

Poziomy dawek otrzymywanych przez pracowników narażonych na promieniowanie gamma i X w placówkach medycznych na przykładzie danych laboratorium dozymetrii IFJ PAN

Maciej Budzanowski



INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
im. Henryka Niewodniczańskiego
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



Laboratorium Dozymetrii

Indywidualnej i Środowiskowej

GIS 5 XII 2007

Największe skupisko fizyków w jednym miejscu!!!



- nauka
- wysokospecjalistyczne usługi dla wszystkich
 - kontrola dawek
 - wzorcowanie przyrządów dozymetrycznych
 - badanie skażeń i stężenia pierwiastków promieniotwórczych
 - testy specjalistyczne aparatów RTG
 - nanotechnologia – powierzchnie dla endoprotez (7 mln EURO)
 - Centrum Terapii Handronowej w budowie (25 mln EURO)

AKREDYTOWANE LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ (LADIS) IFJ PAN

- LADIS utworzono w IFJ w 2001 r
- W 2002 r uzyskano akredytację PCA (AP-049)
- LADIS stosuje wyłącznie metodę TLD
- Rozwój Laboratorium umożliwiły fundusze PAA i strukturalne EU
- LADIS posiada 3 automatyczne czytniki termoluminescencyjne, (szybkość 500 dawkomierzy dziennie/jeden czytnik)
- W 2006 LADIS tworzy sekcję dot. testów specjalistycznych RTG (obecnie 6 fizyków medycznych, zezw. Nr 2/2007 i 5/2007 WSSE Kraków)
- LADIS zatrudnia łącznie 18 osób w tym 16 fizyków dozymetrystów i medycznych

METODY KONTROLI DAWEK

AKTYWNE

- komory jonizacyjne, liczniki proporcjonalne i GM
- liczniki scyntylacyjne
- detektory półprzewodnikowe

PASYWNE

- detektory termoluminescencyjne (TLD) (*)
- detektory filmowe (tzw. błony) (**)
- detektory optoluminescencyjne (OSL)
- detektory bąbelkowe
- detektory śladów cząstek
- dozymetry żelazowo-żelazawy
- dozymetry alaninowe
- dozymetry barwnikowe

() 75% serwisów dozymetrycznych w Europie stosuje już metodę TLD*

*(**) w Niemczech od 2012 oficjalny zakaz stosowania metody filmowej*

FILM

vs

TLD

plusy

- Prosta archiwizacja i dowód
- Niskie koszty filmu
- Prosty sposób stwierdzenia ekspozycji statycznej

minusy

- Mała czułość
- Skomplikowana obróbka
- Skomplikowane obliczenie dawki
- Większe błędy wyznaczenia dawki
- Brak automatyki odczytów
- Zła charakterystyka energetyczna
- Ciężki dawkomierz – filtry Cu i Pb
- Zbliżający się koniec produkcji klisz

plusy

- Wysoka czułość
- Całkowicie zautomatyzowany proces
- Tkankopodobność materiału i płaska charakterystyka energetyczna
- Małe błędy – więcej elementów czułych w dawce.
- Nieczuła na warunki środowiskowe (woda, światło)
- Niskie koszty usługi

minusy

- Wysokie koszty jednorazowe zakupu systemu
- Brak archiwizacji materiałowej – odczyt kasuje

minus/plus

- Niemożliwość stwierdzenia ekspozycji statycznej - już istnieje możliwość rozróżnienia**

TERMOLUMINESCENCJA (TL)

Zjawisko występujące w niektórych materiałach, polegające na **emisji światła** pod wpływem dostarczonej energii cieplnej.

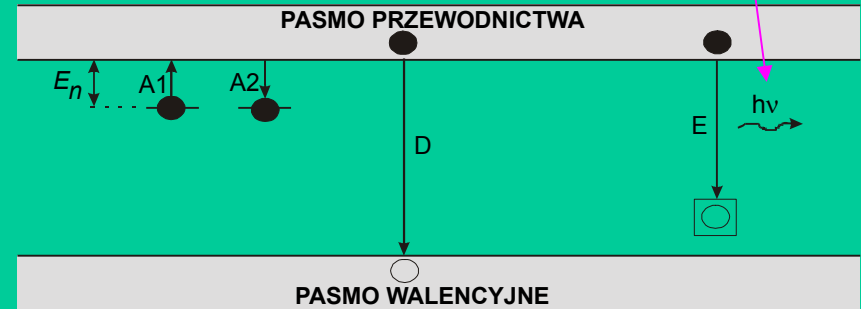
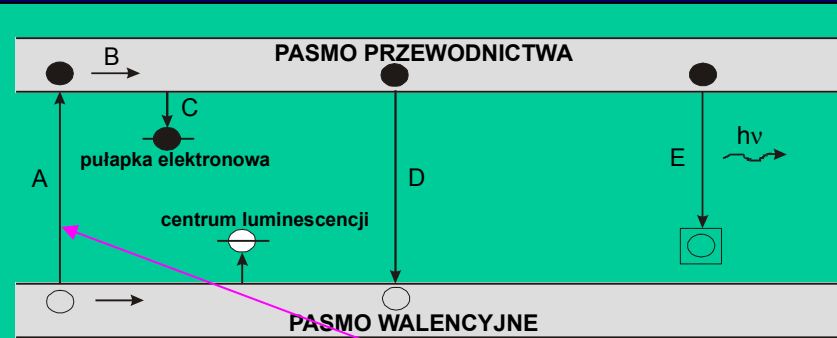
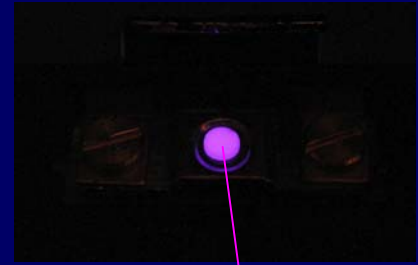


Świecenie soli kuchennej po podgrzaniu



Świecenie detektora TL z LiF:Mg, Ti w czytniku TL.

POWSTANIE ZJAWISKA TL



Jonizacja promieniowaniem X lub gamma powodująca lokalizację elektronów i dziur w centrach powstałych wokół domieszek.

Rekombinacja pod wpływem temperatury

Model zmian w konfiguracji elektronów i dziur w dielektryku prowadzących do powstania zjawiska TL.

DETEKTORY TLD W IFJ

W IFJ stosujemy własne spiekane w formie tabletek detektory

TLD na bazie:

- LiF:Mg, Ti (MTS-N)
- LiF:Mg, Cu, P (MCP-N)



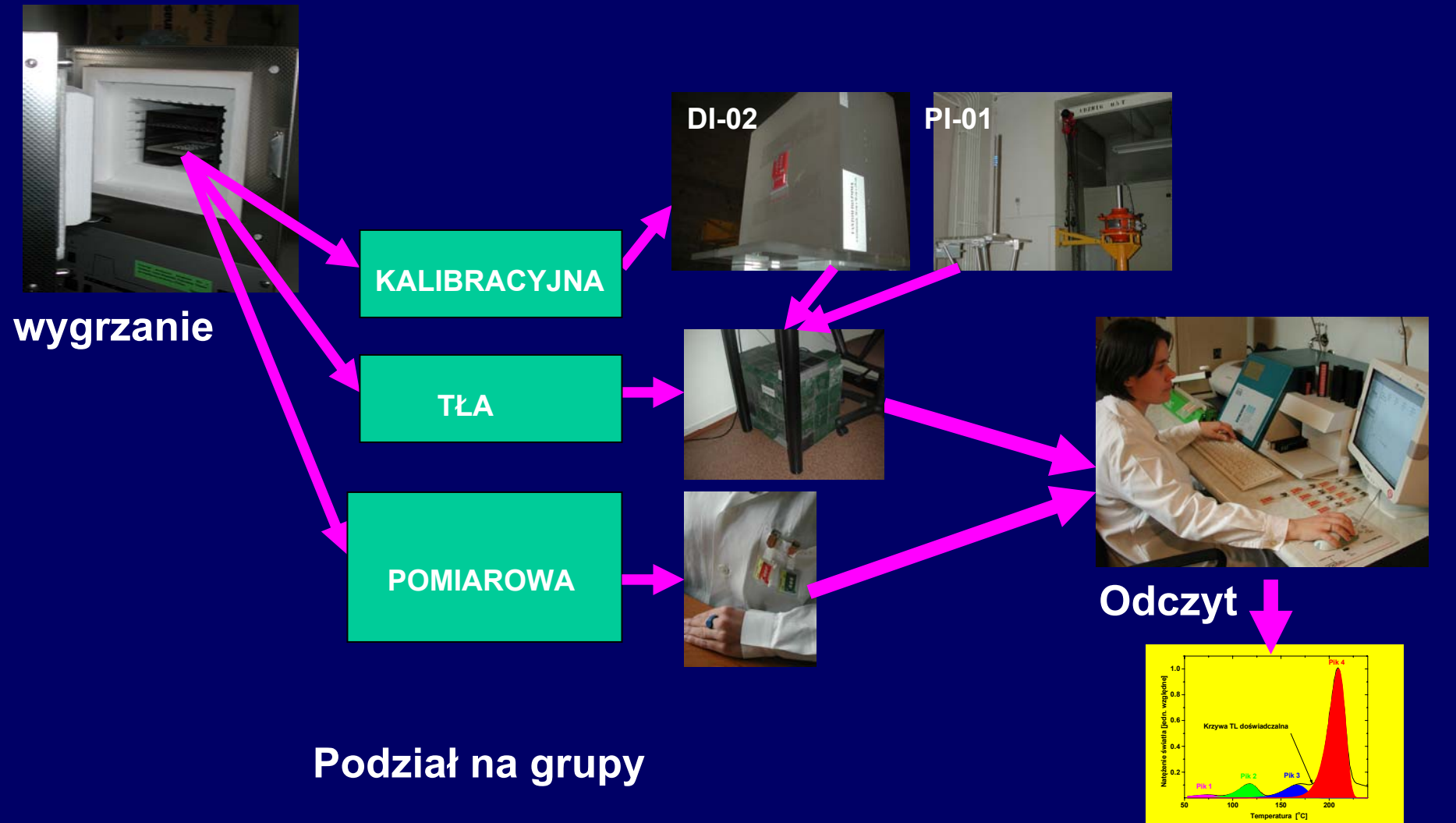
Różne formy detektorów TLD



**Typowa tabletka
TLD fi4,5mm gr. 0,9mm**

JAK MIERZY SIĘ DAWKI DETEKTORAMI TLD ?

Pomiar zasadniczy



Analiza wyników –
wyznaczenie dawki

CO MIERZYMY I WYZNACZAMY ?

Wielkości mierzalne, czyli takie które można wyznaczyć w drodze bezpośredniego pomiaru:

KERMA, K w [Gy]

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Wielkości normatywne, czyli takie które są miarą zagrożenia radiacyjnego człowieka zdefiniowane za pomocą parametrów zależnych od anatomii człowieka bądź umownie dobranych współczynników wagowych promieniowania, w_R , czy tkanek, w_T :

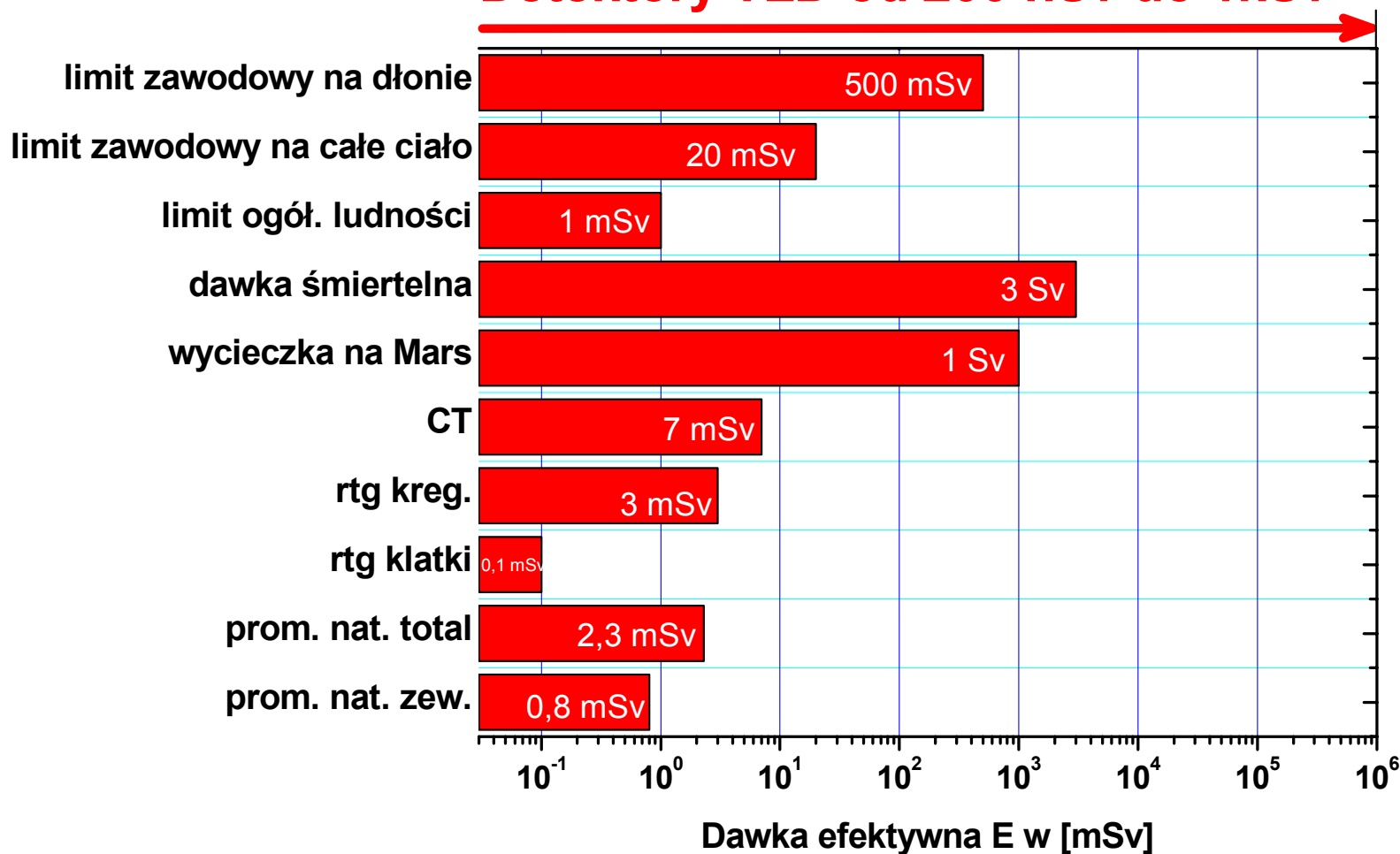
Dawka efektywna (skuteczna), E w [Sv]

Wielkości operacyjne (robocze), czyli takie które można wyznaczyć, zostały tak zdefiniowane aby dla większości pól prom. były większe od wartości dawki efektywnej:

Indywidualny równoważnik dawki, $H_p(d)$ w [Sv]

PORÓWNANIE POZIOMU DAWEK

Detektory TLD od 200 nSv do 1kSv



ODCZYT DETEKTORA TL – PRACA NA CODZIEŃ



Układanie dawkomierzy



Odczyt dawkomierzy w aparaturze



Analiza wyników

DAWKOMIERZE INDYWIDUALNE



Dawkomierz DI-02



Proces odczytu DI-02

Dawkomierze do pomiaru dawki od gamma i rtg na całe ciało.

Pomiar:	Hp(10), Hp(0,07)
Zakres dawek:	0,1 mSv - 1 Sv
Zakres energetyczny:	15keV – 3,0 MeV
Okres pomiaru:	od 1 do 3 miesięcy

DAWKOMIERZE INDYWIDUALNE NA DŁONIE

7, Rtg



**Wodoszczelne dawkomierze PI-01
do pomiaru dawki na dłonie.**



Przygotowanie do odczytu

Pomiar: Hp(10), Hp(0,07)
Zakres dawek: 0,1 mSv - 1 Sv
Zakres energetyczny: 15keV – 3,0 MeV
Okres pomiaru*): od 1 do 3 miesięcy



Odczyt w czytniku TL

**) wybór okresu pomiarowego należy do klienta*

DAWKOMIERZ ŚRODOWISKOWY DS



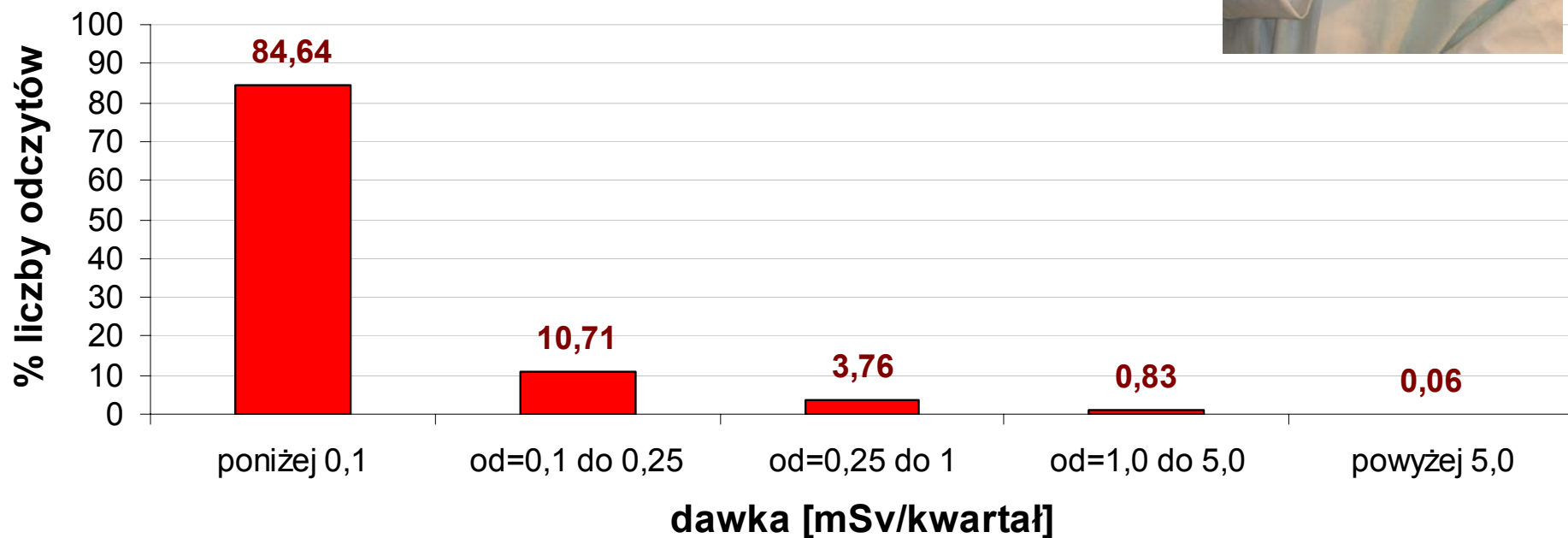
Dawkomierze DS do pomiaru dawek w środowisku pracy z akredytowanym limitem od 30 mikroGy.
Dawkomierz zawiera wysokoczuły detektor TLD typu MCP-N

Pomiar:	K_{air} , $H^*(10)$
Zakres dawek:	0,03 mGy- 1 Gy !!! 0,03 mSv - 1 Sv !!!
Zakres energetyczny:	15keV – 3,0 MeV
Okres pomiaru:	od 1 do 3 miesięcy

WYNIKI – DAWKOMIERZE DI-02

65457 odczytów kwartalnych (od 2002 roku)

Placówki medyczne (ogół) -
dawkomierze indywidualne (DI-02;DI-86)

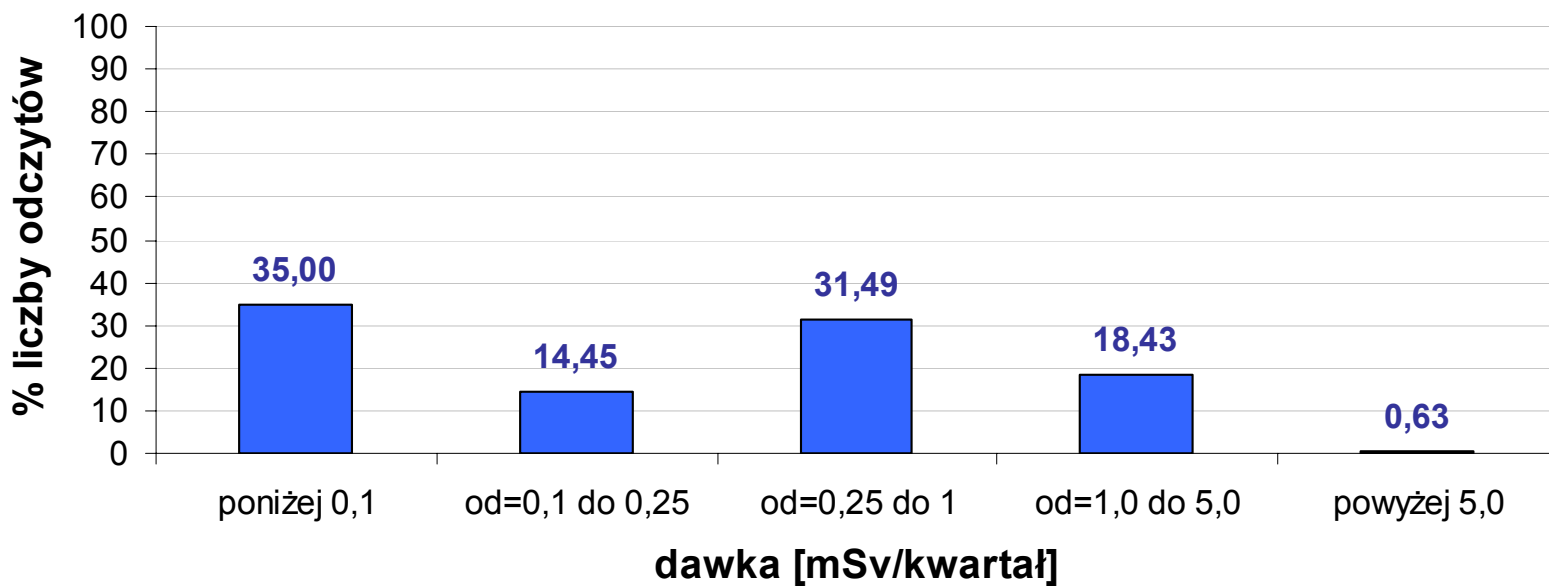


WYNIKI – DAWKOMIERZE PIERŚCIONKOWE

16 790 odczytów kwartalnych (od 2002 roku)



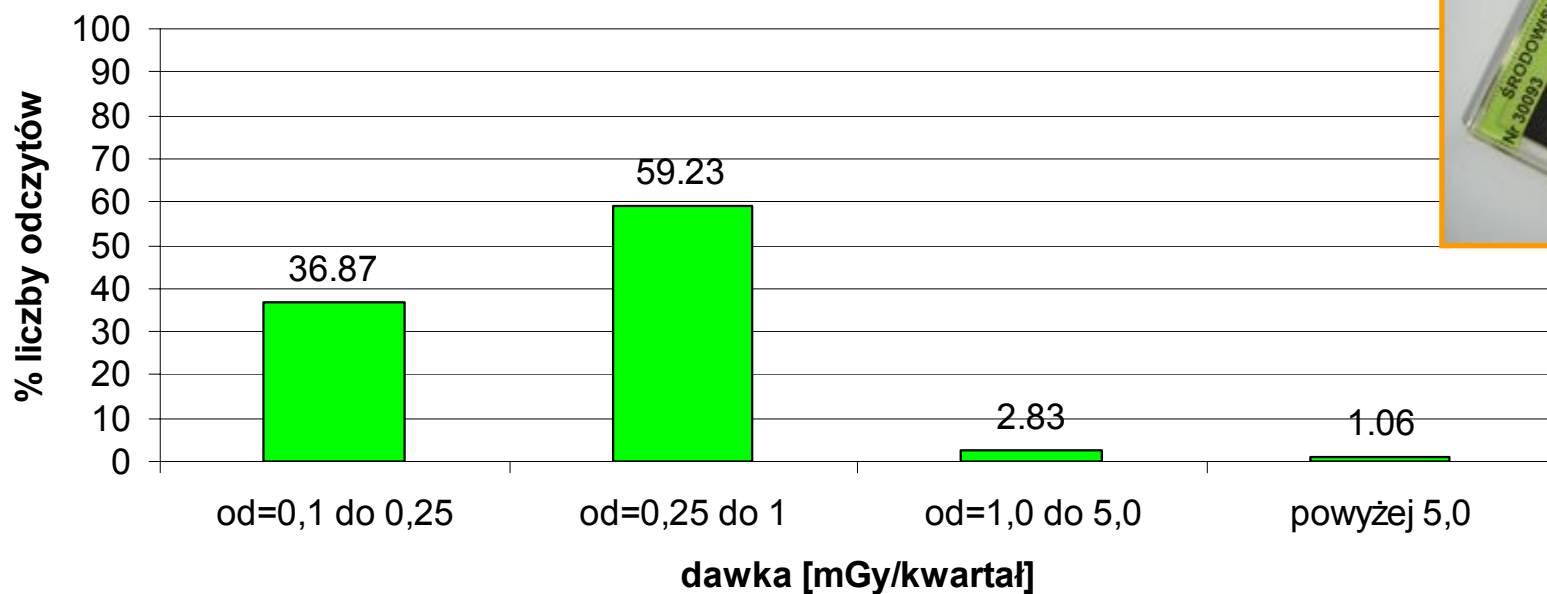
Placówki medyczne (ogół) - dawkomierze pierścionkowe (PI-01)



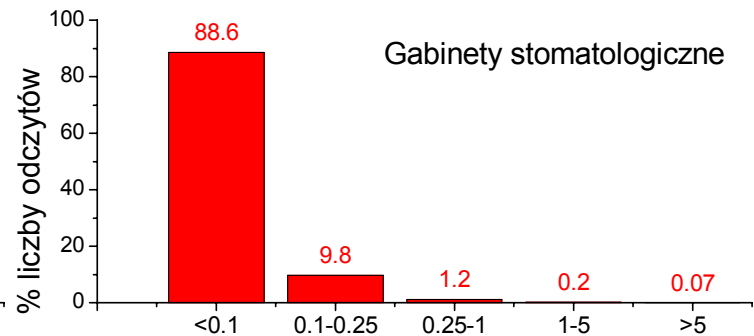
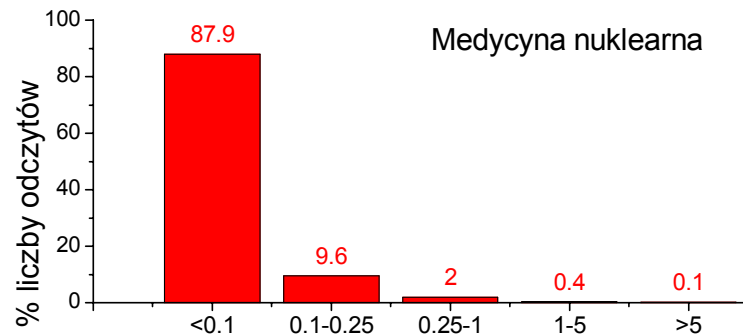
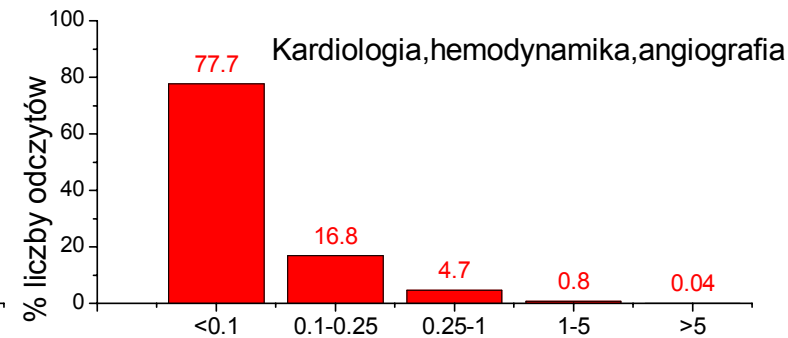
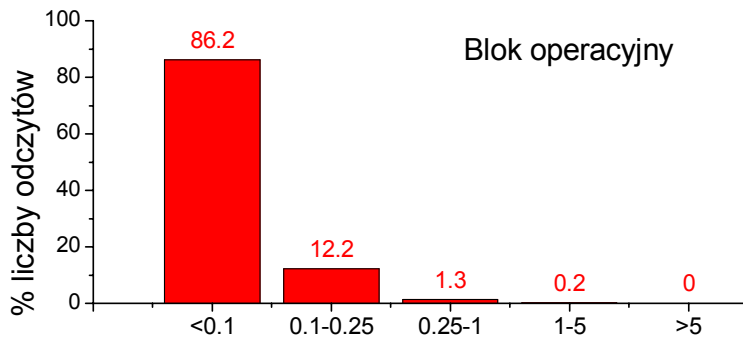
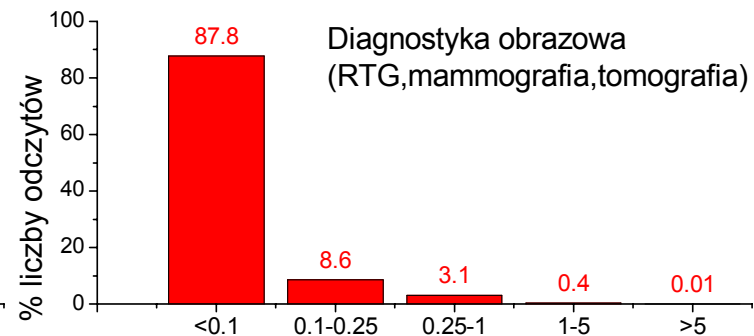
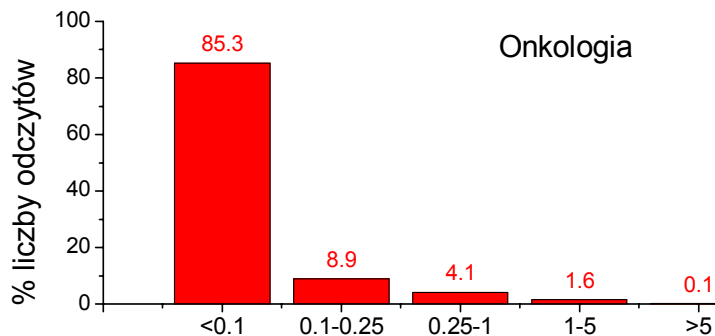
WYNIKI – DAWKOMIERZE ŚRODOWISKOWE

7486 odczytów kwartalnych (od 2002 roku)

Placówki medyczne (ogół) - dawkomierze środowiskowe
(DS-04)



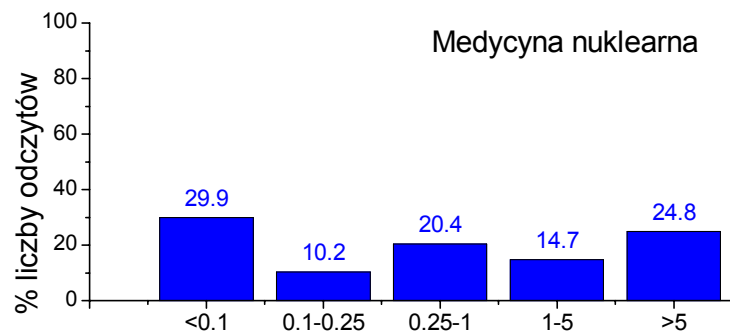
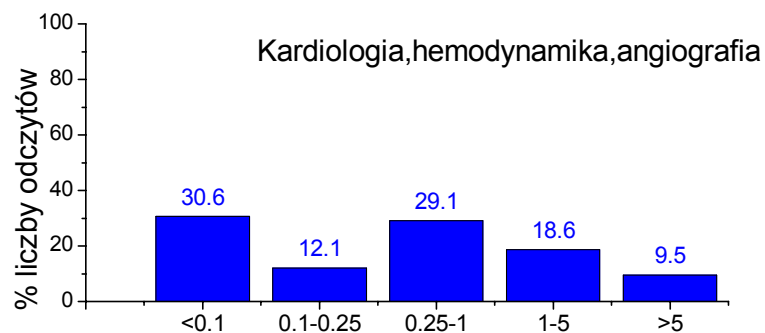
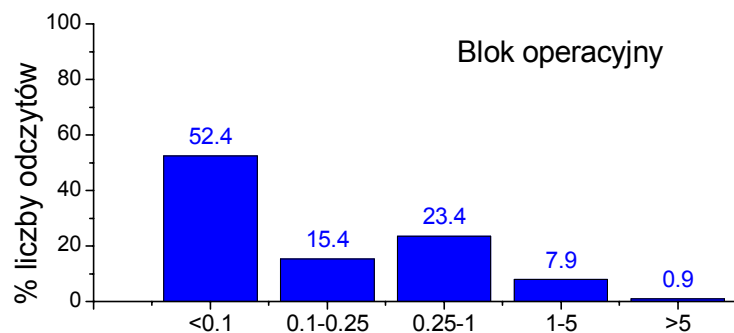
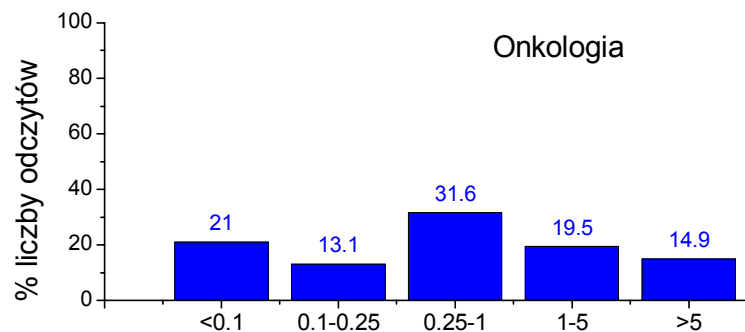
WYNIKI DI-02 SZCZEGÓŁOWO



Dawka [mSv/kwartał]

Dawka [mSv/kwartał]

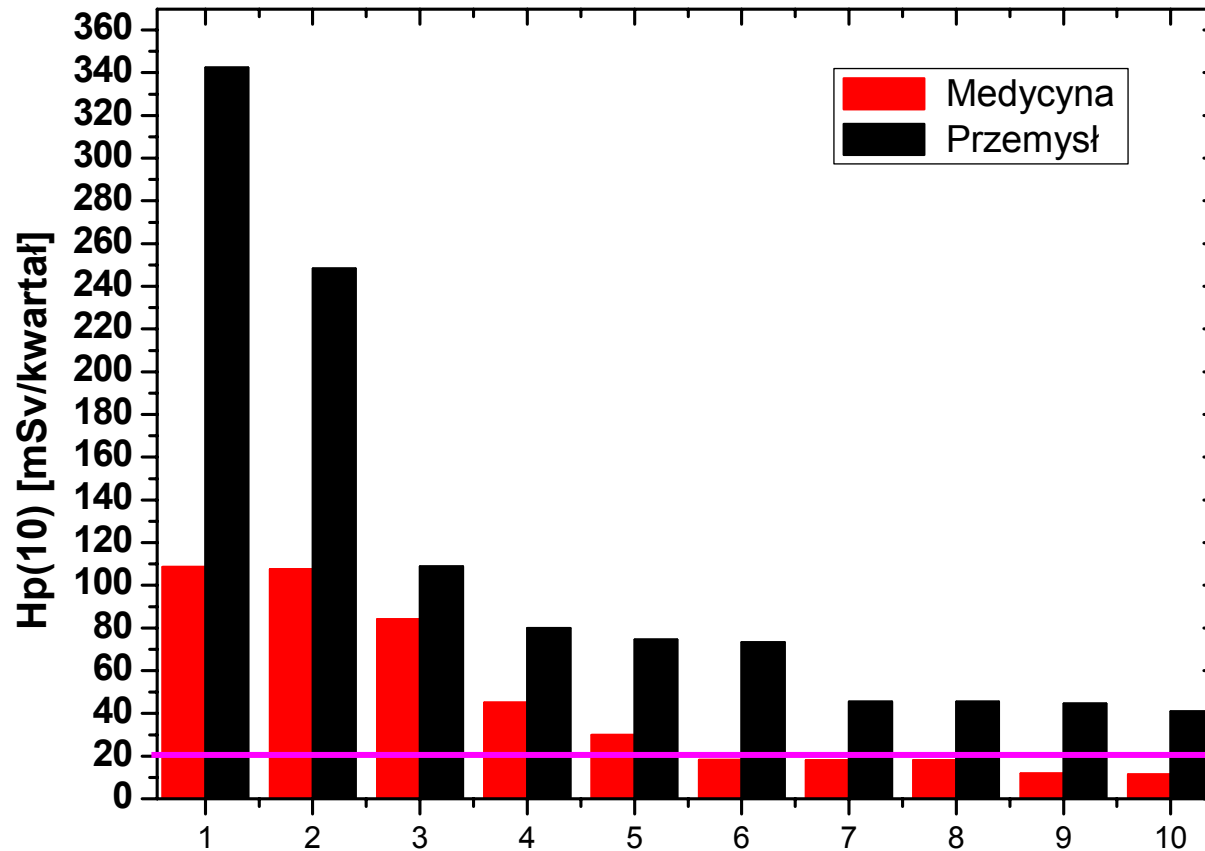
WYNIKI – PI-01 SZCZEGÓŁOWO



Dawka [mSv/kwartał]

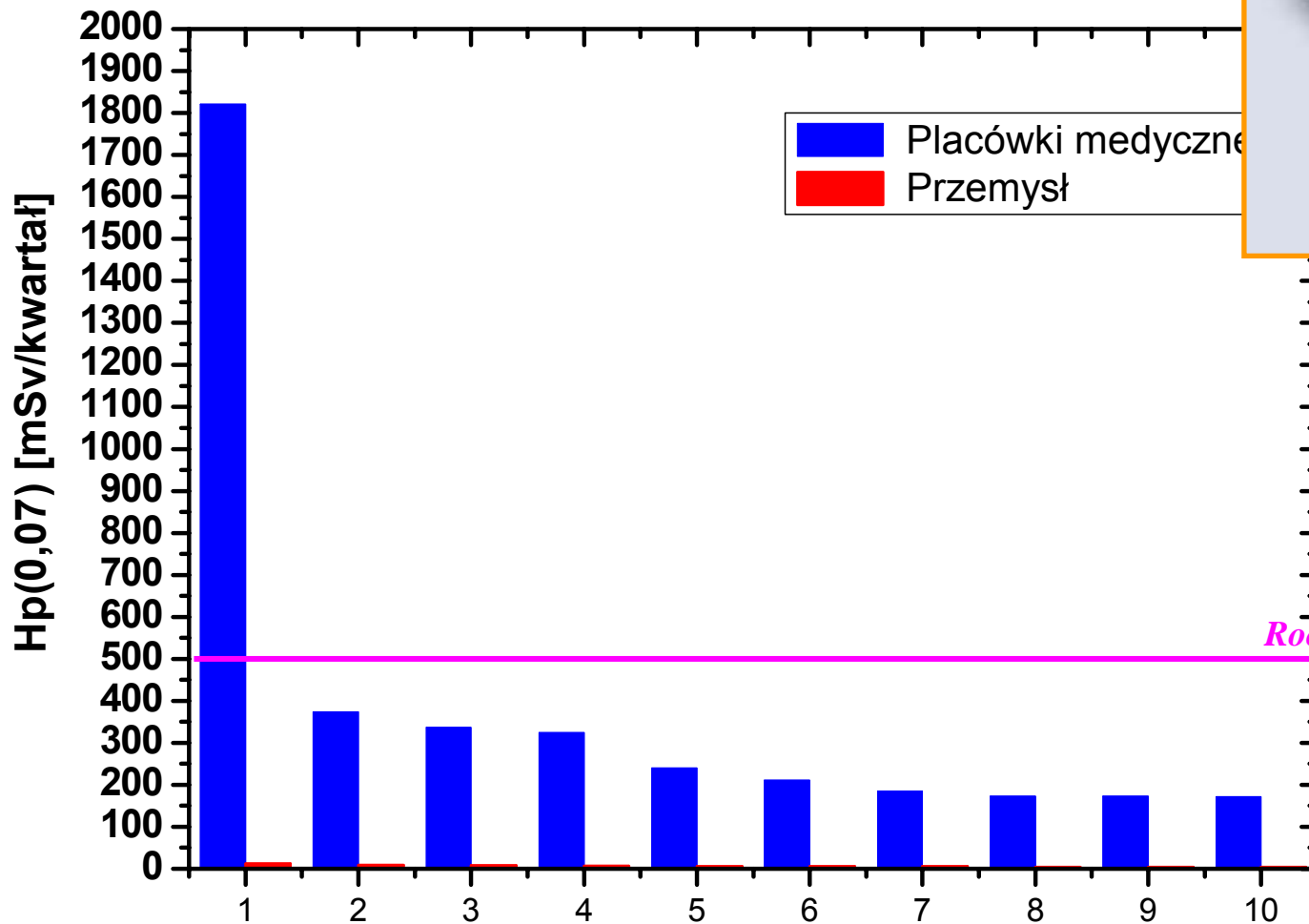
Dawka [mSv/kwartał]

WYNIKI – 10 WARTOŚCI MAKSYMALNYCH



Roczny limit 20 mSv

WYNIKI – 10 WARTOŚCI MAKSYMALNYCH – PI-01



Roczny limit 500 mSv



PODSUMOWANIE

- ❑ Uruchomiono w Polsce najnowocześniejsze laboratorium kontroli dawek a metoda termoluminescencyjna (TLD) stała się powszechnie znana i dostępna
- ❑ Statystyki IFJ PAN z ostatnich 5 lat pokazują, że 85% osób narażonych na promieniowanie jonizujące w medycynie nie otrzymuje dawki z tytułu ekspozycji zawodowej na całe ciało
- ❑ Wyniki z dawkomierzy „pierścionkowych:” wskazują na potrzebę ich stosowania, szczególnie w radiologii zabiegowej i medycynie nuklearnej
- ❑ Wyniki dawek pokazują, że organizacja pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące w kontrolowanych ośrodkach jest bardzo dobra
- ❑ Metoda TLD spowodowała obniżenie kosztów ochrony radiologicznej w ośrodkach, które ją stosują

Więcej: <http://dawki.ifj.edu.pl>