



Fundusze Europejskie

Szkolenie realizowane w ramach projektu FERS.01.13-IP.07-0005/24

pn: „Podniesienie kompetencji pracowników i pracowniczek

**Państwowej Inspekcji Sanitarnej w zakresie bezpieczeństwa żywności
i żywienia, higieny środowiska oraz higieny radiacyjnej”**

Dofinansowanie projektu z UE: 2 927 147,78 PLN



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską





Fundusze Europejskie

**Wpływ testowanych parametrów
ekspozycyjnych i warunków wykonywania
ekspozycji na jakość obrazu oraz dawkę dla
pacjenta, zasady optymalizacji;**



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Dawka promieniowania z punktu widzenia...

fizyka

*Ilość energii dostarczona jednostce masy,
która wywołała określony skutek*

wymusiła powstanie ładunku:
dawka ekspozycyjna [C/kg]

zwiększyła energię:
dawka pochłonięta / KERMA [J/kg] = [Gy]

Dawka promieniowania z punktu widzenia...

fizyka medycznego

*Ilość energii dostarczona jednostce masy,
która wywołała określony skutek w tkance*

w zależności od rodzaju promieniowania:
dawka równoważna [Sv]

w zależności od tkanki:
dawka skuteczna [Sv]

Dawka z punktu widzenia...

radiologa

Byle tylko obraz był wystarczający!

Niech się martwi technik i (jeśli jest) fizyk!

Dawka z punktu widzenia...

pacjenta

DAWKA

promieniowania
jonizującego

DAWKA

środka
kontrastującego

*Doprowadzenie do
rzeczywistej
optymalizacji
wykonywania
radiologicznych
procedur medycznych*

OPTYMALIZACJA

to nie tylko

REDUKCJA DAWKI

OPTYMALIZACJA

to nie tylko

POPRAWA JAKOŚCI OBRAZU

OPTYMALIZACJA

to jednocześnie

WYSTARCZAJĄCA

JAKOŚĆ OBRAZU PRZY

ROZSĄDNIENIE NISKIEJ DAWCE

DAWKĄ

OBRAZ

DAWKĄ

OBRAZ

Dawka zgodna
z zasadą
ALARA

DAWKĄ

OBRAZ

Jakość obrazu
Wystarczająca

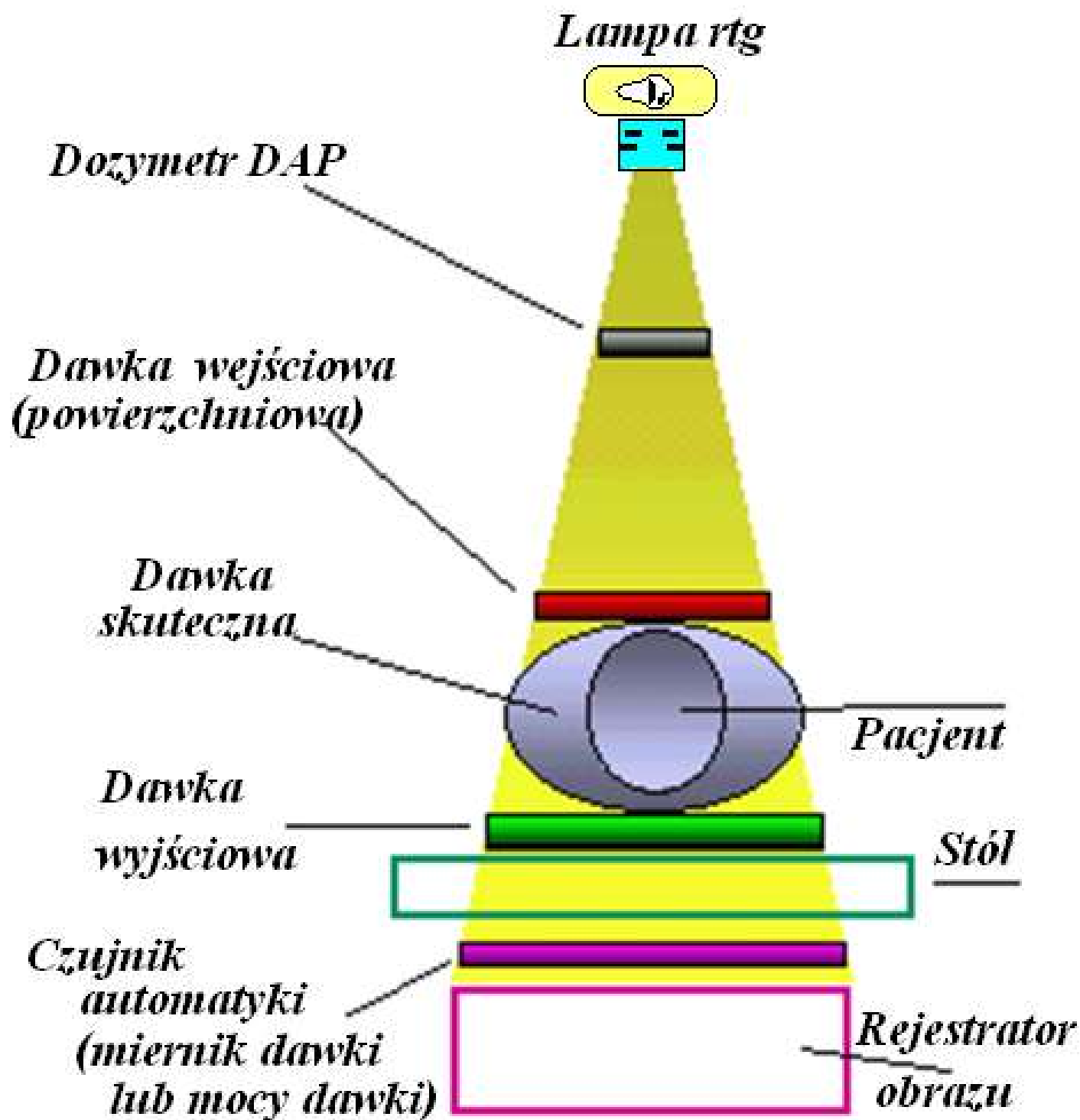
DAWKĄ

OBRAZ

DAWKĄ

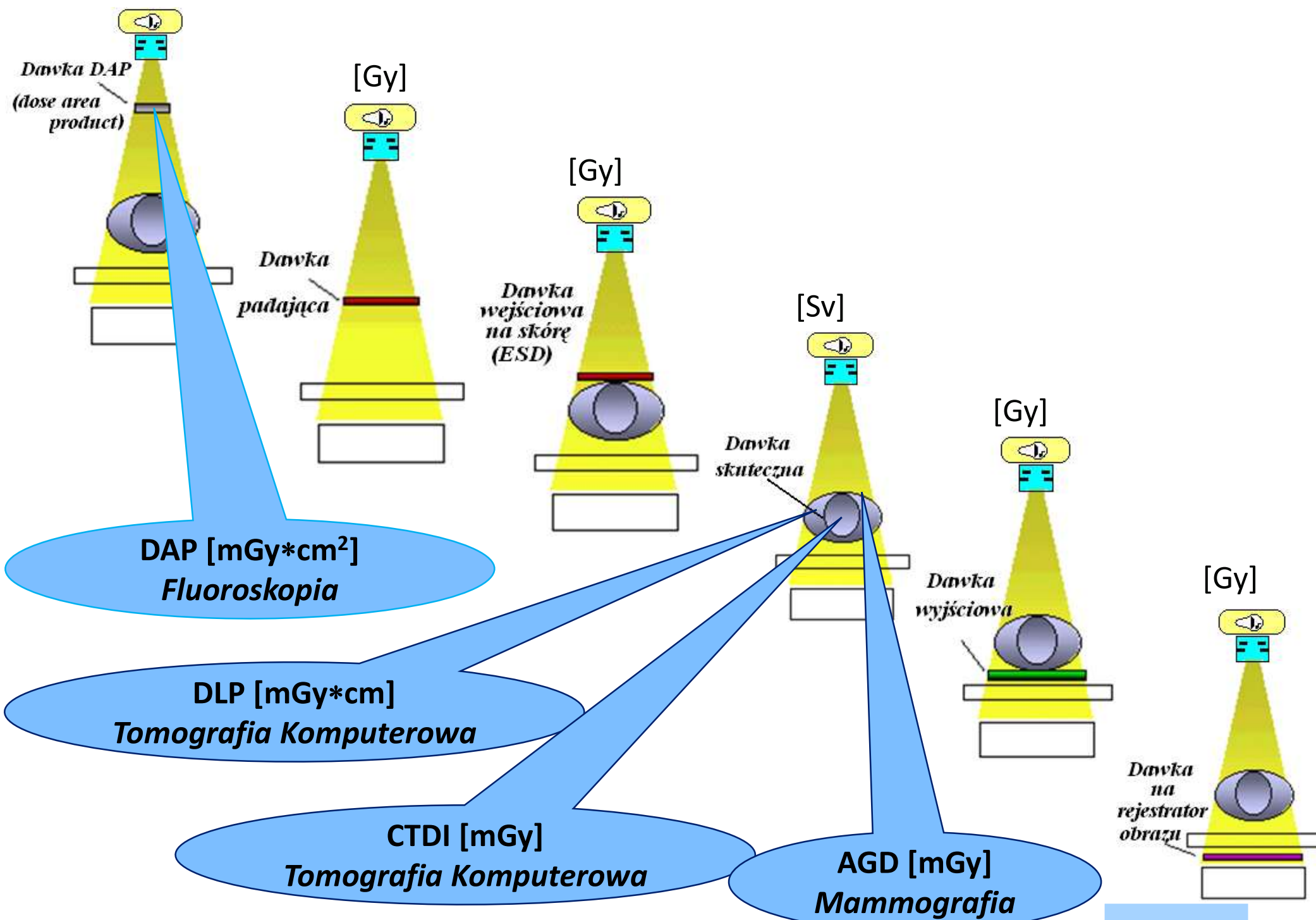
OBRAZ

Wielkości charakterystyczne dla różnych rodzajów procedur



[Gy*cm²]

WIELKOŚCI



WIELKOŚCI

DLP [mGy*cm]

Dose Length Product

Tomografia Komputerowa

CTDI [mGy]

Computer Tomography Dose Index

Tomografia Komputerowa

A(M)GD [mGy]

Average (Mean) Glandular Dose

Mammografia

DAP [mGy*cm²]

Dose Area Product

Radiologia zabiegowa

ESD [mGy]

Entrance Surface Dose

Radiologia zabiegowa

EOD [mGy]

Estimating OrganDose

Wszędzie

Inne pojęcia:

WED

Water Equivalent Diameter

CPS

Calculating Patient Size

SSDE

Size-Specific Dose Estimates

BSF

Back Scatter Factor

PSD

Peak Skin Dose

Prawo Atomowe *(t. jedn. Dz. U. z 2024 r., poz. 1277)*

Art. 33b

Osoby poddawane ekspozycji medycznej podlegają ochronie radiologicznej, która obejmuje w szczególności uzasadnienie ekspozycji medycznej, o którym mowa w art. 33c, i optymalizację, o której mowa w art. 33d.

*27 x w Ustawie PA
6 x w Rozdziale 3a*

Prawo Atomowe *(t. jedn. Dz. U. z 2024 r., poz. 1277)*

Art. 33d

1. Badanie diagnostyczne, zabieg lub leczenie, z zastosowaniem promieniowania jonizującego, wymaga optymalizacji ochrony radiologicznej pacjenta.
2. W badaniach diagnostycznych z zastosowaniem promieniowania jonizującego ogranicza się dawki skuteczne (efektywne) otrzymywane przez pacjentów do możliwie najniższego poziomu, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych i społecznych, który zapewni uzyskanie wyniku badania o założonej jakości diagnostycznej. Optymalizacja ochrony radiologicznej pacjenta jest także realizowana przez redukcję badań niepotrzebnie powtarzanych.
3. W radiologii zabiegowej, poza wymaganiami określonymi w ust. 2, podejmuje się niezbędne kroki mające na celu zapobieżenie popromiennym uszkodzeniom skóry i tkanek pod nią położonych w wyniku stosowania długotrwałej ekspozycji, w szczególności wiązką promieniowania rentgenowskiego o dużej mocy dawki.

Nadzór nad dawkami w radiologii

NIE polega na:

Obliczaniu dawek narządowych

Sumowaniu dawek z różnych badań dla jednego pacjenta

Szacowaniu narażenia pacjenta w oparciu o przeróżne współczynniki

Nadzór nad dawkami w radiologii polega na:

Rejestrowaniu dawek lub parametrów umożliwiającym ich obliczenie

Rejestrować należy nie tylko te dawki, o których mówią poziomy referencyjne

Rejestrować należy tylko te parametry, od których zależy dawka lub uwidocznienie wymaganych tkanek i narządów

Parametry, które należy rejestrować:

Napięcie [kV]

Obciążenie [mAs]

Czas [ms] *(w procedurach wymagających krótkiego czasu ekspozycji, np. klp)*

FFD [cm] *(jeśli nie mamy miernika DAP)*

Ognisko *(w procedurach wymagających wysokiej rozdzielczości, np. kości, klp)*

Wydajność [$\mu\text{Gy}/\text{mAs}$]

Zasada kardynalna:

Do rejestratora obrazu musi dotrzeć WYSTARCZAJĄCA ilość nośników informacji – w obrazowaniu rentgenowskim: kwantów promieniowania X

Miarą „wystarczalności” jest jakość obrazu.

Przy akwizycji analogowej – właściwe naświetlenie i brak „plamistości kwantowej”.

Przy akwizycji cyfrowej poziom szumu (SNR lub CNR) przy założonym ograniczeniu dawki „od góry”.

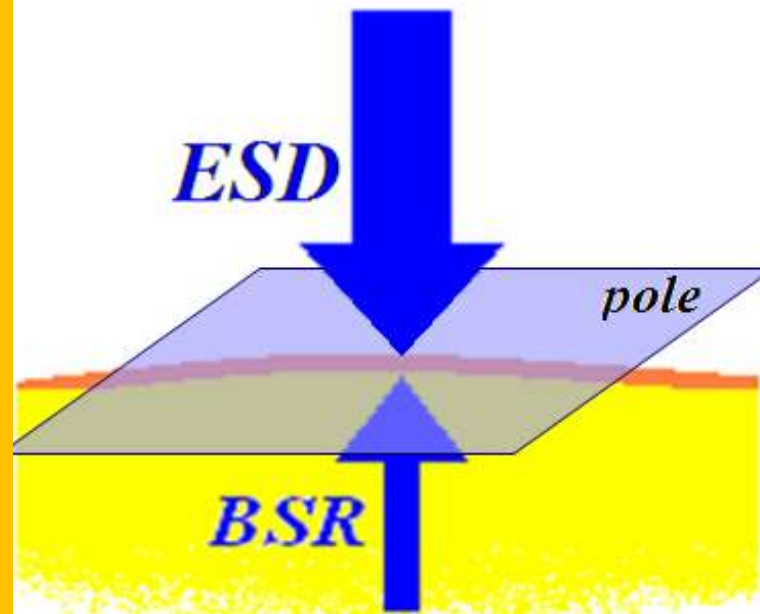
DAP / KAP



BSF – współczynnik promieniowania wstecznego – liczba, przez którą należy pomnożyć dawkę padającą (ESD), by oszacować dawkę, jaką rzeczywiście otrzymała skóra; wartość ta przekracza czasami 1,4!

***Dawka na skórę =**
Dawka wejściowa na skórę (ESD)
+ Dawka od rozproszenia (BSR)*

BSR - do 40%



$$SD = ESD + BSR$$

$$ESD = DAP / pole$$

$$SD = ESD * BSF$$

Wielkości, które należy rejestrować:

Metoda obrazowania

Mierzone wielkości

Radiografia osób dorosłych

DAP [**cGy** • cm²]

K [mGy] (ESD)

Może być miernik / dozymetr DAP

Radiografia pediatryczna

DAP [cGy • cm²]

~~K [mGy] (ESD)~~

Może być miernik / dozymetr DAP

Tomografia komputerowa

CTDI_w [mGy]

DLP [**cGy** • cm]

Wylicza tomograf

Fluoroscopia

DAP [**cGy** • cm²]

T [min]

Musi być miernik / dozymetr DAP

Konieczne działanie permanentne:

*Pomiar lub szacowanie i
rejestracja dawek*

Optymalizacja w radiologii

NIE polega na:

Walce o jak najniższą dawkę

Bezkrytycznym „zjeżdżaniu” z parametrami

Działaniu indywidualnym

Optymalizacja w radiologii polega na:

Analizie dawek dla wybranych procedur

*Świadomym wyborze parametrów
wpływających na dawkę*

Stałej kontroli jakości uzyskiwanych obrazów

Ścisłej pracy zespołowej

Kolejność działań:

Wybór procedur, w których są największe szanse na sukces i największe dawki

Wybór parametrów narzędziowych

Określenie „poziomów sygnalizacyjnych” (jak ograniczniki dawek / limity użytkowe w ochronie personelu)

Stopniowe obniżanie dawek ze stałą kontrolą jakości obrazów

Czas każdego etapu to co najmniej kilka tygodni

Kolejność działań:

Analiza wyników niezgodnych z założonymi kryteriami powinny obejmować co najmniej:

Dogłębne zrozumienie różnicy między „zdjęciem odrzuconym” a „zdjęciem powtórzonym”.

Kolejność działań:

Wybór procedur, w których są największe szanse na sukces i największe dawki

Radiografia klatki
piersiowej w 2
projekcjach: PA i bok u
osoby dorosłej

Kolejność działań:

Wybór parametrów narzędziowych

Napięcie [kV] (*117 – 125*)

Czas [ms] (*<20*)

Obciążenie [mAs]

ESD [mGy] lub DAP [cGy*cm²]

FFD [cm] (*140 – 200*)

Kolejność działań:

*Określenie „poziomów sygnalizacyjnych” (jak
ograniczniki dawek / limity użytkowe w ochronie personelu)*

*Stopniowe obniżanie dawek ze stałą kontrolą
jakości obrazów*

Wpływ na dawkę ma:

Napięcie [kV]

Obciążenie [mAs]

Kolimacja

Ustawienie automatyki

Kratka przeciwróżproszeniowa

Ustawienie czułości rejestratora obrazu

Filtracja



Wpływ na dawkę ma:

Napięcie [kV]

Prąd [mA]

Kolimacja

Ustawienie automatyki

Kratka przeciwwrozproszeniowa

Liczba pulsów skopii

Pole widzenia rejestratora obrazu

Ustawienie czułości rejestratora obrazu

Układ odległości: lampa – pacjent – rejestrator obrazu

Filtracja



Wpływ na dawkę ma:

Napięcie [kV]

Obciążenie [mAs]

FoV – pole widzenia

Zakres skanowania

Ustawienie automatyki

Grubość warstwy [mm]

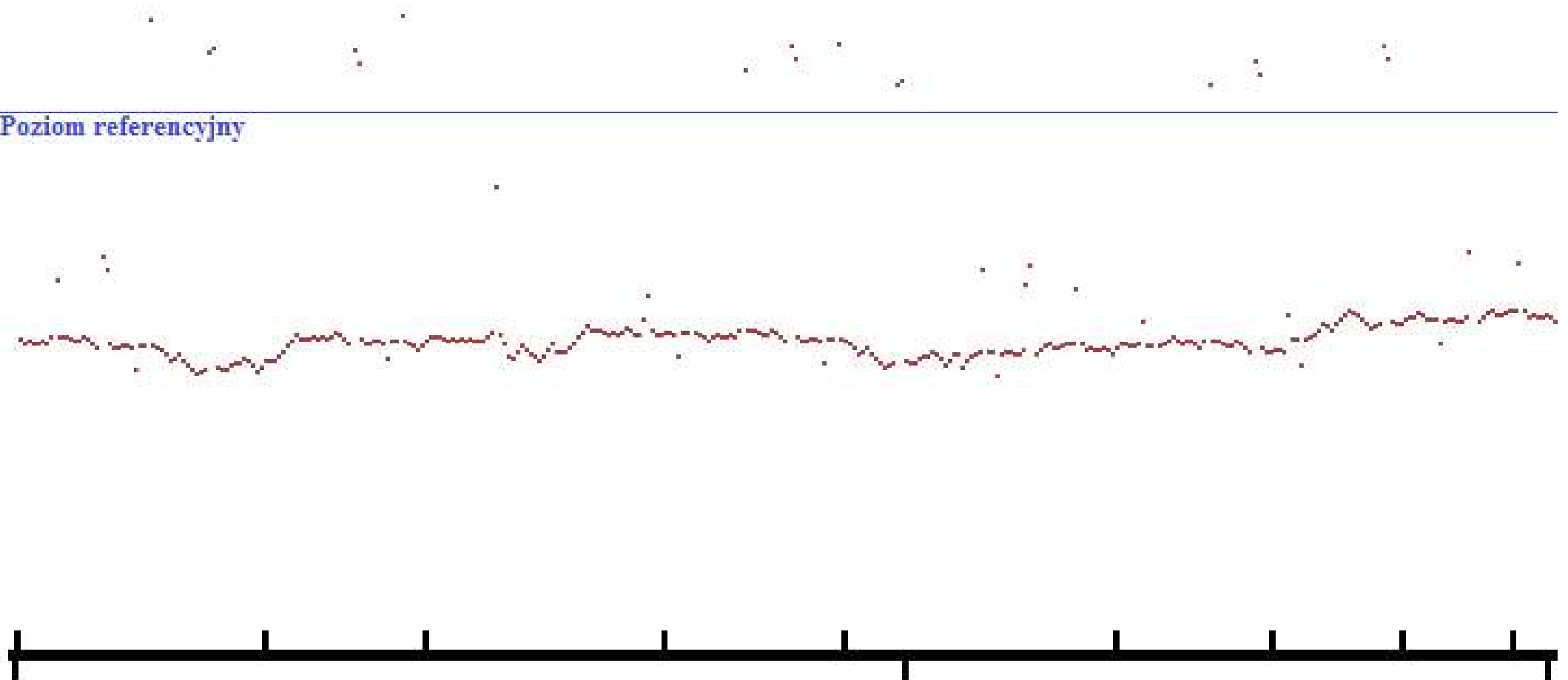
Skok spirali

Kąt rotacji wiązki

Przykład działań

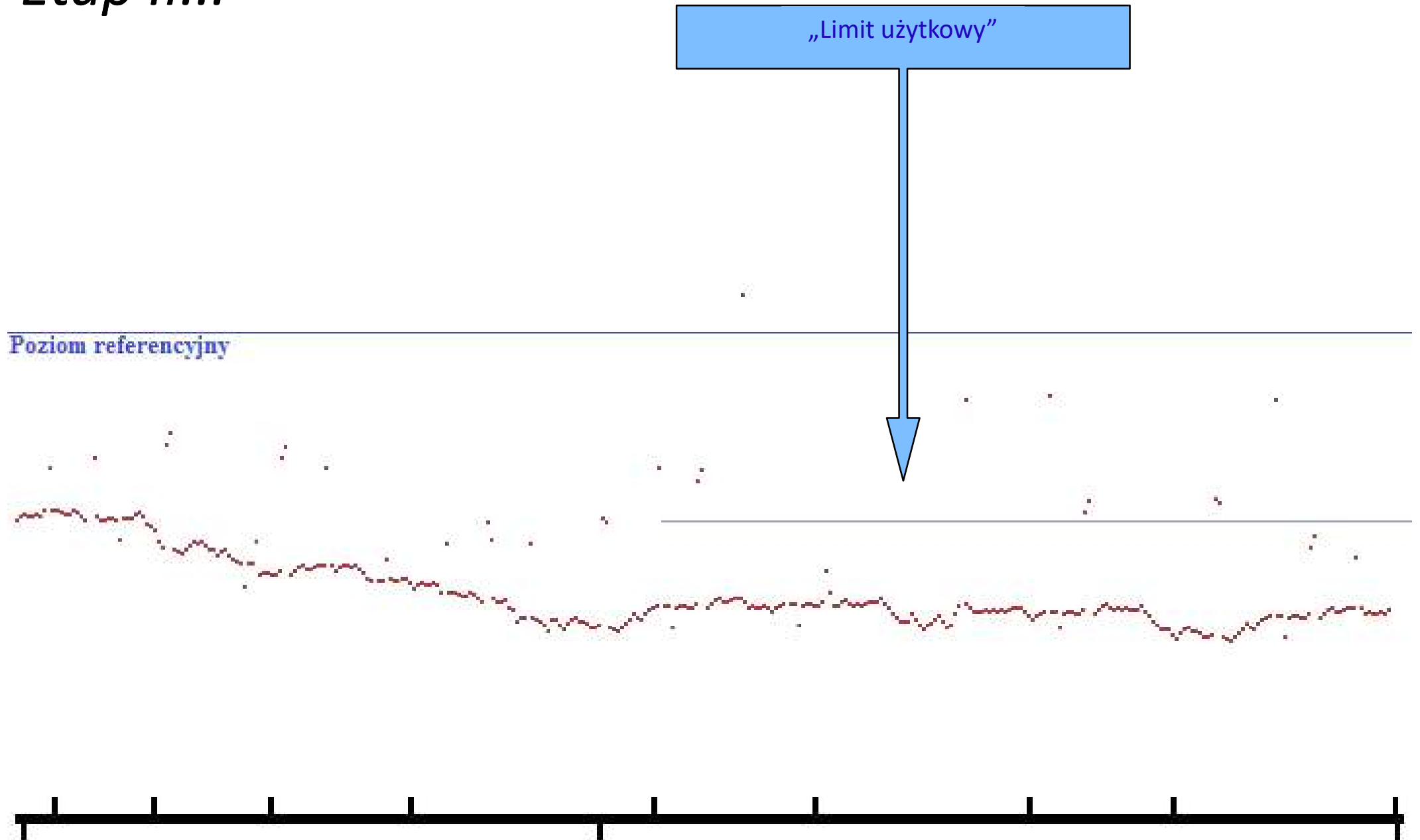
Etap I

Poziom referencyjny



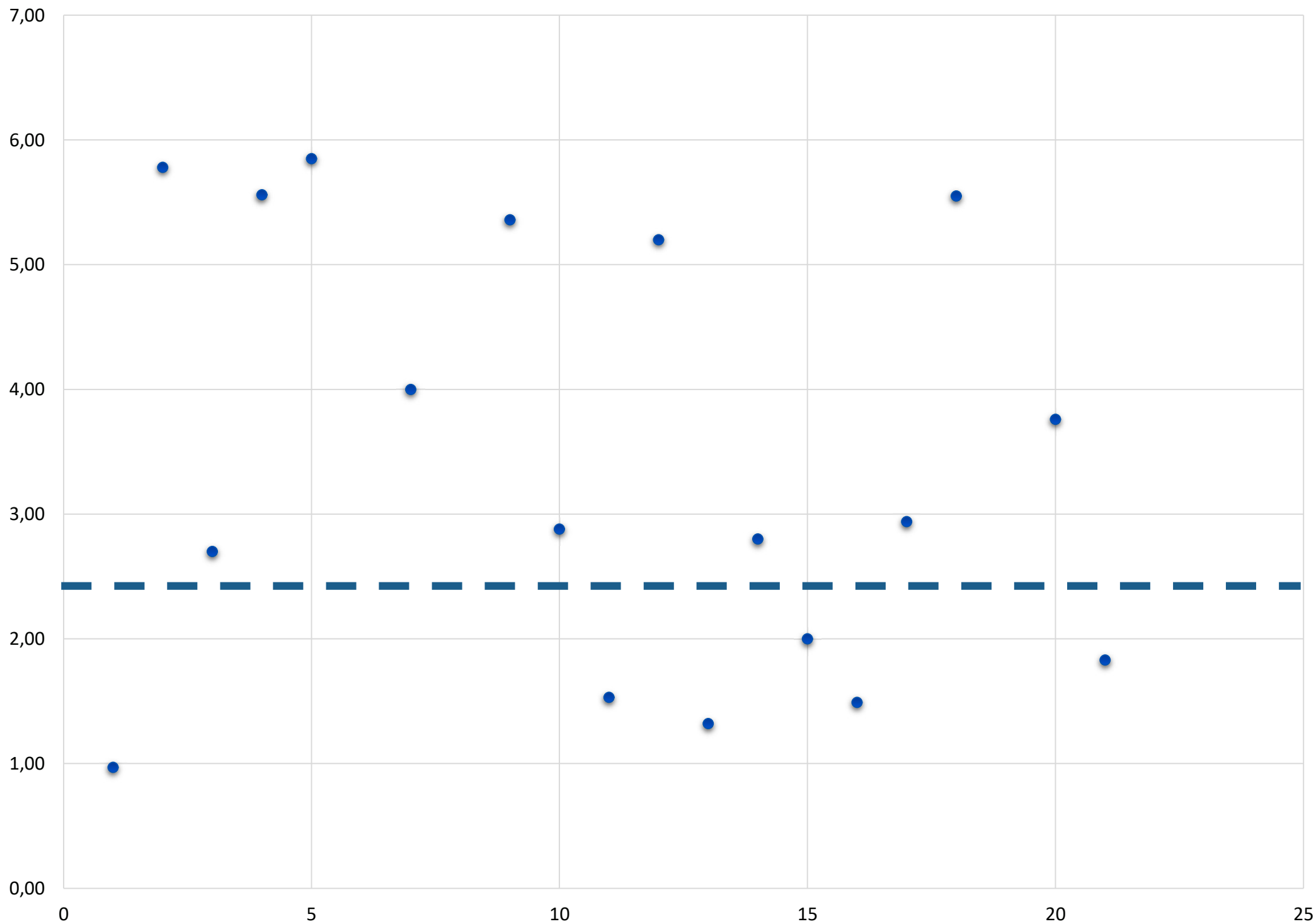
Przykład działań

Etap II...

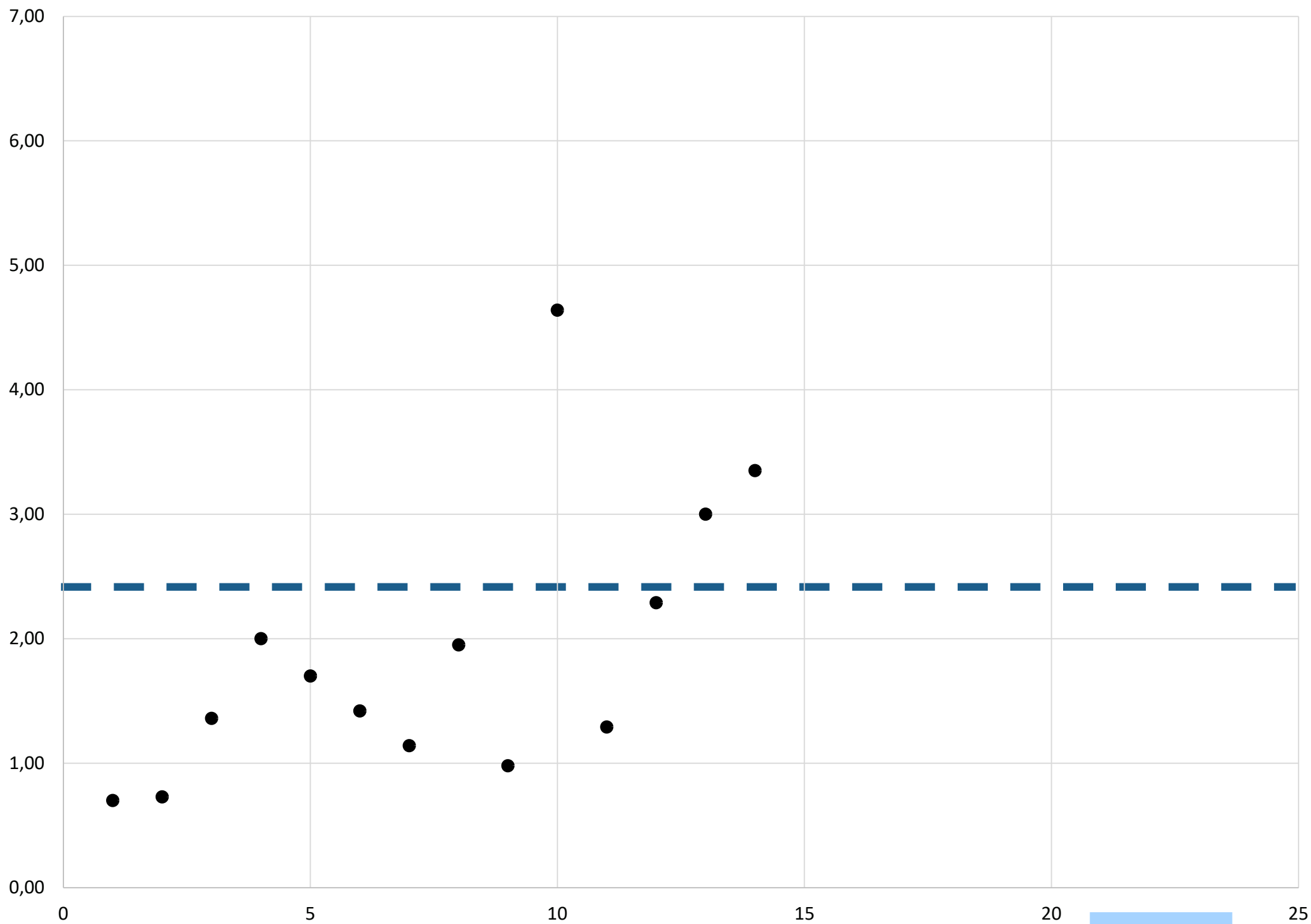


*Czas każdego etapu
to co najmniej kilka
miesięcy*

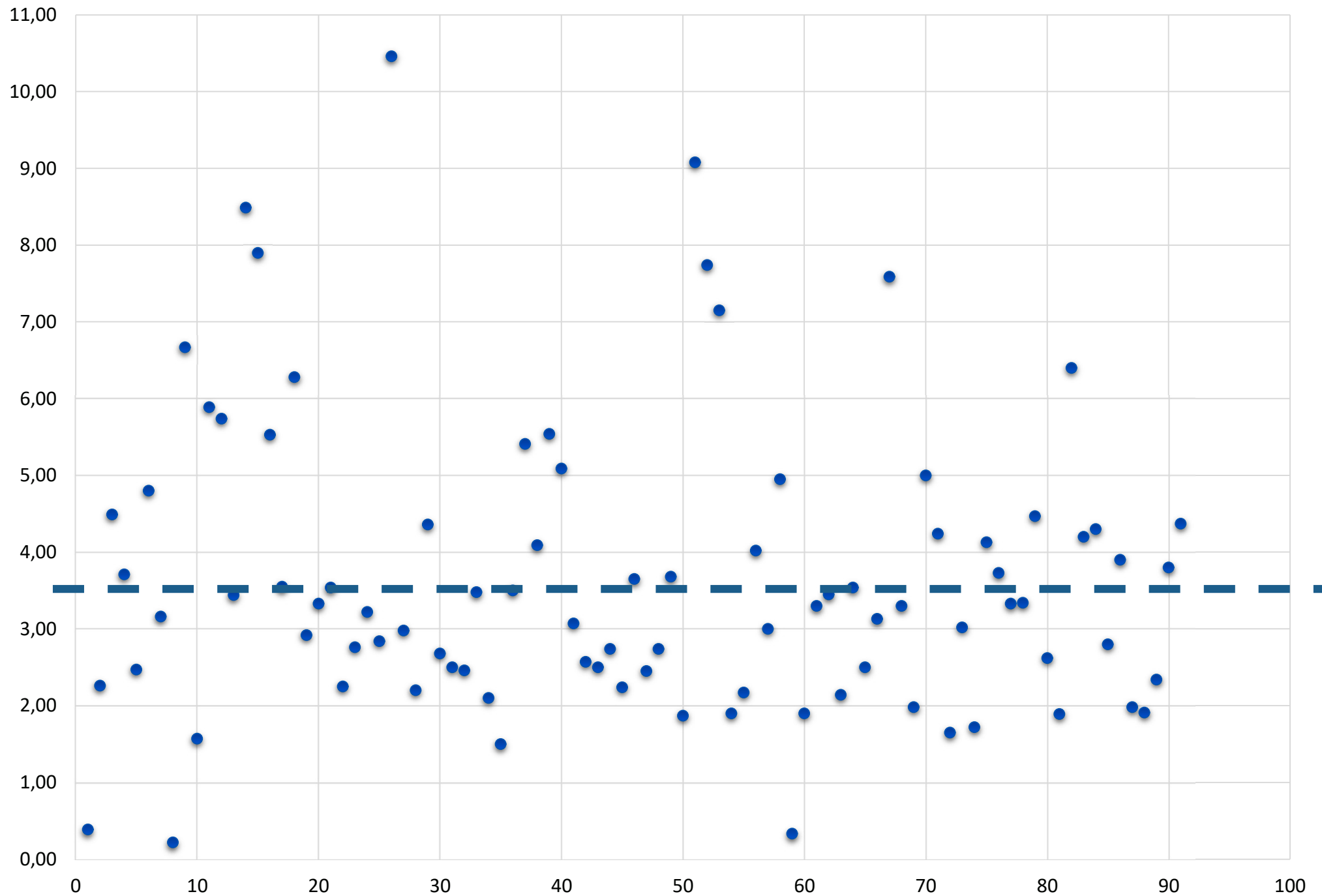
KLP małe dzieci



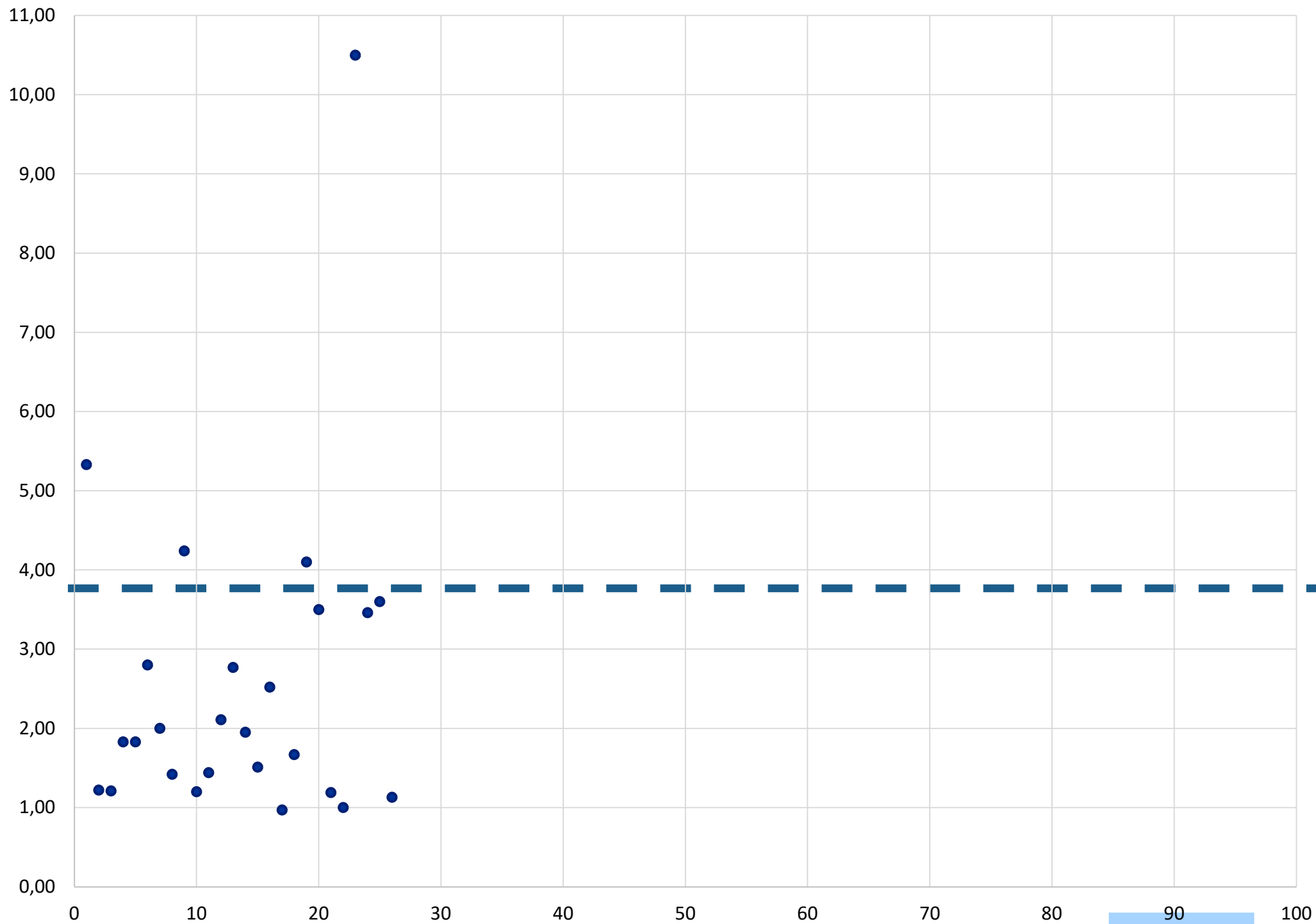
KLP małe dzieci

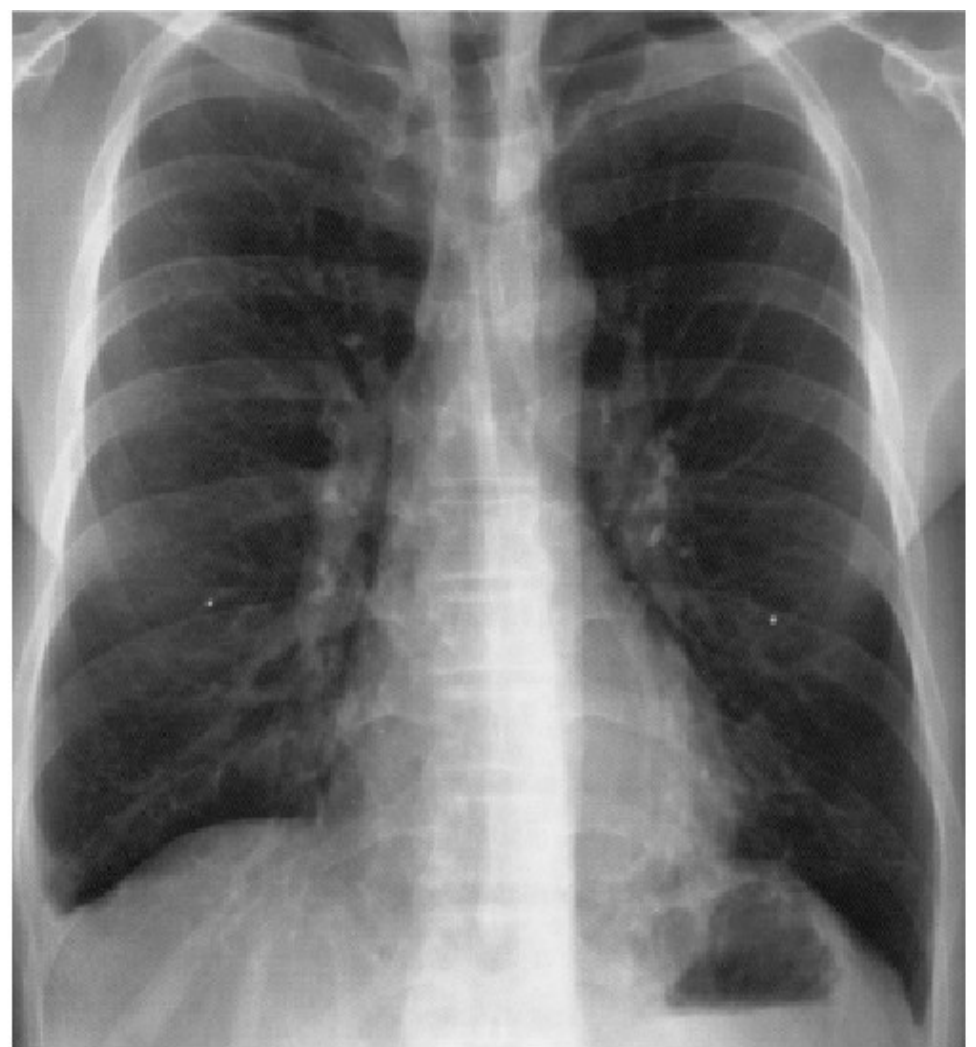


KLP dzieci 5 lat

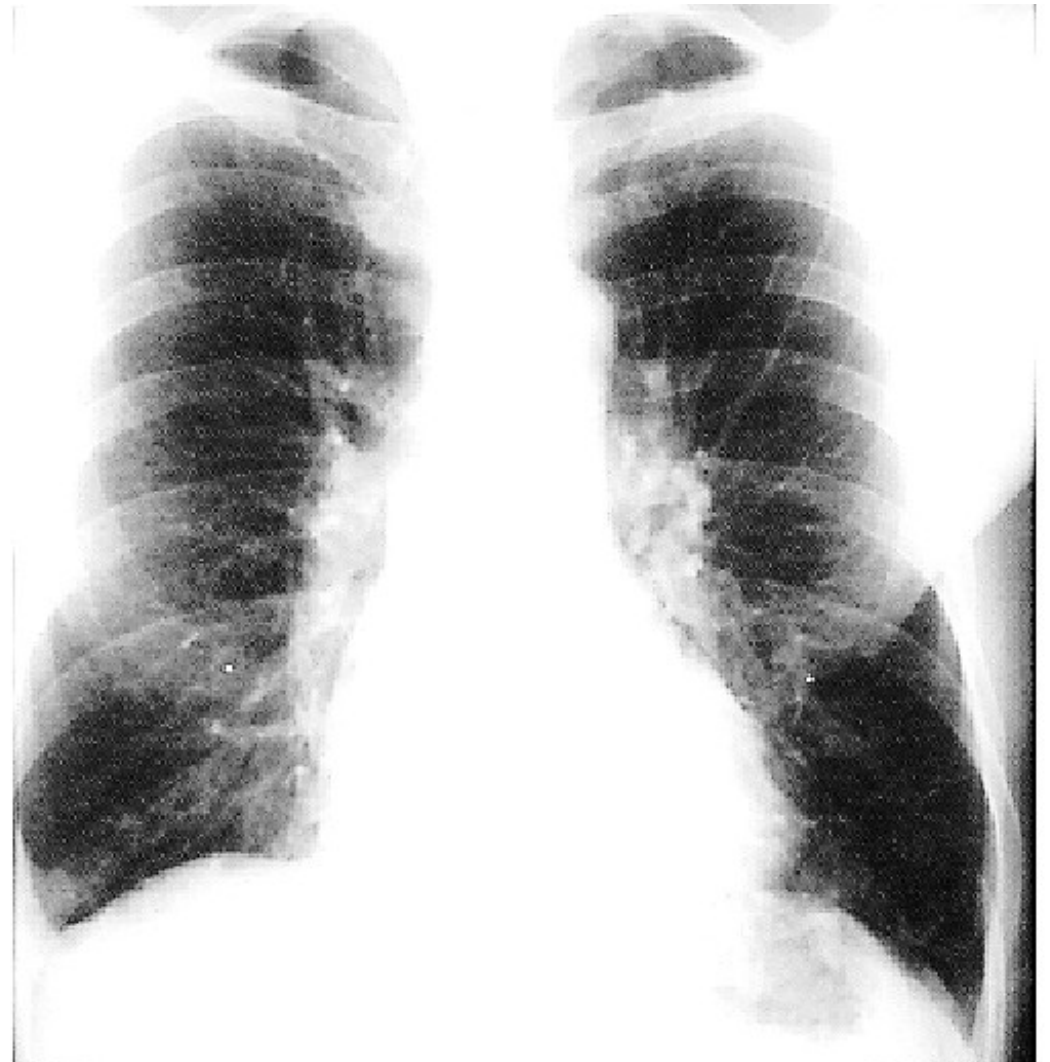


KLP dzieci 5 lat





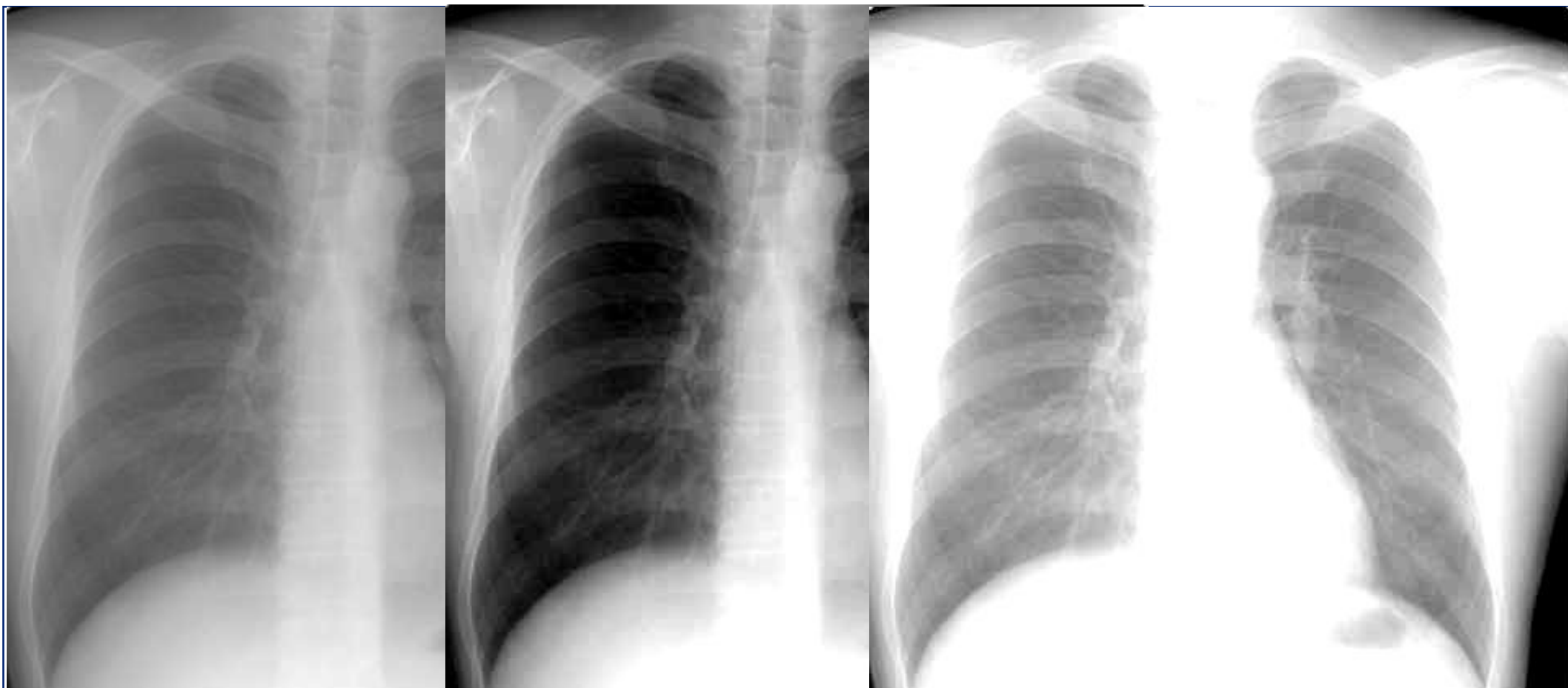
Wysokie napięcie [kV]



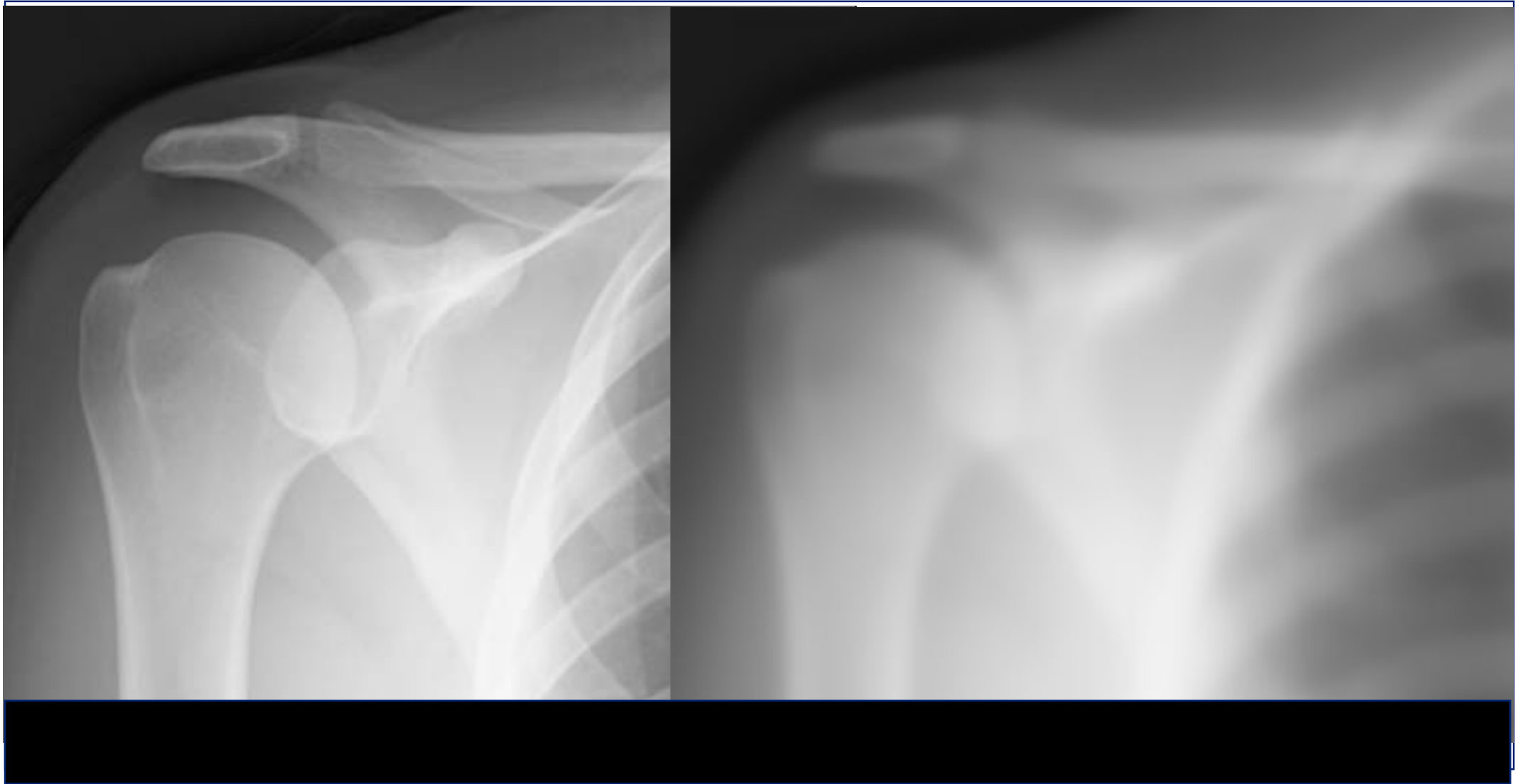
Prąd katody [mA]



Czas ekspozycji [ms]



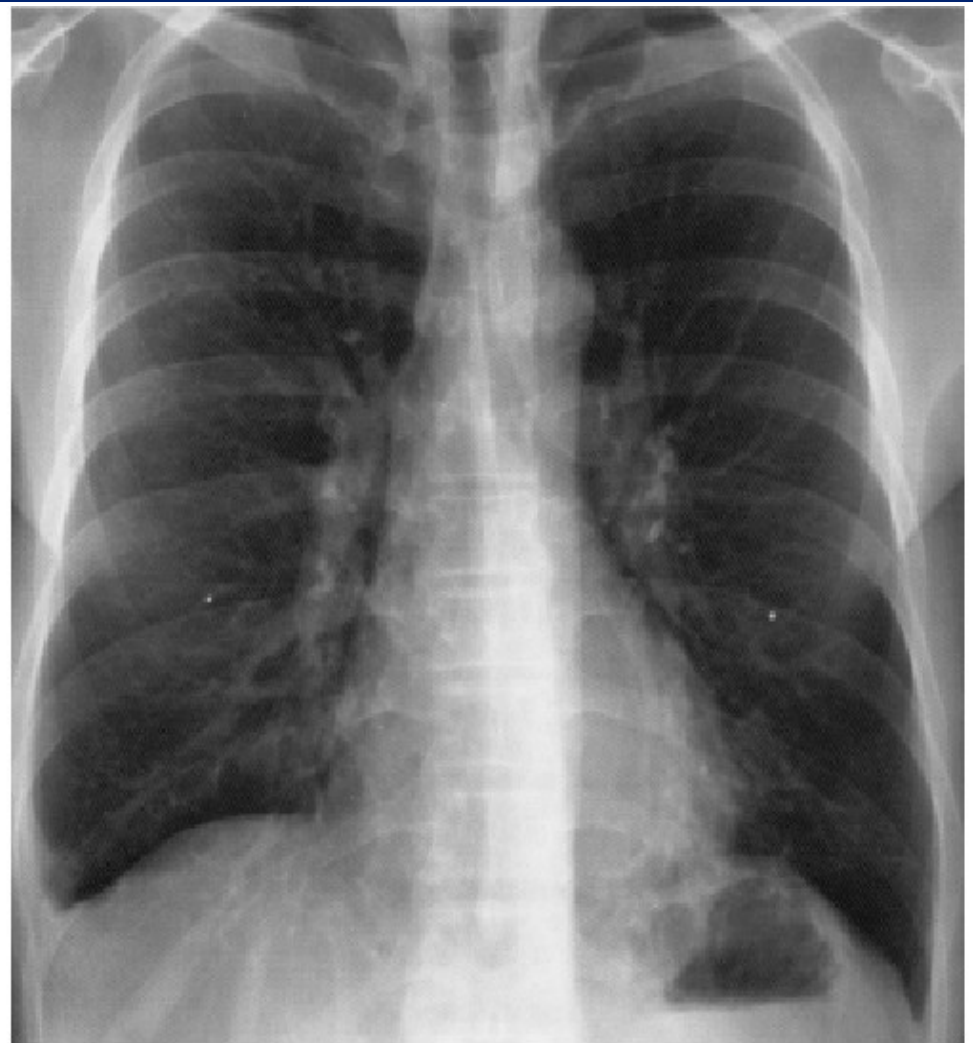
Parametry układu sterowania dawką (AEC)



Wielkość ogniska optycznego



Odległość ognisko – rejestrator obrazu



Grubość i jakość filtracji



Wielkość pola wiązki



Wielkość i parametry rejestratora obrazu



Wielkość i parametry rejestratora obrazu

Fundusze Europejskie



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

