**Sprawozdanie z laboratorium:**

**Informatyka w medycynie**

**Temat: Symulator tomografu komputerowego**

**Prowadzący: dr Szymon Wilk**

**Zajęcia: piątek 13:30**

**Wykonali:**

**Katarzyna Jóźwiak 127237, gr. I4  
Piotr Pawlaczyk 127245, gr. I4**

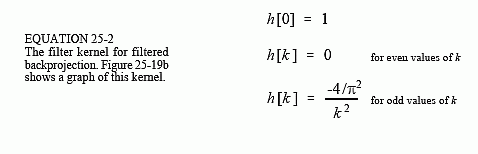
1. **Wstęp**Celem naszego projektu było napisanie programu symulującego działanie tomografu komputerowego.
2. **Algorytm**

Idea działania tomografu komputerowego polega na tym, że przez oryginalny obraz przepuszcza się wiązki promieniowania emitowane przez emiter do poszczególnych detektorów. Taka wiązka przechodząc przez badany obiekt zmienia swoją moc. Następnie układ emitera i detektorów jest obracany o dany kąt i czynność jest powtarzana. Zbiór pomiarów dokonanych przez detektory tworzy sinogram, za pomocą którego da się odtworzyć oryginalny obraz.

W naszej implementacji tomografu komputerowego zastosowaliśmy stożkowy układ emitera i detektorów. Na początku tworzymy tablicę współrzędnych emiterów i detektorów dla pierwszego układu. Dwa przeciwległe detektory z emiterem tworzą kąt fi podawany przez użytkownika jako parametr programu. Następnie za pomocą algorytmu Bresenhama obliczamy średnią kolorów na kolejnych liniach emiter-detektor. Otrzymane wyniki zapisujemy w pierwszym wierszu sinogramu. Kolejnym krokiem jest obliczenie koordynatów emitera i detektorów dla układu obróconego o zadany przez użytkownika kąt alfa. Układ obracamy o kąt alfa aż do wykonania pełnego obrotu wokół koła.

Dzięki sinogramowi wykonanemu w ten sposób możliwe jest późniejsze odtworzenie oryginalnego obrazu. Poszczególne wiersze sinogramu są wartościami, które należy dodać na danej linii obrazu (także wyznaczanej na podstawie algorytmu Bresenhama) przeprowadzonej między detektorem a emiterem. Taka czynność jest powtarzana tyle razy, ile razy układ został odwrócony do uzyskania 360 stopnii.

Aby ulepszyć jakość uzyskanego w ten sposób obrazu zastosowaliśmy filtr Ram-Lak. Filtr ten jest symetryczny określony wzorem:



W naszej implementacji programu filtr ma długość równą 1/20 szerokości sinogramu.

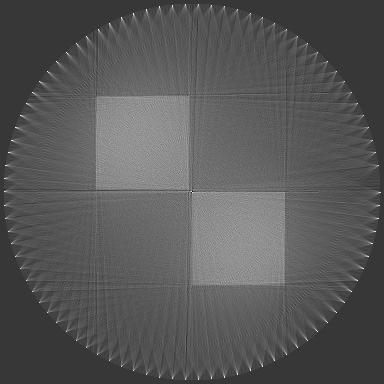
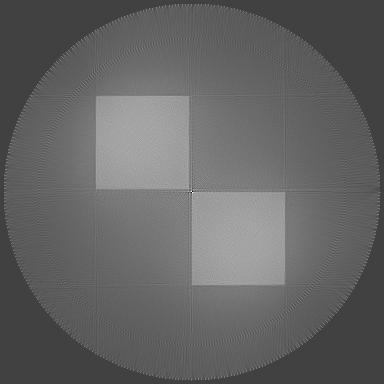
Filtrowanie polega na splocie kolejnych wierszy oryginalnego sinogramu z wcześniej stworzonym filtrem. Następnie z tak przefiltrowanego sinogramu odzyskiwany jest oryginalny wejściowy obraz. Zastosowanie filtru sprawia, że jest on dużo wyraźniejszy.

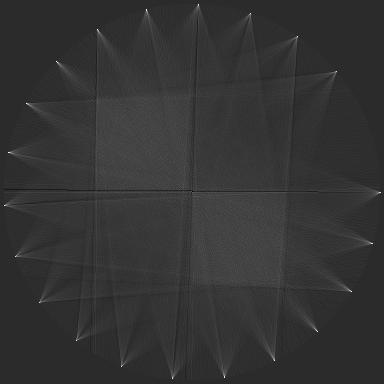
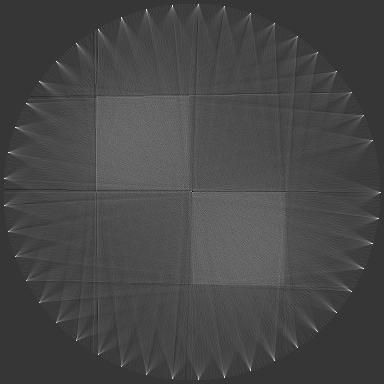
1. **Testowanie**

Parametrami podawanymi przez użytkownika na wejście programu jest ilość detektorów, kąt rozwarcia detektorów fi, kąt obrotu układu w kolejnych iteracjach oraz to czy obraz ma zostać przefiltrowany czy nie.

1. **Zmienny kąt obrotu układu alfa**

Pierwszym testowanym przez nas parametrem był kąt alfa. Badaliśmy jaki ma on wpływ na jakość uzyskanego obrazu. Badaliśmy jakość obrazu poprzez generowanie plików o stałych wartościach kąta fi (250 stopni) i liczby detektorów (281). Dla tak generowanych obrazów zmienialiśmy tylko wartość kąta alfa. W poniższych obrazkach zastosowaliśmy filtr.



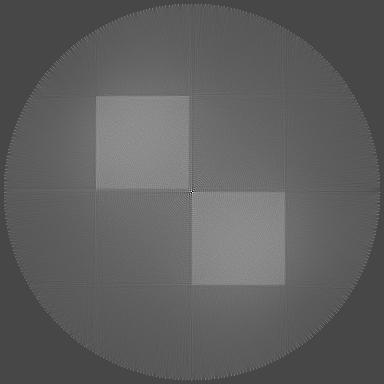
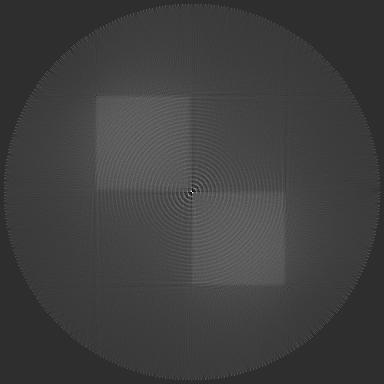
alfa = 1 alfa = 4

alfa = 8 alfa = 16

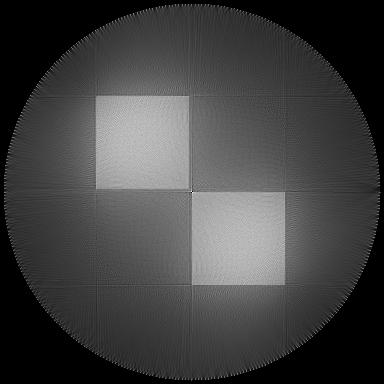
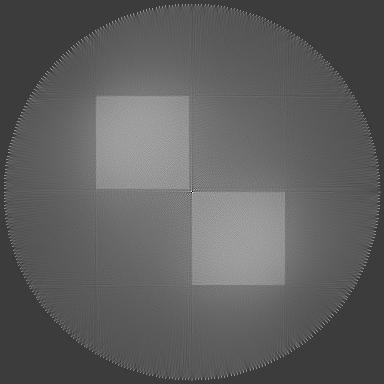
Zauważyliśmy, że tym większy kąt obrotu układu, tym bardziej niejednolite jest tło obrazu. Ponadto obraz staje się coraz bardziej rozmyty. Jest to wynikiem tego, że zwiększając kąt obrotu, automatycznie sprawiamy, że potrzeba mniej obrotów układu emiter – detektory do uzyskania pełnego obrotu, a o za tym idzie, dokonywanych jest mniej pomiarów.

1. **Zmienna liczba detektorów**

Kolejnym badanym elementem był wpływ liczby detektorów na jakość obrazu. Ten test przeprowadziliśmy dla kąta alfa równego 1 a kąta fi równego 250.



liczba detektorów = 101 liczba detektorów = 201

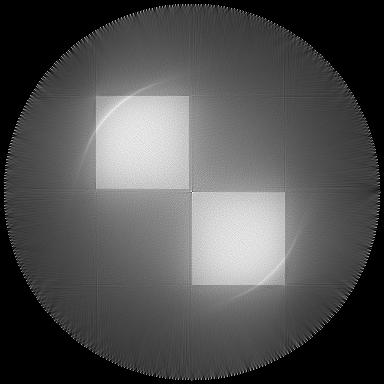
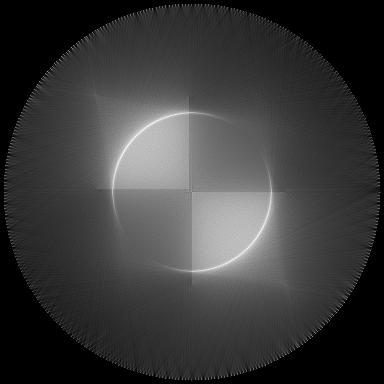


liczba detektorów = 251 liczba detektorów = 351

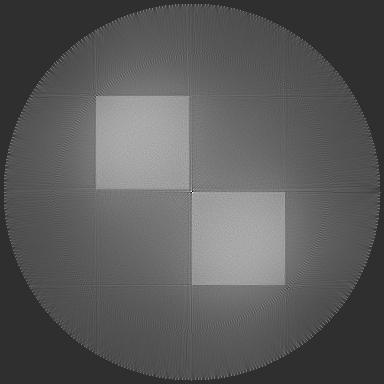
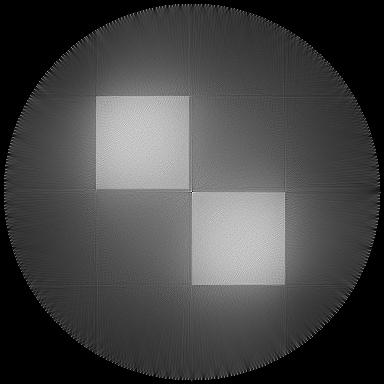
Z powyższych zdjęć wynika, że im większa liczba detektorów tym lepsza jakość obrazu (lepszy kontrast kolorów).

1. **Zmienny kąt rozwarcia detektorów fi**

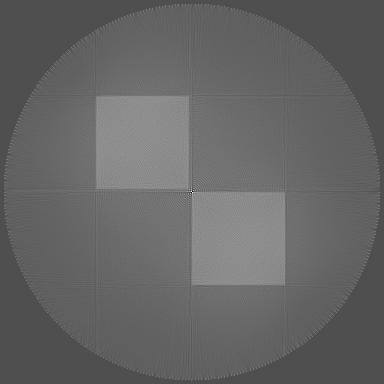
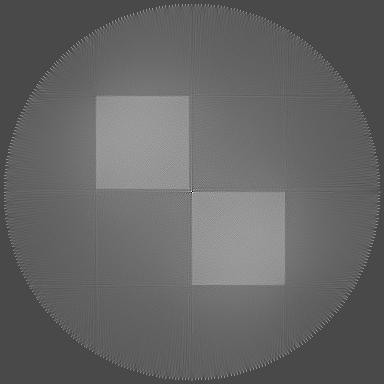
Ostatnim badanym parametrem był kąt rozwarcia detektorów fi. Badaliśmy do dla kąta alfa = 1 stopień i liczby detektorów równej 301.



kąt fi = 100 kąt fi = 150



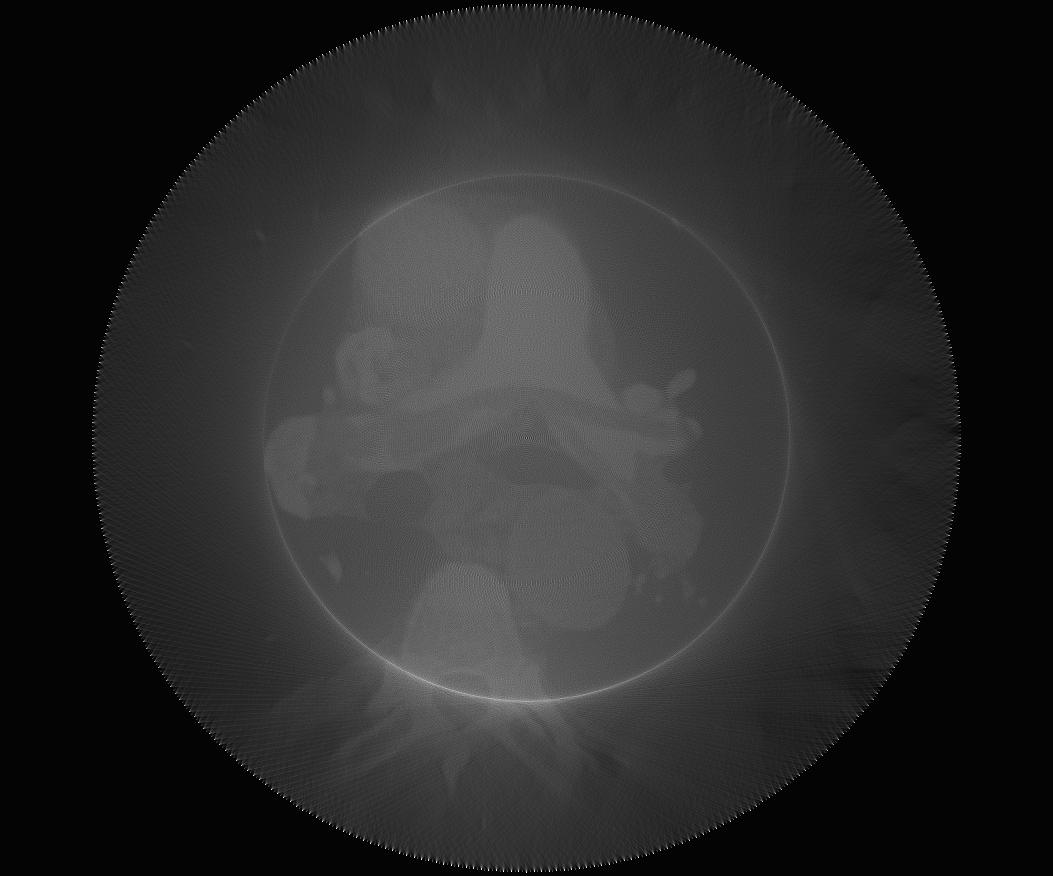
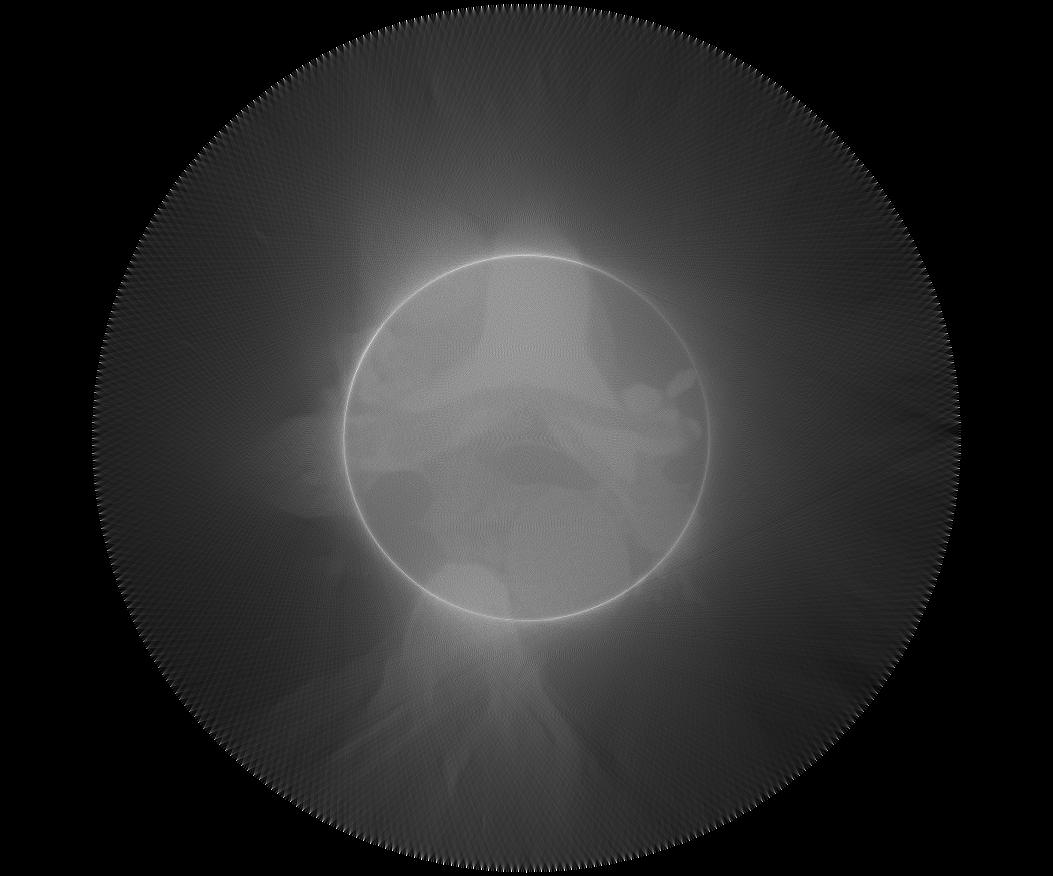
kąt fi = 200 kąt fi = 250



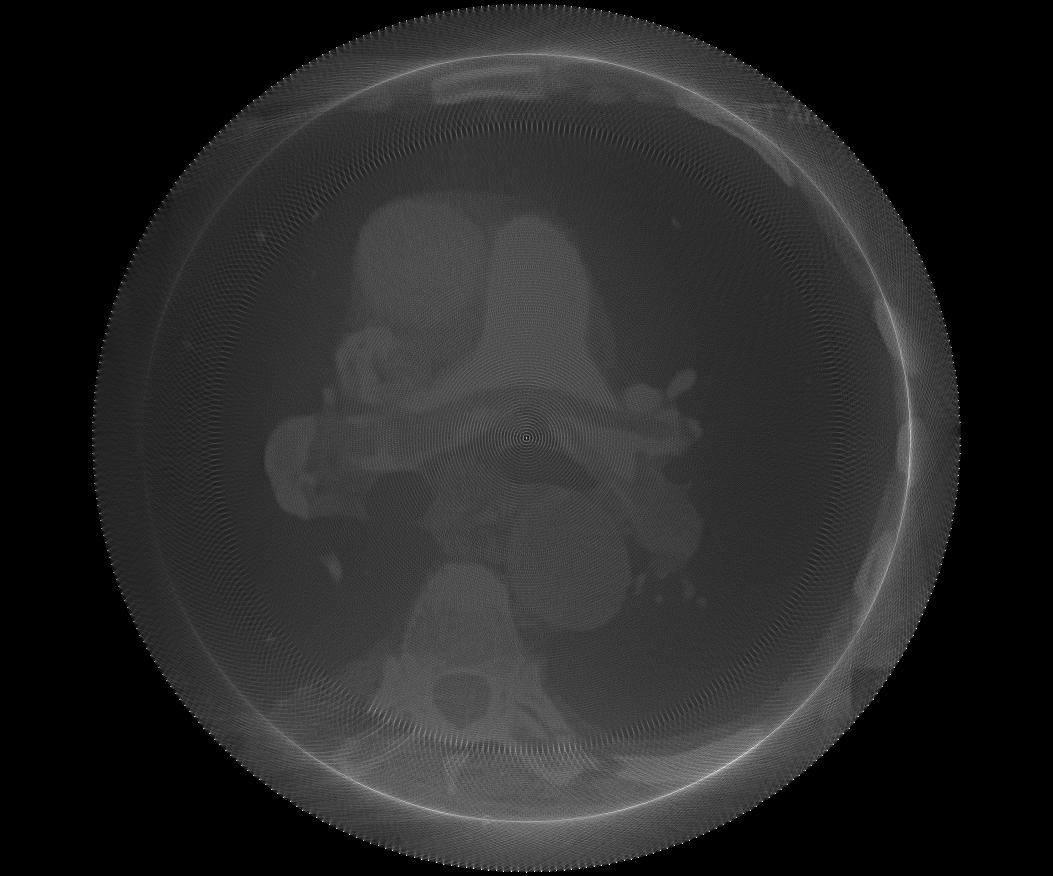
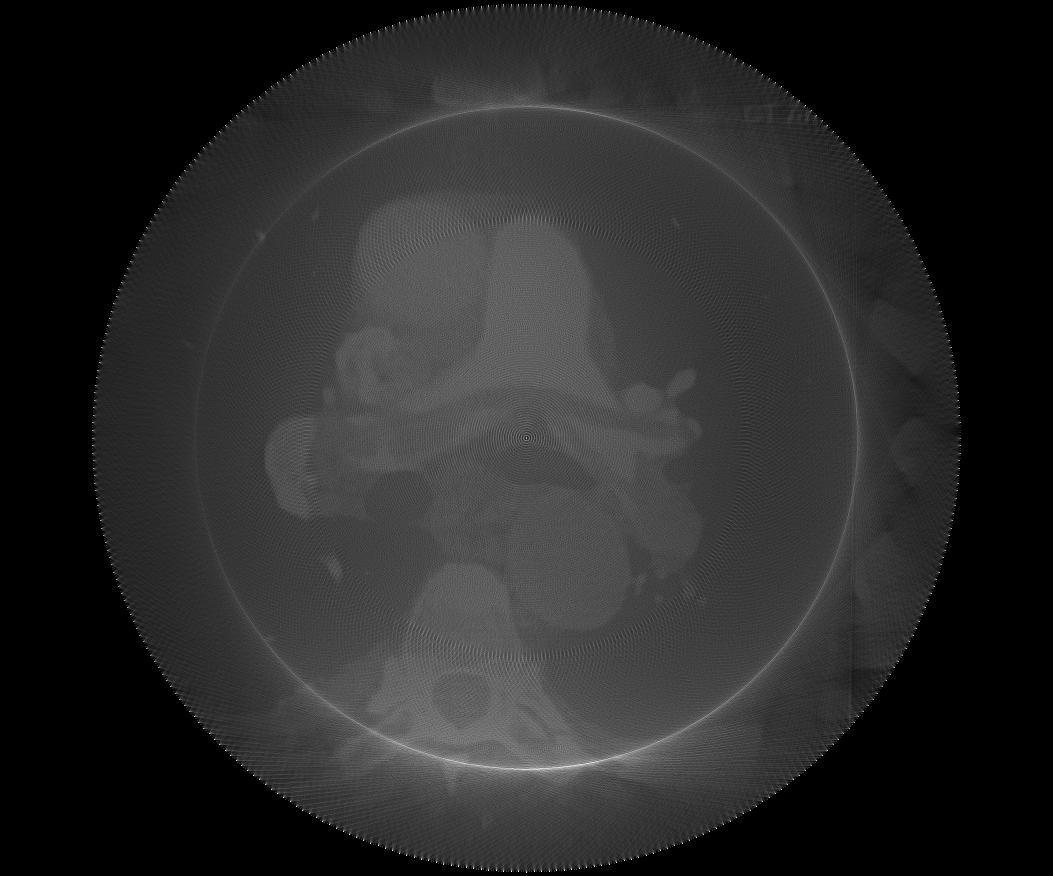
kąt fi = 300 kąt fi = 350

Zmiana kąta rozwarcia detektorów fi ma bardzo duży wpływ na jakość obrazu. Dla fi=100 stopni brzegi obrazu są rozmyte i widać wyraźną granicę między prawidłowym i ostrym a rozmytym obrazem. Po osiągnięciu pewnej wartości kąta fi, ta różnica przestaje być widoczna.

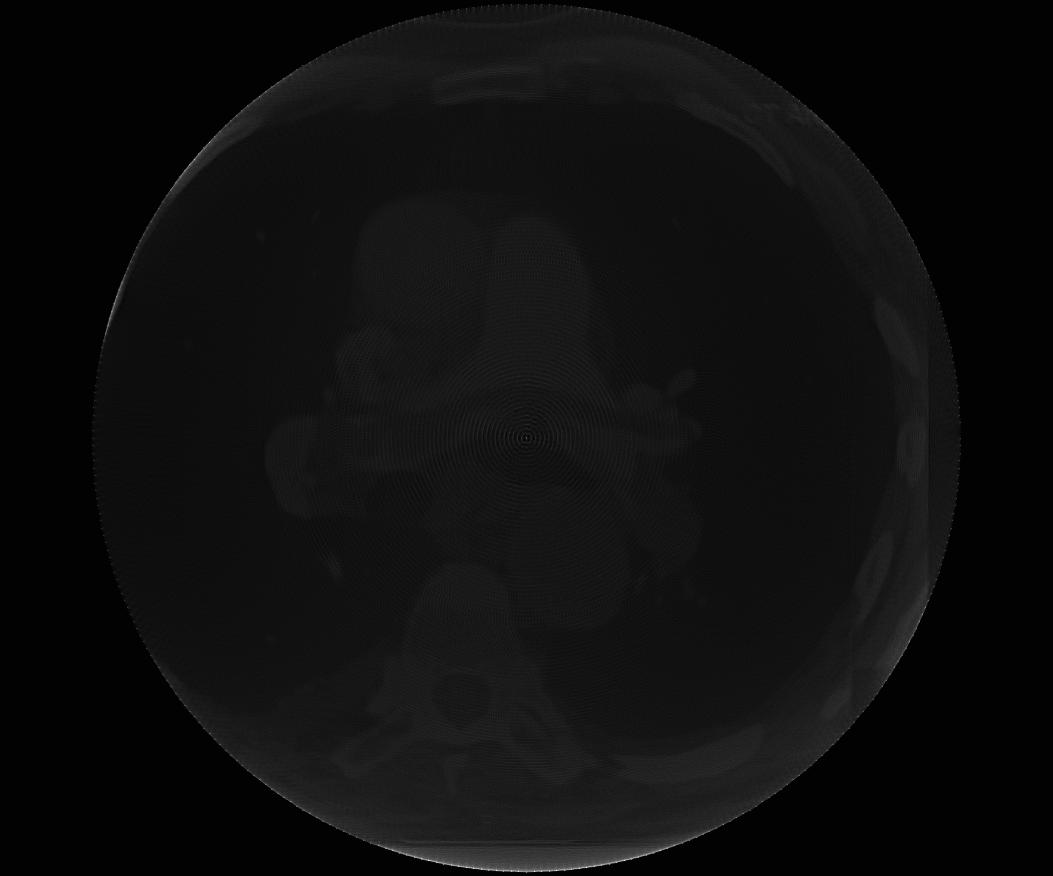
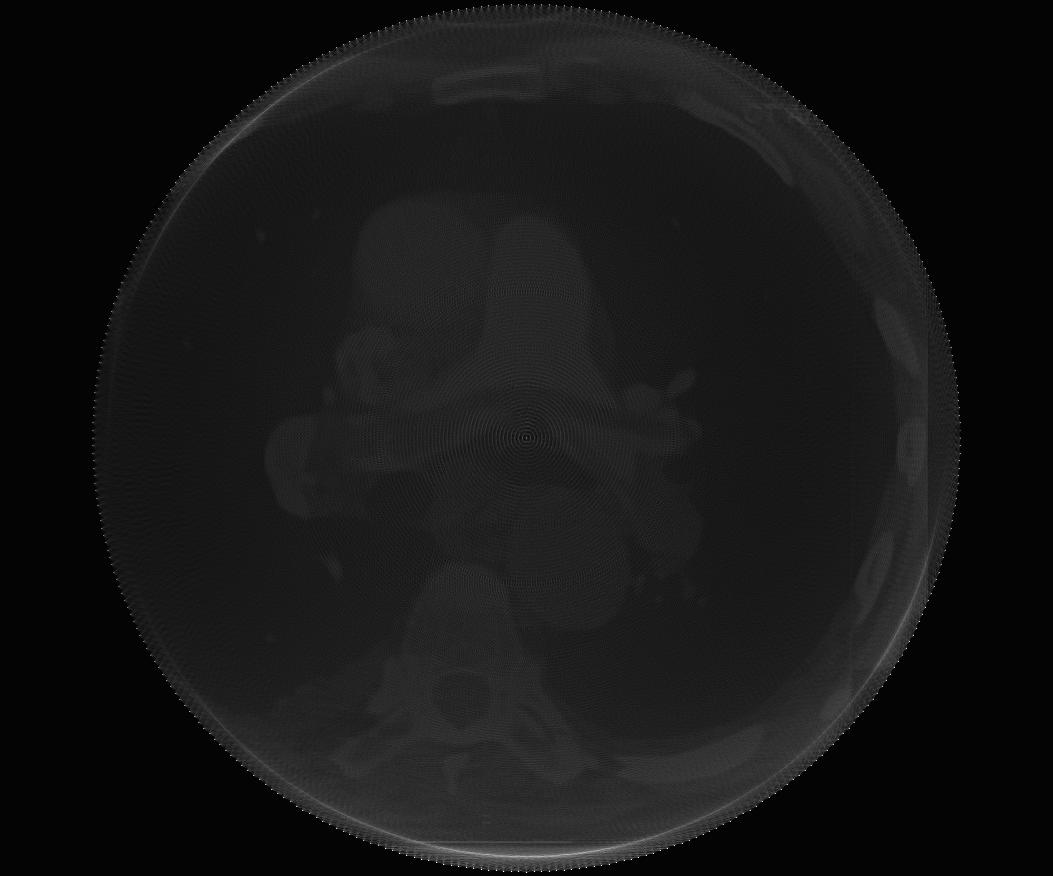
Takie zjawisko jest też bardzo wyraźne w przypadku innych, bardziej klinicznych obrazów jak np. SADDLE\_PE. W tym przypadku widać, że wstawiając za parametr zbyt duży kąt rozwarcia fi, efekt jest taki, że obraz zaczyna mieć zbyt mały kontrast.



kąt fi = 150 kąt fi = 100



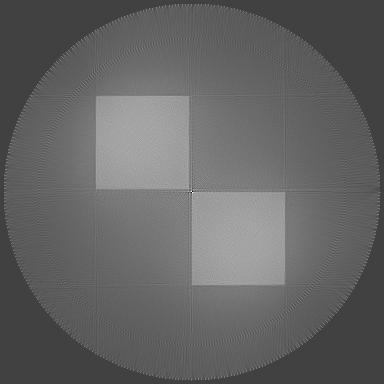
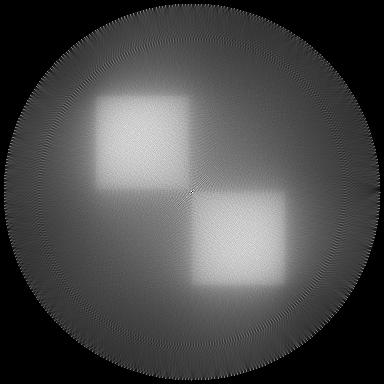
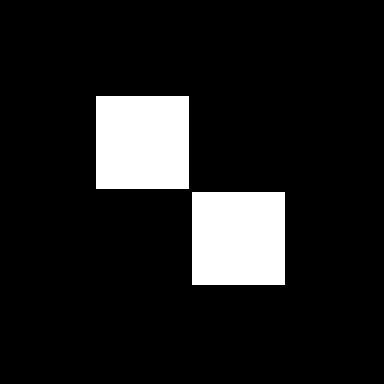
kąt fi = 250 kąt fi = 200



kąt fi = 350 kąt fi = 300

1. **Badanie zmiany poszczególnych parametrów na błąd średniokwadratowy**

Przedmiotem kolejnego testu było badanie zmiany poszczególnych parametrów programu na błąd średniokwadratowy. Trudno było przeprowadzić badanie błędu średniokwadratowego dla porównania obrazu bez zastosowania filtru i z filtrem w stosunku do oryginalnego z uwagi na to, że błąd średniokwadratowy badaliśmy na podstawie zmiany koloru, a obraz po filtracji, mimo wyraźnej poprawy jakości i ostrości obrazu, miał jaśniejsze tło (które w oryginalnym obrazie było czarne), co sprawia, że wynik jest niemiarodajny.



Oryginalny obraz Obraz wyn. bez zastosowania filtru Obraz wyn. z zastosowaniem filtru

Dla przykładu zamieścimy zdjęcie kwadratów. Wyraźnie widać, że zastosowanie filtru wyostrza obraz, jednak obraz bez zastosowania filtru mierzony miarą filtru średniokwadratowego będzie bardziej zbliżony do oryginalnego obrazu z uwagi na wyraźnie lepszą kolorystykę

|  |  |
| --- | --- |
|  | Błąd średniokwadratowy |
| Bez zastosowania filtru | 0,36229474484 |
| Z zastosowaniem filtru | 0,41520881672 |

W kolejnych testach zbadaliśmy wpływ zmiany parametrów w poszczególnych obrazach (z zastosowaniem filtru) na błąd średniokwadratowy.

Do liczenia błędu średniokwadratowego wykorzystaliśmy obszar znajdujący się w środku okręgu tworzonego przez detektory.

1. **Przykłady innych obrazów i ich sino gramów**

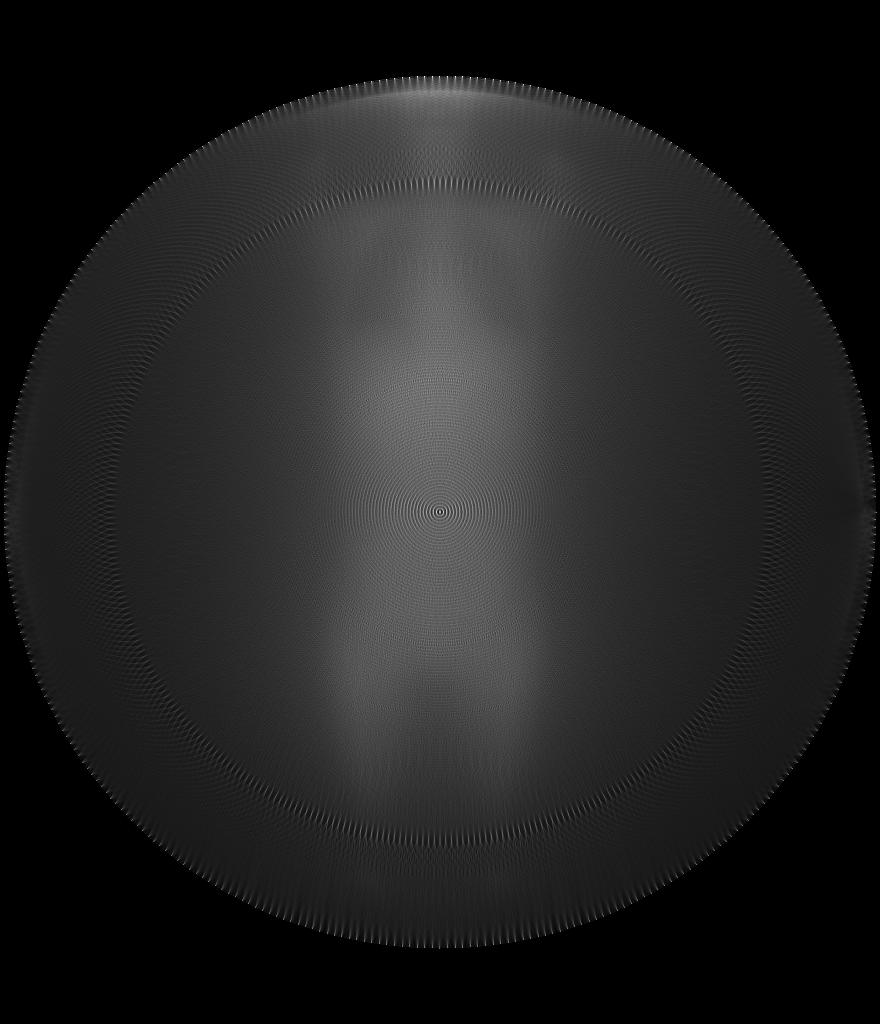
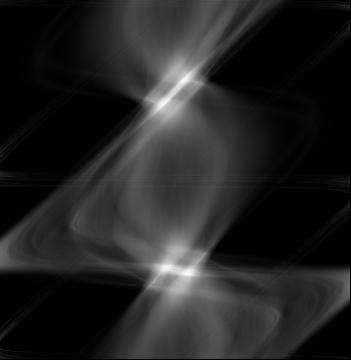
W poniższym zestawieniu użyliśmy tych parametrów, które w poszczególnych testach wydawały się dawać najlepsze wyniki, czyli:

- kąt alfa = 1 stopień,

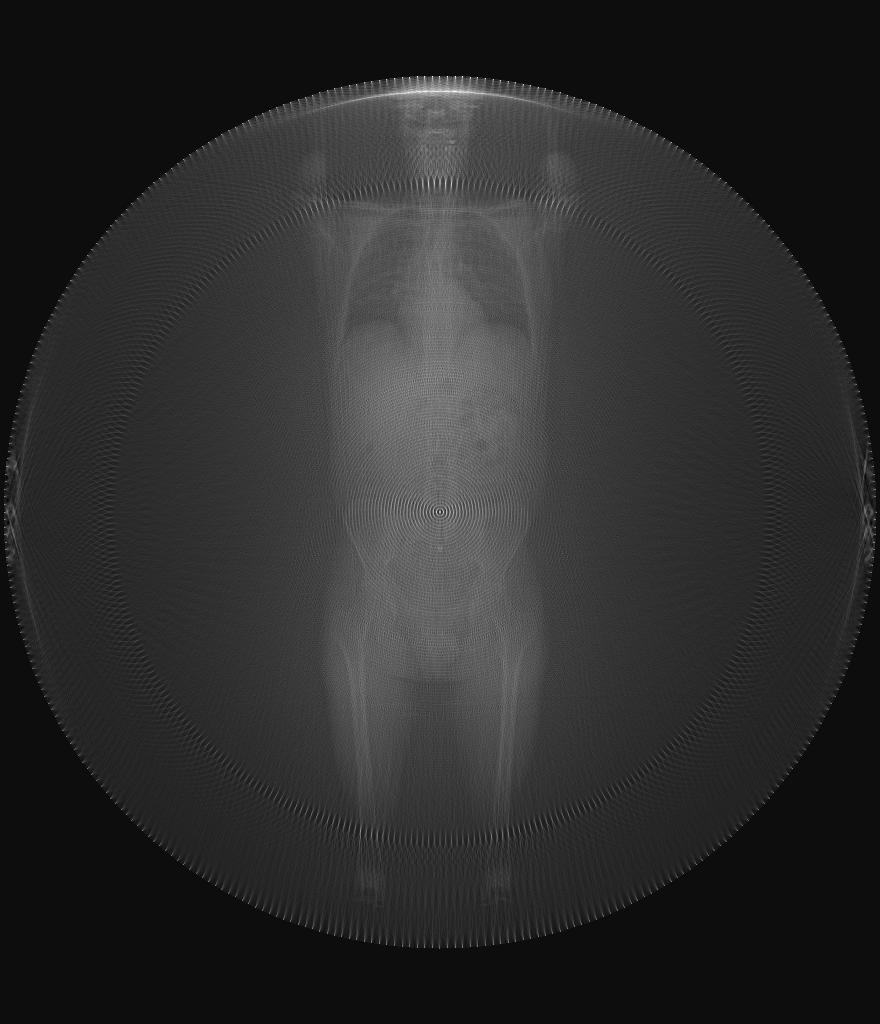
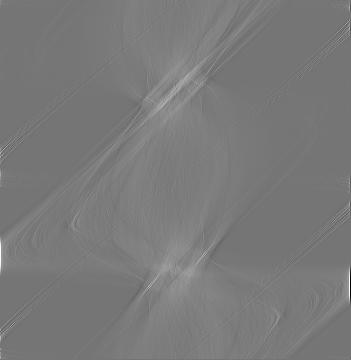
- liczba detektorów = 351

- kąt fi = 300 stopni

1. **CT\_ScoutView**

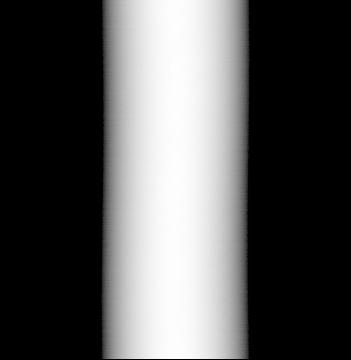
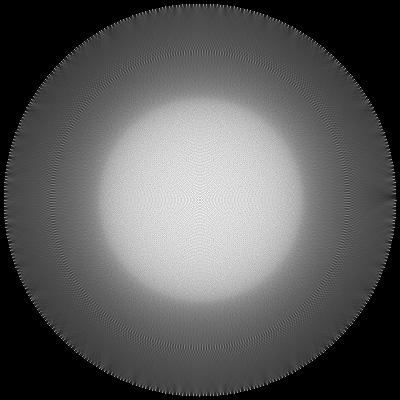
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

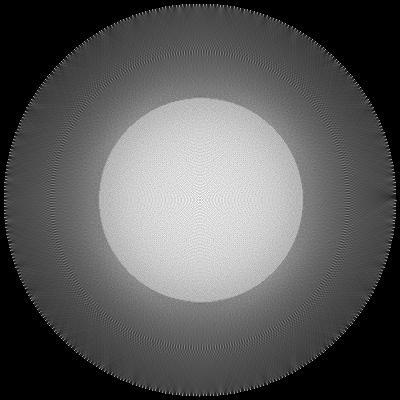
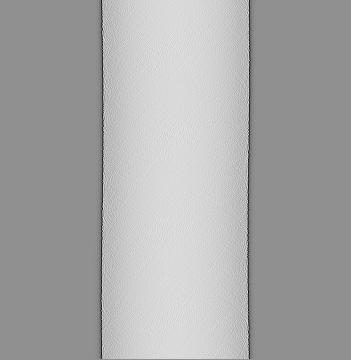
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **Koło**

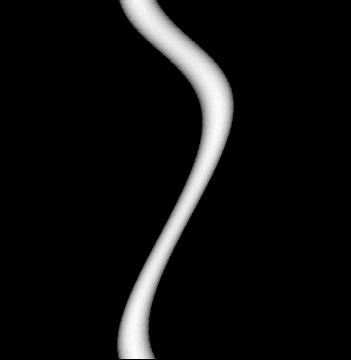
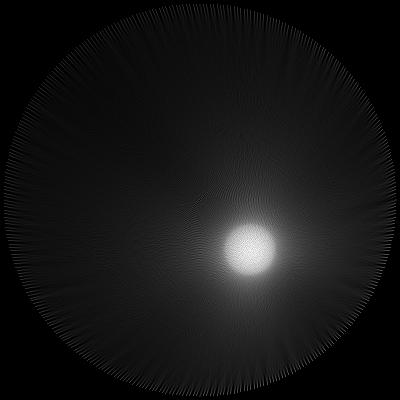
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

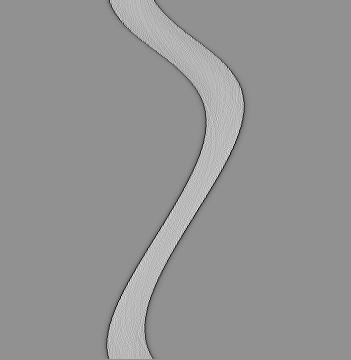
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **Kropka**

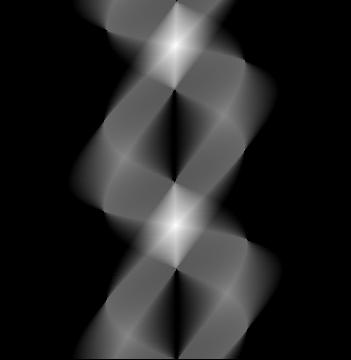
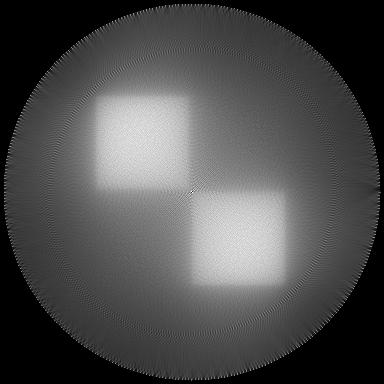
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

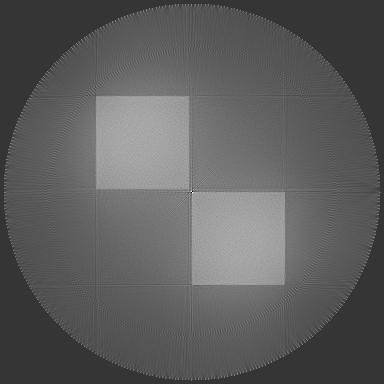
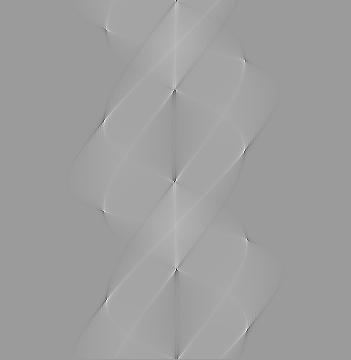
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **Kwadraty2**

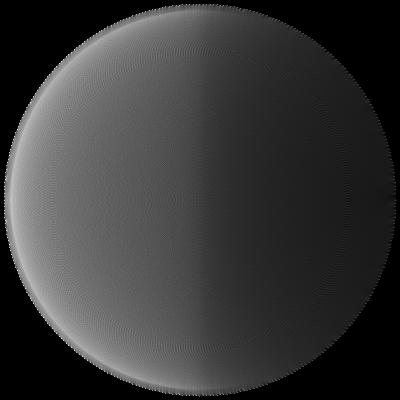
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

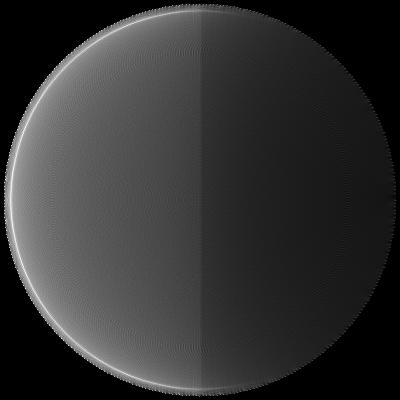
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **Paski2**

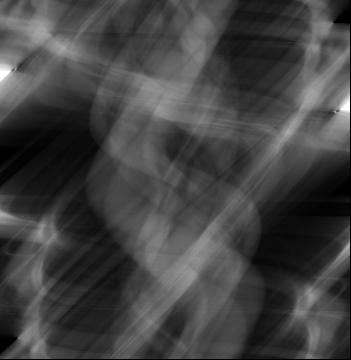
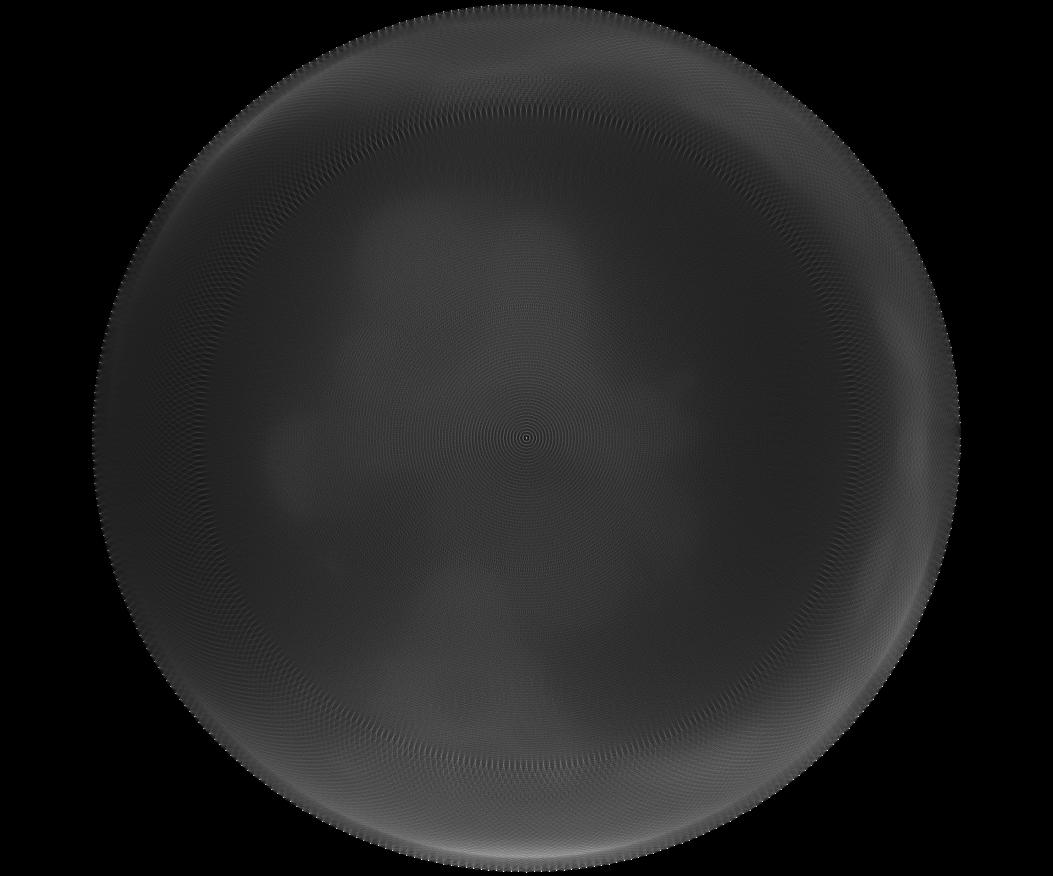
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

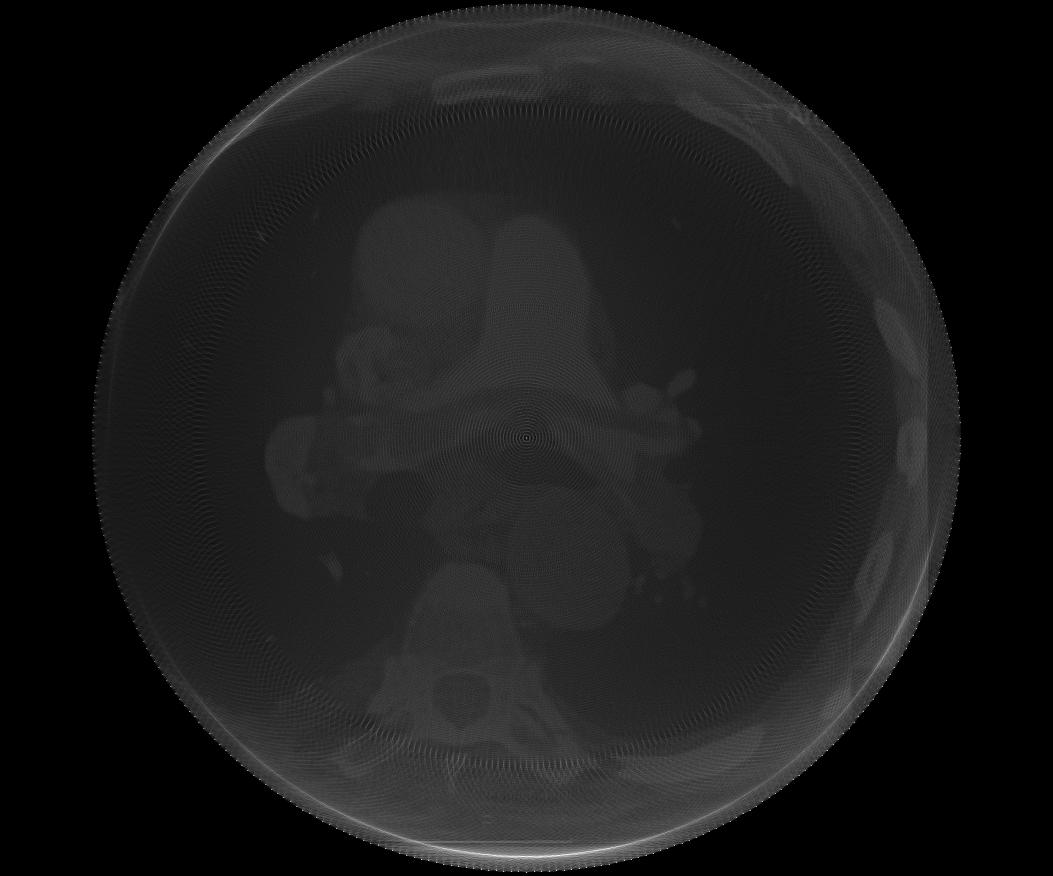
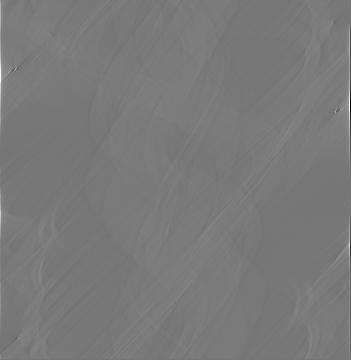
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **SADDLE\_PE**

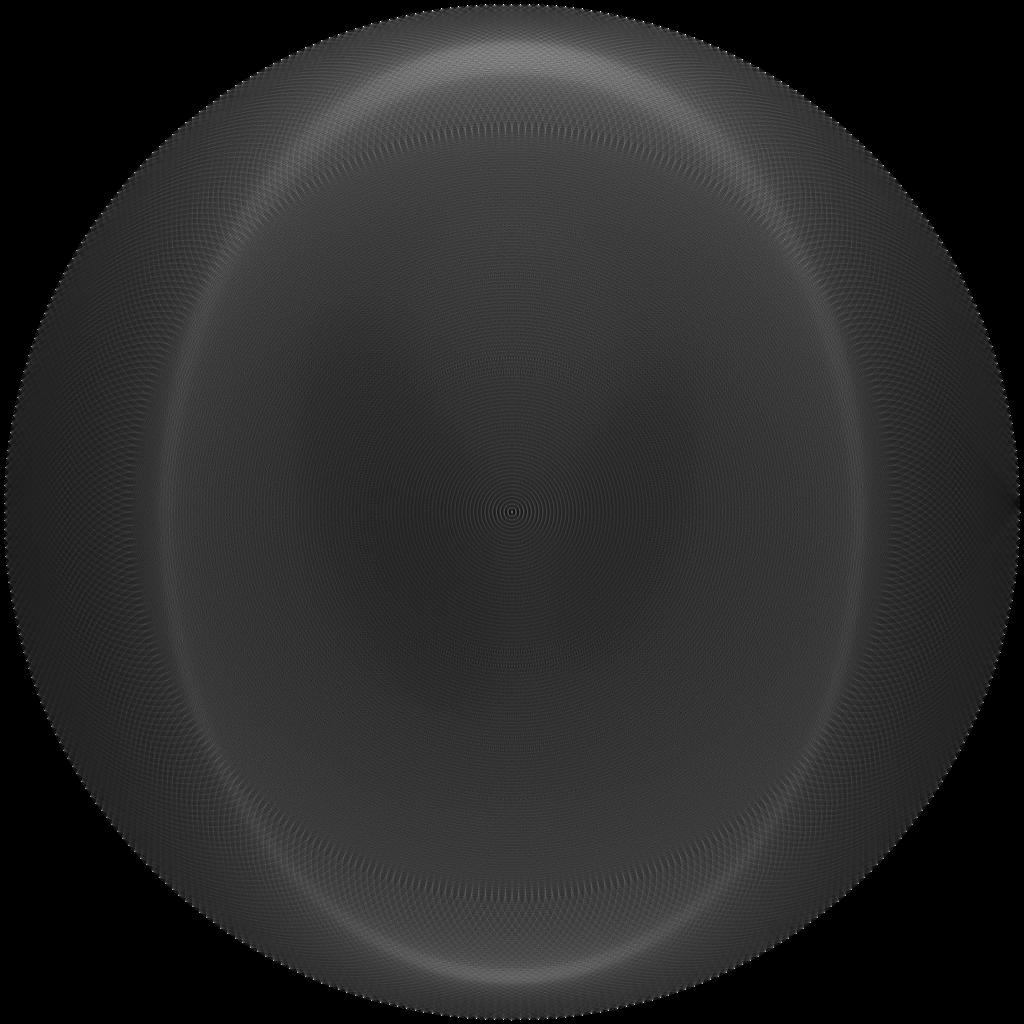
****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

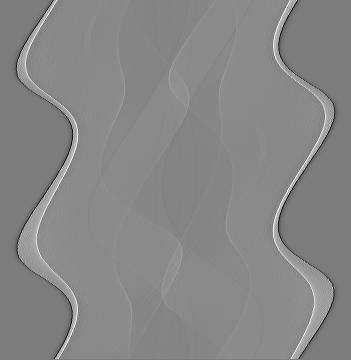
****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra

1. **Sheep\_logan**

****

sinogram i obraz wynikowy bez zastosowania filtra

****

sinogram i obraz wynikowy z zastosowaniem filtra