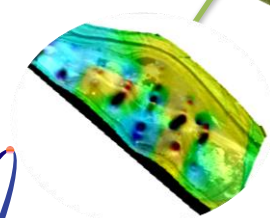




ROZWÓJ METOD ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ DLA BIEŻĄCYCH I PRZYSZŁYCH POTRZEB ENERGETYKI JĄDROWEJ

Strategiczny projekt badawczy NCBiR

Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej



Paweł KRAJEWSKI
DYREKTOR

CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ



Wstęp

Wdrożenie energetyki jądrowej w Polsce

11 sierpnia 2009: Przyjęcie przez Radę Ministrów Ramowego harmonogramu działań dla energetyki jądrowej

- **większe bezpieczeństwo energetyczne kraju**
- energetyka jądrowa:
 - ✓ energia bezpieczna,
 - ✓ po konkurencyjnych kosztach,
 - ✓ bez emisji gazów cieplarnianych,
 - ✓ spełniająca wymagania ochrony środowiska

Oczekiwane wzmocnienie sektora badawczo-rozwojowego

- nowe programy naukowe i wdrożeniowe
- ożywienie współpracy z ośrodkami zagranicznymi
- wyższy poziom specjalistycznej kadry oraz szerszy zakres i lepszy poziom kształcenia





Wstęp

Wdrożenie energetyki jądrowej w Polsce - bilans



Polska Grupa Energetyczna ma zbudować dwie elektrownie jądrowe, każda o mocy 3 tys. MW.

Koszt budowy 1 MW szacowany jest na 2,5 - 3 mln euro

$1\text{MW} \cong 8\text{ TWh}$

$6\text{ tys. MW} = 6 \cdot 8\text{ TWh prądu} \cong 48\text{ TWh}$

Produkcja energii elektrycznej w Polsce

w 2009 r. (wg. GUS) **152 TWh**

w 2030 r. wzrost o 55 % (wg. raportu NEA) planowane **235 TWh**

**Energetyka jądrowa da nam dodatkowo
20% zapotrzebowania na energię w 2030 roku**



Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna



System bezpieczeństwa jądrowego:

zapobieganie lub ograniczanie zagrożenia człowieka lub środowiska od materiałów jądrowych (rozszczepialnych)

- eksploatacja EJ
- zarządzanie paliwem jądrowym
- zarządzanie odpadami promieniotwórczymi

System ochrony radiologicznej:

zapobieganie lub ograniczanie szkodliwych skutków działania promieniowania jonizującego na człowieka i środowisko

(Kultura bezpieczeństwa przy użytkowaniu źródeł promieniotwórczych)

- przemysł
- medycyna
- technika
- badania naukowe





Prezes Państwowej Agencji Atomistyki

Centralny system działający w zakresie wszelkich aspektów ochrony radiologicznej bezpieczeństwa jądrowego, kontroli licencjonowania oraz zabezpieczenia materiałów jądrowych i źródeł promieniotwórczych

Rozproszone zaplecze merytoryczne

(TSO Technical Support Organization):

- Instytuty Naukowe PAN,
- Specjalistyczne Wydziały Wyższych uczelni,
- Instytuty Badawcze,
- Stacje Sanitarno-Epidemiologiczne

Niewielkie zespoły specjalistów (~ 200), rozmieszczone w kilkunastu instytucjach wykorzystujących większe urządzenia badawcze (reaktor, cyklotron, wysokoaktywne źródła promieniowania) lub w instytucjach działających w ramach potrzeb branżowych (medycyna, górnictwo, obrona kraju)



Cele i zakres zadania 6



Wdrożenie innowacyjnych technologii i metod pomiarowych

- ochrona zdrowia populacji
- ochrona zasobów środowiskowych

Integracja ośrodków badawczo-rozwojowych stanowiących zaplecze merytoryczne BJOR

Rozbudowa nowoczesnej infrastruktury oraz zaplecza technicznego i naukowego

- ocena i kontrola wpływu elektrowni jądrowej, na zdrowie ludzi i środowisko

Rozwój polskich specjalności naukowych

- dozymetria promieniowania neutronowego
- technologia detektorów promieniowania
- badania nad oddziaływaniem promieniowania z materiałem biologicznymi

Na wszystkich etapach wdrażania energetyki jądrowej w Polsce.



Cele i zakres zadania 6

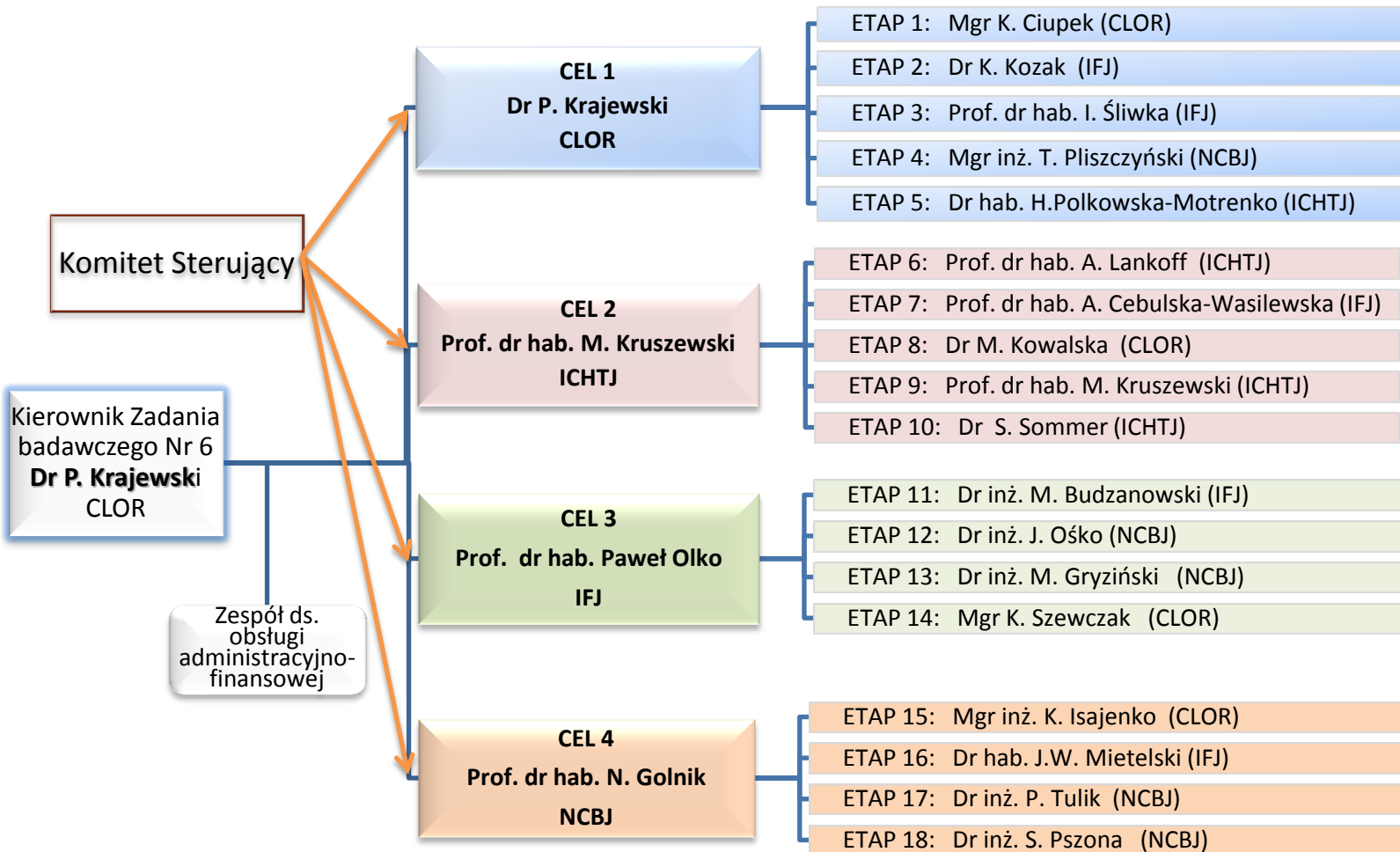


Cztery kluczowe bloki tematyczne (Cele)

1. Opracowanie ogólnej koncepcji i metod badań środowiskowych (w tym zdrowotności) dla przewidywanej lokalizacji EJ.
2. Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe.
3. Adaptacja istniejących i opracowanie nowych metod radiometrycznych do zastosowań w ochronie radiologicznej pracowników, ludności i środowiska wokół EJ, z uwzględnieniem pomiarów niskich aktywności izotopów emitowanych z EJ oraz dozymetrii awaryjnej i retrospektywnej.
4. Opracowanie nowych lub udoskonalenie przyrządów do pomiarów radiometrycznych.








Struktura wykonawcza Zadania 6



Struktura wykonawcza Zadania 6





CEL 1: *Opracowanie ogólnej koncepcji i metod badań środowiskowych (w tym zdrowotności) dla przewidywanej lokalizacji EJ*

1	Opracowanie założeń i walidacja systemu oceny narażenia populacji i środowiska od ekspozycji zewnętrznej oraz metodyki monitoringu oraz integracji i mapowania pomiarów tła promieniowania gamma w oparciu o metody TLD i przenośny spektrometr mocy dawki.	
2	Opracowanie metodyki i wykonanie badań pilotażowych wokół lokalizacji przyszłej EJ dla oznaczenia stanu zerowego stężenia naturalnych i sztucznych pierwiastków promieniotwórczych	
3	Metoda oceny odporności systemów hydrogeologicznych na wpływy zanieczyszczeń antropogenicznych związanych z eksploatacją elektrowni jądrowej	
4	Założenia do budowy systemu monitoringu aktywnego wokół planowanych obiektów EJ oraz laboratorium realizującego monitoring pasywny terenu i otoczenia EJ	
5	Stworzenie narzędzi i systemu kontroli i zapewnienia jakości pracy laboratoriów monitorujących stan radiologiczny środowiska	



Struktura wykonawcza Zadania 6

CEL 2: *Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe*

6	Akredytacja procedury wyznaczania pochłoniętej dawki promieniowania gamma i w oparciu o pomiar częstości występowania chromosomów dicentrycznych w limfocytach krwi obwodowej osoby narażonej oraz opracowanie założeń utworzenia sieci takich laboratoriów.	
7	Opracowanie szybkich testów dawki pochłoniętej z uwzględnieniem indywidualnej podatności osób narażonych na promieniowanie jonizujące.	
8	Przystosowanie metody oznaczania częstości występowania chromosomów dicentrycznych dla potrzeb awaryjnej dozymetrii neutronów reaktorowych .	
9	Określenie przydatności do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące zmian transkryptomu w komórkach krwi obwodowej.	



Struktura wykonawcza Zadania 6

CEL 3: *Adaptacja istniejących i opracowanie nowych metod radiometrycznych do zastosowań w ochronie radiologicznej pracowników, ludności i środowiska wokół EJ, z uwzględnieniem pomiarów niskich aktywności izotopów emitowanych z EJ oraz dozymetrii awaryjnej i retrospektywnej*

11 Nowe dawkomierze **pasywne** do pomiaru dawek indywidualnych i awaryjnych



12 Pomiary skażeń wewnętrznych radionuklidami i **ocena narażenia personelu EJ**



13 Rozwój metod **dozymetrii promieniowania neutronowego**







14 Opracowanie i wdrożenie systemu kontroli i zapewnienia jakości metod dozymetrii promieniowania gamma i beta –
Secondary Standard Dosimetry Laboratory w CLOR.



Struktura wykonawcza Zadania 6

CEL 4: *Opracowanie nowych lub udoskonalenie przyrządów do pomiarów radiometrycznych*

15	Opracowanie prototypu i wdrożenie do prac pomiarowych przenośnej stacji do poboru aerozoli atmosferycznych i gazowej postaci jodu , która będzie mogła być wykorzystywana do monitoringu skażeń promieniotwórczych powietrza wokół elektrowni jądrowej.	
16	Opracowanie i testy zmodernizowanych stacji monitoringu radioaktywnych gazów szlachetnych i frakcji gazowej radioaktywnego jodu	
17	Opracowanie i testy nowych lub zmodernizowanych przyrządów do pomiarów radiometrycznych w polach promieniowania neutronowego	
18	Opracowanie wysokoczułej stacji pomiarowej do rejestracji promieniowania neutronowego i gamma	





Lista opracowań docelowych

Raporty, dokumentacja techniczna, dokumentacja akredytowanych procedur (30)



Przykłady

1	Dokumentacja akredytowanych w Polsce procedur ochrony radiologicznej – stan w chwili rozpoczęcia realizacji zadania 6	
2	Dokumentacja akredytowanych procedur, wdrożonych lub przygotowanych do wdrożenia w ramach zadania 6.	
3	Sprawozdanie z badań pilotowych tła radiologicznego wokół potencjalnej lokalizacji EJ w Polsce.	
4	Prototyp przenośnej stacji do poboru aerozoli atmosferycznych i gazowej postaci jodu	
5	Wkład do gardzieli stacji ASS-500 z podwójną kasetą z filtrem z węgla aktywowanego	
6	Urządzenie do zateżniania kryptonu i ksenonu na pułapkach z węgla aktywowanego	
7	Komora rekombinacyjna i układ pomiarowy do monitorowania $H^*(10)$ na stanowiskach pracy	
8	Metoda oceny częstości występowania chromosomów dicentrycznych w komórkach krwi obwodowej człowieka	



Lista opracowań docelowych 45)

Opracowania eksperckie (17)

Przykłady



Ogólna koncepcja metod badań środowiskowych i zdrowotności dla przewidywanej lokalizacji EJ w Polsce

Metody dozymetrii biologicznej oraz biofizyczne markery i indykatory wpływu promieniowania na organizmy żywe. Zestawienie zaleceń międzynarodowych i wdrożonych w Polsce procedur

Procedury pomiarów skażeń wewnętrznych i metodyka oceny dawek wewnętrznych w warunkach normalnych i awaryjnych

System pomiarowy do zastosowań w ochronie radiologicznej od poziomu tła naturalnego do poziomów awaryjnych

Rekomendacje dotyczące strategii postępowania w przypadku konieczności oceny narażenia na promieniowanie jonizujące i kategoryzację ludności w wyniku uwolnień izotopów promieniotwórczych z obiektu jądrowego

Koncepcja stworzenia sieci laboratoriów biodozymetrycznych

Zależność wartości biologicznych markerów narażenia na promieniowanie jonizujące od predyspozycji genetycznych

Zależność wartości biologicznych markerów narażenia na promieniowanie jonizujące od rodzaju promieniowania

Przydatność badań transkryptomu komórek krwi obwodowej do oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące

Przydatność metody PCC do oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące



Lista opracowań docelowych

Prototypy urządzeń



- 1 *Prototyp przenośnej stacji do poboru aerozoli atmosferycznych i gazowej postaci jodu*
- 2 *Wkład do gardzieli stacji ASS-500 z podwójną kasetą z filtrem z węgla aktywowanego*
- 3 *Urządzenie do zateżniania kryptonu i ksenonu na pułapkach z węgla aktywowanego*
- 4 *Komora rekombinacyjna i układ pomiarowy do monitorowania $H^*(10)$ na stanowiskach pracy*



Podsumowanie

„DOBRY” STAN OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ? Wymagania przy rozwoju energetyki jądrowej ?

■ Sieć monitoringu w Polsce (pomiaru mocy dawki on-line)

- 13 stacji PMS
- 13 stacji G-M MON
- 9 stacji IMGW

system ten jest adekwatny do sytuacji kiedy EJ są z dala od granicy, natomiast jest niewystarczający do określenia lokalnych zmian rozkładu mocy dawki.

■ Systemy monitoringu w Europie

- Niemcy: 2000 stacji rozmieszczonych w rastrze 15x15 km,
- Szwajcaria: 120 stacji NADAM oraz MADUK
- Finlandia: 254 tego typu stacje

Monitoring radiologiczny we Francji dostarcza informacji o sytuacji radiacyjnej kraju na podstawie 150 000 pomiarów miesięcznie (dane z The Nuclear Safety Authority (ASN)), w Finlandii 20 000 miesięcznie.



Podsumowanie

„DOBRY” STAN OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ? Wymagania przy rozwoju energetyki jądrowej ?

- **Zbieranie analiza i prezentacja wyników pomiarowych:**

Obecne wytyczne międzynarodowych organizacji zalecają opis stanu radiologicznego środowiska za pomocą systemu precyzyjnych map cyfrowych w odpowiednio dobranej skali dokładności.

Takie mapy takie są wykorzystywane jako „poziomy odniesienia” przy kontroli otoczenia działającej elektrowni jądrowej.



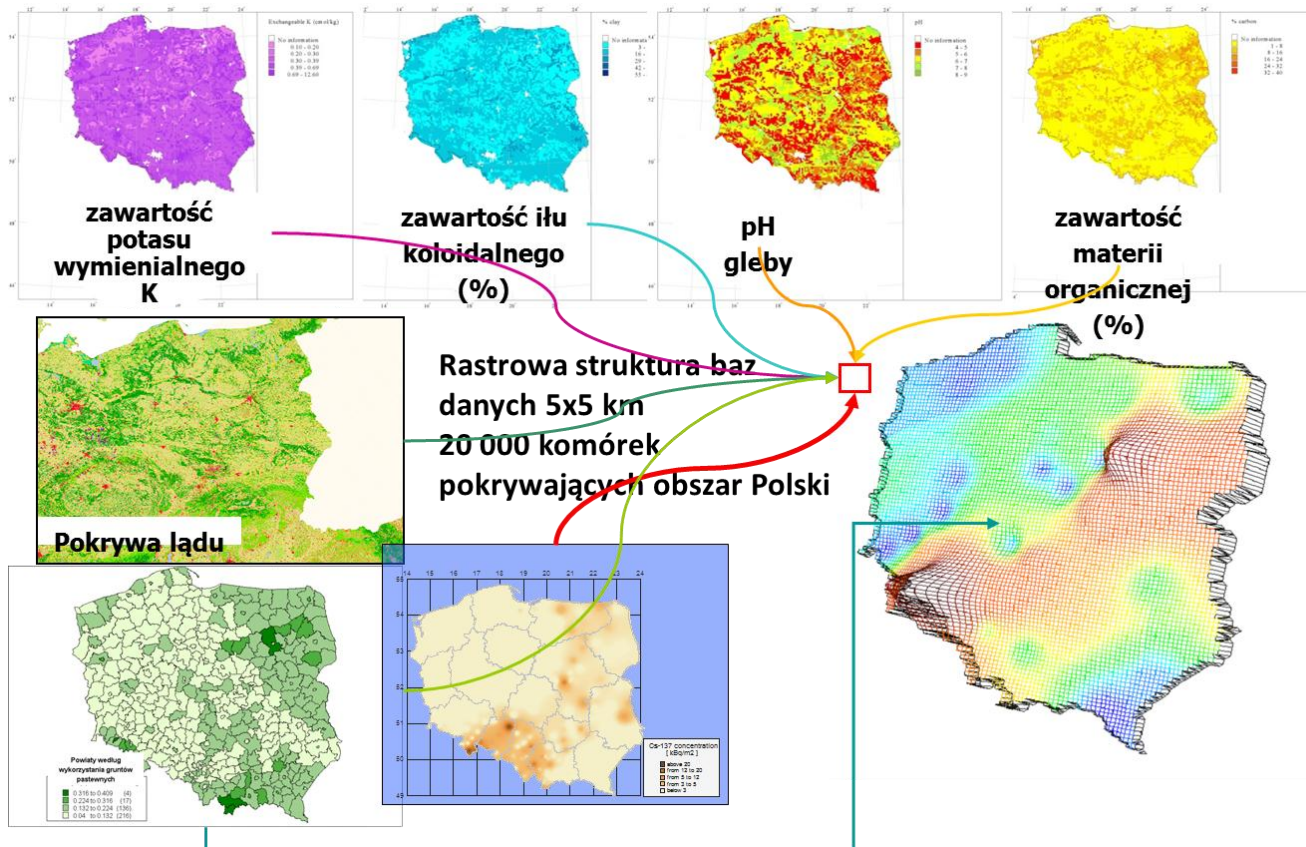
CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Podsumowanie

„DOBRY” STAN OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ? Wymagania przy rozwoju energetyki jądrowej ?

Zbieranie analiza i prezentacja wyników pomiarowych



Podsumowanie

„DOBRY” STAN OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ? Wymagania przy rozwoju energetyki jądrowej ?

- **Uzupełnienie brakujących i usprawnienie metodyk pomiarowych:**
 - Metodyka rutynowego pomiaru **promieniotwórczych gazów szlachetnych (Xe, Kr)**
 - Zdolność śledzenia ewentualnych **trendów czasowych dla długożyciowych produktów rozszczepienia**, aktywacji oraz pierwiastków transuranowych.
 - **Duża dokładność analiz przy zachowaniu krótkiego czasu pomiaru.** Zazwyczaj, laboratoria mają duże trudności ze sprawną preparatyką i pomiarem dużej liczby próbek o różnym bogatym składzie izotopowym, różnej gęstości i pochodzeniu.
 - **Zalecenia ICRP dotyczące ochrony środowiska przed promieniowaniem jonizującym**, (The Concept and Use of Reference Animals and Plants for the purposes of environmental Protection ICRP, 2005)
 - **Wiarygodności i powtarzalności uzyskiwanych wyników**, (stworzenie narzędzi i systemu kontroli i zapewnienia jakości pracy laboratoriów monitorujących stan radiologiczny środowiska)

Sama akredytacja nie wystarcza, dlatego też w krajach UE posiadających elektrownie jądrowe istnieją laboratoria specjalizujące się wyłącznie w prowadzeniu ILC/PT dla laboratoriów danego kraju monitorujących stan radiologiczny środowiska, np. we Francji STEME (Environmental Sample Processing and Metrology)



Podsumowanie

Stan ochrony radiologicznej (Lekcja Fukushima)

