

# Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe

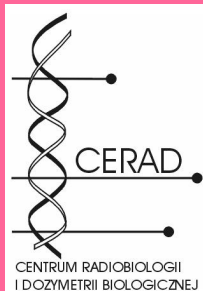
Marcin Kruszewski

Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej  
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej



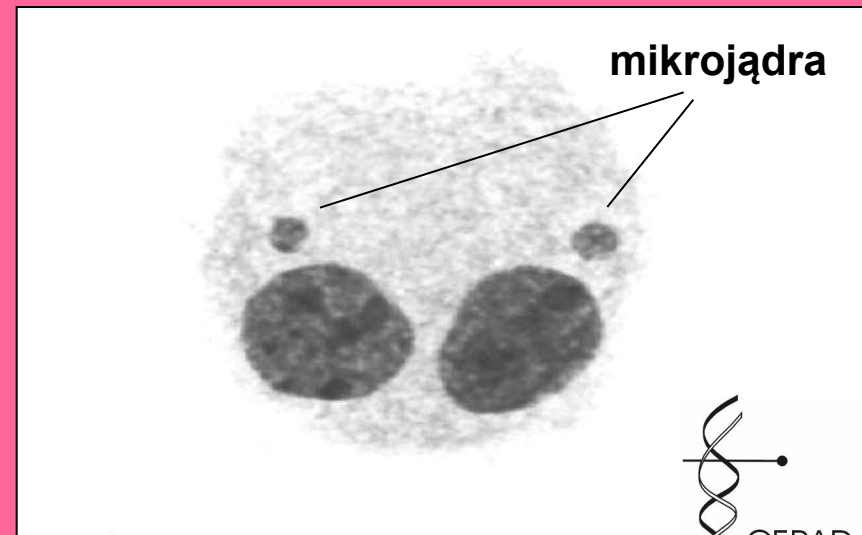
„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



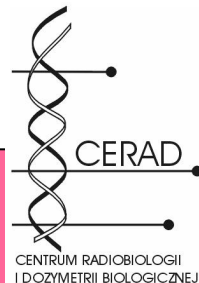
# Dozymetria biologiczna - co to jest?

- Dozymetria biologiczna pozwala na określenie dawki pochłoniętej promieniowania w oparciu o analizę uszkodzeń DNA komórek osoby napromienionej.
- Zwykle stosuje się ją do potwierdzenia dawki promieniowania lub w sytuacji kiedy nie można zastosować metod dozymetrii fizycznej.



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

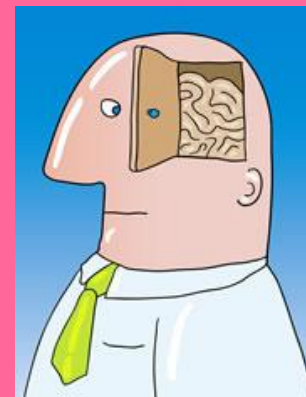
Kraków 09-12-2011



# Kiedy stosujemy dozymetrię biologiczną?

Przypadkowa ekspozycja na promieniowanie jonizujące

napromienienie



Osoba napromieniona zaczyna się źle czuć. Objawy są niespecyficzne

Osoba napromieniona nie uświadamia sobie zagrożenia



Brak poprawnej diagnozy

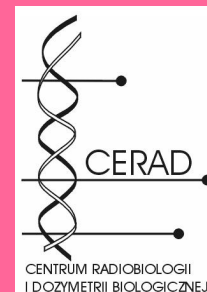
Skierowanie na badanie



- ✓ dozymetria biologiczna
- ✓ ocena dawki
- ✓ właściwe leczenie

„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

Kraków 09-12-2011



# Zamierzona ekspozycja

- ✓ procedury medyczne
- ✓ praca z promieniowaniem
- ✓ inne

Coś poszło źle =

napromienienie



Obiekt  
uświadamia sobie  
zagrożenie

**ALARM**

Jednoznaczne  
określenie czy  
obiekt był  
napromieniony  
czy zawiodła  
rekonstrukcja  
zdarzeń

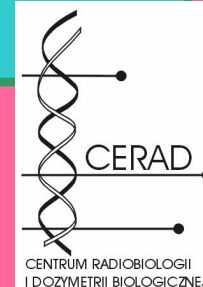
**dozymetria  
biologiczna**

Dozymetria fizyczna;  
Rekonstrukcja zdarzeń



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

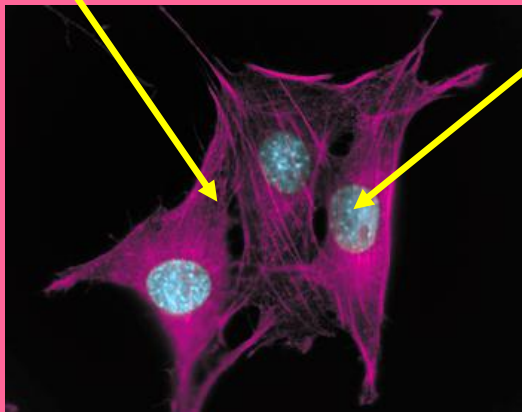
Kraków 09-12-2011



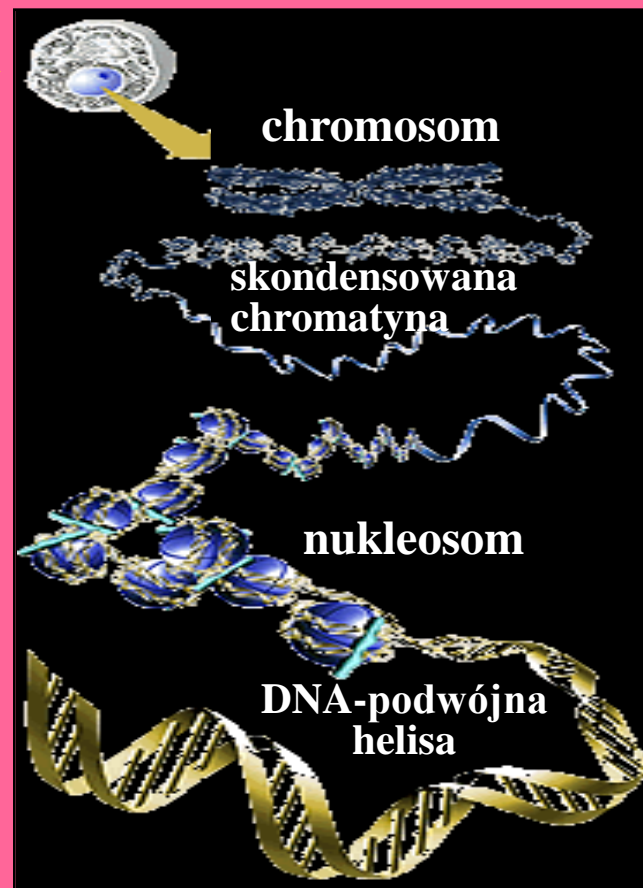
# Promieniowanie powoduje uszkodzenia DNA

Cytoplazma

Jądro komórkowe



Ciało człowieka  
zawiera około  
 $10^{14}$  komórek



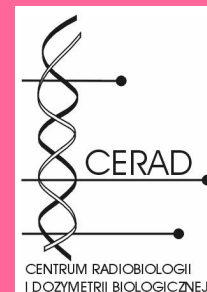
**Szkodliwe działanie promieniowania:**

- **Efekty późne:** uszkodzenia DNA powoduje zmiany genetyczne prowadzące do nowotworzenia
- **Efekty wczesne:** gwałtowna śmierć komórek



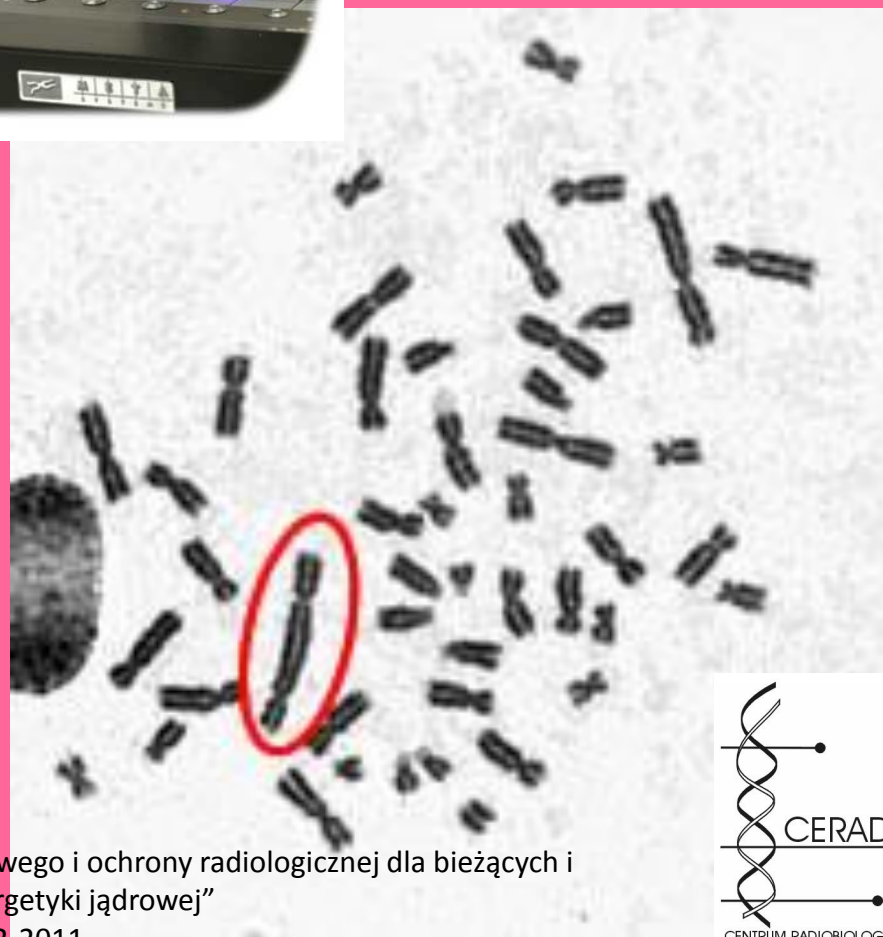
„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

Kraków 09-12-2011





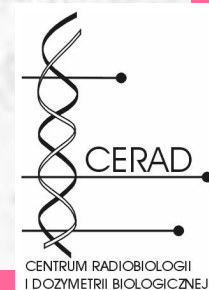
# Test chromosomów dicentrycznych



**centromery**

„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

Kraków 09-12-2011



# Test mikrojądrowy

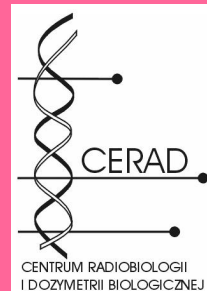


- ☹️ Jest mniej czuły niż test dicentryków – minimalny poziom detekcji wynosi około 0,5 Gy;
- ☹️ Specyficzność jest niższa, inne czynniki fizykochemiczne także wywołują mikrojądra;
- ☹️ Poziom kontrolny jest wyższy niż dicentryków, obserwuje się dużo większą zależność od wieku i zróżnicowanie osobnicze;
- 😊 Zaletą testu jest :

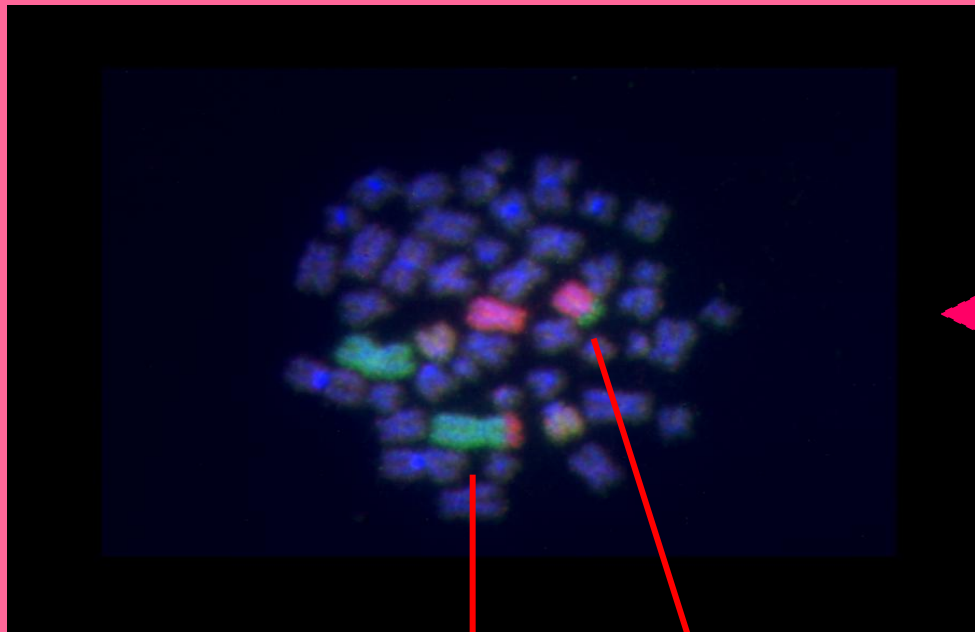
**łatwość wykonania**  
**mniejsza pracochłonność**

„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011

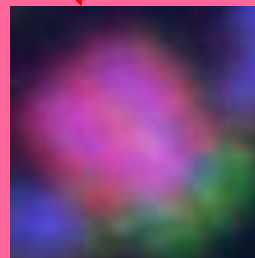
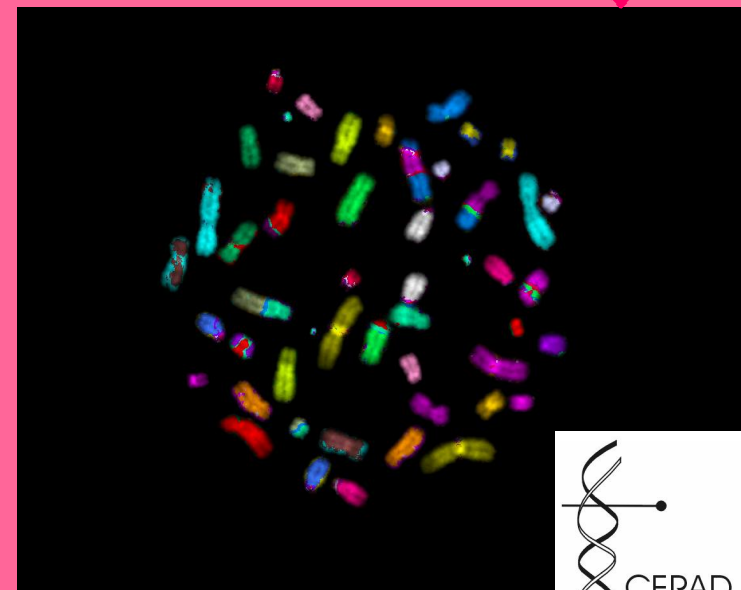


# Test translokacji metodą FISH



Trójkolorowy FISH

mFISH



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

Kraków 09-12-2011



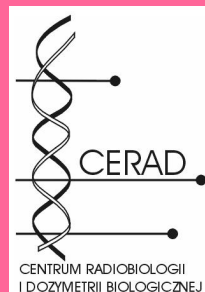
# Perspektywy dozymetrii biologicznej

- ➡ **Metody cytogenetyczne: dicentryki, translokacje, mikrojądra i PCC są wciąż najbardziej wiarygodnymi metodami i są najczęściej używane w dozymetrii biologicznej.**
- ➡ **Metody te są wciąż udoskonalane.**
- ➡ **Pracuje się nad zautomatyzowaniem procedur doświadczalnych, co pozwoli na zmniejszenie czasu koniecznego do wykonania badania.**



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



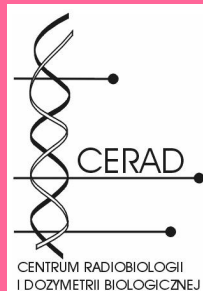
# Perspektywy dozymetrii biologicznej

- ➔ Prowadzi się próby zaadaptowania do celów dozymetrii biologicznej metod biochemicznych i biologii molekularnej, które są dużo tańsze i łatwiejsze do zautomatyzowania:
- ekspresja proto-onkogenów (RT PCR);
  - ekspresja innych genów (RT PCR);
  - zmiany w składzie białkowym osocza krwi (ELISA).



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



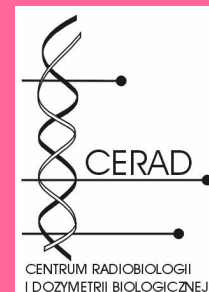
## Cel 2: Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe,

CEL 2	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	ICHTJ
	7	Opracowanie szybkich testów dawki pochłoniętej z uwzględnieniem indywidualnej podatności osób narażonych na promieniowanie jonizujące	IFJ
	8	Przystosowanie metody oznaczania częstości występowania chromosomów dicentrycznych dla potrzeb awaryjnej dozymetrii neutronów reaktorowych (CLOR)	CLOR
	9	Określenie przydatności do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące zmian transkryptomu w komórkach krwi obwodowej.	ICHTJ
	10	Określenie przydatności do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące metody przedwczesnej kondensacji chromatyny (PCC) połączonej z metodą hybrydyzacji in situ (FISH).	ICHTJ



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



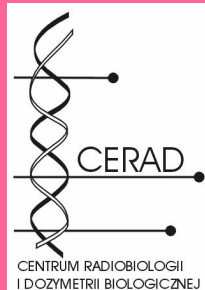
## Cel 2: Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe,

W ramach realizacji etapu 6,7,8 celu w trzech laboratoriach akredytowana zostanie metoda oceny narażenia ludzi na promieniowania jonizujące w oparciu o pomiar częstości występowania chromosomów dicentrycznych. Ocena częstości występowania chromosomów dicentrycznych jest obecnie jedyną powszechnie akceptowaną cytologiczną metodą oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące. Akredytacja tej metody w trzech niezależnych laboratoriach pozwoli na stworzenie podwalin sieci laboratoriów biodozymetrycznych, dlatego w ramach etapu 6 opracowane zostaną założenia utworzenia takiej sieci.

Ponadto w ramach etapu 7 zbadany zostanie wpływ czynników genetycznych (indywidualnej podatność na promieniowanie jonizujące, rozumiana jako polimorfizm genów odpowiedzi na promieniowanie jonizujące) na przebieg procesów naprawczych w komórkach krwi obwodowej. Umożliwi to opracowanie metody szybkiej identyfikacji populacji najbardziej narażonej na działanie promieniowania jonizującego (o zwiększonym ryzyku zapadalności na nowotwory), np. wśród pracowników EJ, i umożliwienie tej grupie ludzi podjęcie świadomego wyboru w momencie zatrudnienia na stanowisku na działaniem promieniowania jonizującego.

„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądowej”

Kraków 09-12-2011



## Cel 2: Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe,

Celem etapów 9 i 10 u jest poszukiwanie alternatywnych do cytobiologicznych metod oceny narażenia ludzi i zwierząt na promieniowanie jonizujące.

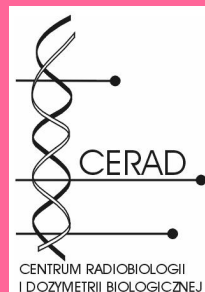
Przepustowość cytologicznych metod oceny narażenia na promieniowanie jonizujące jest ograniczona i może okazać się niewystarczające w przypadku masowego narażenia dużych grup ludzi.

Zastosowanie nowoczesnych metod biologii molekularnej, takich jak genomika i proteomika otwiera nowe możliwości dla opracowania wysokoprzepustowych testów biodozymetrycznych. W ramach działań innowacyjnych zbadana zostanie przydatność do oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące dwóch metod – metody PCC+FISH i oceny transkryptomu w komórkach krwi obwodowej. Obie metody mogą być alternatywą dla obecnie używanej metody oceny częstości występowania chromosomów dicentrycznych.



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011





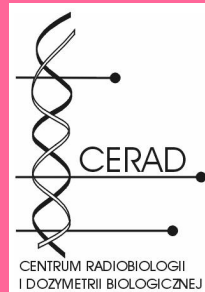
## Cel 2: Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe,

14	Akredytacja metody dozymetrii biologicznej pomiaru dawki pochłoniętej promieniowania jonizującego oparta na ocenie częstości występowania chromosomów dicentrycznych	Uzyskanie certyfikatu Polskiego Centrum Akredytacji	36
15	Koncepcja stworzenia sieci laboratoriów biodozymetrycznych	Opracowanie eksperckie Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	30
16	Zależność wartości biologicznych markerów narażenia na promieniowanie jonizujące od predyspozycji genetycznych	Opracowanie eksperckie Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	24
17	Zależność wartości biologicznych markerów narażenia na promieniowanie jonizujące od rodzaju promieniowania	Opracowanie eksperckie Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	36
18	Metodyka badań przesiewowych populacji zamieszkującej obszary brane pod uwagę jako miejsce lokalizacji przyszłej elektrowni jądrowej	Opracowanie eksperckie Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	36
19	Akredytacja procedury wyznaczania dawki pochłoniętej promieniowania jonizującego w oparciu o analizę częstości występowania chromosomów dicentrycznych na preparatach chromosomowych ludzkich limfocytów krwi obwodowej.	Uzyskanie certyfikatu Polskiego Centrum Akredytacji	36
20	Akredytacja procedury wyznaczania dawki pochłoniętej promieniowania mieszanego gamma i neutronowego w oparciu o pomiar częstości występowania chromosomów dicentrycznych w limfocytach krwi obwodowej	Uzyskanie certyfikatu Polskiego Centrum Akredytacji	36
21	„Przydatność badań transkryptomu komórek krwi obwodowej do oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące”	Opracowanie eksperckie Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	36
22	Przydatność metody PCC do oceny narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące	Opracowanie eksperckie. Ocena i akceptacja Komitetu Sterującego	36



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



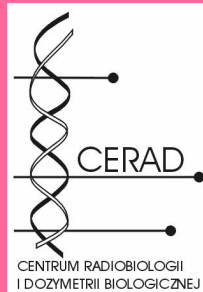
# Cel 2: Rozwój metod dozymetrii biologicznej oraz biofizycznych markerów i indykatorów wpływu promieniowania na organizmy żywe,

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	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej	1	36	270 000	0	270 000	100,00
7.	Opracowanie szybkich testów dawki pochłoniętej z uwzględnieniem indywidualnej podatności osób narażonych na promieniowanie jonizujące	Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN	1	36	300 000	0	300 000	100,00
8.	Przystosowanie metody oznaczania częstości występowania chromosomów dicentrycznych dla potrzeb awaryjnej dozymetrii neutronów reaktorowych (CLOR)	Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej	1	24	220 000	0	220 000	100,00
9.	Określenie przydatności do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące zmian transkryptomu w komórkach krwi obwodowej	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej	1	36	430 000	0	430 000	100,00
10.	Określenie przydatności do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące metody przedwczesnej kondensacji chromatyny (PCC) połączonej z metodą hybrydyzacji in situ (FISH)	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej	1	36	410 000	0	410 000	100,00

Razem: 1 640 000 PLN

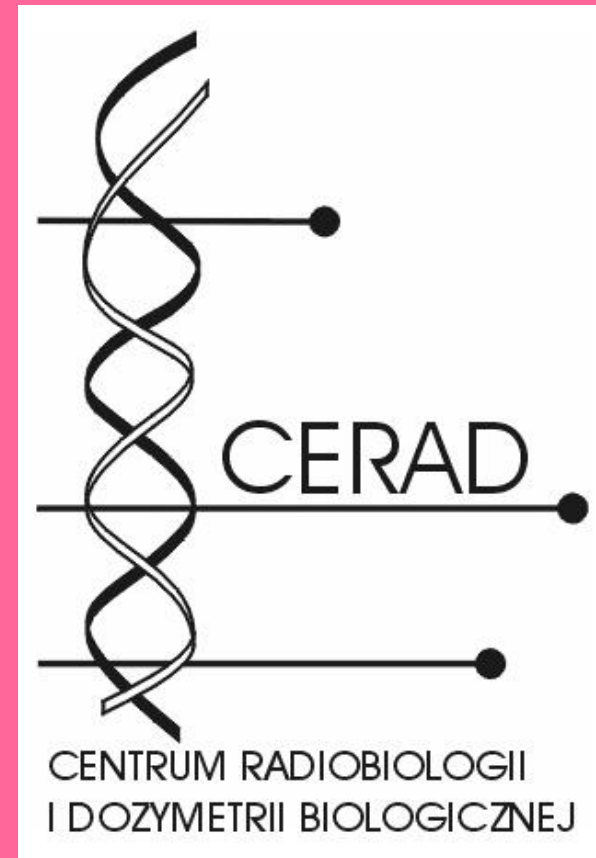
„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011



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

# Dziękuję za uwagę



„Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”

Kraków 09-12-2011