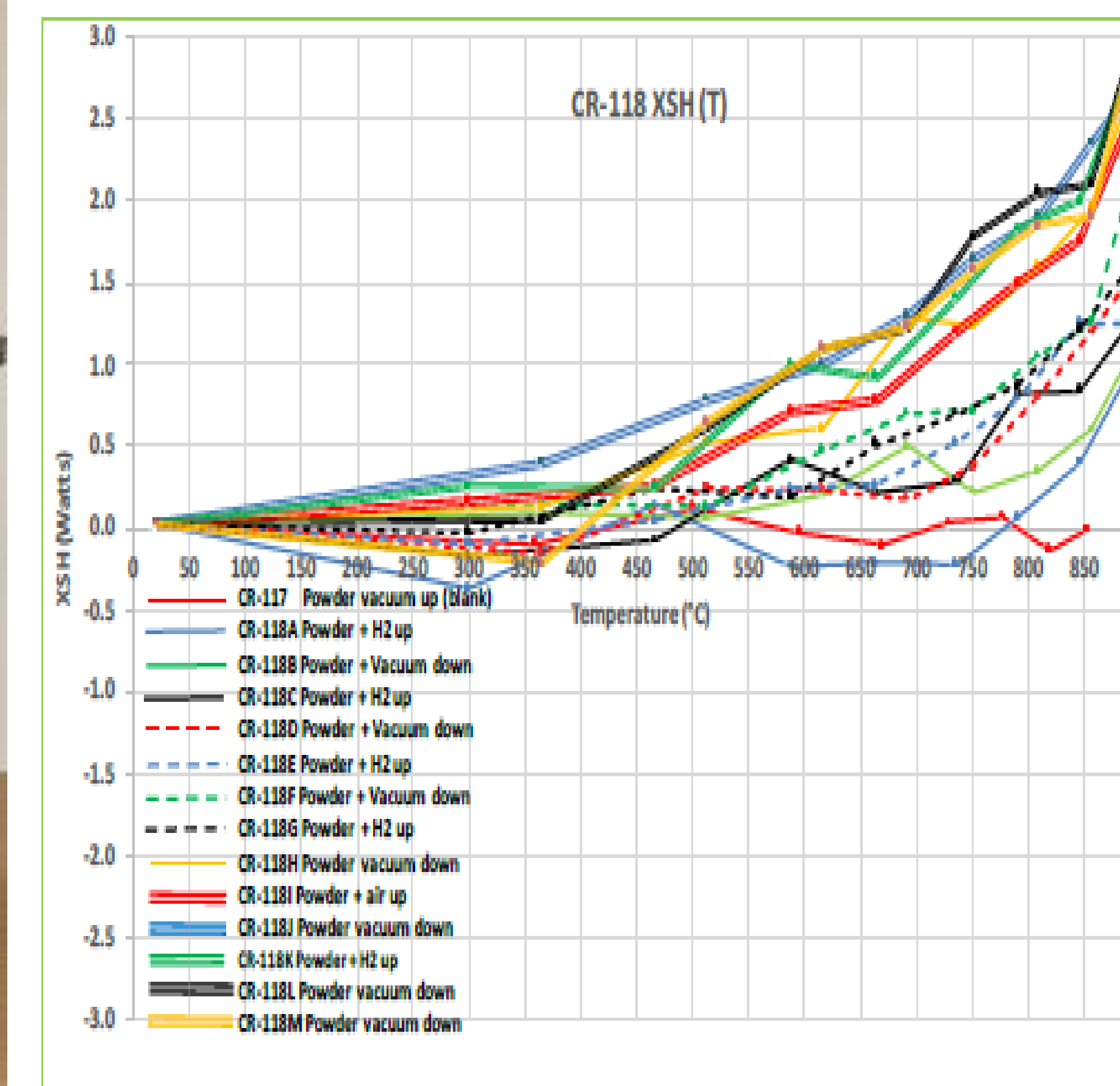
Wodór został wybrany, jako czyste źródło energii przyszłości. W obecnych technologiach stosowany jest jako paliwo ulegające utlenieniu w procesach chemicznych.

Od wielu lat prowadzone są prace nad wykorzystaniem tego pierwiastka jako źródła energii jądrowej poprzez fuzję jądrową (tokamaki lub stelleratory), gdzie temperatura plazmy jest rzędu 150 mln stopni, koszty budowy i utrzymania są olbrzymie, a problemy techniczne trudne do rozwiązania.

Z drugiej strony fuzja jądrowa jest także możliwa przy temperaturach poniżej 1000°C w systemach wodorowo-metalowych, gdzie elektrony ekranują barierę kulombowską między reagującymi jonami. Specjalne nanostrukturalne proszki metaliczne umożliwiają osiągnięcie dużych gęstości wodoru i znaczne zwiększenie prawdopodobieństwa zajścia reakcji fuzji jądrowej. Badania prowadzone na Uniwersytecie Szczecińskim pozwalają na sterowanie tym efektem poprzez zmianę struktury sieci krystalicznej, zwiększając jeszcze bardziej to prawdopodobieństwo. Eksperymenty koncentrują się obecnie na zwiększeniu energii ekranowania, charakterystycznej dla danej sieci krystalicznej.



Rys. 1 Reaktor fuzyjny wykorzystujący nanoproszki jako katalizator reakcji jądrowych



Rys. 2 Wykres zależności energii netto w stosunku do temperatury, dla różnych nanoproszków i warunków pracy

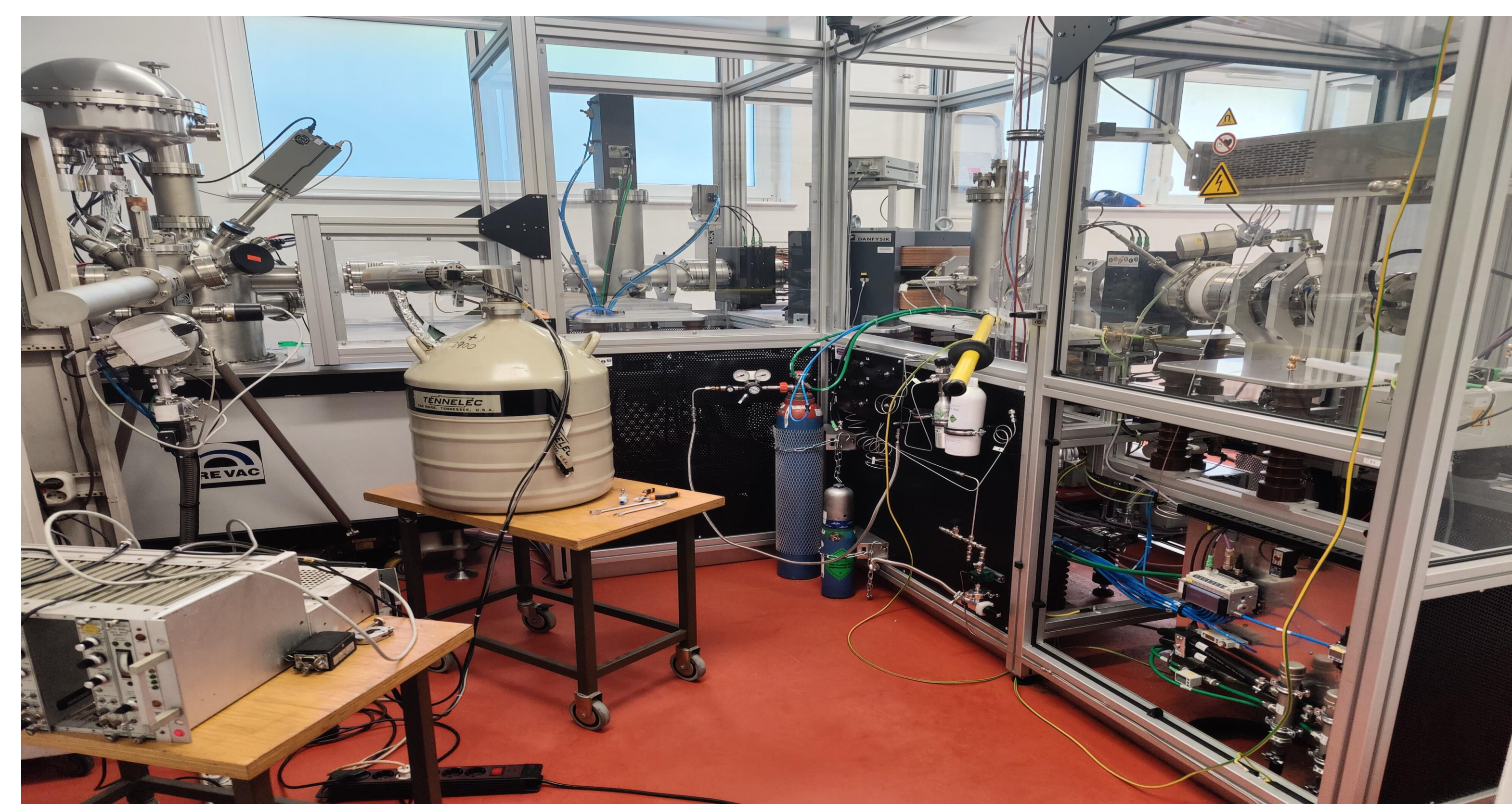
Nadwyżka energii w eksperymentach typu „gas loading”

Dzięki zastosowaniu specjalnie przygotowywanych nanoproszków metalicznych w eksperymentach wykorzystujących „gas loading”, udało się osiągnąć znaczną nadwyżkę energetyczną. Stosując temperaturę rzędu 800 °C jako katalizator indukujący reakcje jądrowe w próbce zawierającej 100g nanoproszku nadwyżka energetyczna zmierzona przy zastosowaniu zaawansowanego kalorymetru wyniosła 20W (patrz rys. 1 i 2). Po optymalizacji układu spodziewany jest wzrost efektywności nawet dwa rzędy wielkości, co byłoby przełomowym wynikiem. Poszerzając wiedzę, możliwy będzie dobór znacznie lepiej spełniającego kryteria materiału, który musi zapewniać wysoką energię ekranowania, reprodukowalność oraz możliwość masowego wytwarzania. Po spełnieniu tych warunków stosunkowo proste będzie stworzenie źródła energii o parametrach i wydajności niespotykanej obecnie.

Badania z wykorzystaniem akceleratora

W Centrum Fizyki Eksperymentalnej Uniwersytetu Szczecińskiego „eLBRUS” znajduje się unikalny na skalę światową akcelerator lekkich jonów łączący niską energię przyspieszanych atomów z metodami diagnostycznymi znanymi z fizyki ciała stałego oraz ultra-wysoką próżnią. Urządzenie to zostało zaprojektowane oraz wyprodukowane specjalnie w celu badania reakcji jądrowych przy najniższych, możliwych energiach i w pełni kontrolowanych warunkach zajścia reakcji.

Obecnie akcelerator wykorzystywany jest do pomiarów energii ekranowania różnego rodzaju tarcz w poszukiwaniu materiału spełniającego kryteria niezbędne do wykorzystania go jako katalizator reakcji jądrowych. W ostatnich eksperymentach udało się zwiększyć energię ekranowania blisko 3-krotnie implantując cyrkon atomami tlenu. Wyniki te prowadzą do wniosków, że możliwe jest sterowanie prawdopodobieństwem zajścia reakcji jądrowej poprzez odpowiednie domieszkowanie materiału, w którym ta reakcja zachodzi.



Rys. 3 Układ akceleratora lekkich jonów znajdujący się w Centrum Fizyki Eksperymentalnej Uniwersytetu Szczecińskiego

Perspektywy wdrożeniowe

Technologia fuzji jądrowej przy bardzo niskich energiach jest obecnie dynamicznie rozwijana na świecie i trwają poszukiwania materiałów dających jak najwyższą efektywność. Jest to główny problem limitujący wdrożenie reaktorów fuzyjnych do komercjalizacji. Potencjalne zastosowanie tego typu reaktorów mogłoby mieć miejsce, ze względu na niewielkie rozmiary, bezawaryjność i prostotę budowy, w zapewnieniu bezemisyjnej energii dla środków transportu, domów czy niewielkiego przemysłu. Niewątpliwą zaletą przy wykorzystaniu fuzji jądrowej jest brak szkodliwych odpadów radioaktywnych, oraz bardzo długi czas działania bez konieczności jakiegokolwiek ingerencji w układ bądź konieczności uzupełniania wodoru.

Centrum Fizyki Eksperymentalnej Uniwersytetu Szczecińskiego „eLBRUS” jest wiodącym na świecie ośrodkiem prowadzącym badania nad fuzją w układach wodór-metal, współfinansowanym ze środków Unii Europejskiej w ramach programu „Horyzont 2020”.