



DEPARTAMENT FIZYKI MATERIAŁÓW

*stan obecny i perspektywy
po projekcie 4Laby*

FM 1 – 14 osób

FM 2 – 29 osób

LBM – 19 osób

ZADANIA

DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

- I. **PROWADZENIE BADAŃ NAUKOWYCH ORAZ PRAC ROZWOJOWYCH DOTYCZĄCYCH:**
 - Fizyki fazy skondensowanej
 - Inżynierii materiałowej
 - Badań materiałowych ze szczególnym uwzględnieniem energetyki jądrowej i cykli paliwowych
 - Rozwoju metod i technik eksperymentalnych oraz narzędzi informatycznych w tej dziedzinie

- II. **WYKONYWANIE POMIARÓW, BADAŃ I ANALIZ W ZAKRESIE WŁASNOŚCI I PARAMETRÓW MATERIAŁÓW NA RZECZ PODMIOTÓW ZEWNĘTRZNYCH**

STRUKTURA DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

I. ZAKŁAD METOD JĄDROWYCH FIZYKI CIAŁA STAŁEGO (FM1)

- ŚRODOWISKOWE LABORATORIUM NEUTRONOGRAFII
- PRACOWNIA BADAŃ RENTGENOWSKICH
- PRACOWNIA NANO-MATERIAŁÓW

II. ZAKŁAD TECHNOLOGII PLAZMOWYCH I JONOWYCH (FM2)

- PRACOWNIA PLAZMOWEJ INŻYNIERII POWIERZCHNI
- PRACOWNIA ODDZIAŁYWAŃ PLAZMOWO JONOWYCH Z MATERIAŁAMI
- PRACOWNIA MIKROANALIZY JĄDROWEJ

III. LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁOWYCH (LBM)

- LABORATORIUM MATERIAŁÓW AKTYWNYCH
- SEKCJA BADAŃ STRUKTURALNYCH, KOROZJI, SKŁADU CHEMICZNEGO I BADAŃ NIENISZCZĄCYCH
- SEKCJA BADAŃ WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH
- SEKCJA BADAŃ WŁASNOŚCI FIZYCZNYCH I OBRÓBKI MECHANICZNEJ PRÓBEK

LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁOWYCH

LBM

STRUKTURA

LBM

Hot Cells

Korozja
Badania nieniszczące

Badania
mechaniczne

Własności
fizyczne

LBM

☐ Laboratorium materiałów aktywnych

12 komór gorących pozwalających badać materiały o aktywności do 4 TBq. Każda z komór wyposażona jest w komplet urządzeń do badań materiałów radioaktywnych

LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁOWYCH LBM

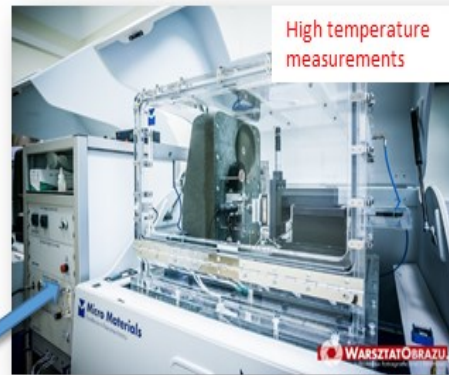




Nanoindentation at NCBJ



Micro Materials Ltd. – NanoTest Vantage



- Berkovich, Vickers, Cube Corner and Conical type indenters available for rT testing
- HT measurements with diamond (up to 450 °C) and cBN (up to 750 °C) indenters
- Coupled Atomic Force Microscope
- Optical microscope (up to 40x)
- Covers range of forces from 0.1 mN to 20 N
- HT measurements up to 750 °C under controlled atmosphere
- Piezostage
- HT surface scan
- Impact/impuls indentation
- Humidity cell
- Nano-scratch, wear and fretting test

*Studied materials:
ODS, 316L SS, pure Zr, Zr1%Nb alloy,
ceramics, tungsten, cermetals, graphene ...*

LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁOWYCH LBM

- **Utrzymanie certyfikatów akredytacji laboratorium badawczego nr AB 025 Polskiego Centrum Akredytacji oraz uznanie II. stopnia UDT zgodnie z warunkami DT-L/95 Urzędu Dozoru Technicznego nr LB-038/27**
- **Organizacja corocznego seminarium naukowo-technicznego n.t.: „Badania materiałowe na potrzeby elektrowni i przemysłu energetycznego”**

Zakład Metod Jądrowych Fizyki Ciała Stałego

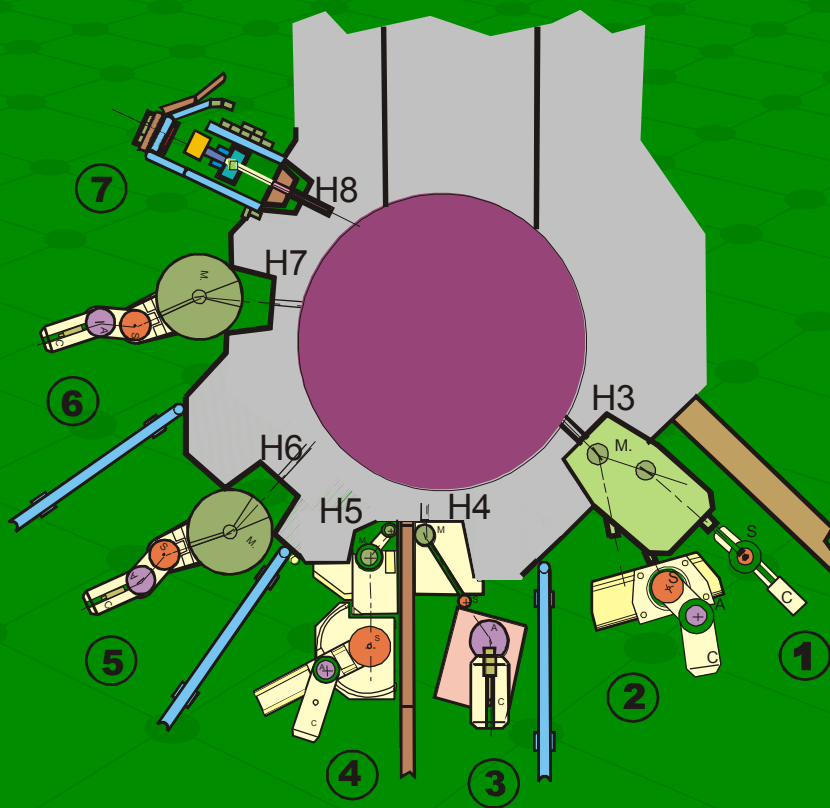
Rtg

*Nano-
materiały*

Neutrony

ZAKŁAD METOD JĄDROWYCH FIZYKI CIAŁA STAŁEGO FM1

WYPOSAŻENIE



GEŚTOŚĆ STRUMIENIA NEUTRONÓW PADAJĄCYCH NA PRÓBKĘ $\sim 5 \times 10^5 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Fizyka fazy skondensowanej i badania materiałowe

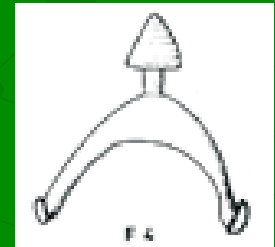
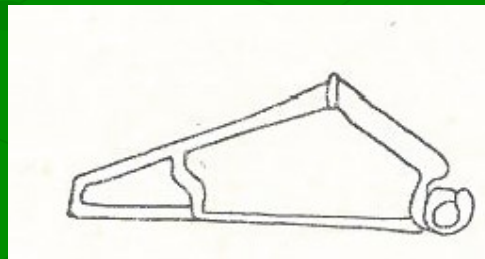
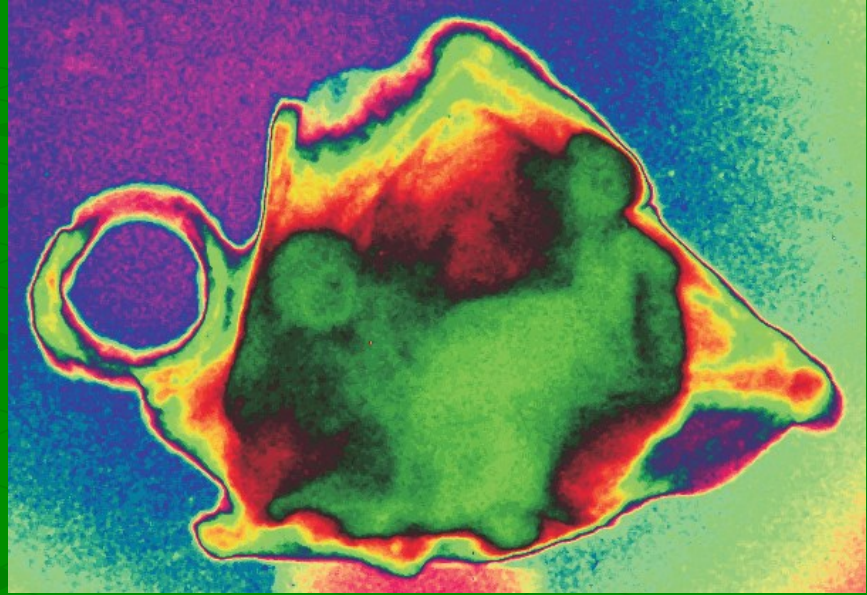
Badanie fazy skondensowanej materii metodami jądrowymi oraz teoretycznymi.

- Badania struktury krystalicznej związków i stopów.
- Określenie wpływu rozpadu fazowego na strukturę magnetyczną fazy uporządkowanej na wczesnym etapie rozpadu w stopie pseudobinarnym MnNiCu.
- Badanie wpływu eflorescencji i subflorescencji na proces schnięcia materiałów porowatych
- Kinetyka migracji wody w złożach warstwowych/złożonych z różnych materiałów porowatych.
- Badanie obiektów archeologicznych i paleologicznych.
- Zbadanie zdolności nanowarstwy powierzchniowej XO_2 ($X=U,Th,PU,Am$) do unieruchamiania atomów helu, ksenonu i kryptonu.
- Badania strukturalne związków farmakologicznie czynnych.
- Zbadanie pól naprężeń i stopnia amorficzności kraterów wytworzonych w krzemie przez naświetlanie bardzo silnymi femtosekundowymi impulsami długofalowego promieniowania rentgenowskiego.
- Zbadanie korelacji między energią wiązania neutronu wynikającą z doświadczalnie wyznaczonej wartości długości rozpraszania neutronu, a energią separacji neutronu

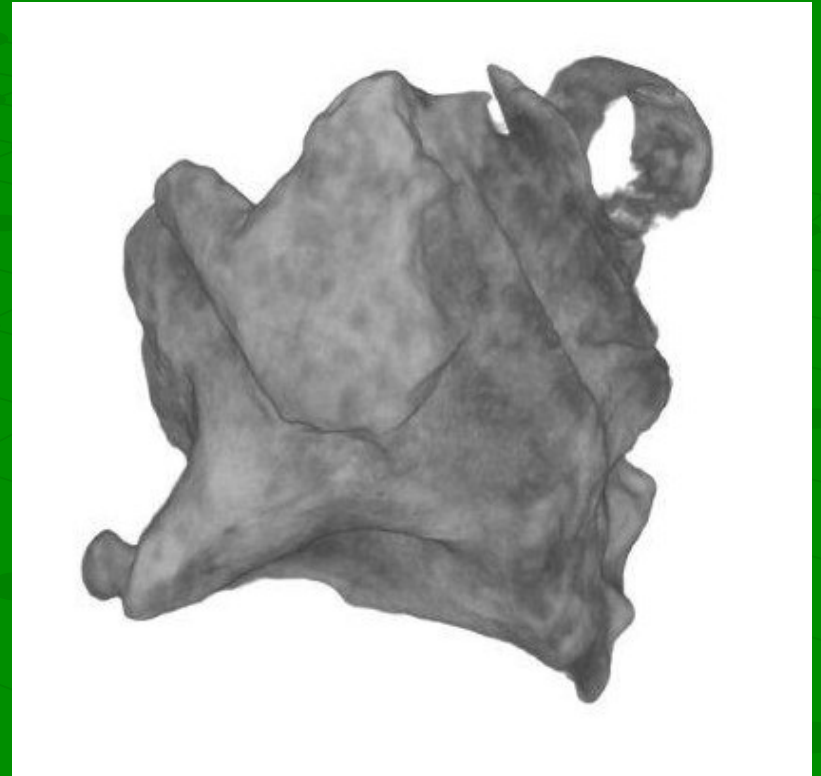
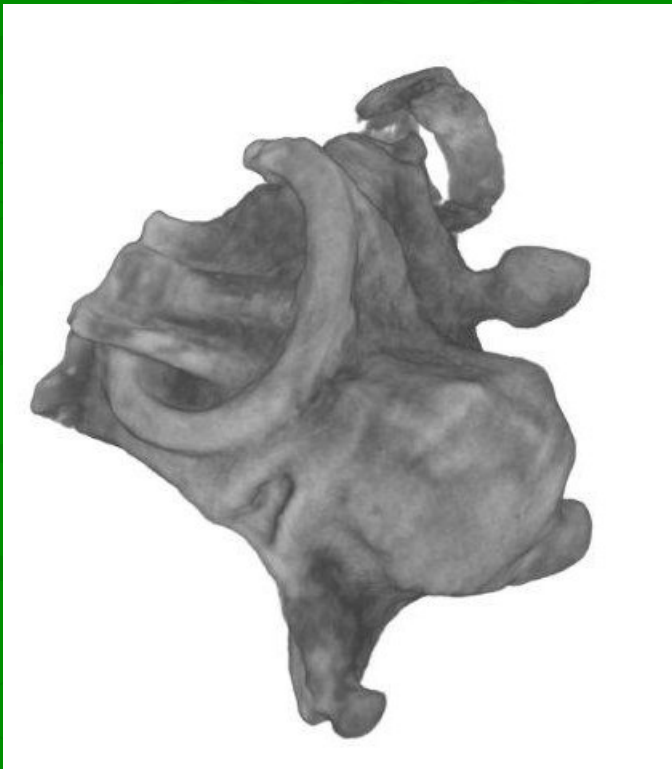
Nowe materiały.

- 1. Badanie strukturalne nowych materiałów dla potrzeb energetyki jądrowej i medycyny nuklearnej.**
- 2. Otrzymywanie nanocząstek wolframianu gadolinowo-potasowego domieszkowanych jonami ziem rzadkich do zastosowań w diagnostyce medycznej.**
- 3. Badania wpływu otoczenia metalicznego na procesy zachodzące w badaniach naświetlania kwantami gamma wybranych metali w atmosferze wysokiego ciśnienia gazowego deuteru.**

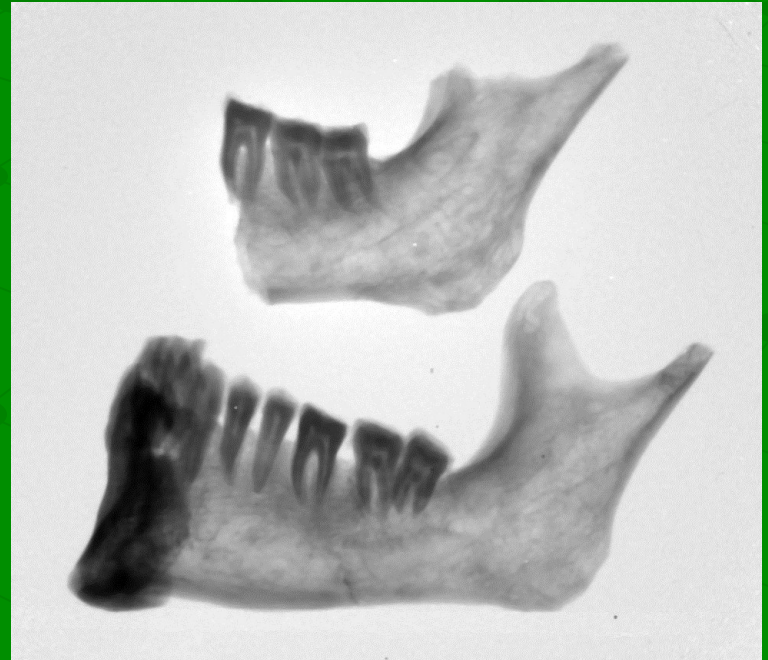
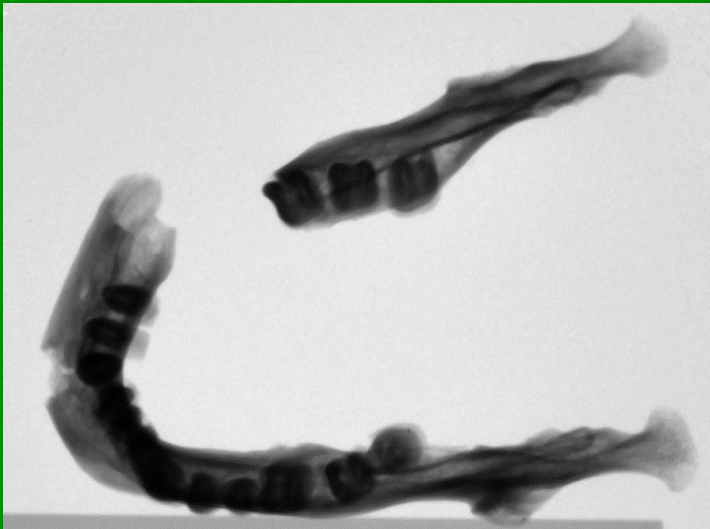
ZNALEZISKO – SILNIE SKORODOWANY AGREGAT



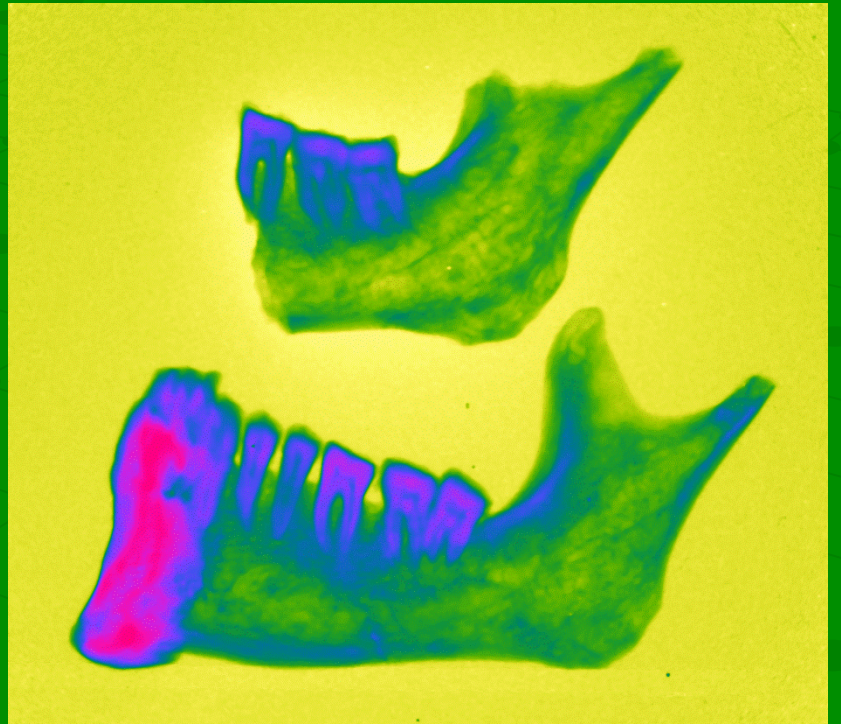
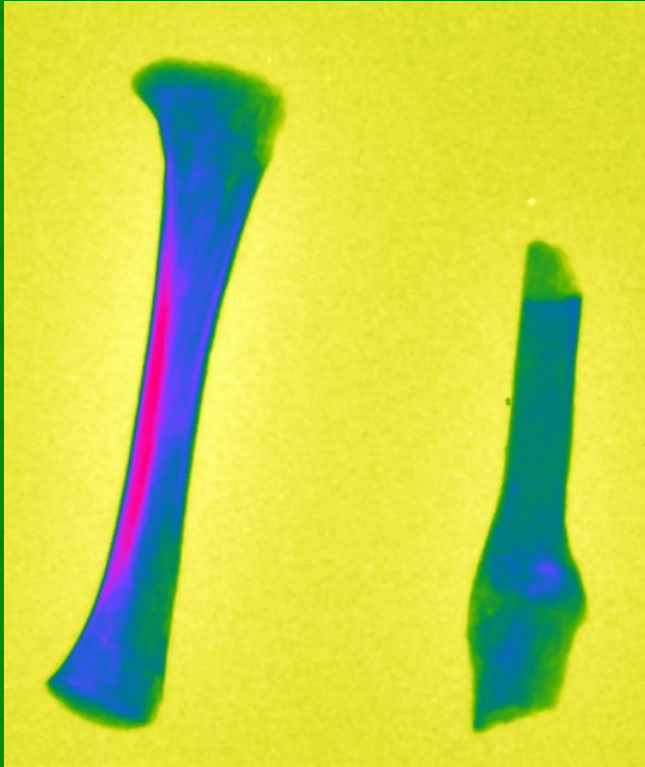
NEUTRONY CT: REKONSTRUKCJA POWIERZCHNI ZEWNĘTRZNEJ



BIOARCHEOLOGIA



BIOARCHEOLOGIA



ZAKŁAD TECHNOLOGII PLAZMOWYCH I JONOWYCH FM2



STRUKTURA

ZTPiJ FM2

Plazma/Warstwy

Impulsy/Implantacja

**Mikroanaliza
jądrowa**



METODY TECHNOLOGICZNE

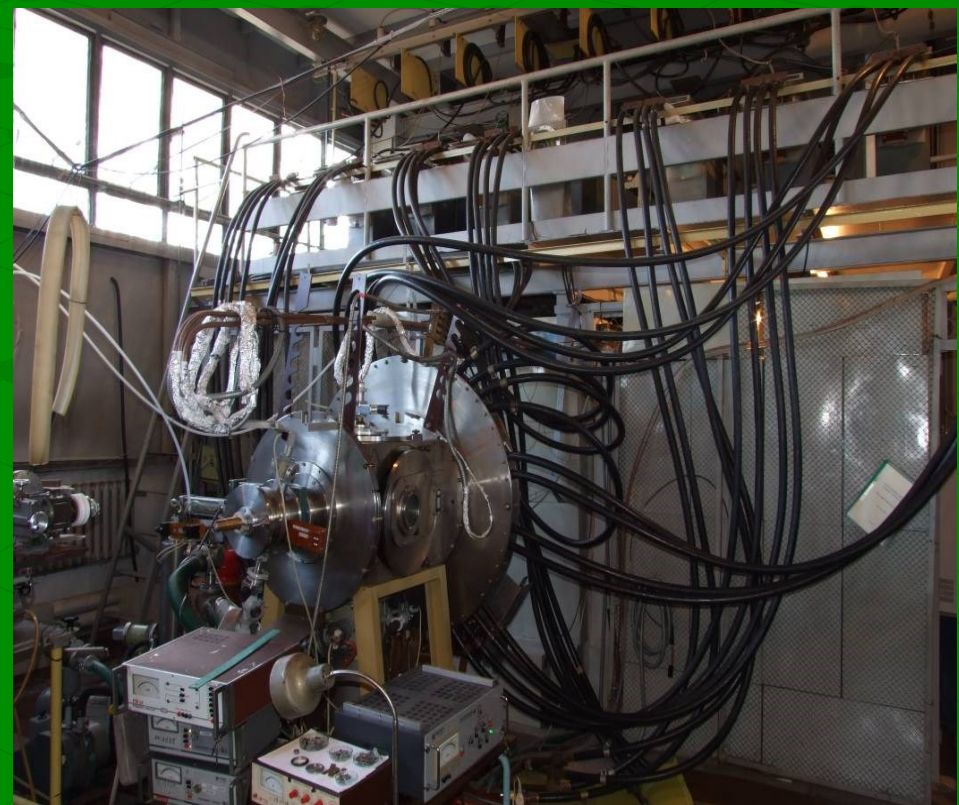
- ❑ Metoda Impulsowo Plazmowa – IPD –
Impulse Plasma Deposition
- ❑ Rozpylanie Magnetronowe – MS –
Magnetron Sputtering
- ❑ Rozpylanie łukowe w wysokiej próżni -
UHV Arc-discharges
- ❑ Implantacja jonów - MEVVA i jony gazów
- ❑ Plazmowa modyfikacja materiałów
działo plazmowe IBIS



Pracownia Oddziaływań Strumieni Plazmowo-Jonowych z Materią

ZAKŁAD TECHNOLOGII PLAZMOWYCH I JONOWYCH

Plazmowa modyfikacja materiałów - WYPOSAŻENIE



**IMPLANTATORY; DZIAŁO
PLAZMOWE IBIS**

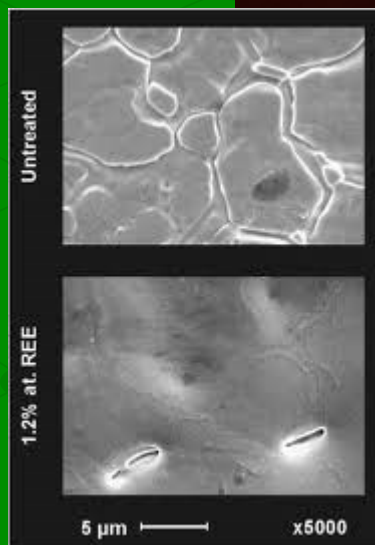
ZAKŁAD TECHNOLOGII PLAZMOWYCH I JONOWYCH FM2



RPI-IBIS



OGNISKO GORAĄCEJ PLAZMY





Pracownia Plazmowej Inżynierii Powierzchni



**SYNTEZA
MATERIAŁÓW**

**ROZWOJ METOD
PLAZMOWEJ INŻYNIERII
POWIERZCHNI**

**DZIAŁALNOŚĆ
NAUKOWA**

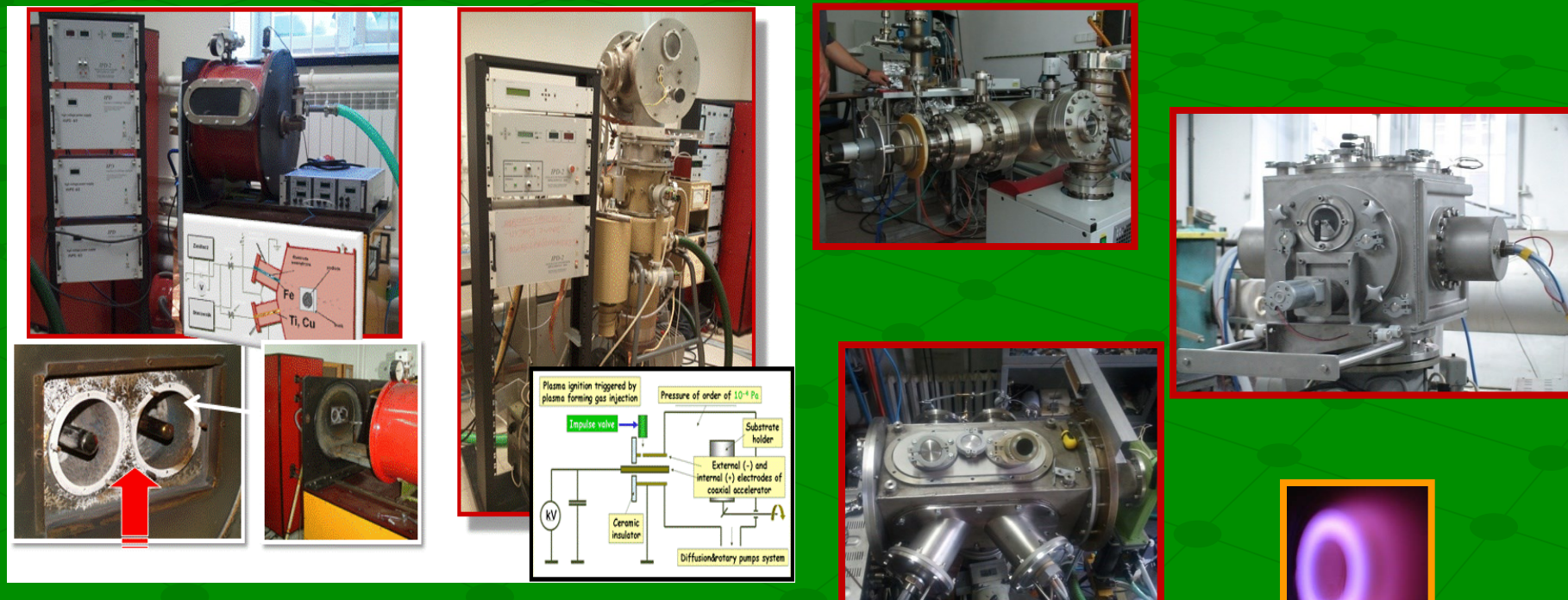
- ❑ **IMPULSOWE ROZPYLANIE MAGMETRONOWE (PMS)**
- ❑ **GIMS – rozpylanie magnetronowe z impulsowym wstrzykiwaniem gazu –**NOWE w ramach przyznanego projektu****
- ❑ **WYŁADOWANIE ŁUKOWE W ULTRA WYSOKIEJ PRÓŻNI**
- ❑ **NAPAROWANIE PRÓŻNIOWE**
- ❑ **STANOWISKO UHV TO BADANIA KWANTOWEJ WYDAJNOŚCI FOTOKATOD**
- ❑ **STANOWISKO DO WYGRZEWANIA WARSTW W ATMOSFERZE OCHRONNEJ**

STANOWISKA BADAWCZE
-metody Plazmowej Inżynierii Powierzchni

ZAKŁAD TECHNOLOGII PLAZMOWYCH I JONOWYCH



IPD i MS - WYPOSAŻENIE



IPD I ROZPYLANIE MAGNETRONOWE

układ z płaską katodą

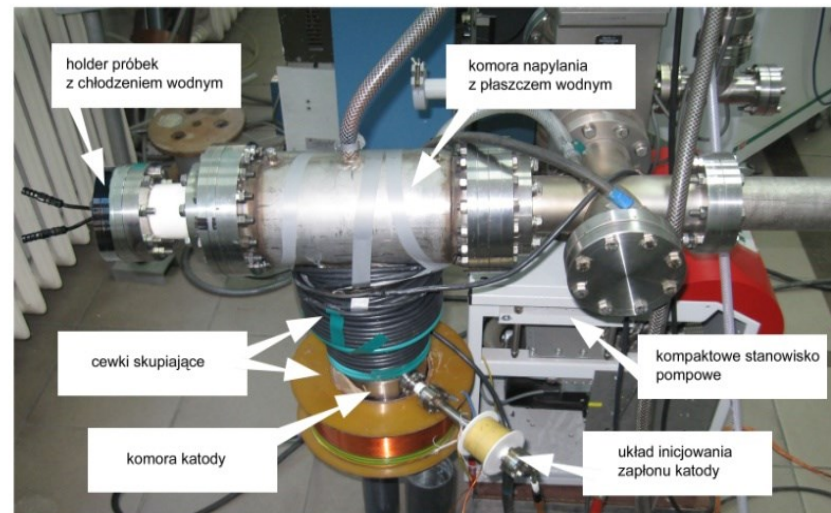
Stanowisko tylko do warstw Pb na Nb – w ramach projektu EUCARD (dr.R.Nietubyc)

1 „kolanowe” z filtrem magnetycznym do ograniczenia ilości mikrokropli

2 „łuk prosty” z usuniętym filtrem – do nanoszenia Pb na Nb z dodatkowa obróbka impulsowa, wiązka Ar na układzie IBIS



3 (2w1) Stanowisko dwukompaktowe (dwie komory , możliwość oddzielnej pracy) warstwy metaliczne , molibden , nikiel tytan miedz (prace w



Rys 1. Układ do próżniowego napyłania łukiem katodowym

EuCARD2

WYŁADOWANIE ŁUKOWE W ULTRA WYSOKIEJ PRÓŻNI

FM2

☐ Pracownia Mikroanalizy Jądrowej

- ☐ **ZNOLUM – opracowanie takiej metody implantacji jonów aby można było wprowadzić do struktury ZnO domieszki pierwiastków ziem rzadkich o dużej koncentracji przy jednoczesnym eliminowaniu defektów strukturalnych.**

BADANIA ARCHEOMETRYCZNE

Archeometalurgia: badanie technologii wytwarzania i proveniencji złożowo-kulturowej zabytków metalowych w oparciu o warsztat eksperymentalny (w tym z zastosowaniem metod wytopowych konwencjonalnej archeologii) i fizyko-chemiczny. Badania materiałowe wykorzystujące i.a. SEM/EDX, MO i MM, LA-ICP-MS, XRD, PIXE, obrazowanie X i n, analizy parametrów fizycznych stopów. Badanie mechanizmu korozji stopów z wykorzystaniem metod grawimetrycznych i EIS.

(Współpraca: ICHTJ, IM PW, IF PAN Gdańsk, ITME, różne instytucje archeologiczne)

Badanie barwników w materiale starożytnym: badanie proveniencji technologicznej ceramiki szklawionej pochodzącej z trzech stanowisk w Iranie (dat. XIII-XV w.). Wykorzystanie technik SEM/EDX, MO, Spektroskopia Ramana, XRD oraz LA-ICP-MS.

(Współpraca: ICHTJ, IF PAN Gdańsk, IA UW, Uniwersytet w Oxfordzie-Laboratorium Archeometryczne, Muzeum Archeologiczne w Elblągu)

Badania prekonserwatorskie i technologiczne z zastosowaniem obrazowania neutronowego i X, w tym próba detekcji miejsc w których zachował się kolagen w antycznym materiale kostnym.

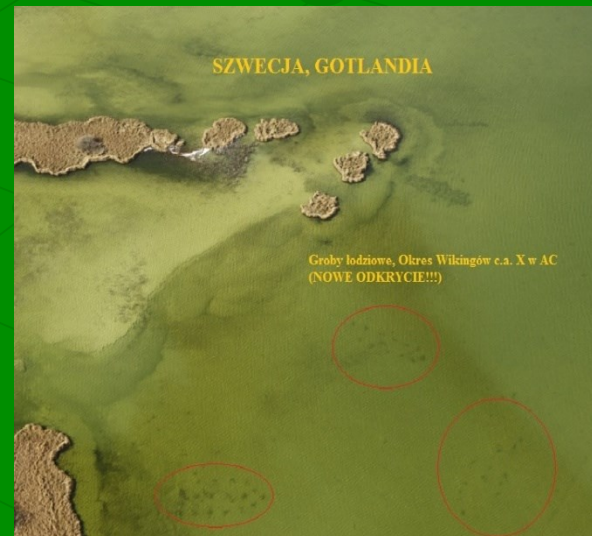
(Współpraca: IM PW, różne jednostki archeologiczne)

Inne: badania struktur meteorytowych i migracji pierwiastków śladowych w regionach spadku. Metoda: ICP-MS, LA-ICP-MS, SEM/EDX.

(Współpraca: ICHTJ, PKiM PTM)

Badania prospekcyjne archeologiczne i uczestnictwo w regularnych badaniach wykopaliskowych jako wsparcie fizyko-chemiczne (w tym analizy chemizmu gleby jako czynnik wpływający na stan zachowania zabytku) –

Odkrycie nowego stanowiska grobowego na Gotlandii, weryfikacja stanowiska w roku 2015, pozyskiwanie materiału do badań materiałowych!!!



PRZYKŁADOWE WYNIKI

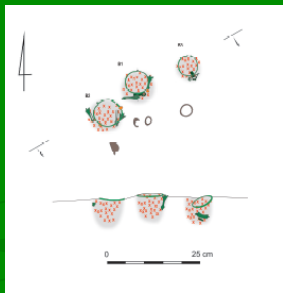
Stan. Łężany, Poj. Mrągowskie (dat. IV-V w n.e.), obiekty wykonane ze stopów Cu i Ag/ **badanie proveniencji technologicznej (lokalna czy nie, czy ten sam warsztat?)**:



Ministerstwo
Kultury
i Dziedzictwa
Narodowego.



BADANIA MATERIAŁOWE



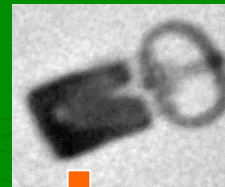
Stanowisko grobowe
31a



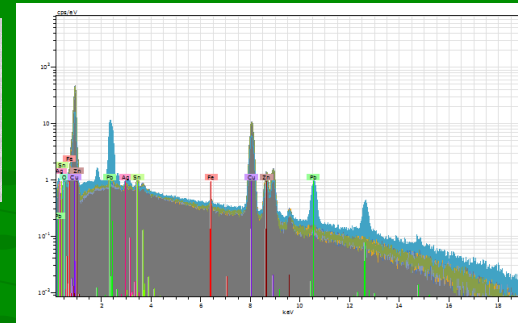
Zapinki Cykadowe
(typowe dla regionu
Czarnomorza):
4 szt.



Sprzączki od pasa z
elementem
organicznym
pasamiędzy okuciami
3 szt.
Bransolety



NI sprzączki od
pasa, **możliwa
detekcja mat.
organicznego**

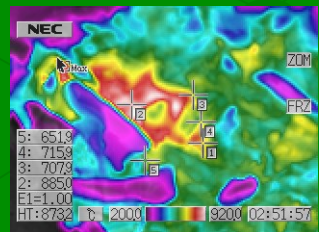
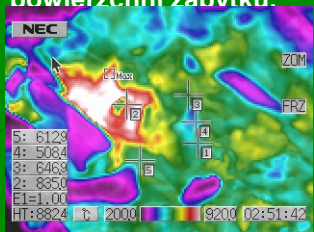


Widmo SEM/EDX – niejednorodność struktury
stopowej jako efekt **zastosowania techniki
przetopu**.

WNIOSKI: Analizy wykazały, iż wszystkie zabytki ze stopu Cu mają zbliżony skład pierwiastkowy i strukturę, Dowodzi o tym, iż zostały wytworzone w tym samym lokalnym warsztacie metalurgicznym poprzez zastosowanie techniki przetopowej. Zapinki cykadowe to nie IMPORT (jak podejrzewano)!!!!!!

- [1] E.A. Mišta et al. (2015), *Materials research on archaeological object using PIXE and other non-invasive techniques*, Acta Physica Polonica A (w recenzji);
[2] E.A. Mišta, P. Kalbarczyk „Raport z badań materiałowych zabytków wykonanych ze stopów miedzi, oraz Raport z analiz zabytków srebrnych z cmentarzyska w Łężanach (Report on the material research concerning cooper alloys item from cemetery in Łężany, Report on analysis of silver items from the cemetery in Łężany)” s. 131-154 w Monografia: Agata Wiśniewska et al. (2014), Monografia: *Łężany cmentarzysko z okresu wpływów rzymskich i wędrowek ludów na Pojezierzu Mrągowskim. Badania w sezonie 2013 (Łężany – the cemetery of the Roman Period and the Migration Period in the Mrągowo Lake District, Research in the season 2013)*, ISBN 978-83-941455-0-7, Fundacja DAJNA, Warszawa 2014.

Badania eksperymentalne na potrzeby archeometalurgii – stworzenie bazy danych zmiennych stopowych stopów miedzi w zależności od obróbki cieplnej, mechanicznej i procesu korodowania. Badanie zmian strukturalnych stopów w zależności od wpływających na nie parametrów zewnętrznych związanych z historią metalurgiczno-depozycyjną zabytku. Badanie wpływu warstw korozyjnych na obecny kształt powierzchni zabytku.



Wtórna obróbka
mechaniczna
(stempel), wtórna
obróbka cieplna
(wyżarzanie)
korodowanie

Jakie
parametry
powierzchni??

Jak to się ma
do zabytku
wykonanego z
tego samego
stopu?

Wytop eksperymentalny kontrolowany m.in. termowizyjnie (ref. wytop laboratoryjny)

Stopy Cu w tyglach glinianych





Projekty w FM2

1. EuCARD-2: Enhanced European Coordination for Accelerator Research & Development
Kierownik dr Robert Nietubyć
2. CuN – PIP -projekt finansowany przez NCN Decyzja nr DEC-2014/15/B/ST8/01692
Synteza i charakteryzacja warstw azotku miedzi otrzymywanych metodami plazmowej inżynierii powierzchni
Kierownik dr inż. K. Nowakowska-Langier
3. *Projekt inwestycyjny MJWPU.420-921/10 „Wzmocnienie potencjału innowacyjnego ośrodka w Świerku w zakresie rozwoju technologii wykorzystujących promieniowanie jonizujące” 2012 – 2014, Kierownik projektu dr Cezary Pochrybniak*
4. *Zaawansowane uszczelnienia połączeń ruchomych na bazie kompozytów elastomerowo-grafenowych*
Akronim: GRAFEL.
Projekt realizowany przez Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (NCBJ w składzie konsorcjum) - przyznany na lata 2015- 2017 Kierownik projektu – prof. Jacek Jagielski
5. *Pasma pośrednie wytwarzane przez impulsowe przetopienie GaAs i GaP implantowanego Ti Projekt realizowany w ramach Support of Public and Industrial Research using Ion Beam Technology, kontrakt 15100298-ST, w latach 2015-16 Kierownik projektu prof. Z. Werner*
6. *Badania możliwości poprawy adhezji warstw Pb nanoszonych na podłoże Nb*
Czas realizacji projektu 18.09.2014-31.12.2015, Projekt finansowany przez MNiSzW, dotacja celowa dla młodych naukowców 2014 r. Kierownik projektu mgr inż. Anna Kosińska
7. *Projekt inwestycyjny MJWPU.420-921/10 „Wzmocnienie potencjału innowacyjnego ośrodka w Świerku w zakresie rozwoju technologii wykorzystujących promieniowanie jonizujące” 2012 – 2014, Kierownik projektu dr Cezary Pochrybniak*

Projekty w FM2, cd

8. *Projekt ZNOLUM ma na celu badanie możliwości zastosowania ZnO dla wytwarzania źródeł światła białego.*
 9. *02.2014-2017 "Pochodzenie i obieg srebra w Polsce średniowiecznej z wykorzystaniem analiz izotopowych ołowiu" (The origin and circulation of silver in the Early Medieval Poland with the use of led isotopic analysis), Koordynator IAiE PAN, Dofinansowanie NCN*
 10. *02.2015 – 12.2015 Badania stanowiska w Kosewie na Pojezierzu Mrągowskim, Koordynator IA UW, Dofinansowanie MNiSW (Działanie: Dziedzictwo kulturowe – ochrona zabytków archeologicznych)*
 11. *od 03.2014 Extending and Diversifying the Application of Nuclear Technology in Culture Heritage, Enhancing the Characterization, Preservation and protection of Culture Heritage Artefacts, Concept no RER2012001, Koordynator PAA, Dofinansowanie IAEA*
 12. *03 2012 – 03 2016 Application of Two and Three Dimensional Neutron Imaging with Focus on Cultural Heritage Research, CRP Project - Coordinated Research Projects, International Atomic Energy Agency IAEA*
- od 2012 – realizacja interdyscyplinarnych projektów naukowych w ramach działalności koła naukowego UW HUMANICA*



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

Laboratorium Wiązek Jonowo – Plazmowych 12 MPLN (10,2 MPLN)

- ❑ Plazmowo – jonowa modyfikacja materiałów i plazmowa inżynieria powierzchni
- ❑ Wykorzystanie metod jonowych i plazmowych w technologii materiałów dla spintroniki
 - Prętowe działo plazmowe IBIS
 - Implantator wysokoprądowy jonów metalicznych
 - Implantator jonów gazowych



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

- Synteza termojądrowa – energetyka
- Inżynieria materiałowa
- Inżynieria powierzchni
- Nowe materiały, spintronika
- Akceleracja cząstek naładowanych



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

- **Mikroskop skaningowy z sondą EDS**
- **Nowy implantator wysokoprądowy**
- **Nowe działo plazmowego**
 - **Nowy bank energii**
 - **Nowa komora próżniowa dająca dostęp do obszaru wyładowania plazmowego z każdej strony**
 - **Nowy zawór impulsowy**
- **Rozbudowa diagnostyki plazmy**
- **Systemy szybkiej akwizycji danych pomiarowych**





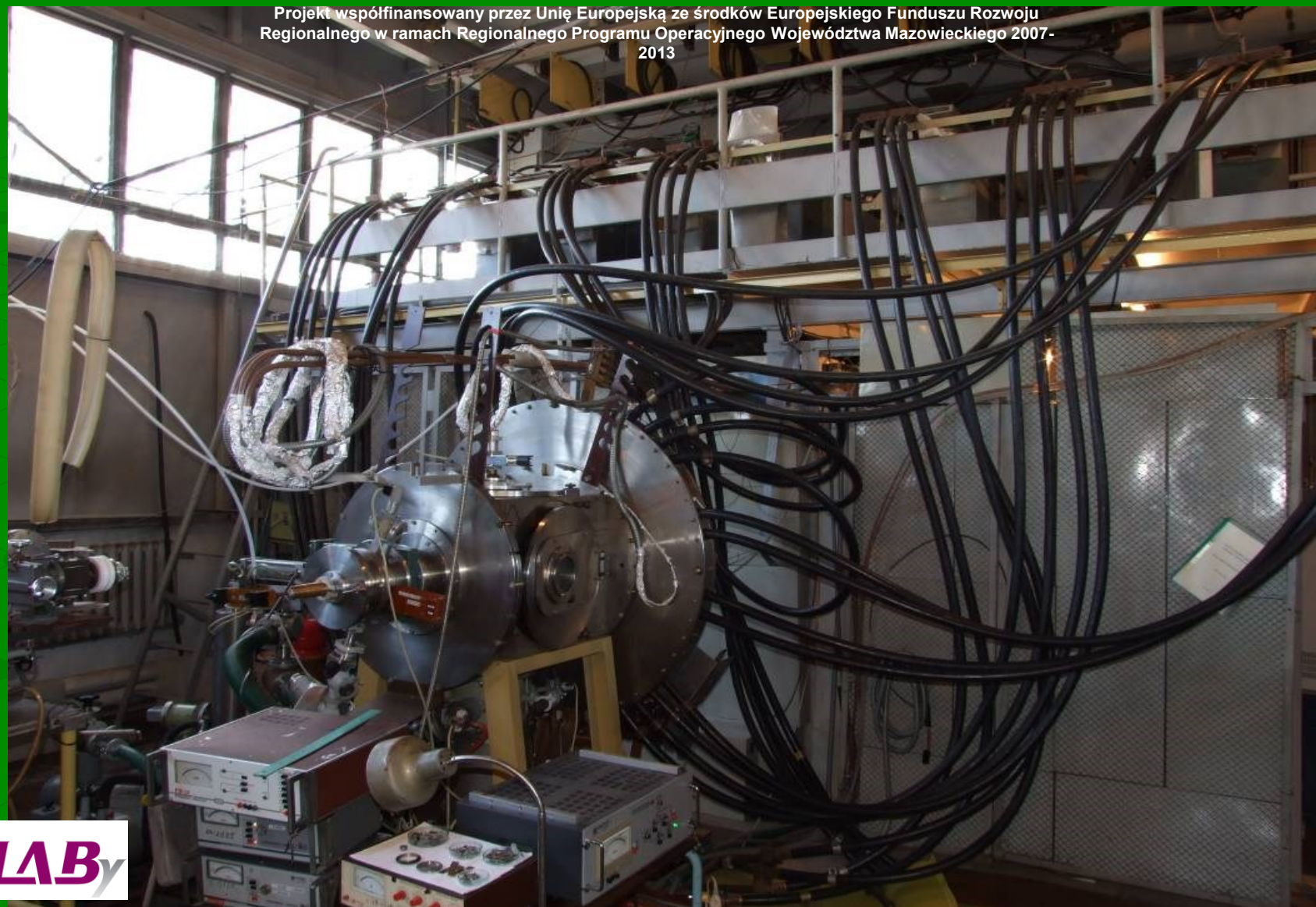
**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013



2015-06-24

www.4laby.pl

Cezary Pochrybiak



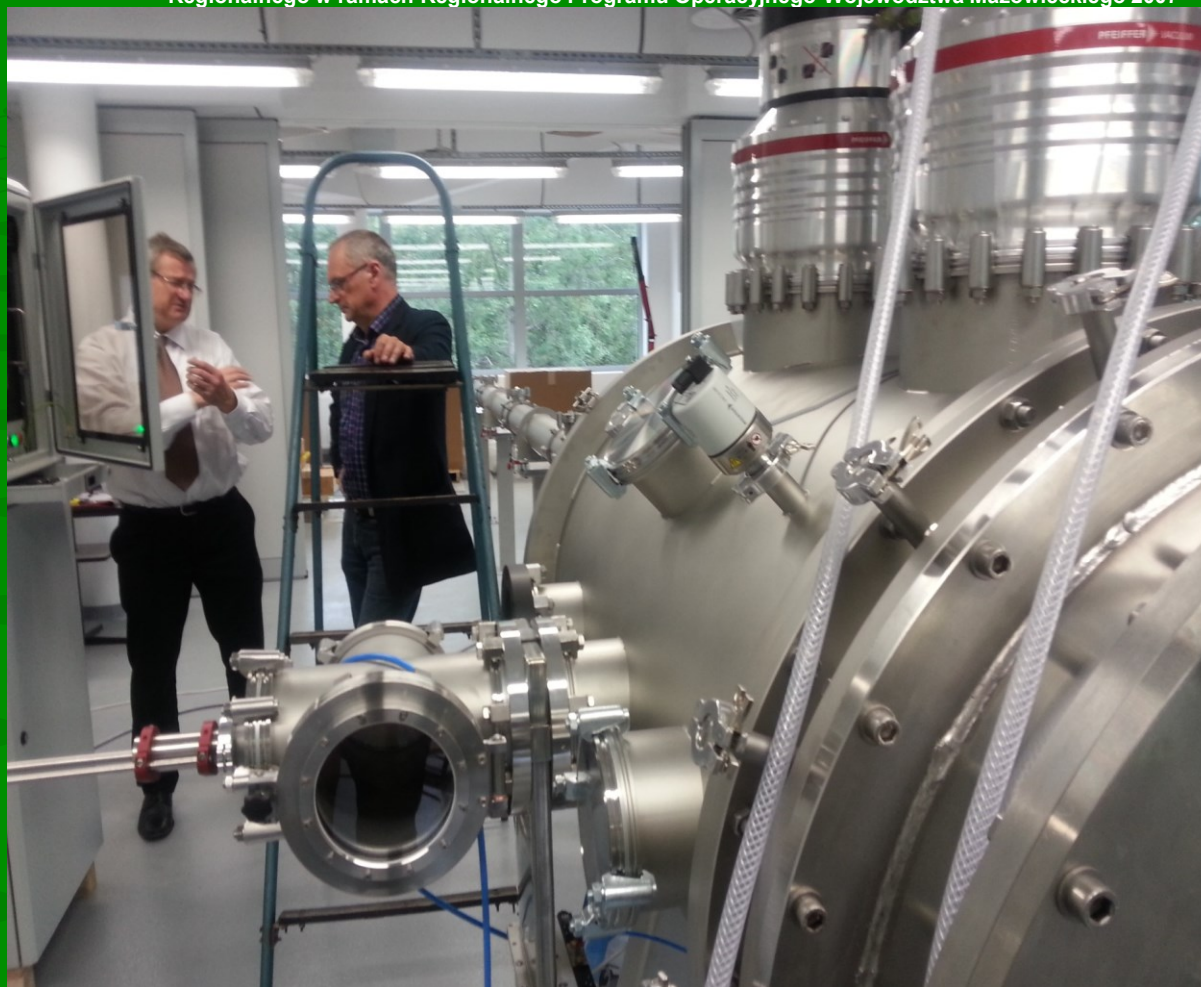
**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-





**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013







**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

4Labs





PROGRAM
REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

RPI – IBIS

badania podstawowe

Tomografia zgęstka plazmowego

Poszukiwanie gradientów pól

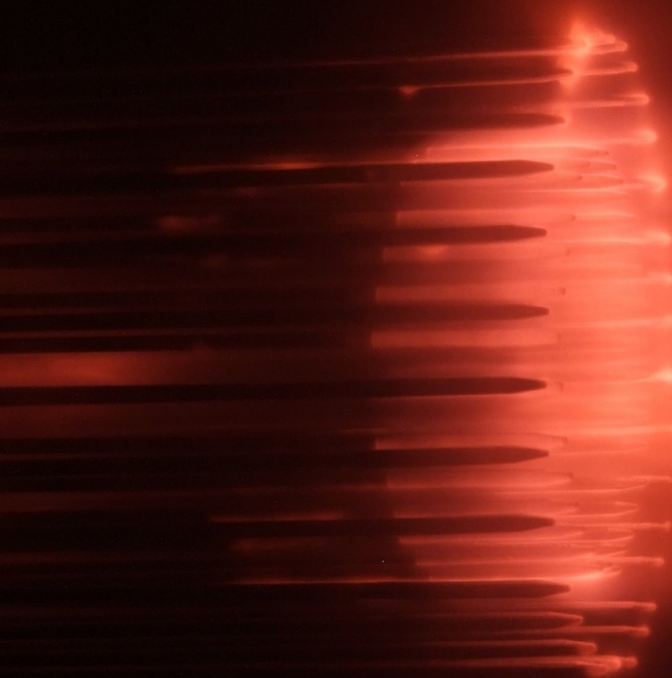
\vec{B} i \vec{E}





RPI-IBIS

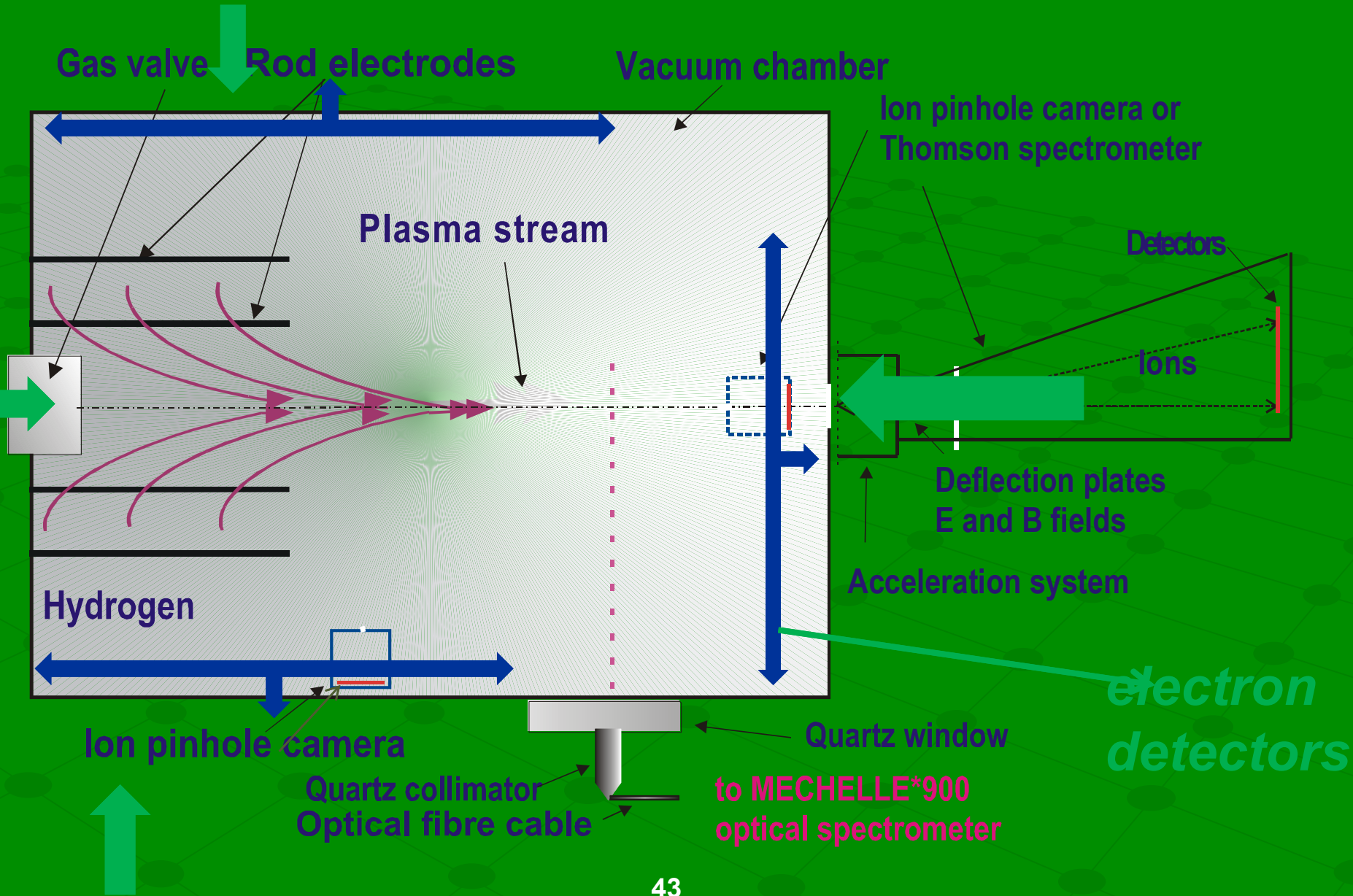
10^{10} cm^{-3}



10^{16} cm^{-3}

Electron/laser beam

RPI – IBIS





**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Mazowsze.
serce Polski

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-



2015-06-24

www.4laby.pl

Cezary Pochrybniak

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

- ❑ Najszybsze zarejestrowane cząstki (protony) w projekcie Auger miały energię **5 EeV** (exa eV) = **5×10^{21} eV**
Jest to granica z powodu reakcji hamowania $+p + \text{photon} \rightarrow \pi + +p$ na fotonach promieniowania relikтового, wypełniającego całą przestrzeń kosmiczną
- ❑ Najwyższa energia cząstek w LHC (Genewa) wynosi **14 TeV** (**14×10^{12} eV**) jest to kres możliwości z powodu utraty energii na promieniowanie przez obwód drgający
- ❑ Rejestrujemy zaś wpadające do naszej atmosfery protony o energiach rzędu od TeV do EeV (**$10^{13} - 10^{20}$ eV**) czyli 300 milionów razy więcej, niż możemy uzyskać w warunkach ziemskich!
- ❑ Jest bardzo prawdopodobne, że akceleracja cząstek (protonów) odbywa się w obłokach plazmy kosmicznej – pozostałościach po wielkich eksplozjach gwiazd *supernowych* i *neutronowych*

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013

- Działo elektronowe min. 1mA, 100 keV
- Akcelerator cząstek naładowanych
- Detekcja elektronów wewnątrz komory
- Detekcja cząstek naładowanych (detektory elektroniczne)
 - ▶ Matryca termopar Si – badanie jednorodności strumienia plazmy
 - ▶ Matryca diod
 - ▶ Detektor Czerenkowa
 - ▶ Detektory GEM (?)
 - ▶ Detektory nadprzewodnikowe (ITE, IF PAN)

PERSPEKTYWY I PRIORYTETY DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

I. Udział w programie polskiej energetyki jądrowej

- **Priorytet na badania poświęcone materiałom konstrukcyjnym do obecnych i przyszłych reaktorów jądrowych.**

II. Modernizacja wyposażenia naukowego

- **Wykorzystanie wszystkich istniejących możliwości zakupu nowych urządzeń badawczych.**

III. Udział w krajowych i międzynarodowych projektach badawczych

- **Współpraca z placówkami krajowymi i zagranicznymi**

PERSPEKTYWY I PRIORYTETY DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

PROJEKT V4G4

**Badania i rozwój technologii reaktorów 4 generacji,
głównie GFR – Gas-cooled Fast Reactor**

PERSPEKTYWY I PRIORYTETY DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

PROJEKT V4G4



CEA

Material I



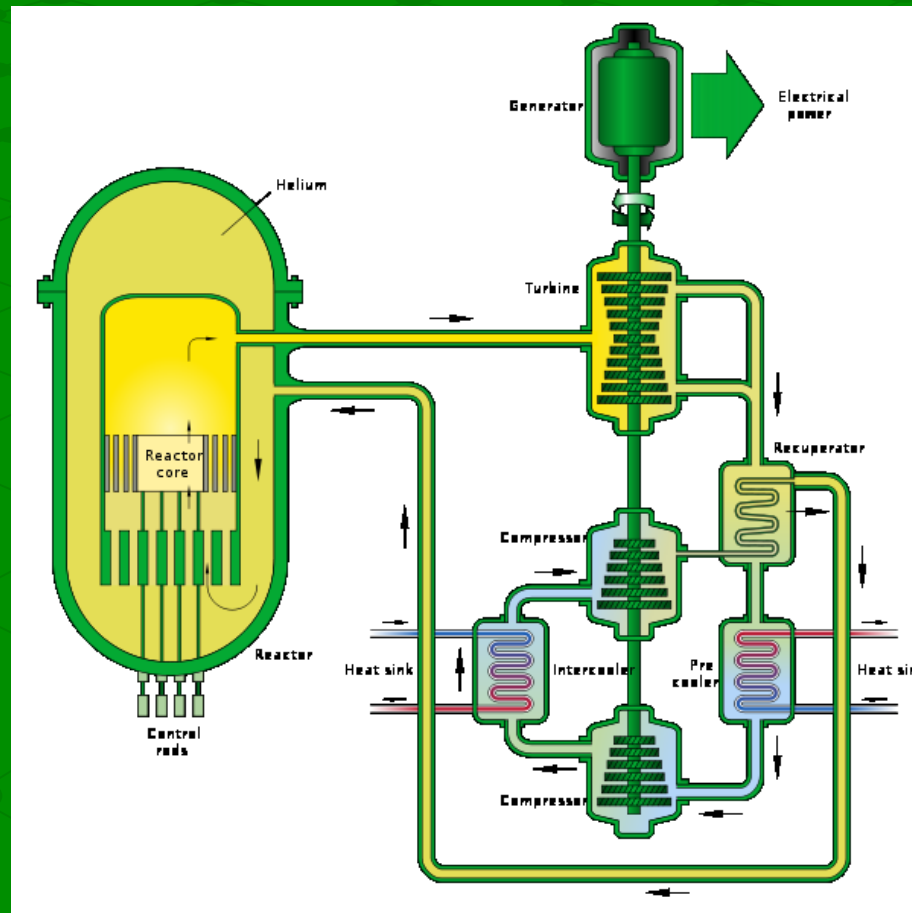
Pętla K

aktor

Paliwo

PERSPEKTYWY I PRIORYTETY DEPARTAMENTU FIZYKI MATERIAŁÓW

PROJEKT V4G4



DEPARTAMENT FIZYKI MATERIAŁÓW

Głównymi priorytetami DFM są obecnie:

- inwestycje w nowe wyposażenie
- utrzymanie posiadanych certyfikatów
- rozwój programów działalności naukowej
- odmłodzenie kadry
- przygotowanie do uczestnictwa w programie energetyki jądrowej