

PONAD 50 LAT PRACY - AKCELERATORA TYPU VAN DE GRAAFFA „LECH” W INSTYTUCIE BADAŃ JĄDROWYCH

Over 50 years of operation of the „Lech” accelerator at the Institute of Nuclear Research

Marian Jaskóła, Andrzej Korman

Warszawski, elektrostatyczny akcelerator typu Van de Graaffa „Lech” był urządzeniem całkowicie zbudowanym w kraju. Akcelerator rozpoczął pracę w 1961 r. w Instytucie Badań Jądrowych (IBJ) w Warszawie. Konstrukcja akceleratora rozpoczęła się w 1953 r. w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Po wielu ulepszeniach i modyfikacjach akcelerator posiadał następujące parametry: energia cząstek naładowanych od 0,1 do 3,2 MeV, stabilność energii ok. 1 keV, natężenie prądu do 50 μ A, przyspieszane cząstki: protony, deuterony, jony ^3He i ^4He . Akcelerator był głównie używany do badań podstawowych z dziedziny fizyki jądrowej i prac aplikacyjnych stosujących metody fizyki jądrowej w innych dziedzinach fizyki i technologii.

The Warsaw pressurised accelerator „Lech” of the Van de Graaff type was a completely home-made machine. It began operation in 1961 at the Institute of Nuclear Research. Construction of the accelerator was begun in 1953 by the Institute of Experimental Physics of Warsaw University. After several improvements and modifications the accelerator had the following parameters: energy from 0.1 to 3.2 MeV, energy stability about 1 keV, ion current up to 50 μ A, accelerated particles protons, deuterons, ^3He and ^4He . The accelerator was mainly used for basic research in nuclear physics and for application of nuclear research methods in other field of physics and technology.

Słowa kluczowe: akceleratory elektrostatyczne, energia 0,1 – 3,2 MeV, jony: protony, deuterony, ^3He i ^4He

Keywords: electrostatic accelerator, energy 0.1 – 3.2 MeV, ions: protons, deuterons, ^3He and ^4He

Uruchomiony w Warszawie akcelerator typu Van de Graaffa „Lech” pracował przez ponad 50 lat. W dniu jego uroczystego oddania do eksploatacji 22 grudnia 1961 r. w dzienniku „Życie Warszawy” tak oto napisano w artykule pt.: „Uruchomienie akceleratora typu Van de Graaffa w Warszawie”, „Akcelerator warszawski został zaprojektowany przez nieżyjącego już młodego naukowca z IBJ mgr. inż. Lecha Bobrowskiego pod kierunkiem prof. Andrzeja Sołtana. Po tragicznej śmierci mgr L. Bobrowskiego w październiku 1958 r., ciężar dokończenia budowy spadł na barki młodych pracowników: Eugeniusza Górskiego, Mariana Jaskółę i Andrzeja Marcinkowskiego, którzy pod kierunkiem kierownika Zakładu Fizyki Jądra Atomowego IBJ prof. Zdzisława Wilhelmiego doprowadzili dzieło do pomyślnego końca. Podczas uroczystego otwarcia, w którym udział wzięli minister szkolnictwa wyższego H. Golański, Pełnomocnik Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej minister W. Billig, dyrektorzy Instytutu Badań Jądrowych profesorowie J.P. Nowacki oraz M. Danysz, stwierdzono, że akcelerator „Lech” pod względem ważności plasuje się na trzecim miejscu: za reaktorem jądrowym w Świerku i cyklotronem krakowskim – urządzeniami zakupionymi w Związku Radzieckim. W swoim wystąpieniu prof. Z. Wilhelmi stwierdził, że „nauka polska, a w szczegól-

ności fizyka jądrowa zyskała nowoczesne narzędzie badawcze. Jednocześnie z pracami eksperymentalnymi w dziedzinie reakcji jądrowych i spektroskopii na akceleratorze będą prowadzone prace użytkowe dla gospodarki narodowej”. Ponad 40 lat owocnej pracy akceleratora wykazały słuszność powyższych stwierdzeń.

Zespołem budowy, a następnie eksploatacji i modernizacji akceleratora „Lech” kierowali (w kolejności chronologicznej): Eugeniusz Górski – w latach 1958-1967; Marian Jaskóła – w latach 1968-1977, Lucjan Zemło – w latach 1978-1981 i 1984-1985, Andrzej Bieńkowski w latach 1982-1983, 1988-1992, 1997-2000; Andrzej Korman – w latach 1986-1987, 1992-1996 i od 2000 do chwili jego zamknięcia w grudniu 2014 r.

W latach 1955-1980 akceleratory elektrostatyczne typu Van de Graaffa były w świecie podstawowym narzędziem badawczym w fizyce jądrowej niskich energii. Główne zalety tych akceleratorów to: wysoka stabilność energii, łatwa możliwość zmiany rodzaju przyspieszanych jonów i ich energii, wysoka intensywność i stabilność położenia wiązki jonów przy dobrych parametrach geometrycznych, wreszcie niski koszt eksploatacji w porównaniu do innych rodzajów akceleratorów.

W elektrostatycznym akceleratorze Van de Graaffa wysokie napięcie U jest wytwarzane przez ładunek elektryczny Q zgromadzony na metalicznej cylindryczno-kulistej elektrodzie o pojemności C umieszczonej na izolacyjnej kolumnie wsporczej. Spełniona jest relacja: napięcie $U=Q/C$, a maksymalna jego wartość ograniczona jest wytrzymałością ośrodka. Ładunek do elektrody jest donoszony przy pomocy izolacyjnego ruchomego pasa. Całość umieszczona jest w zbiorniku ciśnieniowym wypełnionym suchym gazem izolacyjnym pod ciśnieniem kilku-kilkunastu atmosfer celem zwiększenia wytrzymałości ośrodka na przebicia elektryczne i podniesienie uzyskiwanego maksymalnego napięcia U . Najczęściej jako gaz izolacyjny używana jest mieszanina azotu i dwutlenku węgla ($N_2 \sim 70\%$, $CO_2 \sim 30\%$) pod ciśnieniem ok. 10-12 atm lub znacznie droższy (sześćsiotlenek siarki SF_6) pod ciśnieniem kilku atmosfer.

Pole elektryczne wzdłuż kolumny wsporczej oraz rury akcelerycyjnej jest rozłożone liniowo przy pomocy oporowego dzielnika napięcia. Jony produkowane w źródle jonów, umieszczonej wewnątrz elektrody wysoko-napięciowej są ogniskowane i przyspieszane w próżniowej rurze akcelerycyjnej z odpowiednio uformowanym polem elektrycznym. Jony o ładunku q przebywające różnice potencjału U uzyskują energię $E = q \cdot U$. Po opuszczeniu rury akcelerycyjnej jony o energii E , masie m i ładunku q są zakrzywiane po krzywiźnie o promieniu r w polu magnetycznym magnesu analizującego ($H \cdot r = \frac{1}{q} \sqrt{2E \cdot m} = \frac{1}{q} mv$) i dochodzą do tzw. wyjściowych szczelin stabilizacyjnych. Następnie jony ogniskowane magnetyczną soczewką kwadropolową są kierowane przy użyciu magnesu kierującego do odpowiedniego stanowiska pomiarowego.

Warszawski akcelerator typu Van de Graaffa był urządzeniem całkowicie zbudowanym w kraju. Jego konstrukcję rozpoczęto w 1953 r. w Instytucie Fizyki Doświadczalnej UW, w Katedrze Atomistyki prof. Andrzeja Sołtana, po którego śmierci (grudzień 1959 r.) budowę kontynuowano w Katedrze Fizyki Jądra Atomowego kierowanej przez prof. Zdzisława Wilhelmięgo. Z chwilą powstania Instytutu Badań Jądrowych (1955 r.) do ścisłej współpracy z uniwersytetem przy budowie akceleratora dołączył Zakład IA tego Instytutu (noszący nazwę Zakładu Fizyki Jądra Atomowego).

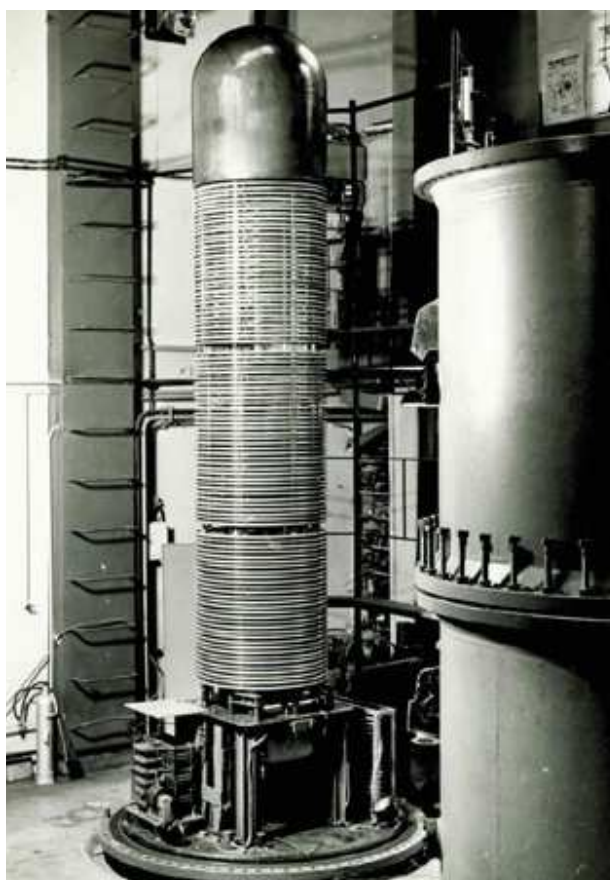
Osobą odpowiedzialną za projekt i budowę akceleratora był początkowo mgr inż. Lech Bobrowski, który wykonywał swoje obowiązki z olbrzymią inwencją i poświęceniem.

Po jego śmierci (w wyniku wypadku motocyklowego - październik 1958 r.) budowę akceleratora kontynuowali: Eugeniusz Górski, Marian Jaskóła i Andrzej Marcinkowski. Akcelerator po wielu modyfikacjach i próbach został oddany do eksploatacji wiosną 1961 r. [1-3]. Dla uhonorowania jego głównego konstruktora Lecha Bobrowskiego nadano mu imię „Lech”.

Zamieszczone fotografie 1-7 przedstawiają fragmenty akceleratora i osoby związane z jego budową, eksploatacją i użytkowaniem.



Fot. 1. Mgr inż. Lech Bobrowski przy akceleratorze Van de Graaffa
Photo 1. Lech Bobrowski with the Van de Graaff accelerator



Fot. 2. Widok ogólny kolumny wsporczej wraz z elektrodą wysokonapięciową akceleratora „Lech”, z prawej strony widoczna część zbiornika ciśnieniowego

Photo 2. General view of the „Lech” electrostatic accelerator



Fot. 3. Eugeniusz Górski (po lewej) i Marian Jaskóła przy pulpicie sterowniczym akceleratora

Photo 3. Eugeniusz Górski (left) and Marian Jaskóła at the control board



Fot. 6. Andrzej Korman (po lewej) i Zbigniew Szczepaniak przy nowym pulpicie sterowniczym akceleratora

Photo 6. Andrzej Korman (left) and Zbigniew Szczepaniak at the control board



Fot. 4. Andrzej Marcinkowski podczas kompletowania rury akceleracyjnej

Photo 4. Andrzej Marcinkowski completing the elements of the accelerating tube



Fot. 7. Uczestnicy Sympozjum (4 stycznia 2002 r.) poświęconemu 40-let pracy akceleratora „Lech”

Photo 7. Participants in the Symposium to celebrate 40 years of operation of the „Lech” accelerator



Fot. 5. Zdzisław Kacprzak w pomieszczeniu eksperymentalnym akceleratora

Photo 5. Zdzisław Kacprzak in the target room of the accelerator

Od chwili uruchomienia, akcelerator przechodził ciągle procesy modyfikacji i ulepszeń, rezultatem których było podwyższenie energii przyśpieszanych jonów z 2,5 MeV do ok. 3,2MeV, polepszenie stabilności energii do ok. 1 keV, podwyższenie natężenia i stabilności prądu, rozszerzenie asortymentu przyśpieszanych jonów o jony helu $^3\text{He}^+$ i $^4\text{He}^+$, poprawienie jakości próżni (przez zainstalowanie pomp turbomolekularnych), zbudowanie nowych układów wytwarzania i ogniskowania wiązki jonów [4-8]. Wynikiem prac modernizacyjnych, poza poprawieniem parametrów akceleratora było zwiększenie niezawodności pracy akceleratora, odzwierciedleniem czego był wzrost przepracowanych rocznie godzin z ok. 500 godzin w 1962 r. do ok. 2500 godzin rocznie w latach 1964-1968 i ok. 4500 godzin rocznie w latach 1970-1980 (co było już wielkością typową dla akceleratorów komercyjnych). W następnych latach zainteresowanie akceleratorem stopniowo malało – rezultatem

czego było obniżenie czasu pracy akceleratora do ok. 1500 godzin rocznie w latach 1985-1990. Ostatnio akcelerator pracował ok. 600 godzin rocznie. Akcelerator w latach 1962-1985 wykorzystywany był głównie przez Zakład Reakcji Jądrowych IBJ i Zakład Fizyki Jądra Atomowego IFD UW. W ostatnich latach - wykorzystywany był głównie przez Instytut Problemów Jądrowych i współpracujące jednostki jak: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, Zakład Fizyki Ciała Stałego Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego (IFD UW), Akademię Świętokrzyską w Kielcach, Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie.

Tabela 1 Podstawowe parametry akceleratora „Lech”

Energia cząstek naładowanych	0,1 – 3,2 MeV
Prąd za 90° magnesem analizującym	50 μ A dla protonów i deuteronów 30 μ A dla jonów $^3\text{He}^+$ i $^4\text{He}^+$
Stabilność energii	~ 1 keV
Średnica wiązki na tarczy	5 mm dla prądu 50 μ A 1 mm dla prądu 20 μ A
Przyspieszane cząstki	elektrony, protony, deuterony, $^3\text{He}^+$, $^4\text{He}^+$
Próżnia, pompy turbomolekularne	7×10^{-7} Tr
Gaz izolujący, ciśnienie	70% N_2 + 30% CO_2 , 16 atm max.

W latach 1975-1979 akcelerator przechodził gruntowną modernizację, której celem było podwyższenie energii. Pracami tymi z olbrzymią inwencją kierował Lucjan Zemło. W ramach tych prac zaprojektowano i zbudowano nową kolumnę nośną z dzielnikiem oporowym wraz z poprawioną geometrią elektrody wysoko-napięciowej. Zbudowano nową rurę akceleryjną, ulepszone zostały układy zasilania źródła jonów i ogniskowania wiązki jonów. Wykonano nowy zespół napędu i naciągu pasa oraz ulepszone zasilacze prądu elektromagnesów wraz z systemem pomiaru i stabilizacji pola magnetycznego opartego na rezonansie magnetycznym. Ponieważ w początkach lat osiemdziesiątych spadło zainteresowanie akceleratorem „Lech” modernizacja nie została w pełni zrealizowana. Kolumnę wsporczą wraz z elektrodą wysoko-napięciową i rurą akceleryjną przekazano Instytutowi Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego gdzie pod koniec lat siedemdziesiątych przy znaczącym udziale naszego zespołu budowano ciśnieniowy akcelerator Van de Graaffa.

Należy podkreślić olbrzymi wkład koncepcyjny i wykonawczy w tym projekcie Eugeniusza Górskiego, Andrzeja Kormana, Lucjana Zemły, Zdzisława Kacprzaka, Henryka Rękawka i Andrzeja Bieńkowskiego oraz Wiesława Pietrzaka, Zbigniewa Szczepaniaka, Mieczysława Polińskiego, Władysława Mielczarka, Ryszarda Kacprzaka i Henryka Drzycimskiego. Poza tym podczas budowy akceleratora i jego wieloletniej eksploatacji z zespołem akceleratora związanych było wiele osób m.in. Andrzej Bełłowski, Jerzy Bielewicz, Tadeusz Grabowski, Ryszard Kołnierzak, Szczepan Krasowski, Zenon Kostka, Zygmunt Pietraszewski, Janusz Rondio, Antoni Ruciński, Jan Skwarek, Adolf Stegner, Marek Sztark, Andrzej Grafstein i inni.

Zespół akceleratora w latach 1963-1980 liczył ok. siedmiu osób, składał się z pracowników IBJ i IFD UW.

Akcelerator „Lech” był głównie wykorzystywany do badań podstawowych z dziedziny fizyki jądrowej i prac aplikacyjnych stosujących metody jądrowe w innych dziedzinach fizyki i technologii. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- badanie mechanizmu reakcji jądrowych poprzez pomiar krzywych wzbudzenia, stosunków izomerycznych, rozkładów energetycznych i kątowych produktów reakcji wywołanych neutronami szybkimi z takich reakcji jak: (n,2n), (n,n'), (n,p), (n,d), (n, α), (n, γ); była to główna tematyka badawcza Zakładu Reakcji Jądrowych IBJ i IPJ oraz Katedry i Zakładu Fizyki Jądra Atomowego IFD UW w latach 1962-1980; pracom tym poświęconych było ponad 60% czasu pracy akceleratora;

- badanie reakcji jądrowych wywołanych przez niskoenergetyczne cząstki naładowane takie jak: (p,p'), (p,d), (p, γ), (d,p), (d,d'), (d, α), ...;

- badania materiałowe w tym badania defektów radiacyjnych w materiałach półprzewodnikowych, wyznaczanie rozkładów pierwiastków w przypowierzchniowych warstwach, określanie doskonałości monokryształów, itp., z użyciem wybranych metod jądrowych jak: wsteczne rozpraszanie jonów (RBS, kanałowanie jonów) i reakcje jądrowe (NRA), prace te prowadzono na stanowisku pomiarowym przedstawionym na fot. 8.

- określanie koncentracji pierwiastków w próbkach mineralnych, biomedycznych i innych w oparciu o analizę charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego wzbudzanego cząstkami naładowanymi (PIXE), badanie jonizacji powłok atomowych, prace te prowadzono na stanowisku pomiarowym przedstawionym na fot. 9.

- badanie i testowanie różnych typów detektorów promieniowania, w tym jądrowych detektorów śladowych – prace te prowadzone były aż do zakończenia eksploatacji akceleratora;

- w latach 1964-66 wiązką elektronów przyspieszanych w akceleratorze „Lech” do energii ok. 1,5 MeV wykonano pionierskie w skali kraju sterylizacje tkanki kostnej użytych następnie do przeszczepów.



Fot. 8. Stanowisko pomiarowe używane do pomiarów z zastosowaniem metody RBS

Photo 8. RBS experimental set-up



Fot. 9. Stanowisko pomiarowe do zastosowań metody PIXE

Photo 9. PIXE experimental set-up

Wyniki prac eksperymentalnych otrzymane z użyciem akceleratora „Lech” posłużyły do uzyskania ośmiu prac habilitacyjnych i ok. 60 zakończonych, i obronionych rozpraw doktorskich. Liczba opublikowanych prac w pismach o obiegu międzynarodowym przekracza trzysta pozycji. Dokładny wykaz prac doktorskich i habilitacyjnych podany jest w Tabeli II.

Przedstawione dane dobrze charakteryzują rolę jaką akcelerator „LECH” odegrał w czasie swojej długiej działalności dla warszawskiego (i nie tylko) ośrodka fizyki jądrowej. Bez tego akceleratora trudno byłoby wyobrazić sobie istnienie naszego ośrodka w postaci jaką znamy go w chwili obecnej.

Tabela II Wykaz prac doktorskich i habilitacyjnych (w nawiasach podane są instytucje, ewentualnie kraj, rok obrony pracy, wkład procentowy materiału uzyskanego za pomocą akceleratora „Lech” w przypadkach, gdy był mniejszy od 100%)

PRACE DOKTORSKIE			
1.	P. Decowski (UW-1967)	31.	E. Żuprańska (PW-1980)
2.	A. Marcinkowski (IBJ-1967)	32.	Le Van Khoj (Wietnam, IBJ-1980)
3.	M. Jaskóła (IBJ-1967)	33.	M. Herman (IBJ-1980)
4.	J. Brzosko (UW-1968)	34.	S. Burzyński (IBJ-1980)
5.	K. Siwek-Wilczyńska (UW-1969)	35.	G. Szeplińska (UW-1980, 35%)
6.	A. Turowski (IBJ-1969)	36.	D. Wieluńska (IBJ-1982)
7.	B. Sikora (UW-1970)	37.	M. Wieluński (IBJ-1982)
8.	P. Żuprański (IBJ-1970)	38.	M. Kicińska Habor (UW-1982)
9.	E. Gierlik (UW-1971)	39.	Z. Żelazny (UW-1984, 75%)
10.	S. Pszozna (IBJ-1971, 25%)	40.	T. Matulewicz (UW-1985)
11.	M. Siemiński (UW-1972)	41.	B. Mariański (IPJ-1986)
12.	W. Grochulski (UW-1972)	42.	M. Pajek (WSP-Kielce-1989, 75%)
13.	Salah El Konsol (Egipt, IBJ-1972)	43.	A. Dygo (IPJ-1989)
14.	L. Wieluński (IBJ-1972)	44.	A. Trzciński (IPJ-1990)
15.	M. Kopcewicz (UW-1973)	45.	Hoang Manh Hue (Wietnam, IPJ-1990)
16.	E. Wesołowski (UW-1973)	46.	Nabil K. Madi (Egipt, IPJ-1990)
17.	M. Sosnowski (UW-1973, 50%)	47.	E. Braziewicz (WSP-Kielce-1991, 75%)
18.	I. Śledzińska (UW-1973)	48.	Abdellatif Chiadli (Maroko, IPJ-1991)
19.	J. Karolyi (Węgry, IBJ-1974)	49.	J. Jagielski (ITME-1994, 75%)
20.	B. Zwięgliński (IBJ-1975)	50.	D. Kielan (IPJ-1995)
21.	K. Józefowicz (IBJ-1975, 25%)	51.	J. Kaczanowski (IPJ-1997)
22.	L. Zemło (IBJ-1975)	52.	S. Kwiatkowski (IPJ-1997)
23.	A. Saganek (UW-1975)	53.	L. Nowicki (IPJ-1998)
24.	W. Augustyniak (IBJ-1976)	54.	A. Stonert (IPJ-2001, 50%)
25.	Z. Smolec (IBJ-1976)	55.	I.M. Fijał (IPJ-2005, 25%)
26.	A. Bieńkowski (UW-1976)	56.	A. Malinowska (IPJ-200, 20%)
27.	L. Głowacka (WAT-1976)	57.	Shaaban Mohammed Abd El Aal (Egipt, NCBJ-2010, 60%)
28.	A. Barcz (IBJ-1977)	58.	R. Ratajczak (NCBJ-2011, 40%)
29.	Z. Szepliński (UW-1978, 35%)	59.	K. Pągowska (NCBJ-2013, 40%)
30.	K. Rusek (IBJ-1980)	60.	M. Herman (IBJ-1980)
PRACE HABILITACYJNE			
1.	J. Sowiński (AM-1967, 25%)	5.	A. Turowski (IBJ-1978)
2.	J. Turkiewicz (IBJ-1969)	6.	J. Rondio (IPJ-1989)
3.	J. Brzosko (UW-1971)	7.	J. Braziewicz (WSP-Kielce-1997, 50%)
4.	A. Marcinkowski (IBJ-1974)	8.	A. Szydłowski (NCBJ-2014, 35%)

W okresie swej służby akcelerator nękało szereg kataklizmów, w tym dwa groźne pożary i kilkanaście powodzi. Pierwszy pożar miał miejsce w r. 1963. W czasie, gdy nie był jeszcze w pełni skompletowany układ ciśnieniowy i akcelerator pracował często pod ciśnieniem 4-5 atm. powietrza. Spaliły się wtedy układy zasilania znajdujące się wewnątrz elektrody wysokiego napięcia (WN). Straty były znaczne, w wyniku wzrostu temperatury wewnątrz zbiornika zostało uszkodzonych cały szereg podzespołów. Drugi pożar miał miejsce 14 lutego 1983 r. spowodowany zwarcieniem w zewnętrznych elektrycznych układach sterowania akceleratora. Przerwa akceleratora trwał około pół roku. Podczas odbudowy zostały zmodernizowane elektryczne układy sterowania wraz z okablowaniem. Innym nieszczęściem nękającym zespół akceleratora były powodzie spowodowane gwałtownymi opadami atmosferycznymi, awariami kanalizacyjnej instalacji odpływowej i wreszcie awariami instalacji wodnych systemów chłodzących pomp próżniowych, i elektromagnesów i układów targetowych.

Zakończenie

Powyższe wspomnienie napisano chcąc przypomnieć i przybliżyć fizykom starszego jak i młodszego pokolenia i nie tylko ośrodka warszawskiego o istnieniu akceleratora Van de Graaffa „Lech”.

Akcelerator „Lech” zakończył swoją służbę po ponad 50 latach pracy. Był on zlokalizowany w tzw. Hali Atomowej w budynku Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego przy ulicy Hożej 69. Wydział Fizyki UW w roku 2014 przeniósł się do nowych pomieszczeń przy ul. Pasteura 5A. Spowodowało to szybsze, może nawet o 2 lata, zakończenie pracy akceleratora „Lech”. Jego przeniesienie do nowych pomieszczeń było już nie celowe a nawet niemożliwe, ze względu na wiek wielu podzespołów mechanicznych, elektrycznych i elektronicznych. Część elementów akceleratora w tym zbiornik ciśnieniowy, kolumna nośna, rura akceleracyjna zostało przeniesione do NCBJ w Świerku celem dalszego wykorzystania między innymi dla celów dydaktycznych. Układ ciśnieniowy wraz z butlami ciśnieniowymi zostały złomowane. Fotografie 10-13 przedstawiają demontaż akceleratora „Lech” i przenoszenie niektórych podzespołów do NCBJ w Świerku.



Fot. 10-13 Demontaż akceleratora „Lech” i transport zbiornika ciśnieniowego do NCBJ w Świerku

Photo 10-13 Dismantling of the accelerator and transport of the pressure vessel to NCBJ at Świerk

Za kilka lat napisanie takiego artykułu byłoby znacznie trudniejsze, bowiem czas zaciera pamięć, ubywa ludzi pamiętających jego powstanie i lata świetności, a poza tym dostęp do materiałów źródłowych będzie coraz bardziej ograniczony. Obecny artykuł powstał w oparciu o wcześniejsze opracowania [9-11].

Dziękujemy osobom, które przyczyniły się do uzupełnienia materiałów do tego artykułu. Dzięki ofiarnej pracy i harmonijnej współpracy wielu ludzi tak z IBJ i IPJ, a obecnie z NCBJ i z IFD UW udało się przez ponad pół wieku utrzymać akcelerator w ciągłej eksploatacji pomimo różnych kataklizmów „dziejowych”.

(fot. z archiwum autorów)

Literatura

- [1] L. Bobrowski, E. Górski, M. Jaskóła, A. Marcinkowski, *Raport IBJ 96/5A (1959)*
- [2] L. Bobrowski, E. Górski, M. Jaskóła, A. Marcinkowski, A. Sołtan, Z. Wilhelmi, *Raport IBJ 299/IA (1962), Nukleonika 8, 1 (1963)*
- [3] L. Bobrowski, E. Górski, M. Jaskóła, A. Marcinkowski, A. Sołtan, Z. Wilhelmi, *Int. Symp. „Elektrostatyczne Generatory i Uskórtieli Priamowo Diejstwa”, Dubna, 25-29 marzec 1963*
- [4] A. Bieńkowski, E. Górski, M. Jaskóła, H. Rękawek, L. Zemło *Raport IBJ 971/I/PL (1968)*
- [5] A. Bieńkowski, E. Górski, M. Jaskóła, Z. Kacprzak, L. Leszczyński, L. Zemło, *Raport IBJ 1181/PI/PL (1970)*
- [6] A. Bieńkowski, L. Zemło, *Raport IBJ 1465/I/E/A (1973)*
- [7] A. Bieńkowski, M. Jaskóła, L. Zemło, *Revue de Phys. Appliquee 12, 1321 (1977)*
- [8] A. Bieńkowski, M. Jaskóła, L. Zemło, *Revue de Phys. Appliquee 12, 1323 (1977)*
- [9] J. Bigolas, M. Jaskóła, R. Kiełsznia, S. Kuliński, W. Maciszewski, M. Pachan, E. Pławski, *Nukleonika 40, 29 (1995)*
- [10] M. Jaskóła, *Postępy Fizyki 52(2001)302*
- [11] M. Jaskóła, T. Czosnyka, R. Kiełsznia, S.T. Kuliński, M. Pachan, J. Prac, E. Pławski, Z. Zimek, *Postępy Techniki Jądrowej 48 (2005) 2-36.*

prof. dr hab. Marian Jaskóła,
dr Andrzej Korman,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk