

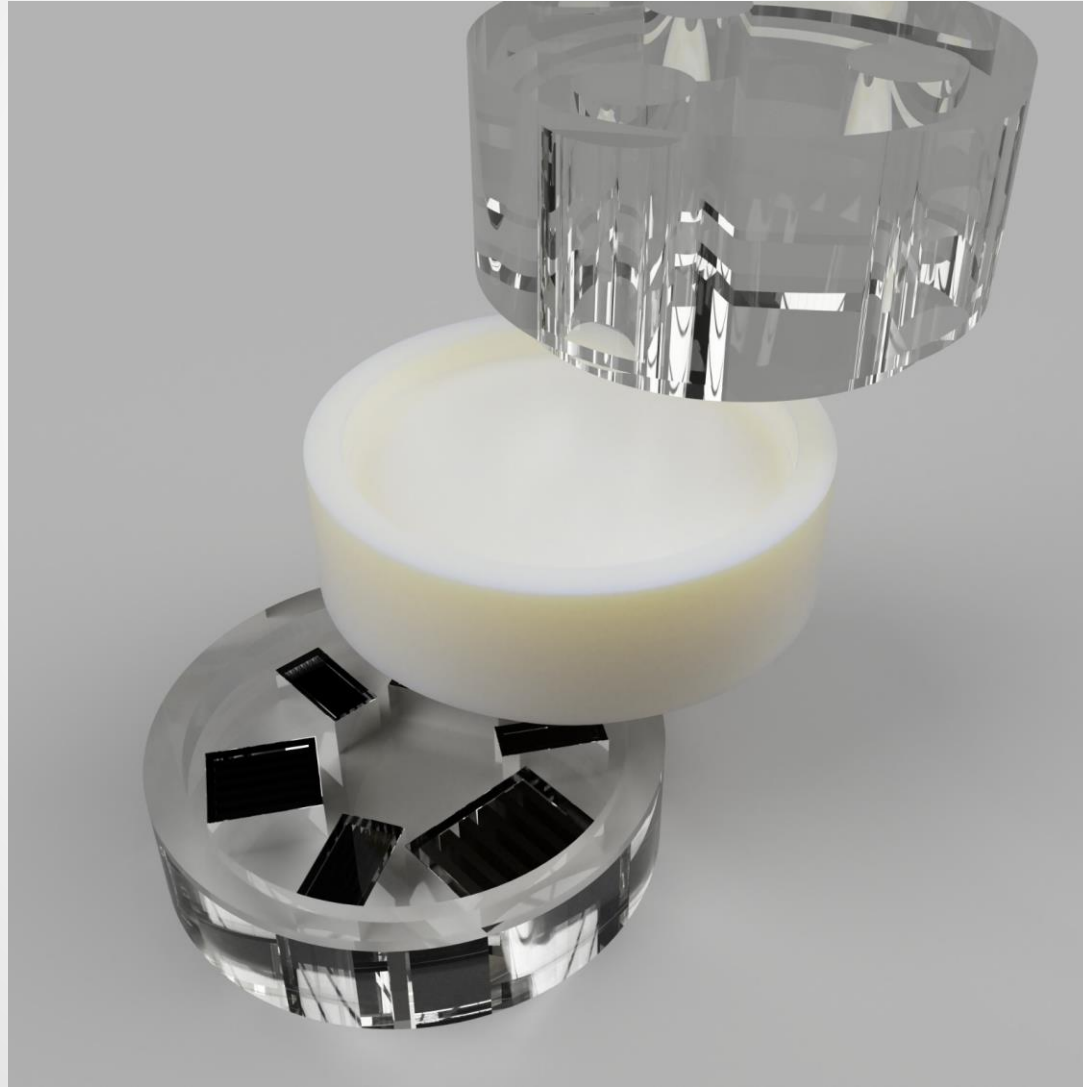
DIY zubní CBCT fantom s vlastním vyhodnocovacím SW

Ing. David Kozák, Mgr. Artur Koval
David.kozak@fnol.cz

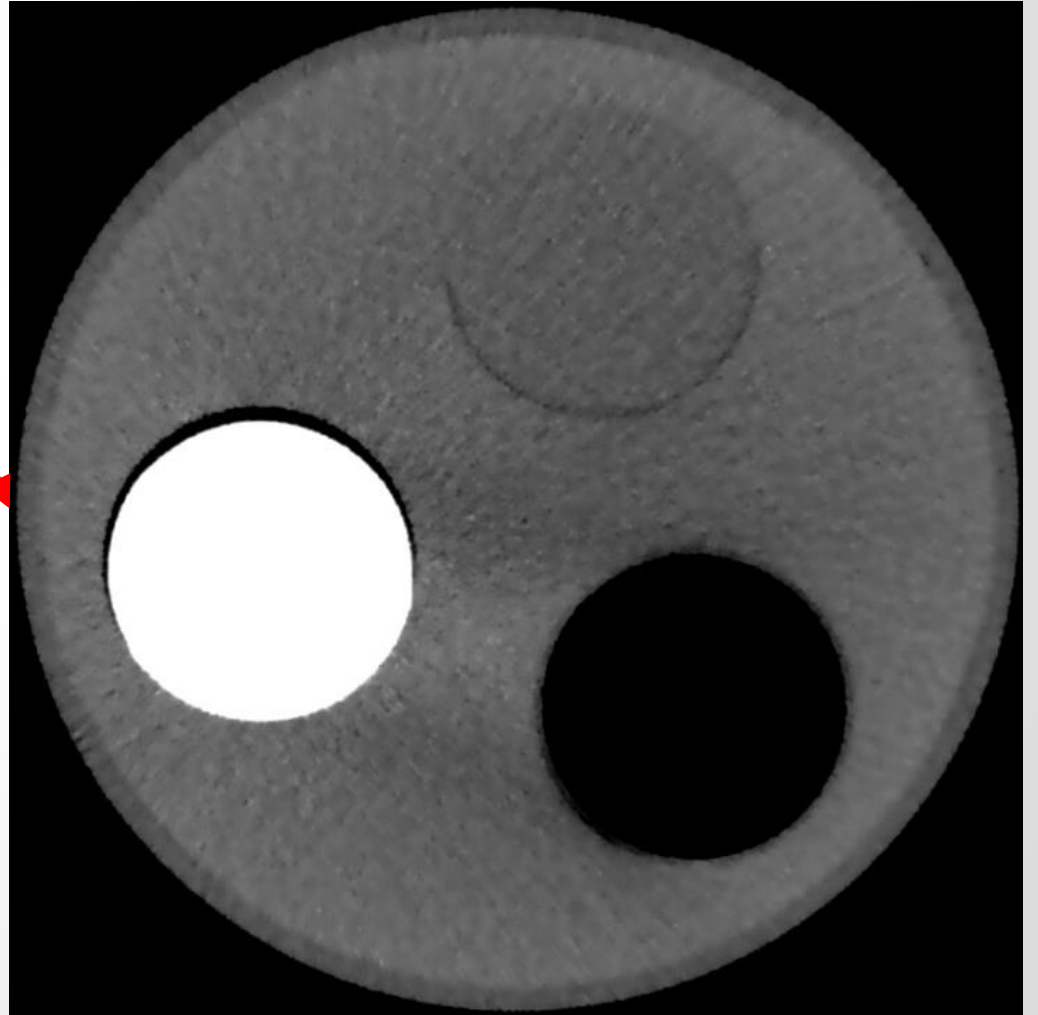
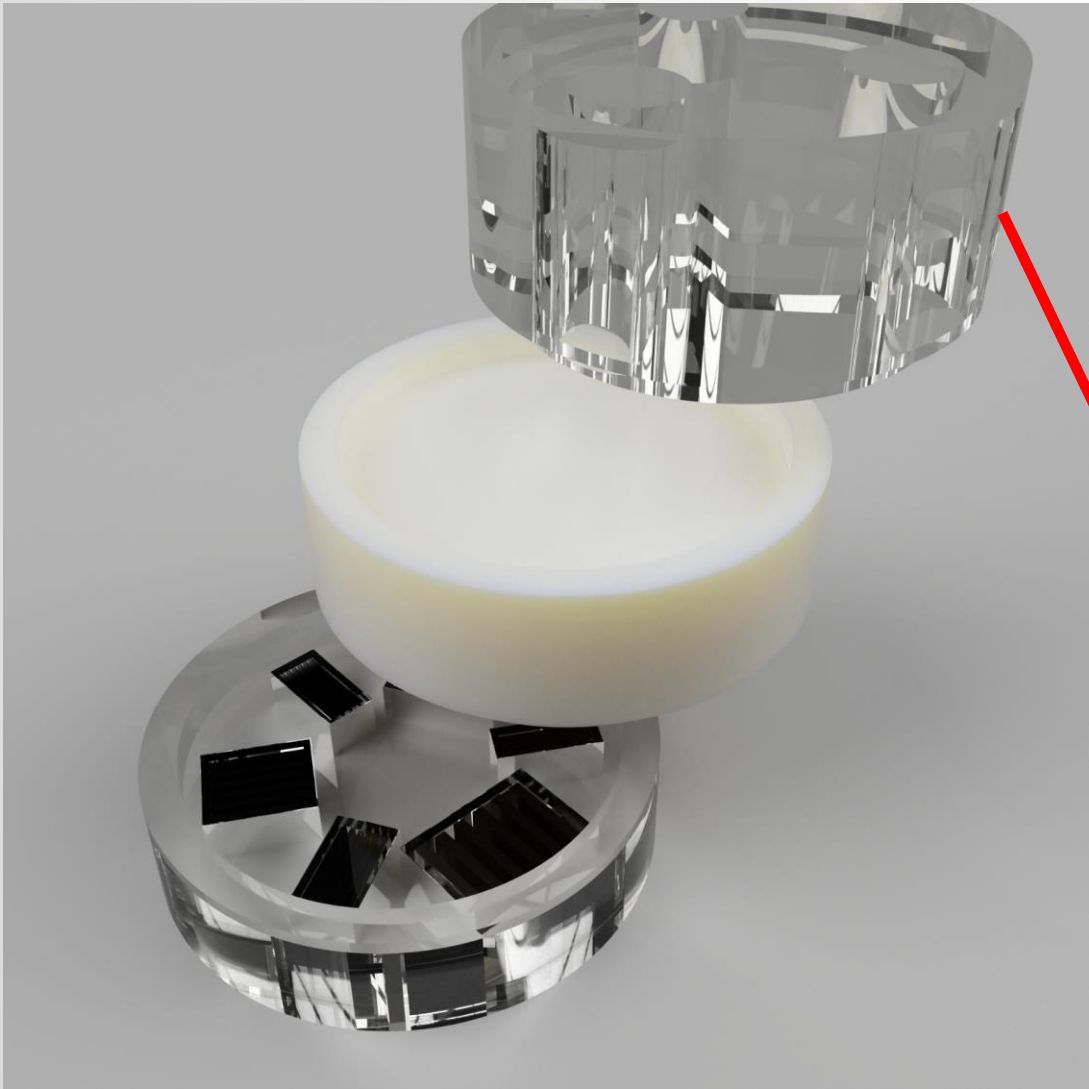
Motivace

- Chyběla vhodná testovací pomůcka pro ZPS zubního CBCT
- KÚČOCH je daleko, fantom musí být lehký a vlézt se do kapsy
- Fantom musí být modulární a snadno doplnitelný o nové části
- Vyhodnocení prováděno rychle, objektivně, reprodukovatelně a pokud možno nezávisle na poloze a orientaci fantomu

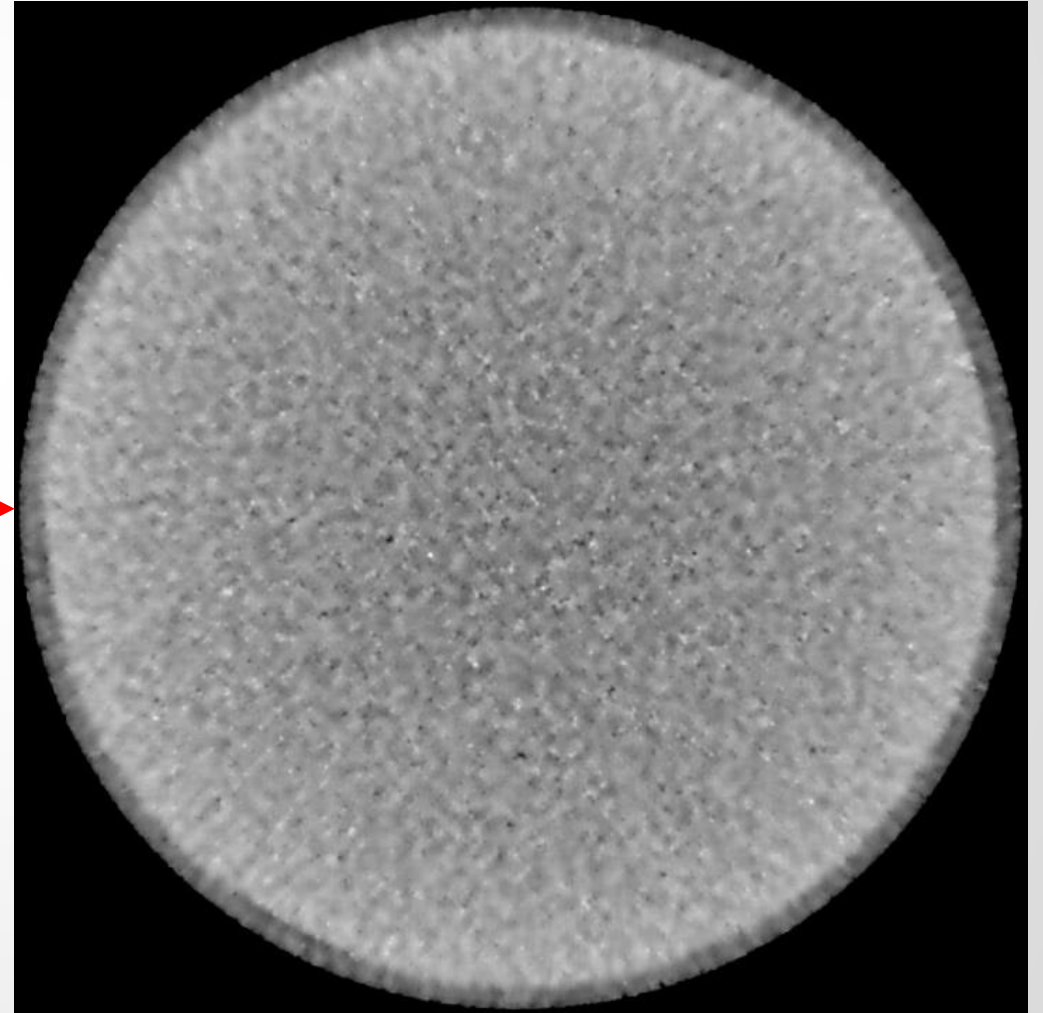
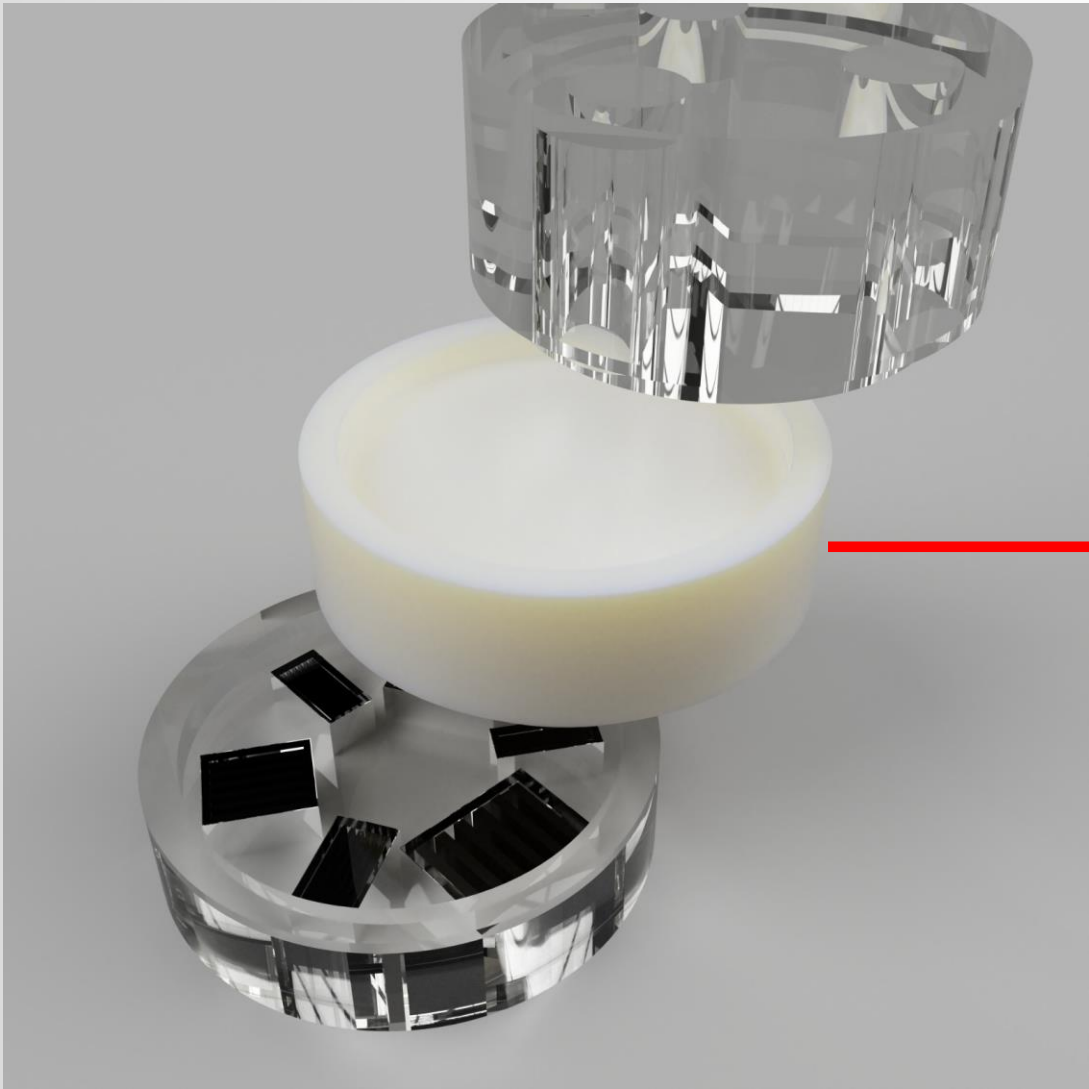
CBCT fantom



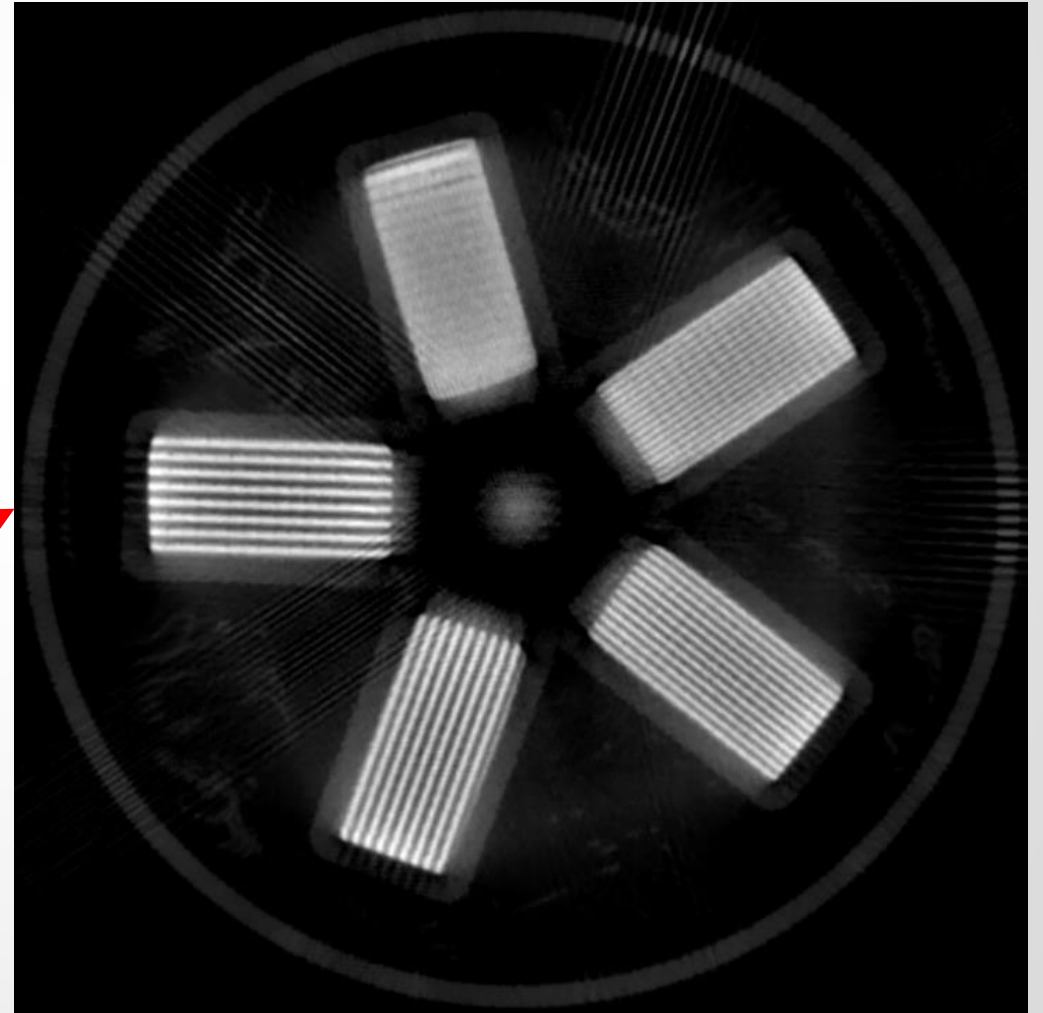
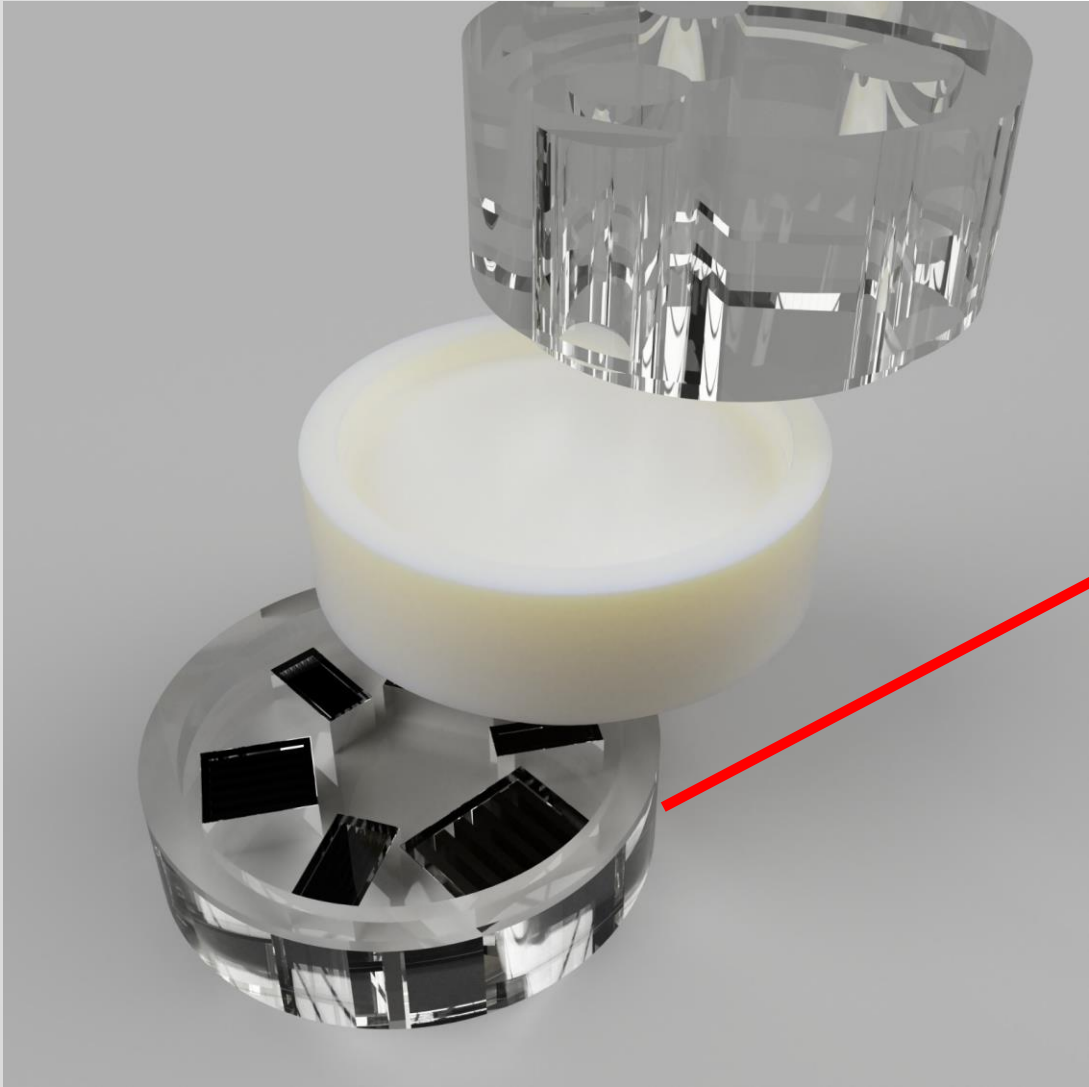
CBCT fantom



CBCT fantom



CBCT fantom

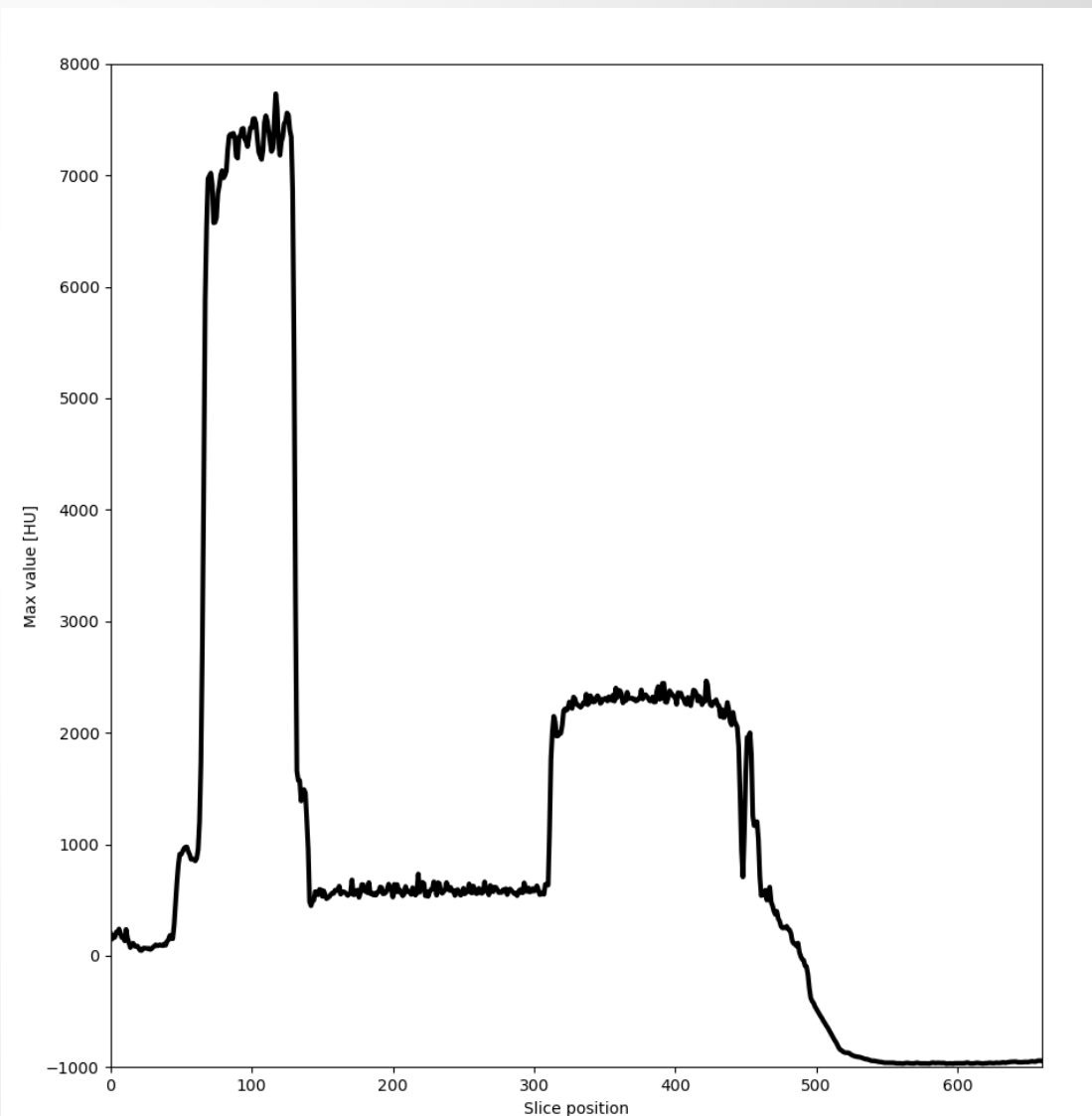


Vyhodnocovací Software

- Detekuje příslušné segmenty fantomu
- Provede vyhodnocení sledovaných parametrů
 - CT čísla
 - Homogenita
 - Lokální homogenita
 - Noise power spectrum
 - Prostorové rozlišení

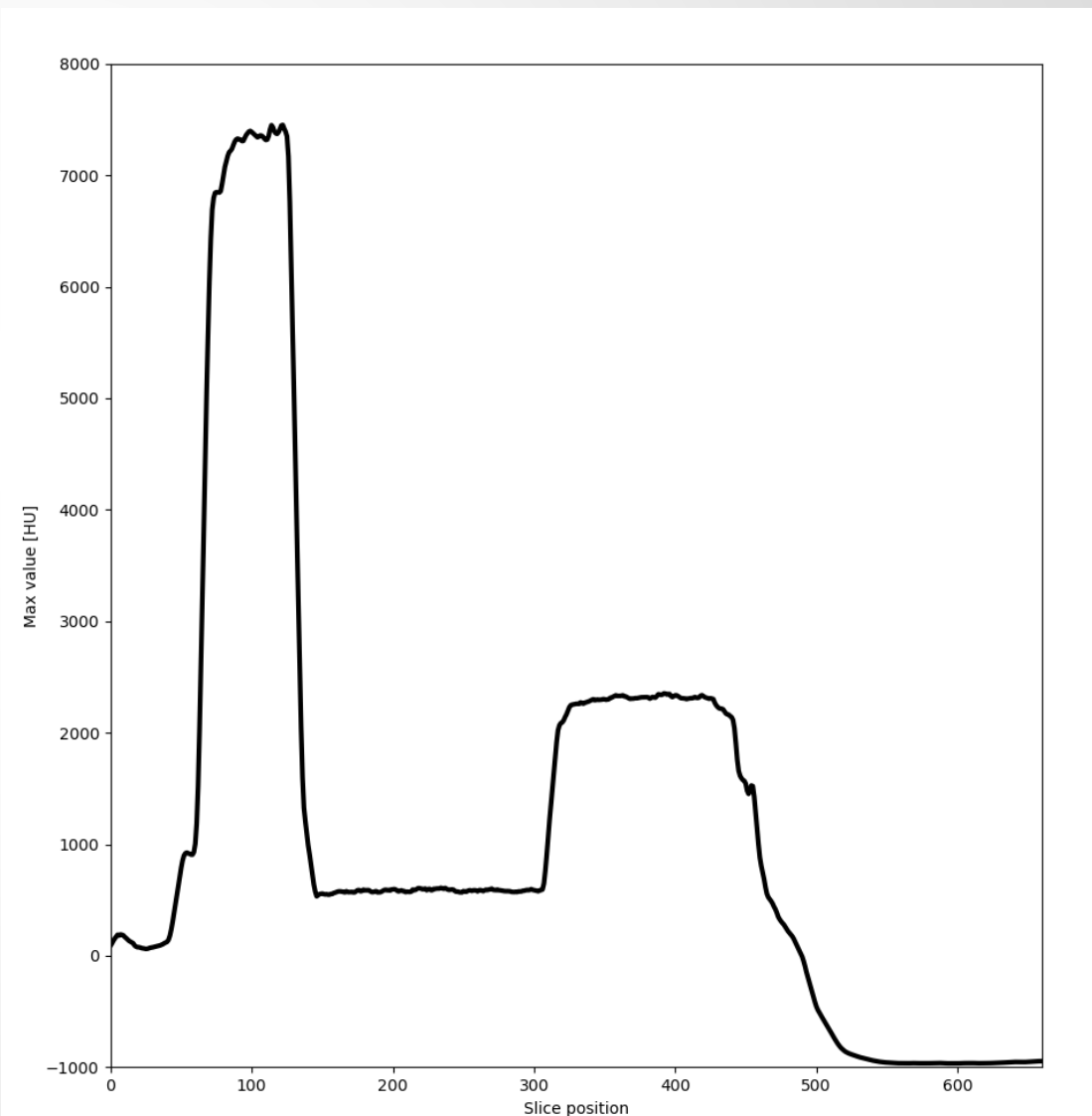
Detekce částí fantomu

- V prvním kroku je vytvořen z-profil
- max CT# v každém řezu



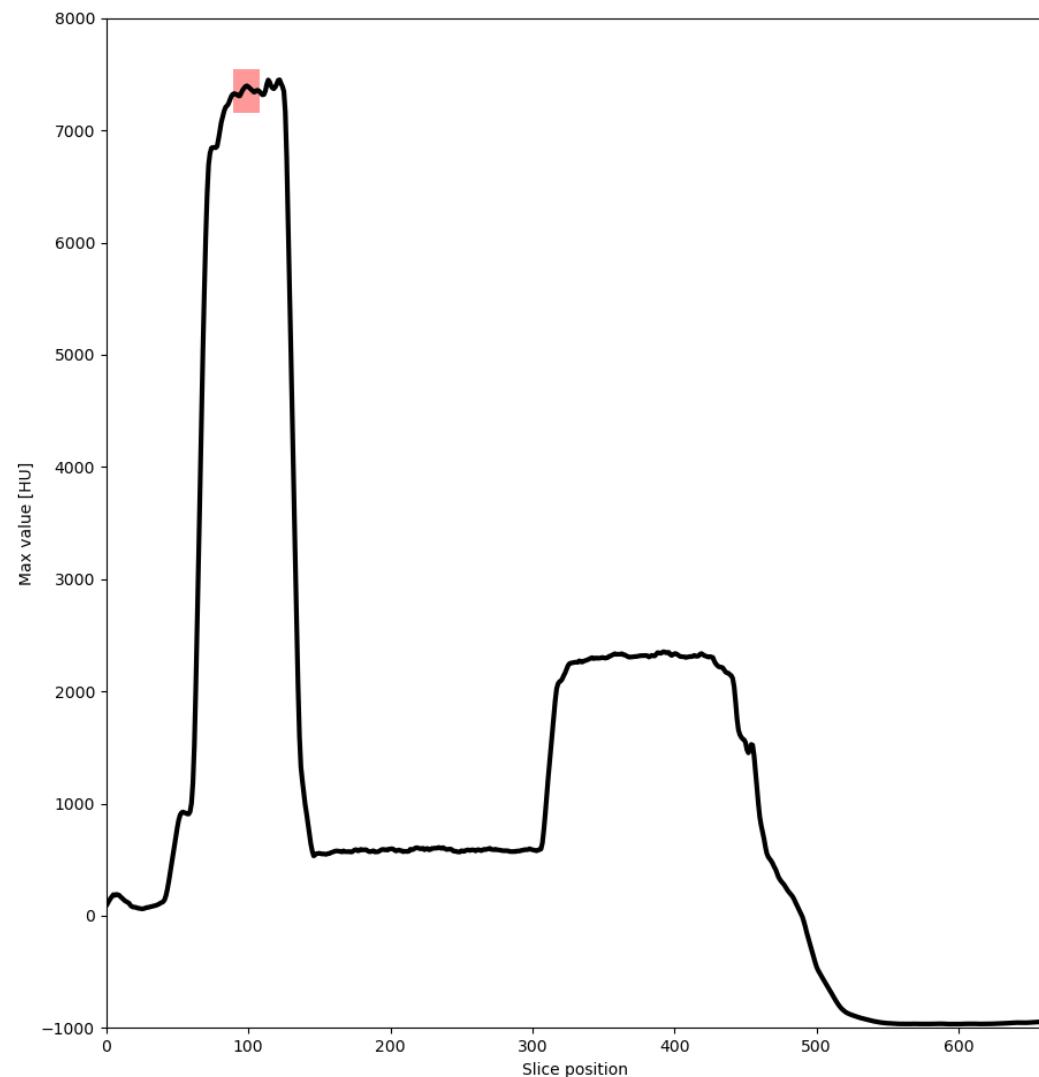
Detekce částí fantomu

- V prvním kroku je vytvořen z-profil
- max CT# v každém řezu
- konvoluce z-profilu



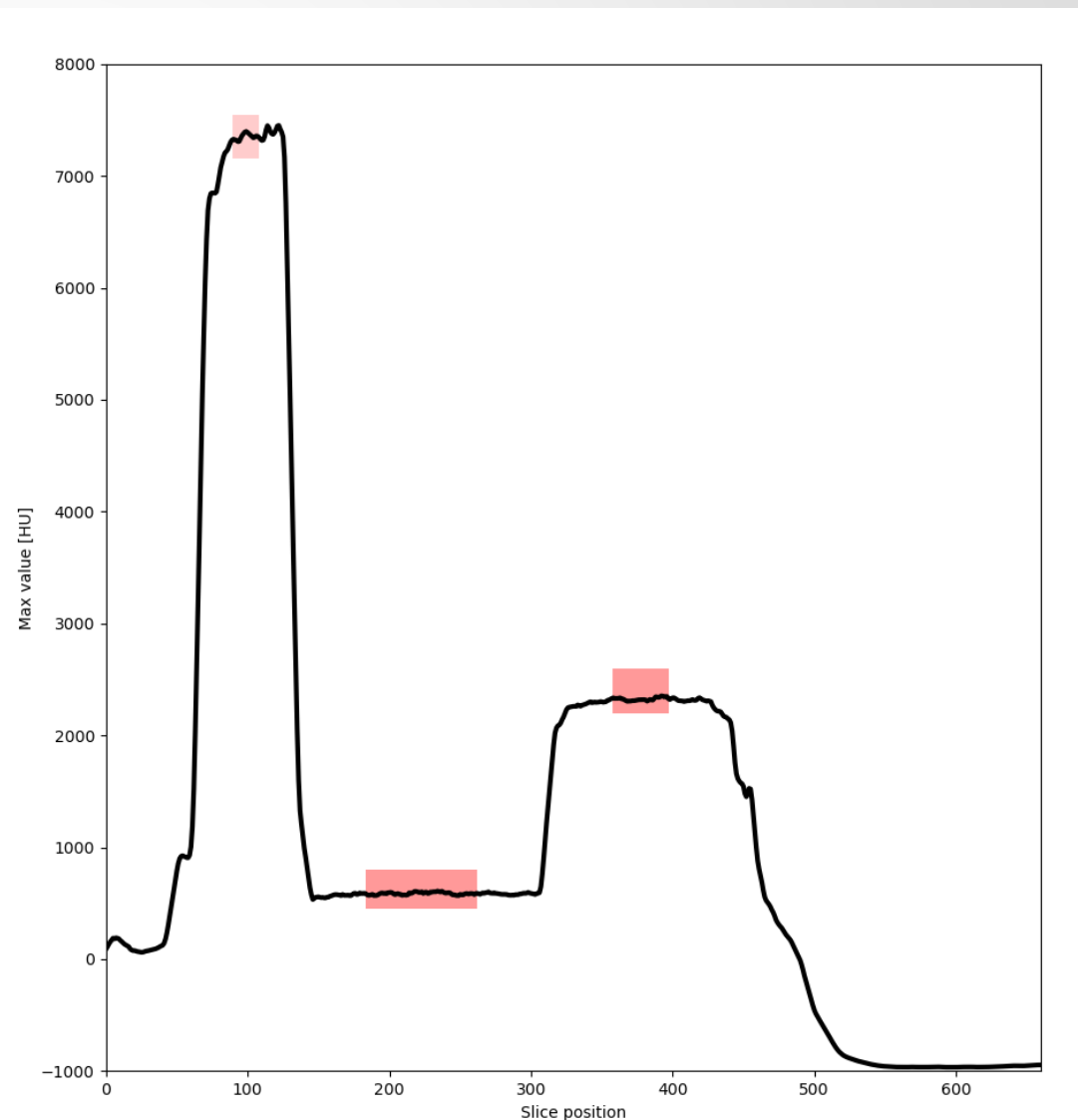
Detekce částí fantomu

- V druhém kroku je profil rozdělen do tří segmentů
- Pomocí prahování nalezen segment s objekty pro hodnocení prostorového rozlišení



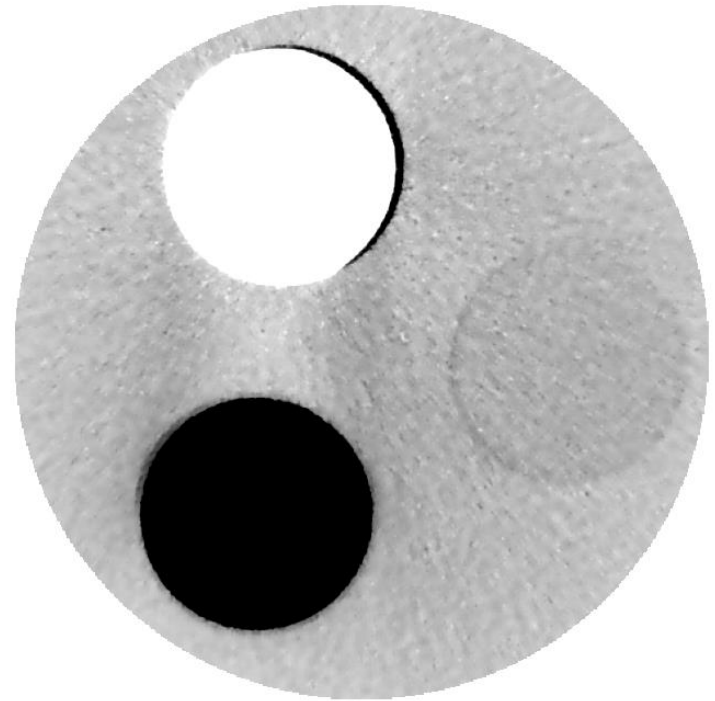
Detekce částí fantomu

- V druhém kroku je profil rozdělen do tří segmentů
- Pomocí prahování nalezen segment s objekty pro hodnocení prostorového rozlišení
- Zbylé dva segmenty v přesně definované vzdálenosti a rozsahu



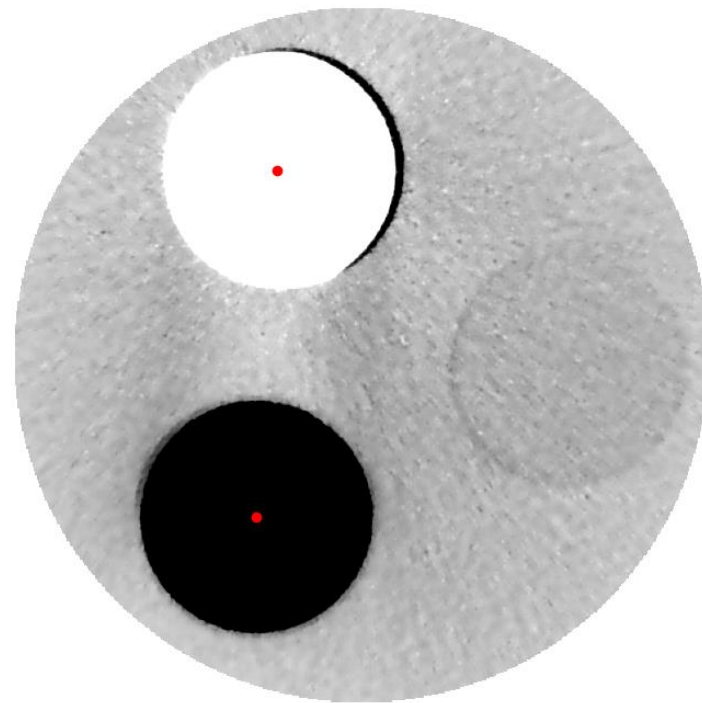
Segment pro kontrolu CT

- V prvním kroku je vytvořena maska na velikost fantomu



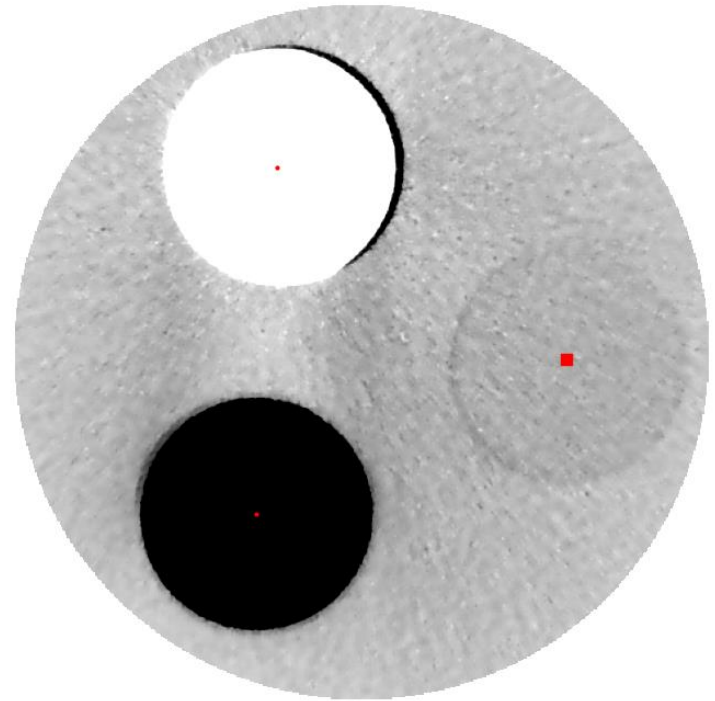
Segment pro kontrolu CT

- V prvním kroku je vytvořena maska na velikost fantomu
- Prahováním nalezena těžiště objektů s vysokým a nízkým CT#



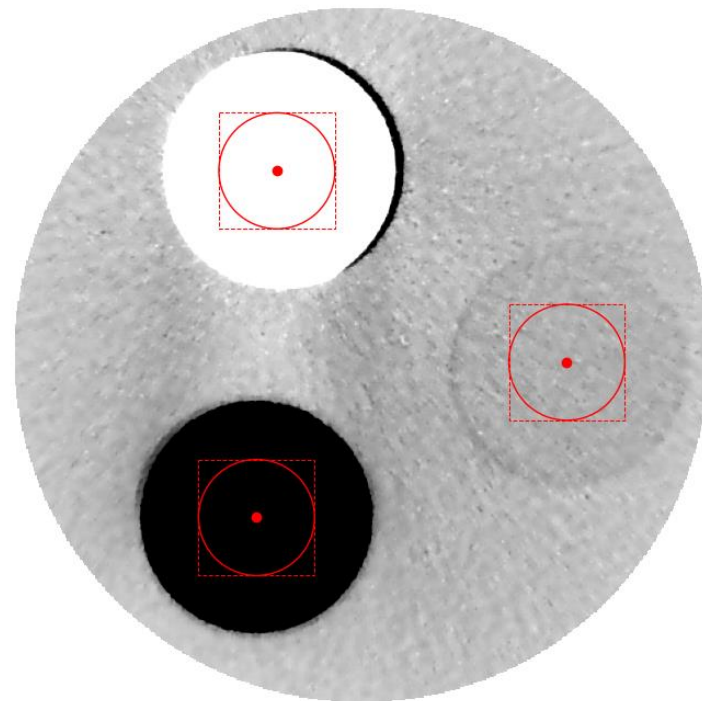
Segment pro kontrolu CT

- V prvním kroku je vytvořena maska na velikost fantomu
- Prahováním nalezena těžiště objektů s vysokým a nízkým CT#
- Z poloh dvou objektů nalezeno těžiště zbývajícího objektu
 - Řešení kvadratické rovnice, které se nachází v masce fantomu



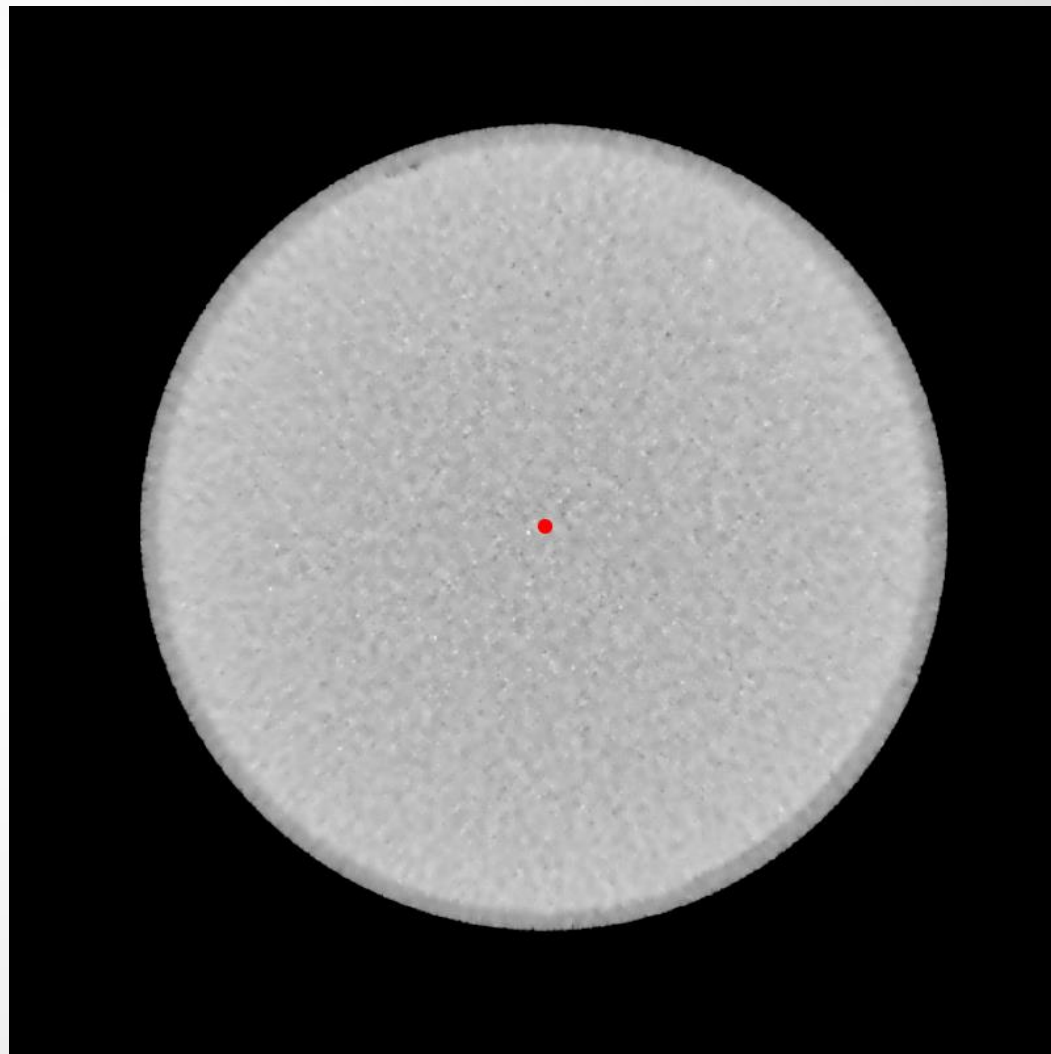
Segment pro kontrolu CT

- V prvním kroku je vytvořena maska na velikost fantomu
- Prahováním nalezena těžiště objektů s vysokým a nízkým CT#
- Z poloh dvou objektů nalezeno těžiště zbývajícího objektu
 - Řešení kvadratické rovnice, které se nachází v masce fantomu
- Vytvořeny krychlové temp ROI
- Vytvořeny cylindrické ROI ze kterých je určeno mean a std



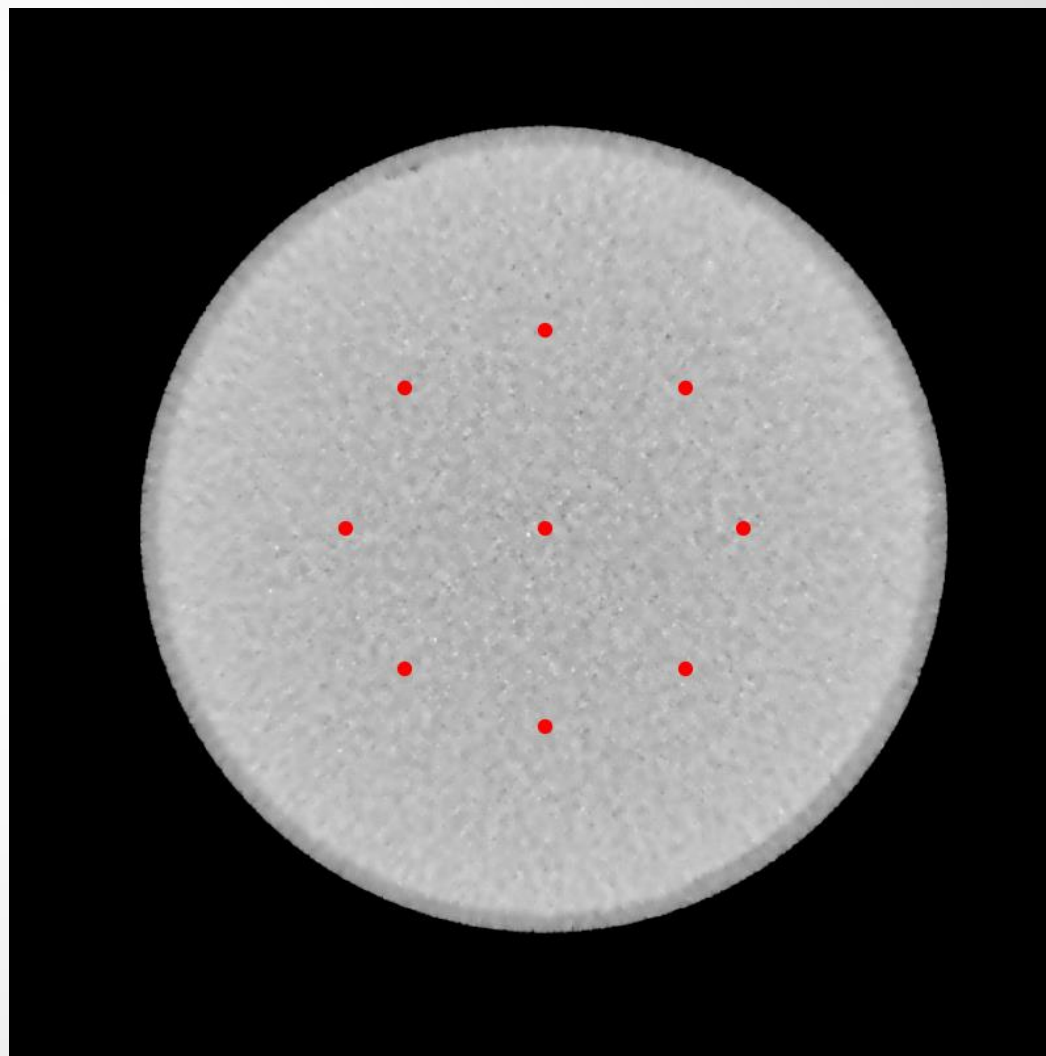
Segment homogeneity

- Nalezení středu fantomu



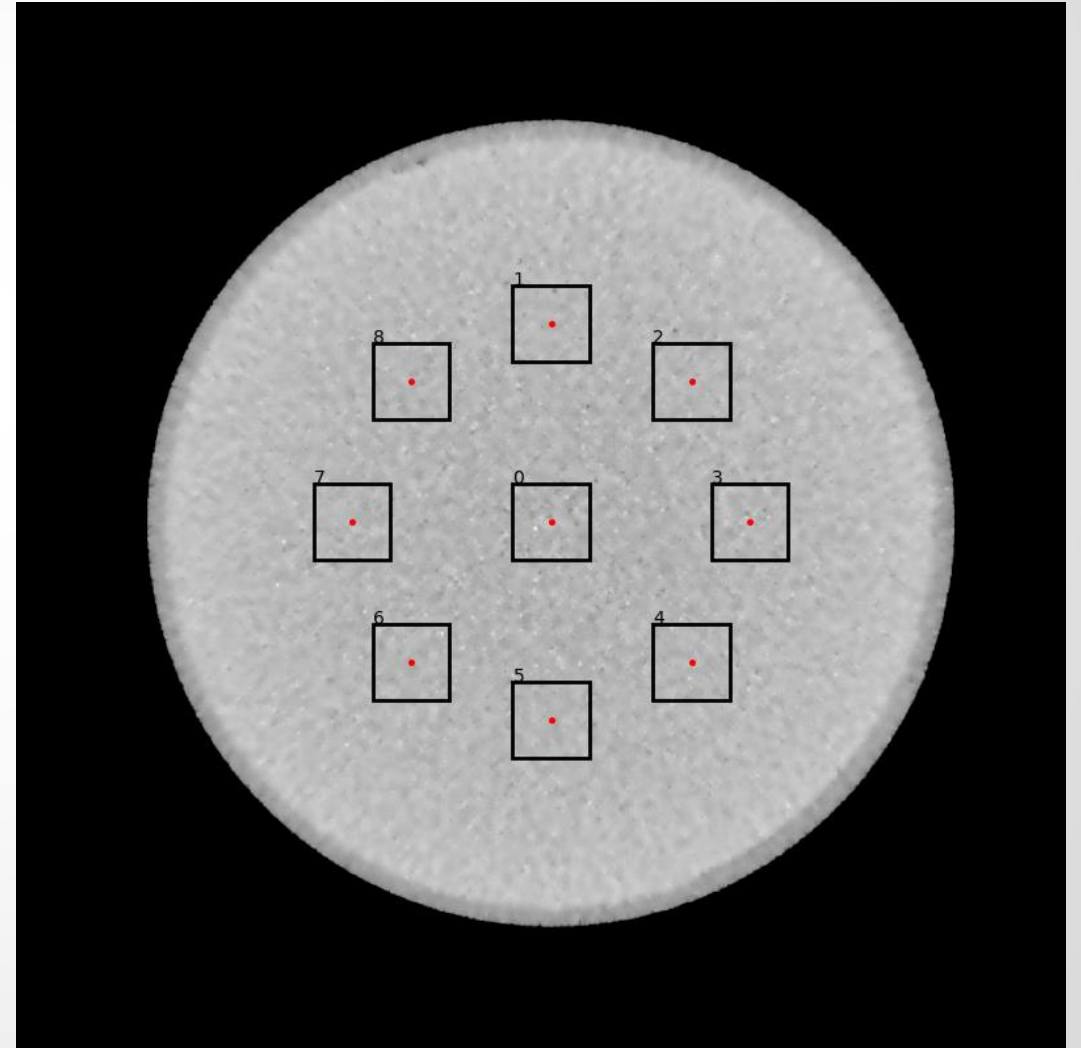
Segment homogeneity

- Nalezení středu fantomu a pozic jednotlivých ROI



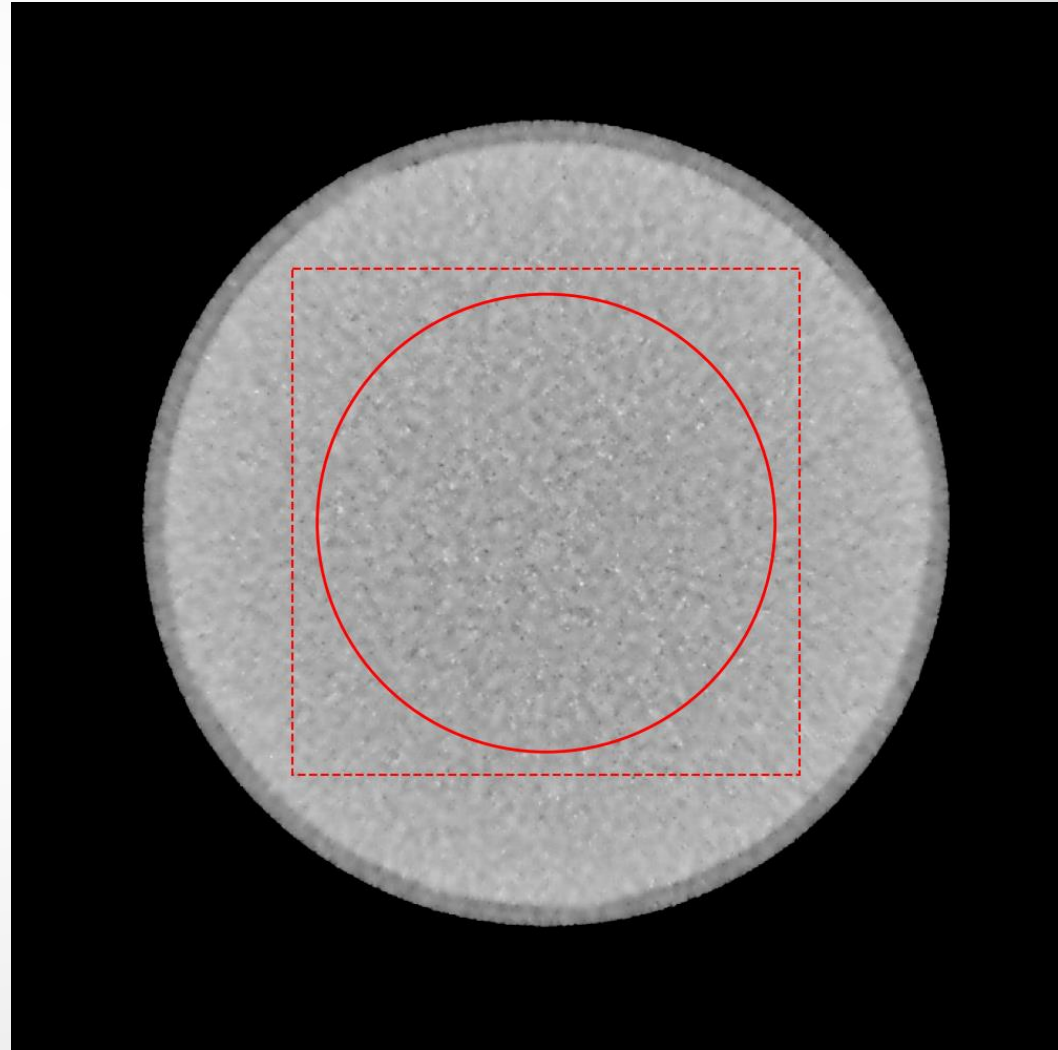
Segment homogeneity

- Nalezení středu fantomu a pozic jednotlivých ROI
- Vytvořeny krychlové temp ROI
- Vytvořeny sférické ROI, ze kterých je určeno mean a std



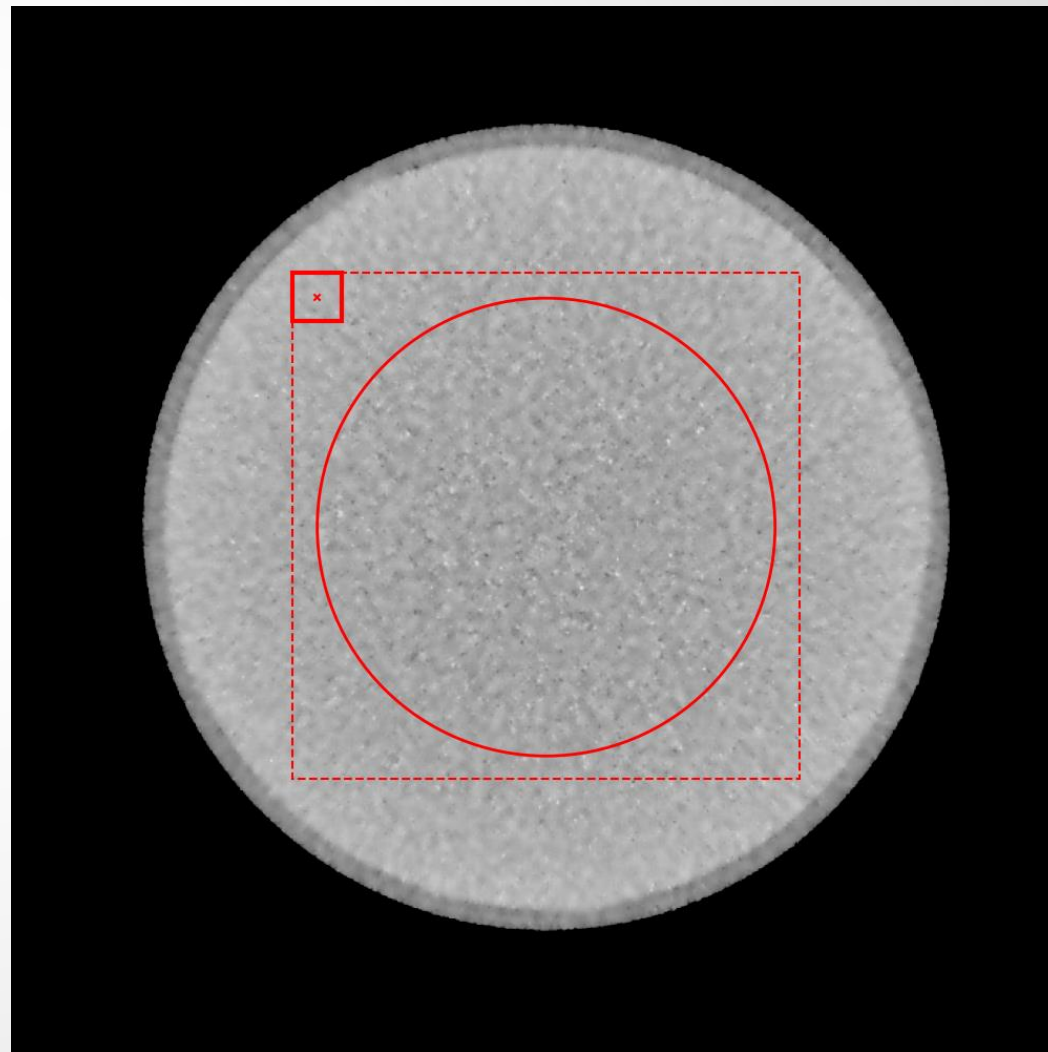
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu



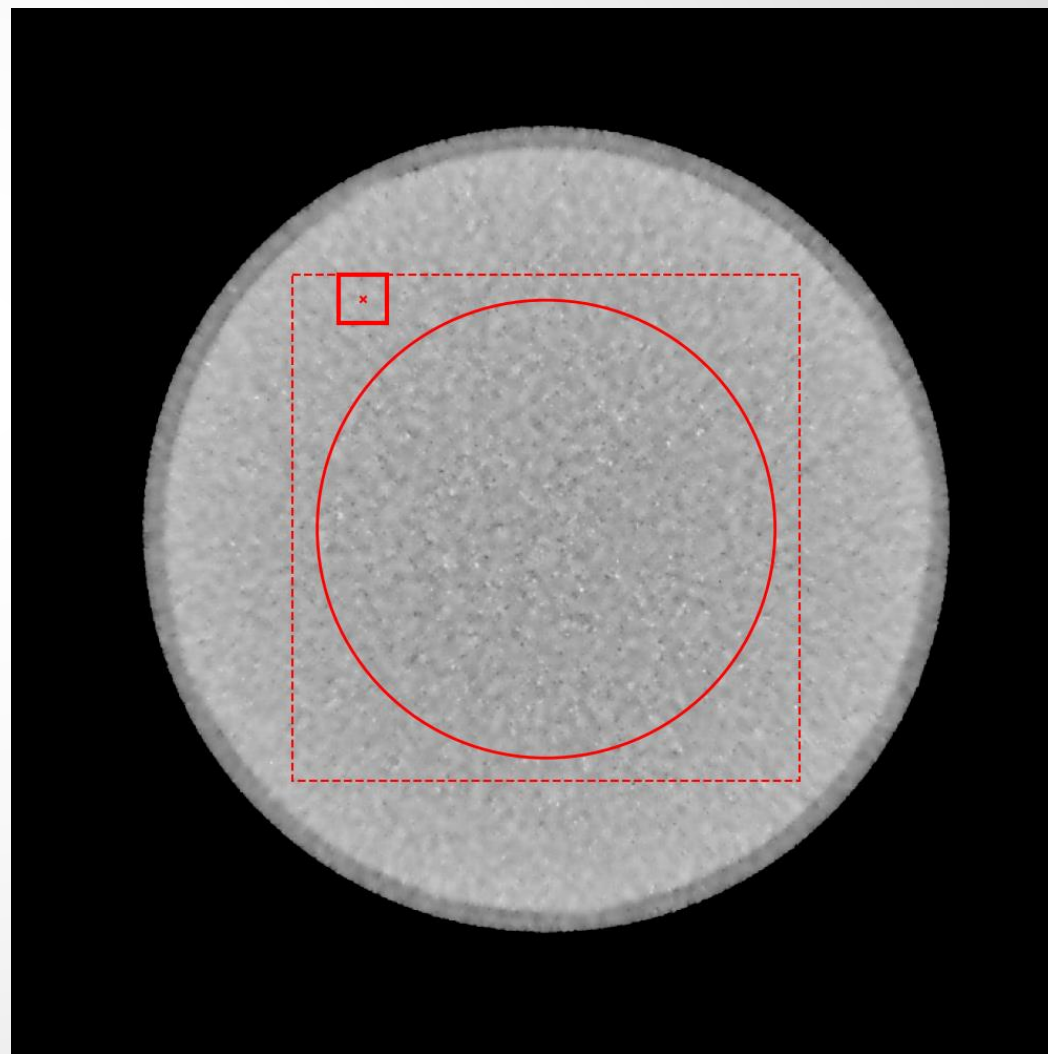
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



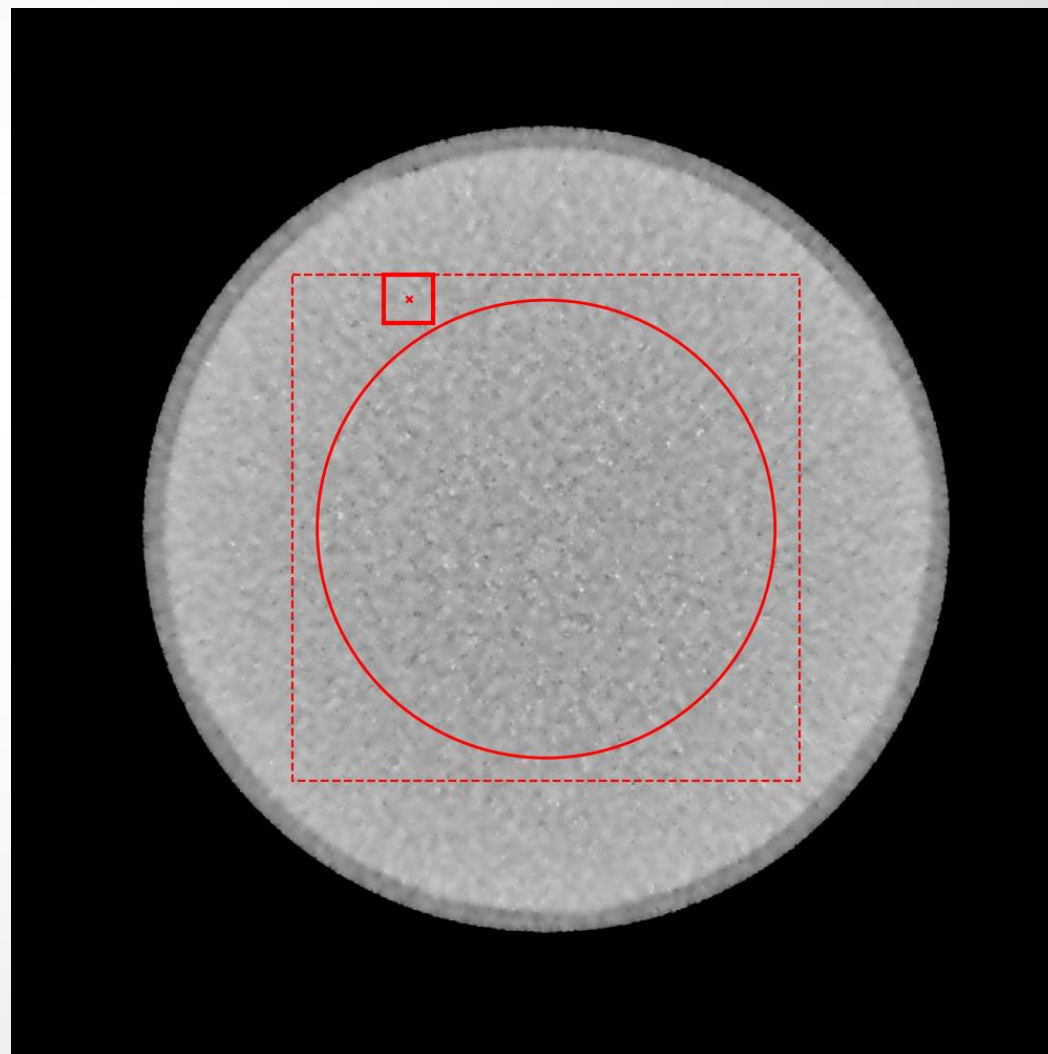
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



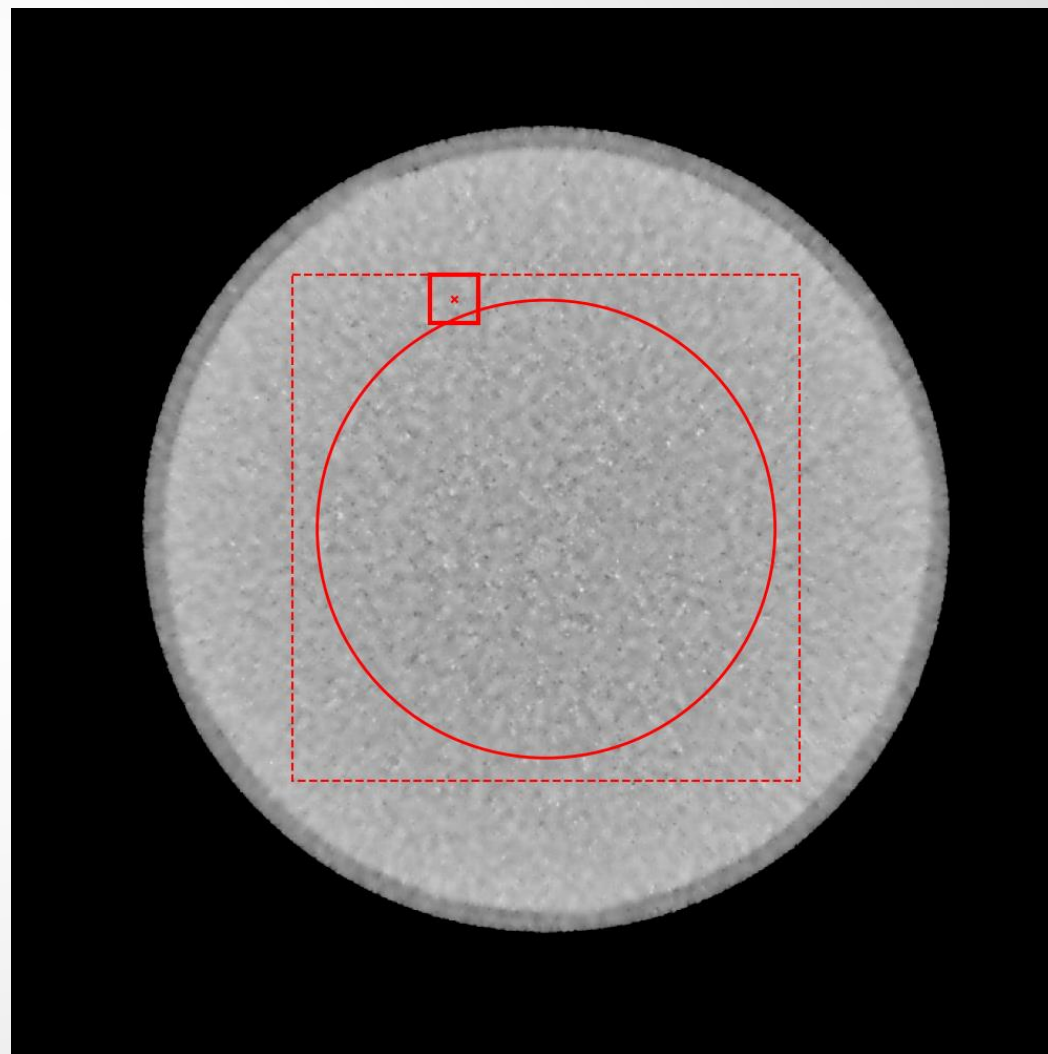
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



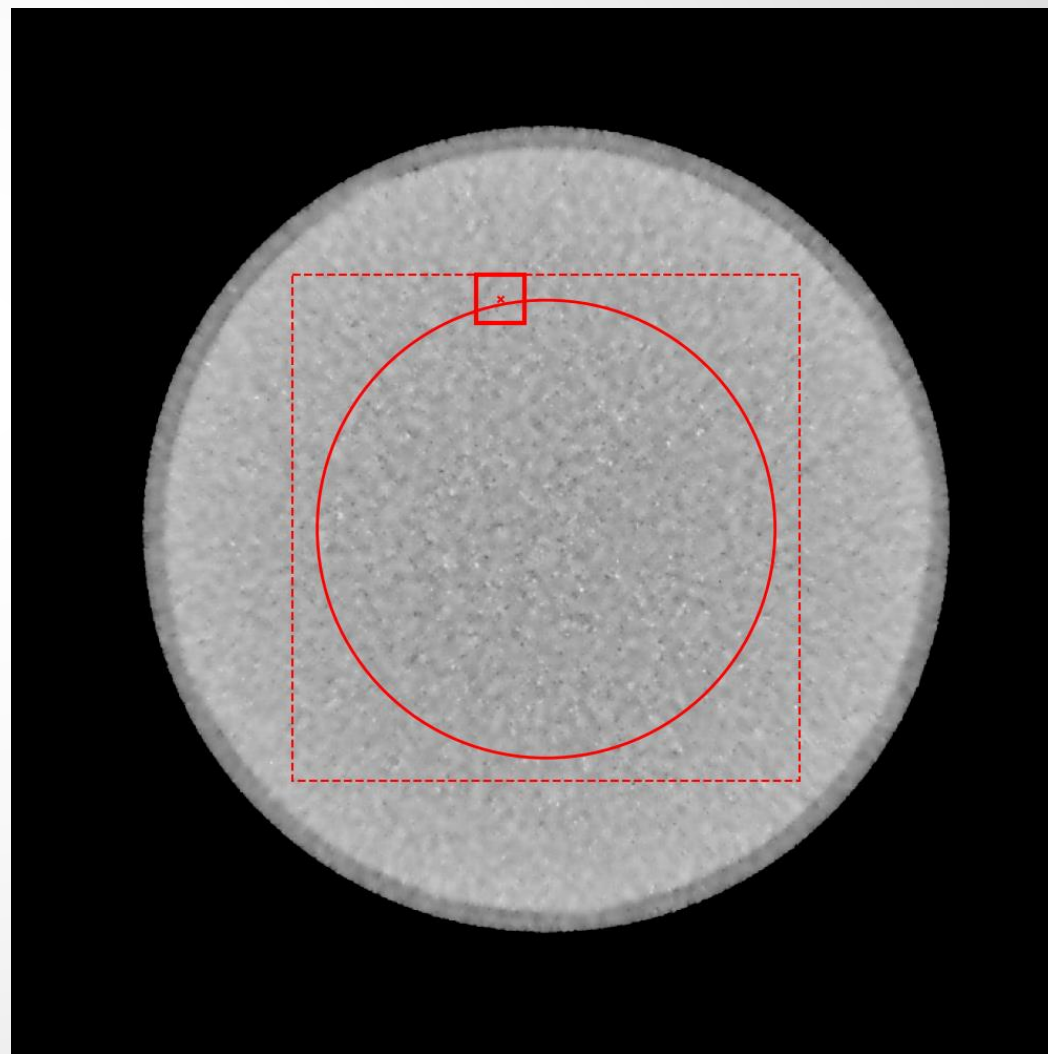
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



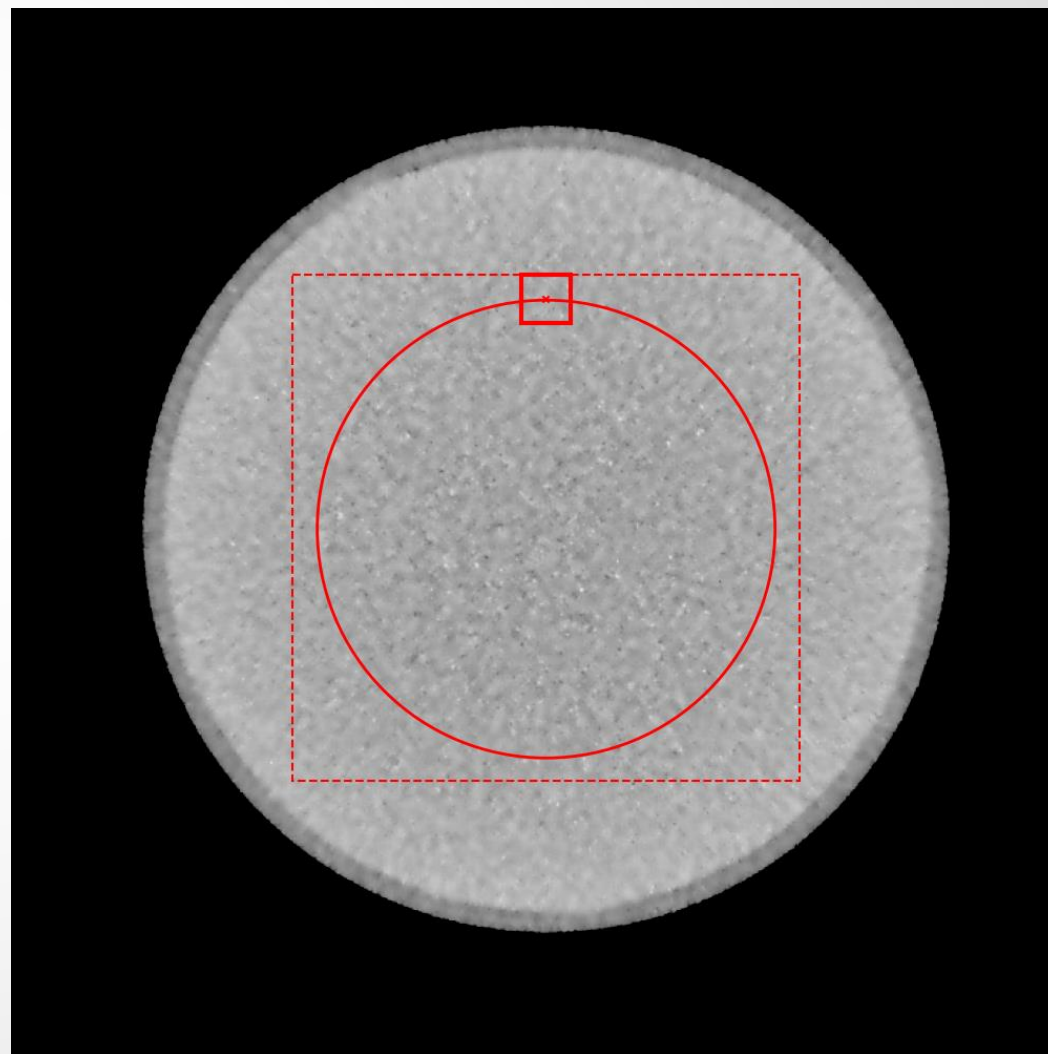
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



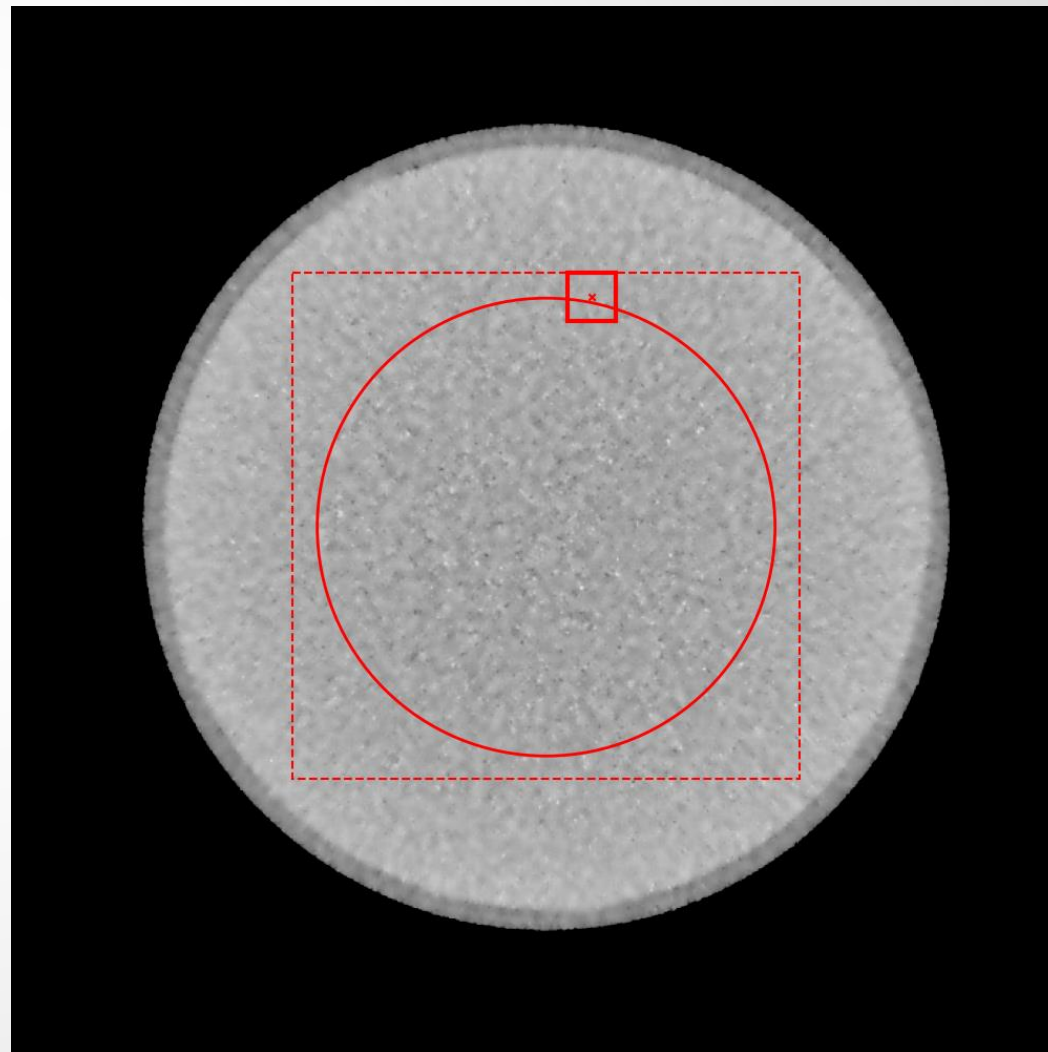
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



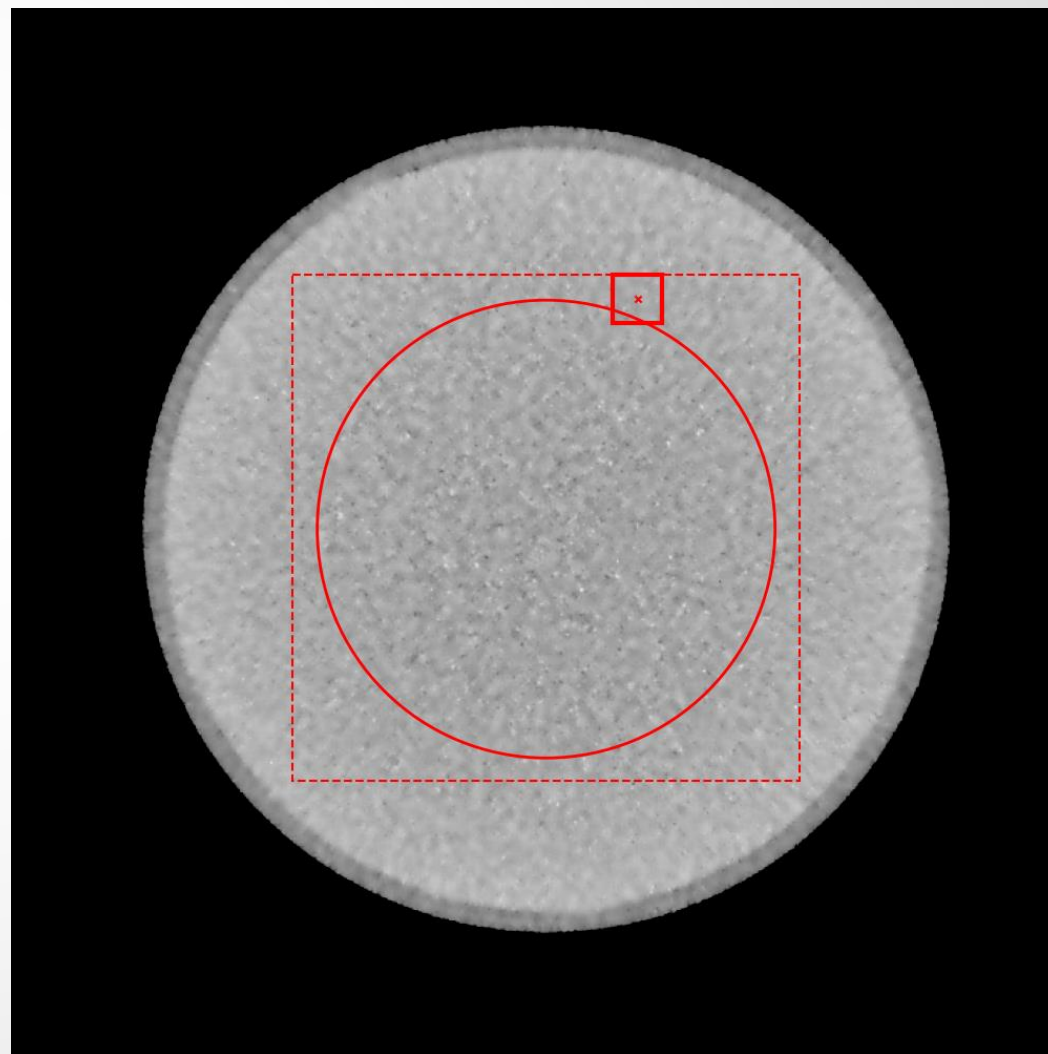
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



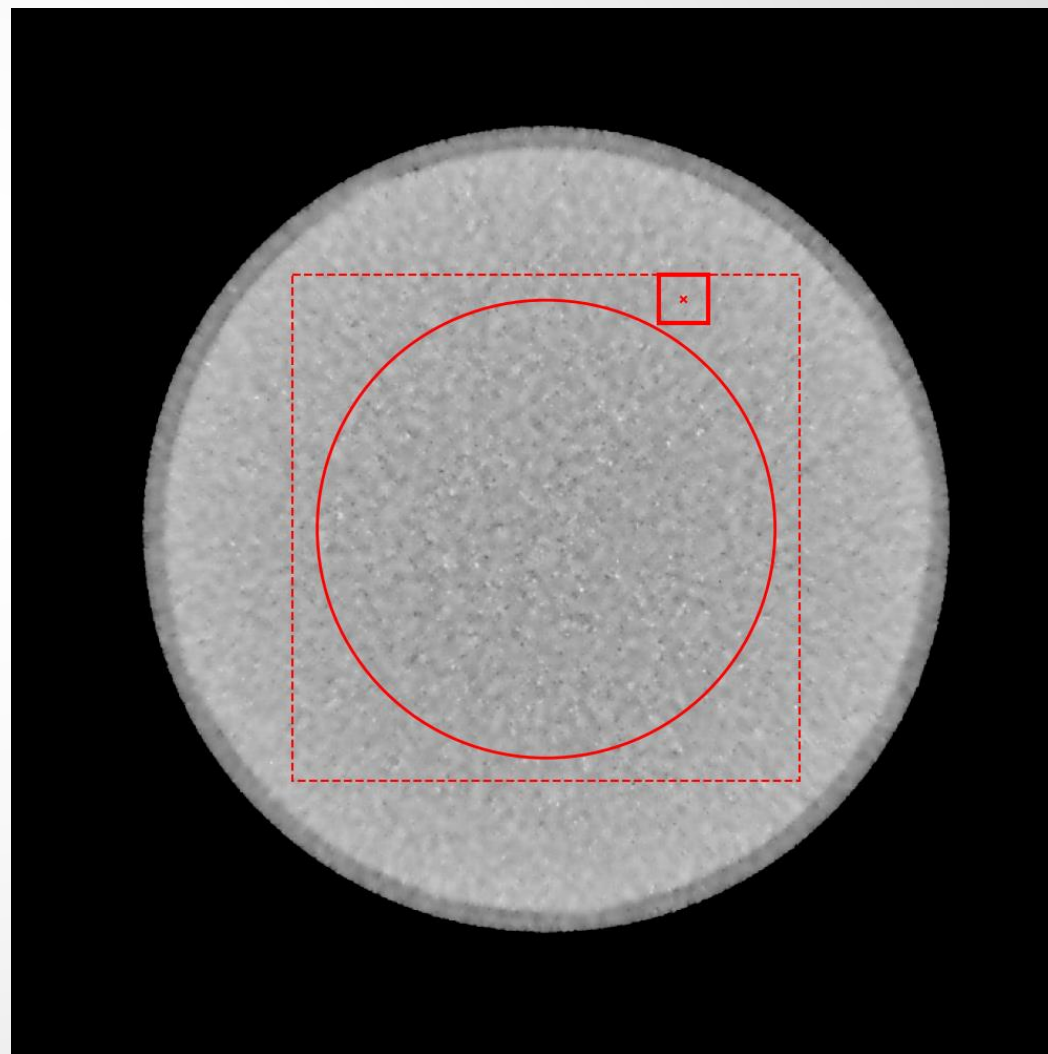
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



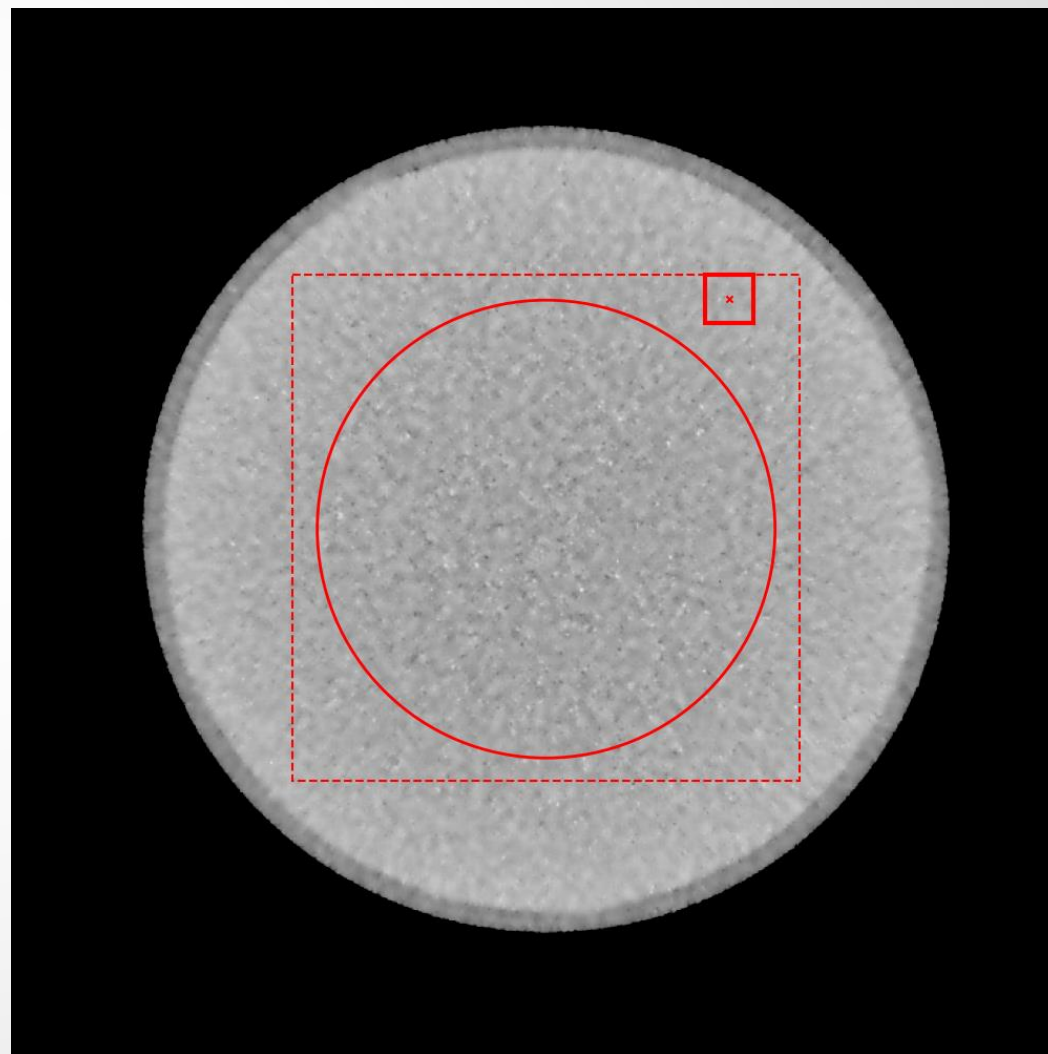
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



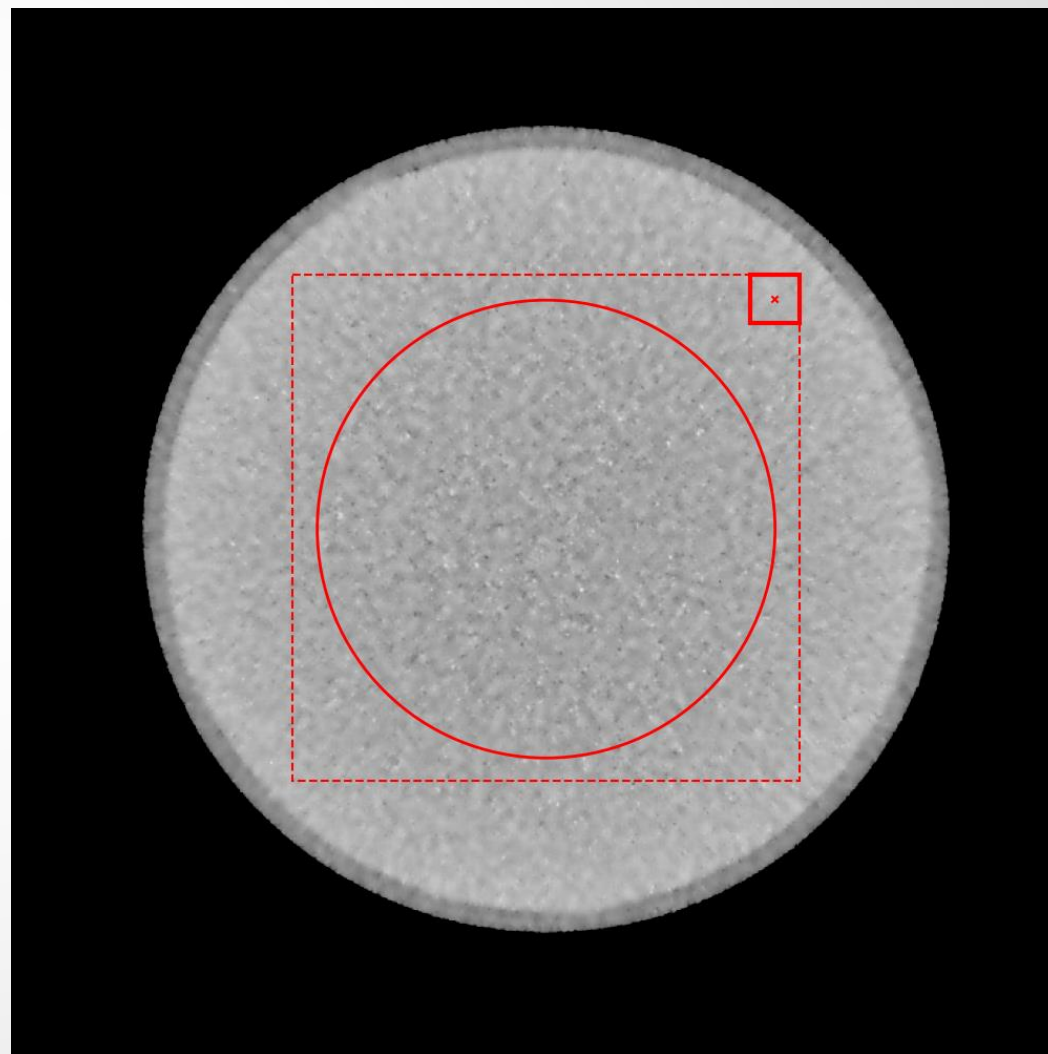
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



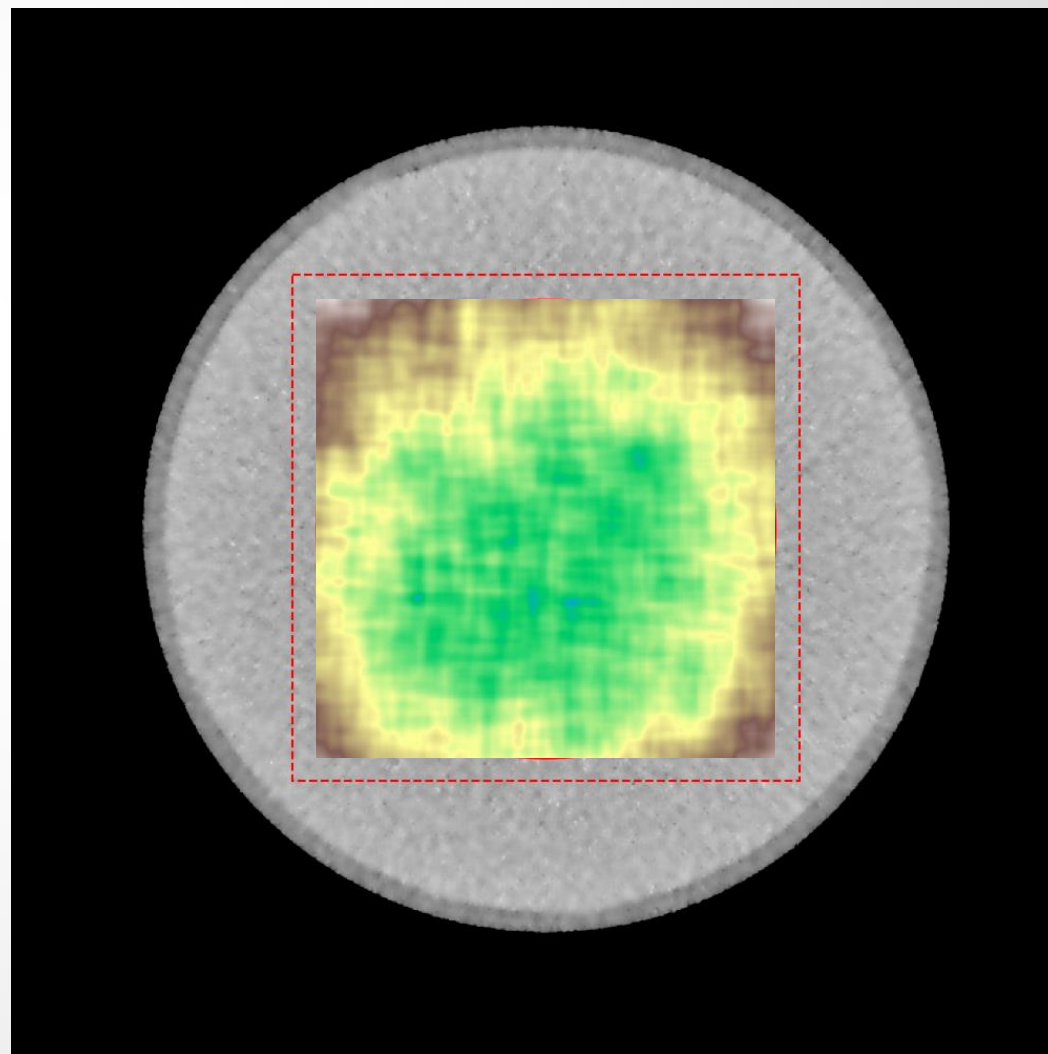
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity



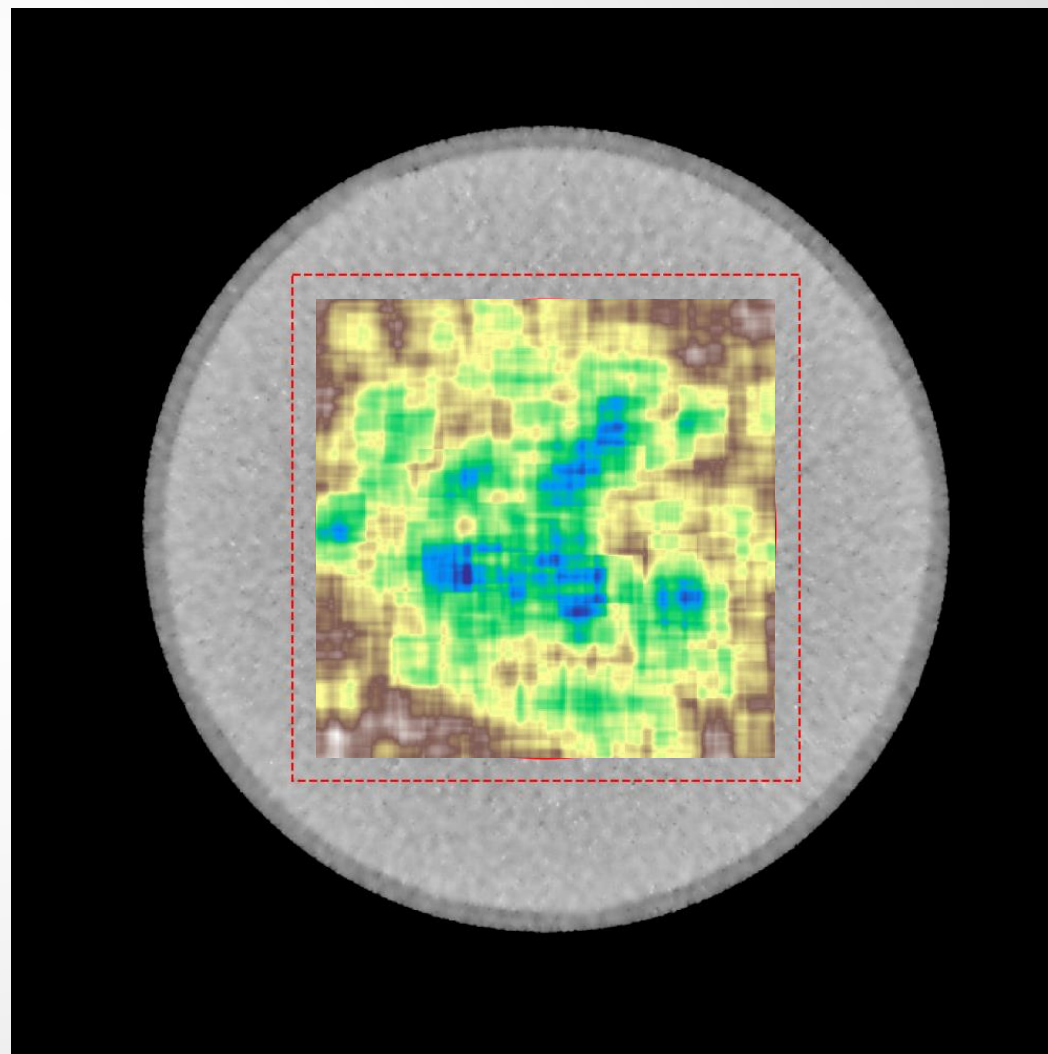
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity
- Vznik mean_map



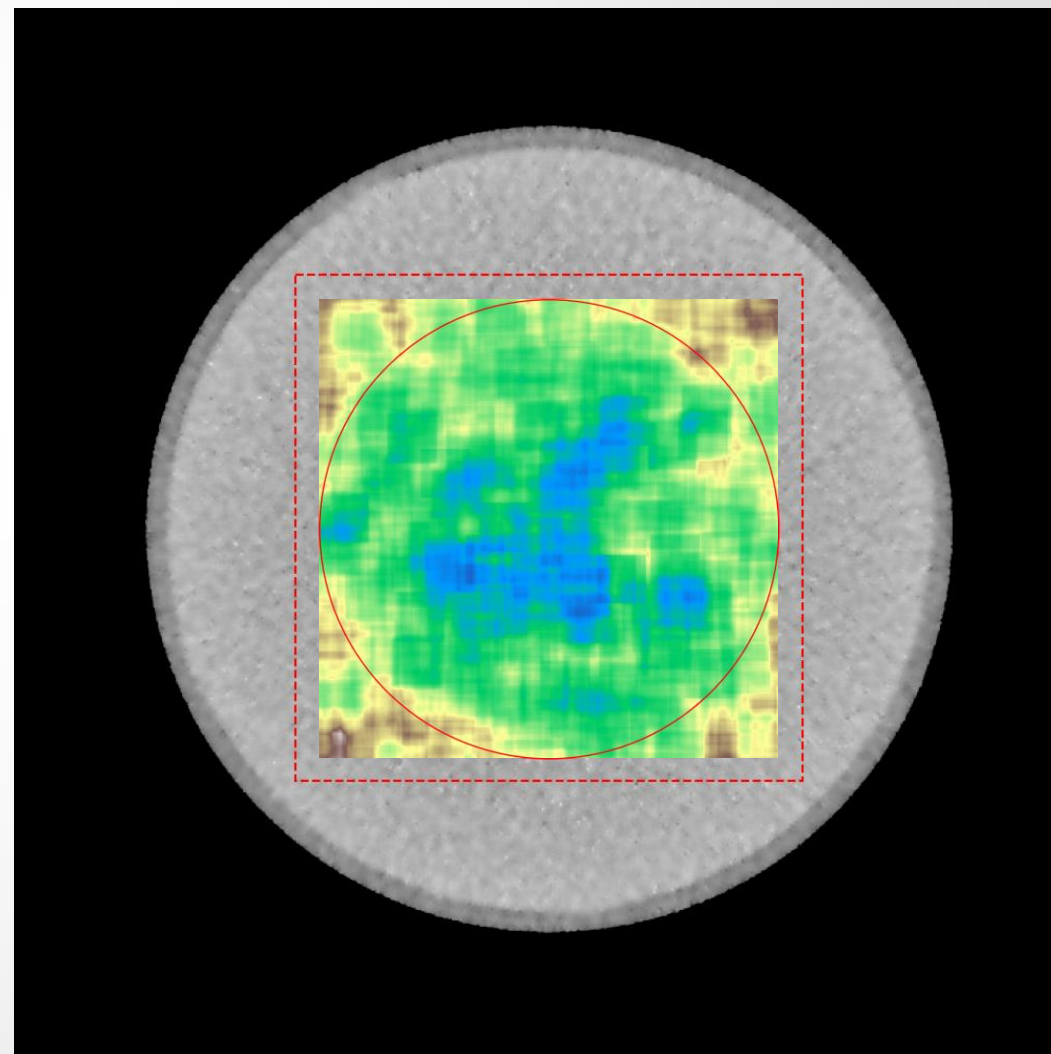
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity
- Vznik mean_map a std_map



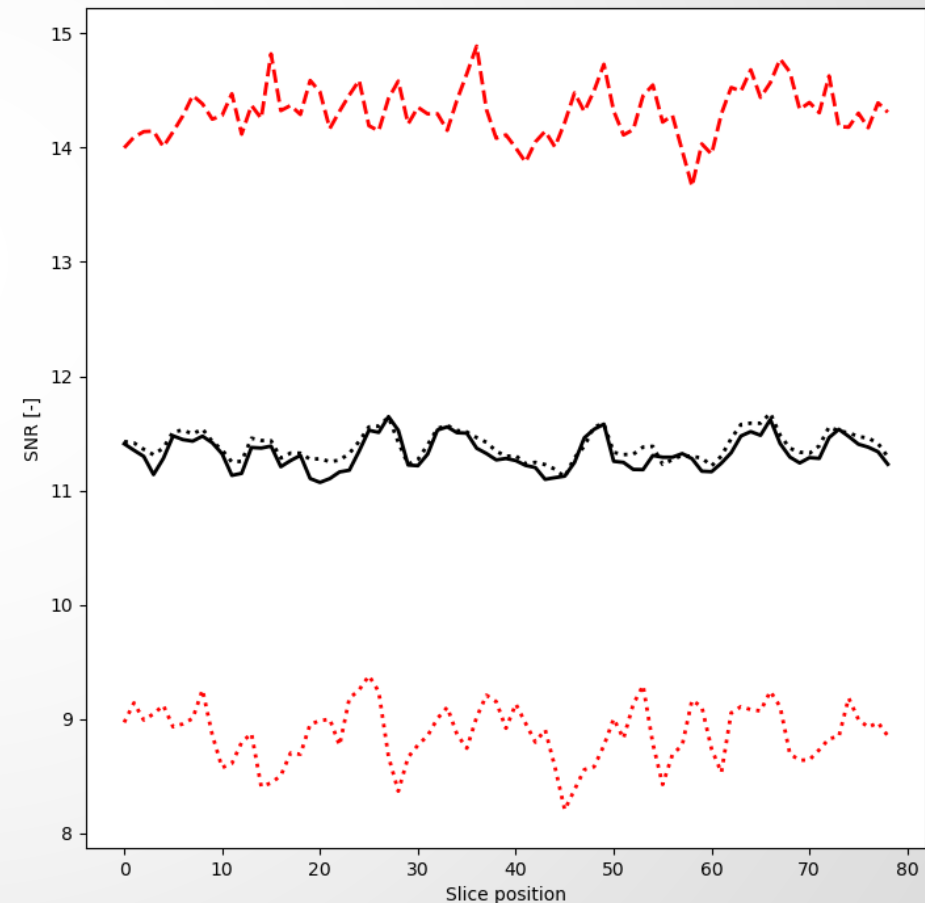
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity
- Vznik mean_map a std_map
- Výpočet snr_map pro každý řez



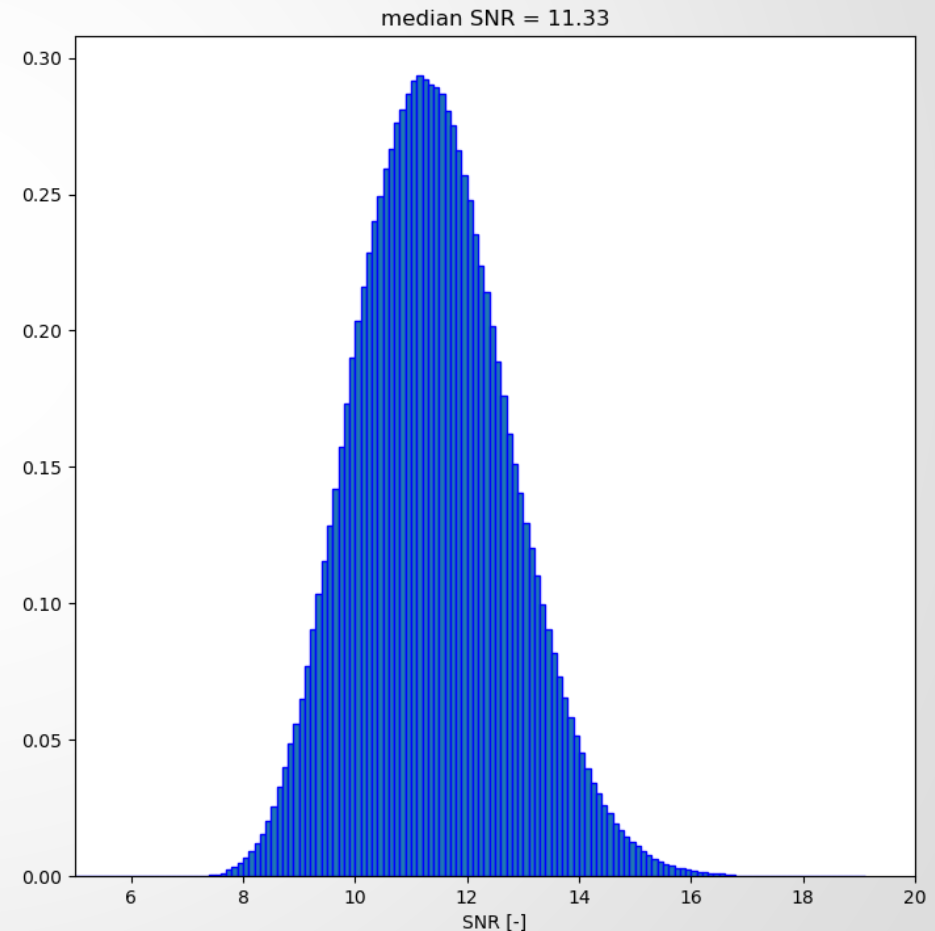
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity
- Vznik mean_map a std_map
- Výpočet snr_map pro každý řez
- 2%, 98%, 50% kvantil a průměr



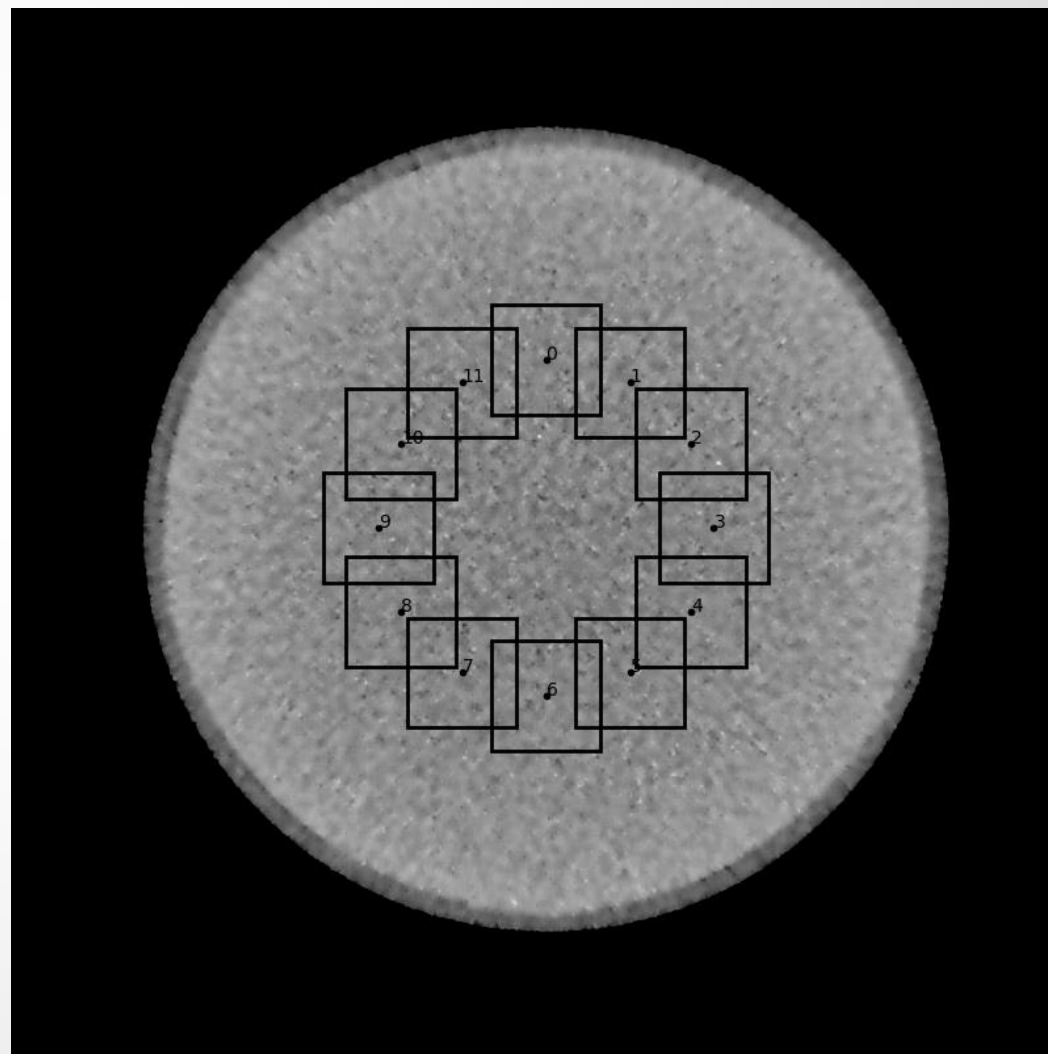
Lokální homogenita

- Nalezení středu fantomu a vytvoření masky pro eliminaci vzduchu a vnější části fantomu
- Výpočet mean a std z malé roi pro každý bod velké ROI a každý řez segmentu homogeneity
- Vznik mean_map a std_map
- Výpočet snr_map pro každý řez
- 2%, 98%, 50% kvantil a průměr
- Histogram všech hodnot SNR



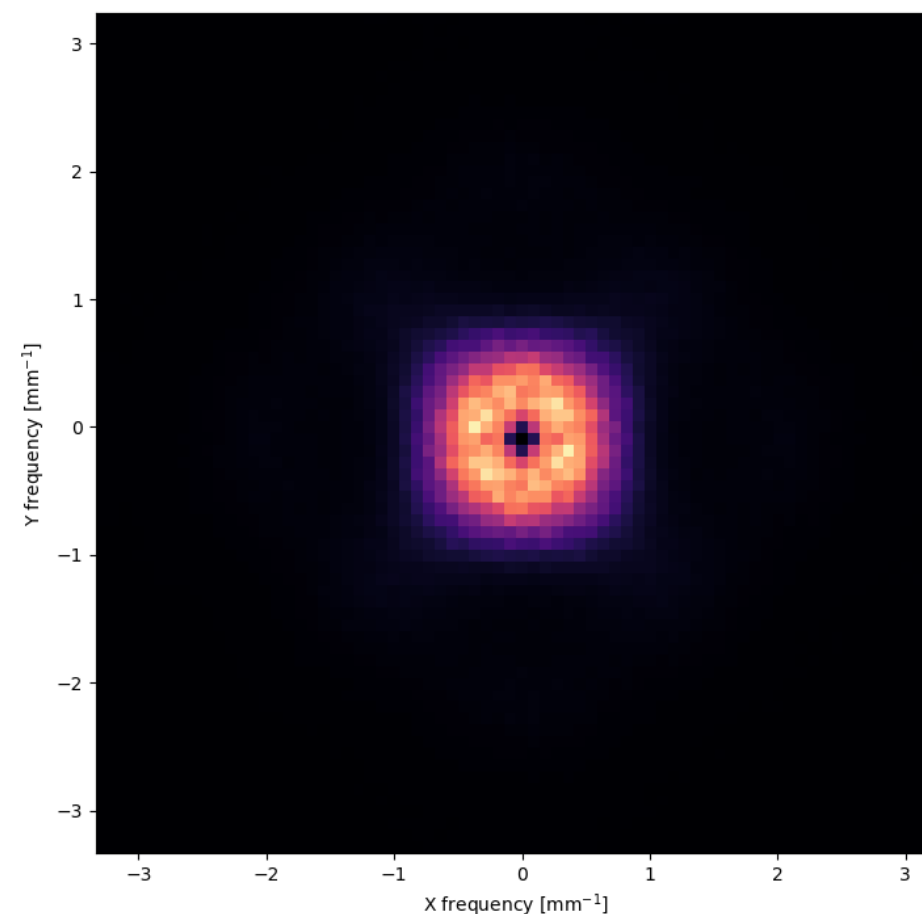
Noise power spectrum

- Nalezení středu fantomu a pozic ROI podle předvoleného počtu a velikosti ve zvolené vzdálenosti od středu



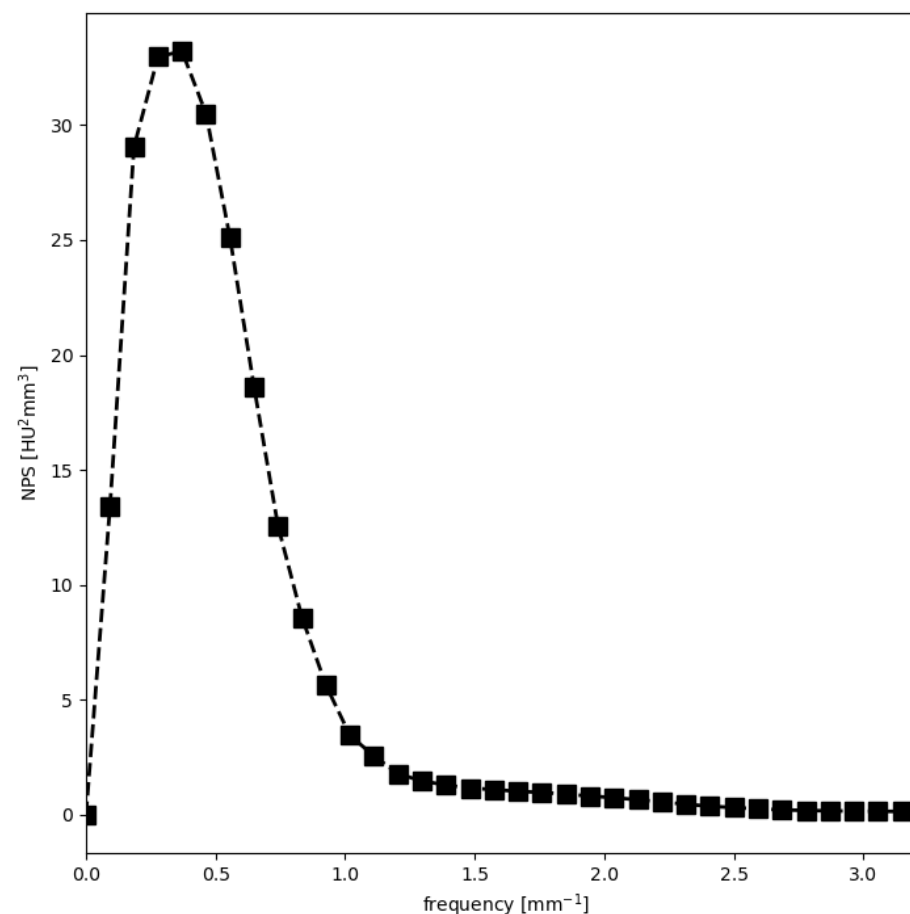
Noise power spectrum

- Nalezení středu fantomu a pozic ROI podle předvoleného počtu a velikosti ve zvolené vzdálenosti od středu
- Spočtení 3D NPS



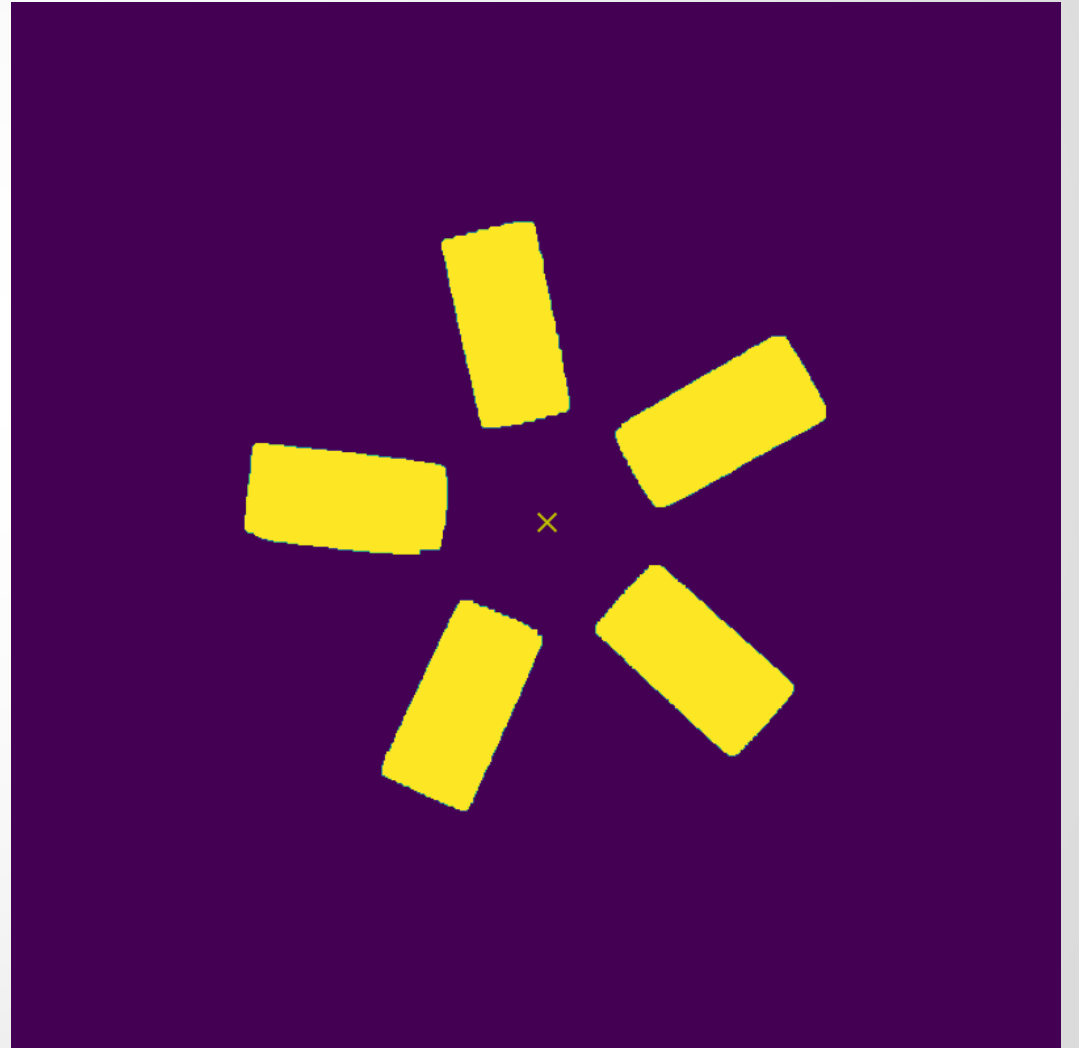
Noise power spectrum

- Nalezení středu fantomu a pozic ROI podle předvoleného počtu a velikosti ve zvolené vzdálenosti od středu
- Spočtení 3D NPS
- Průměr z axiálního řezu NPS



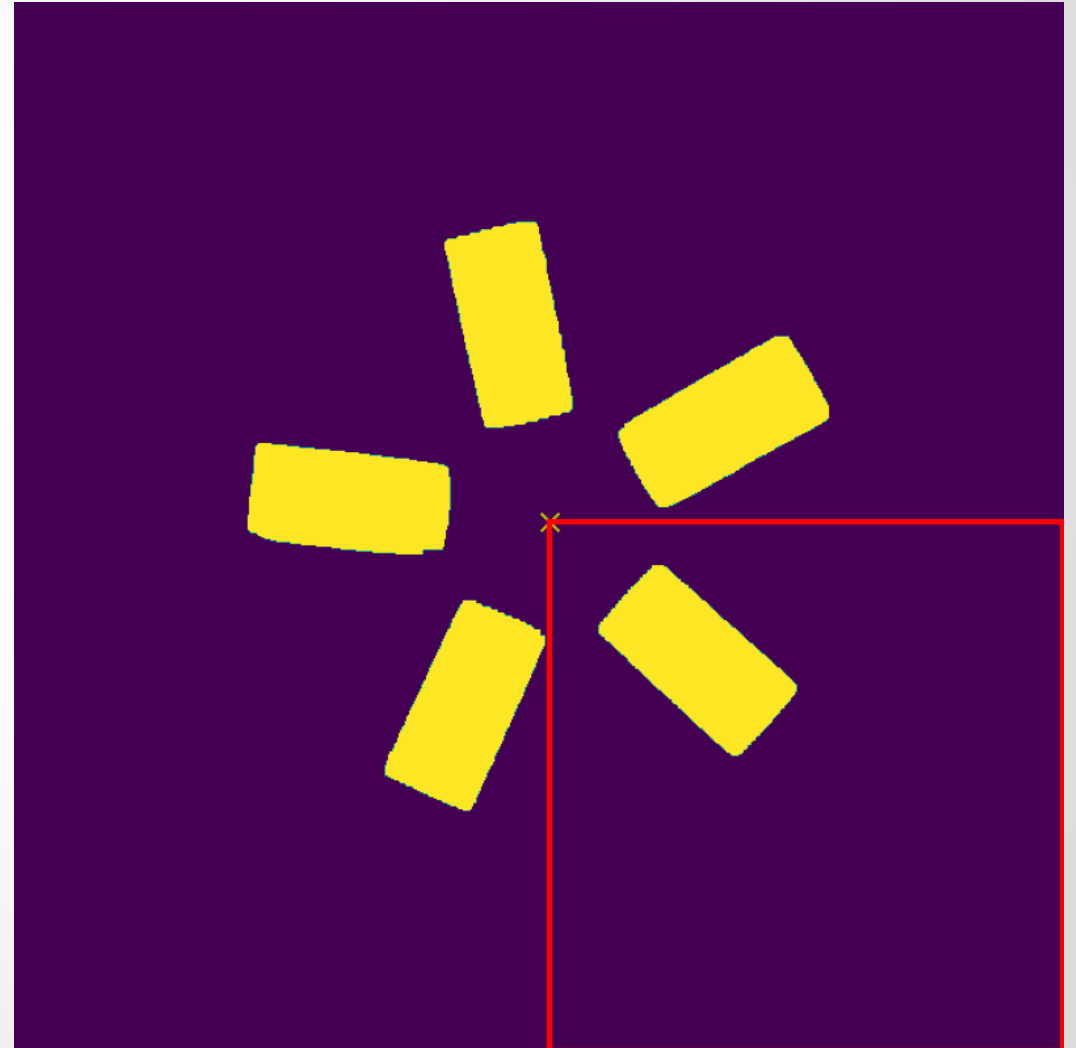
Segment prostorového rozlišení

- Nalezení objektů a jejich těžiště



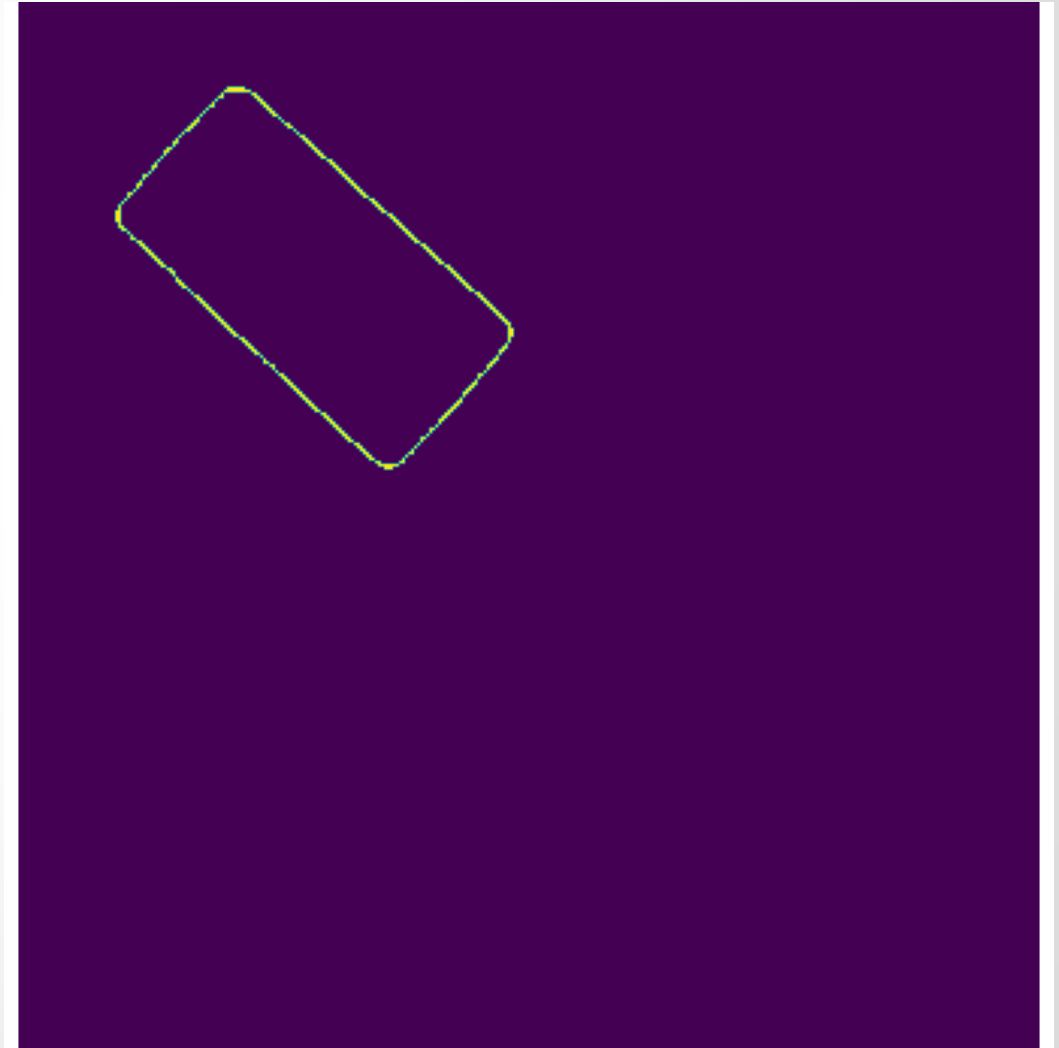
Segment prostorového rozlišení

- Nalezení objektů a jejich těžiště
- Pomocná ROI



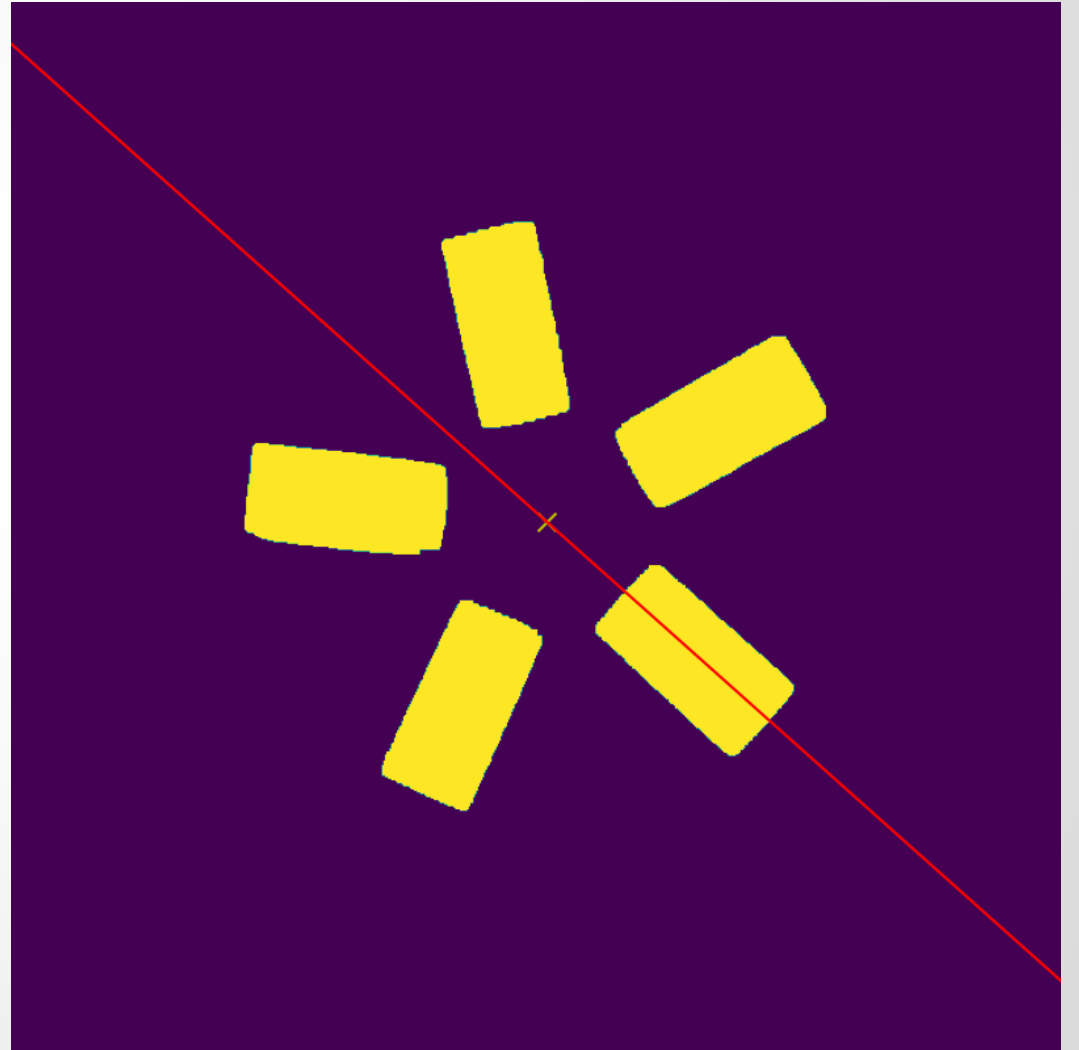
Segment prostorového rozlišení

- Nalezení objektů a jejich těžiště
- Pomocná ROI, detekce hran



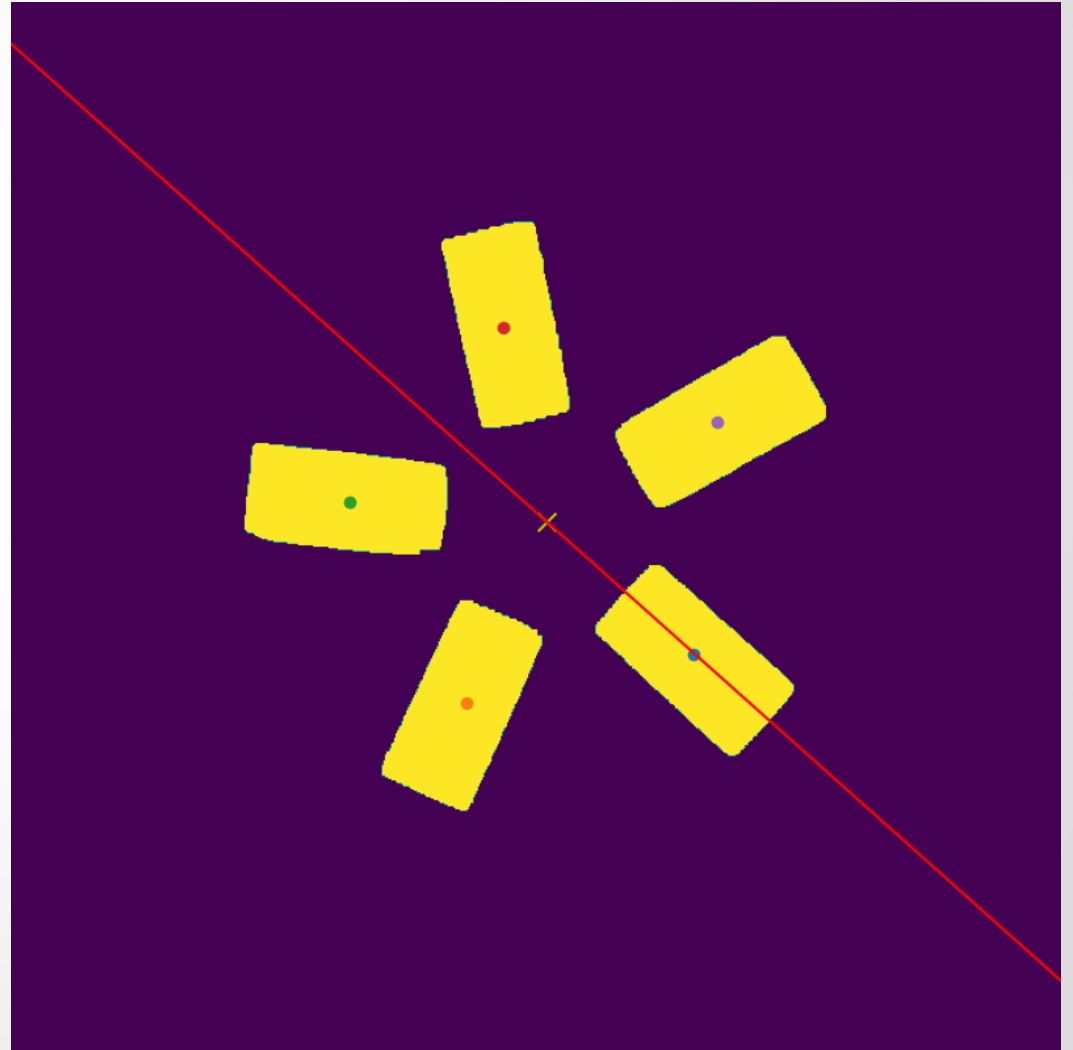
Segment prostorového rozlišení

- Nalezení objektů a jejich těžiště
- Pomocná ROI, detekce hran
- Houghova transformace



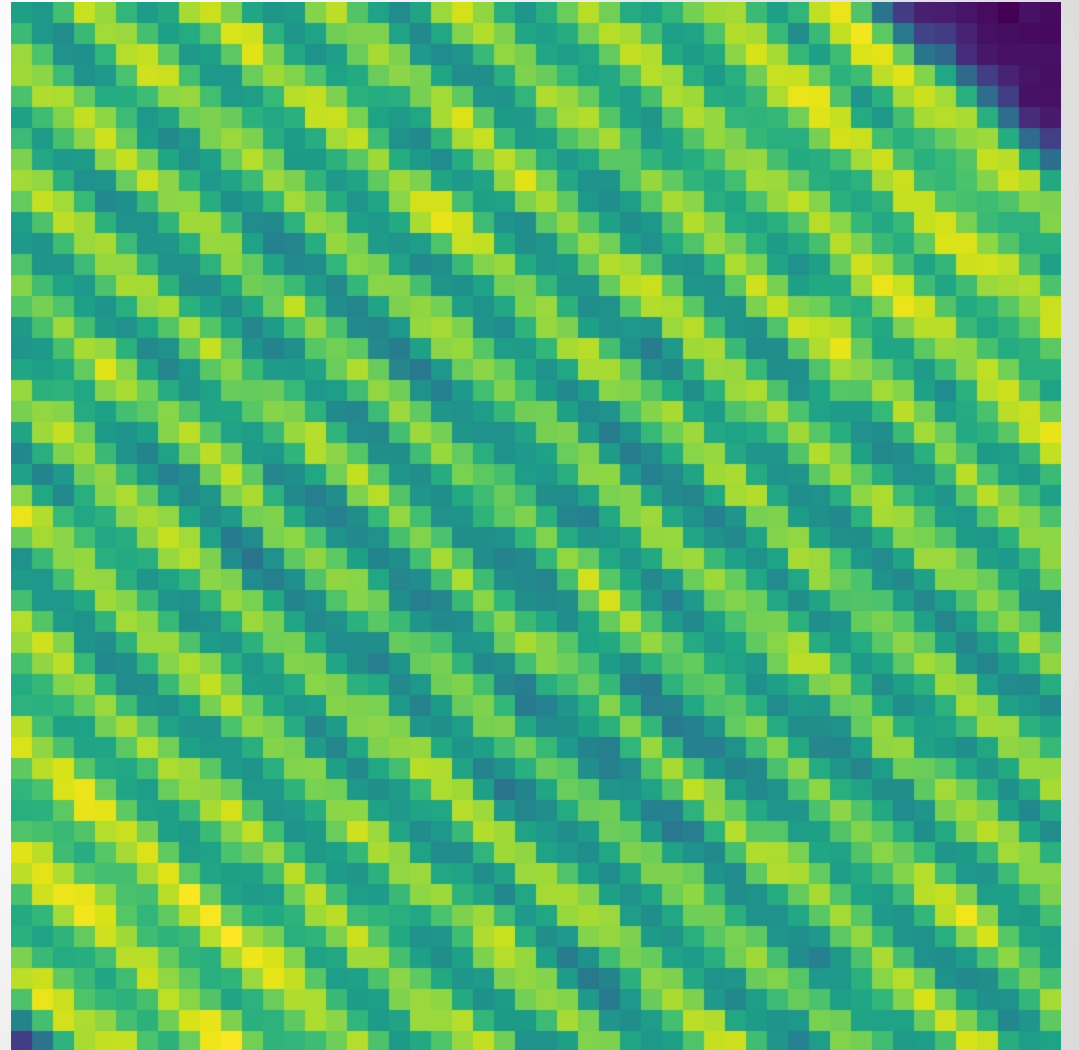
Segment prostorového rozlišení

- Nalezení objektů a jejich těžiště
- Pomocná ROI, detekce hran
- Houghova transformace
- Nalezení pozic všech objektů



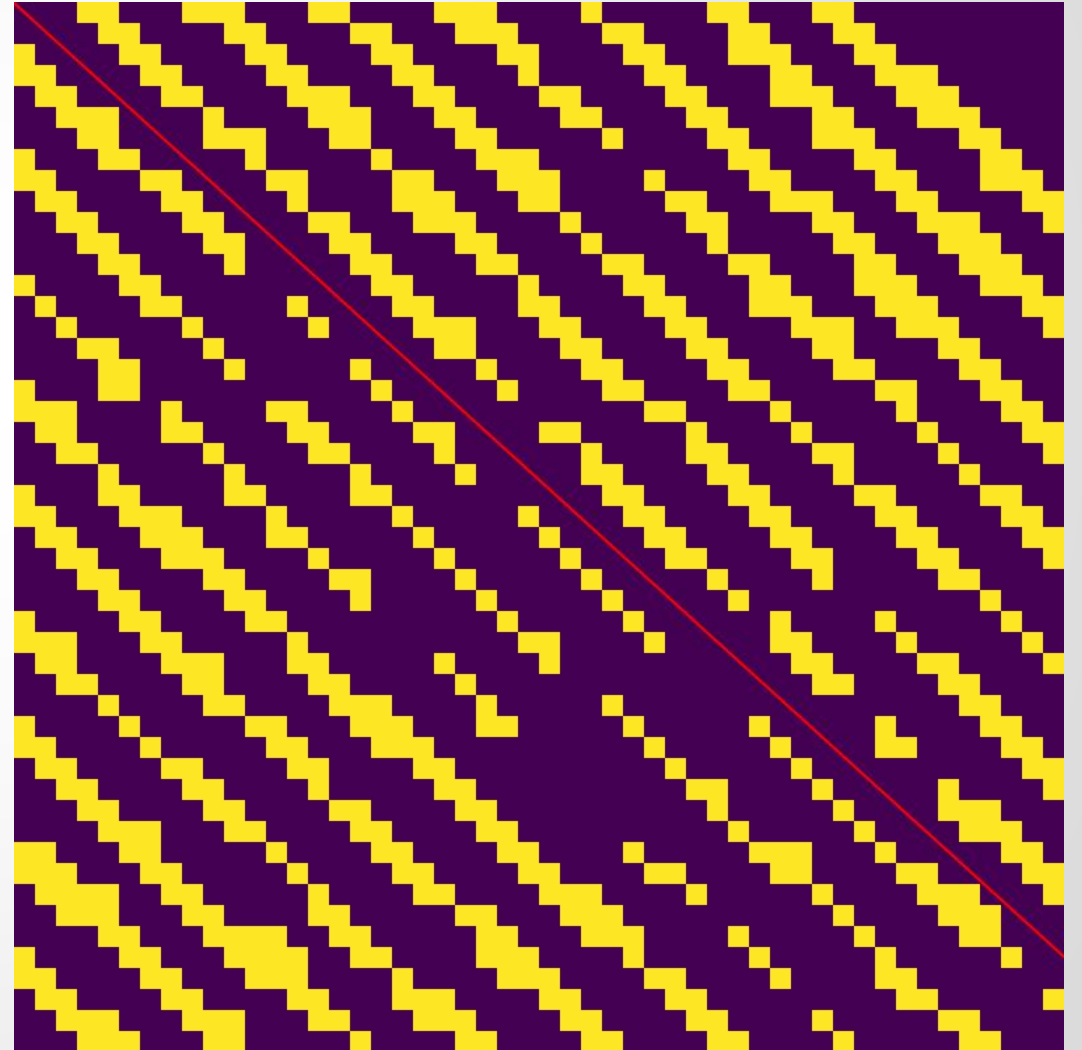
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu



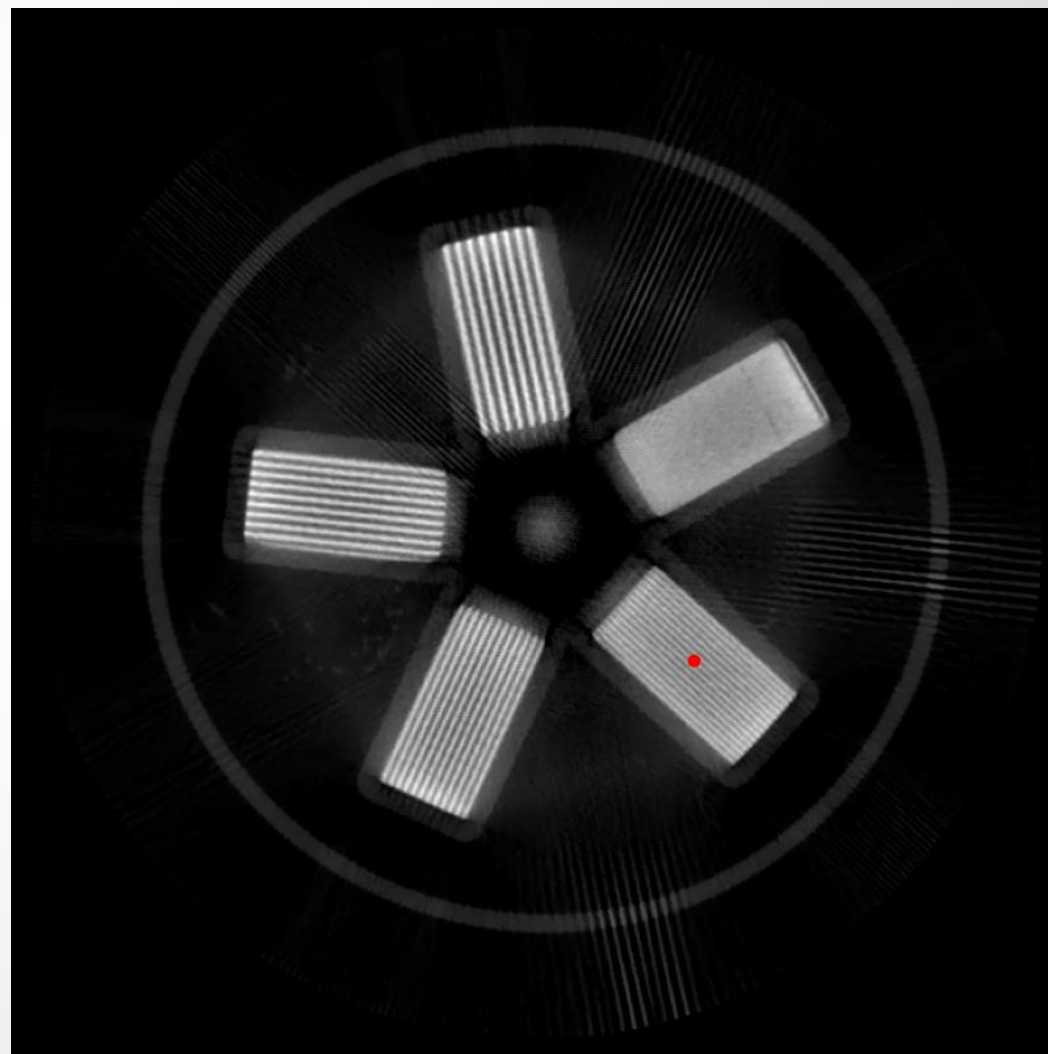
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace



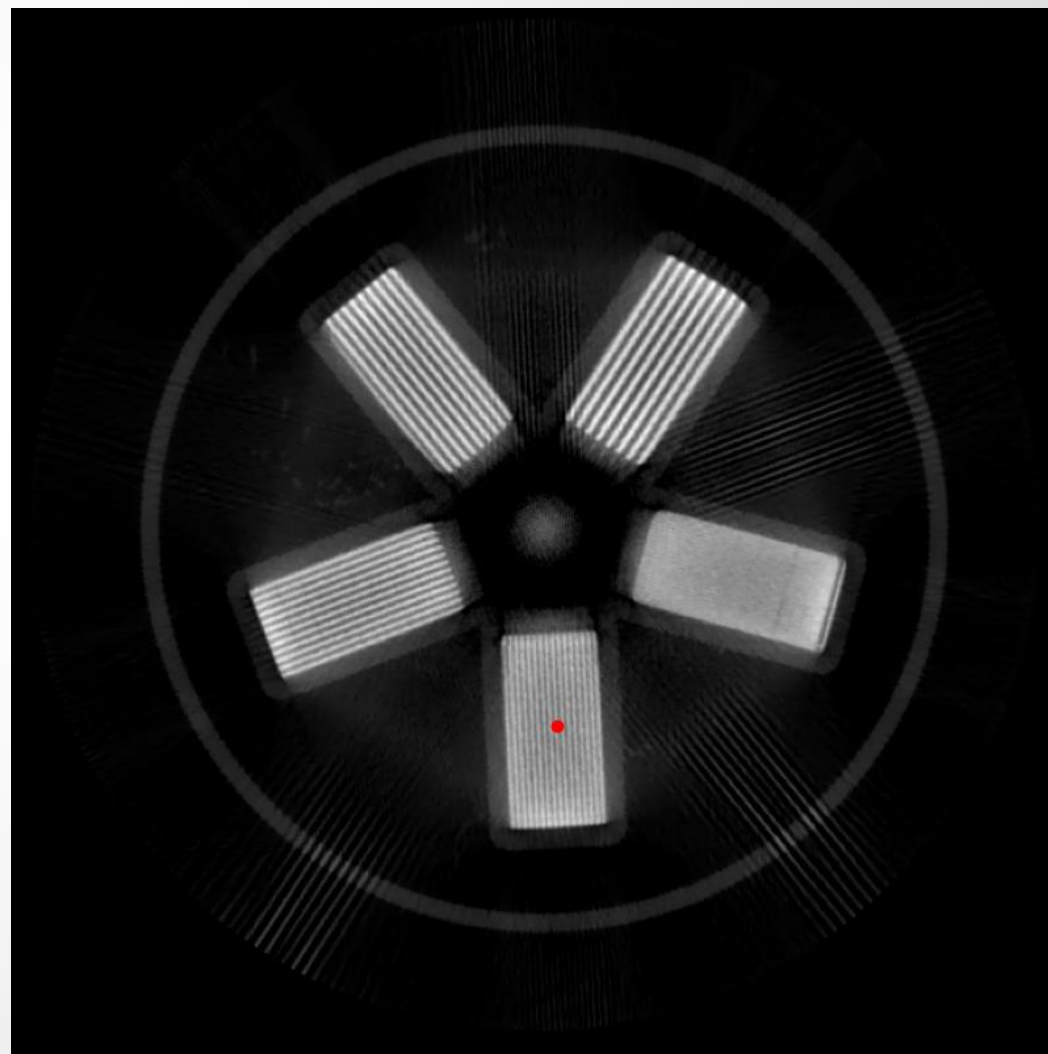
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace
- Rotace snímku z původní polohy



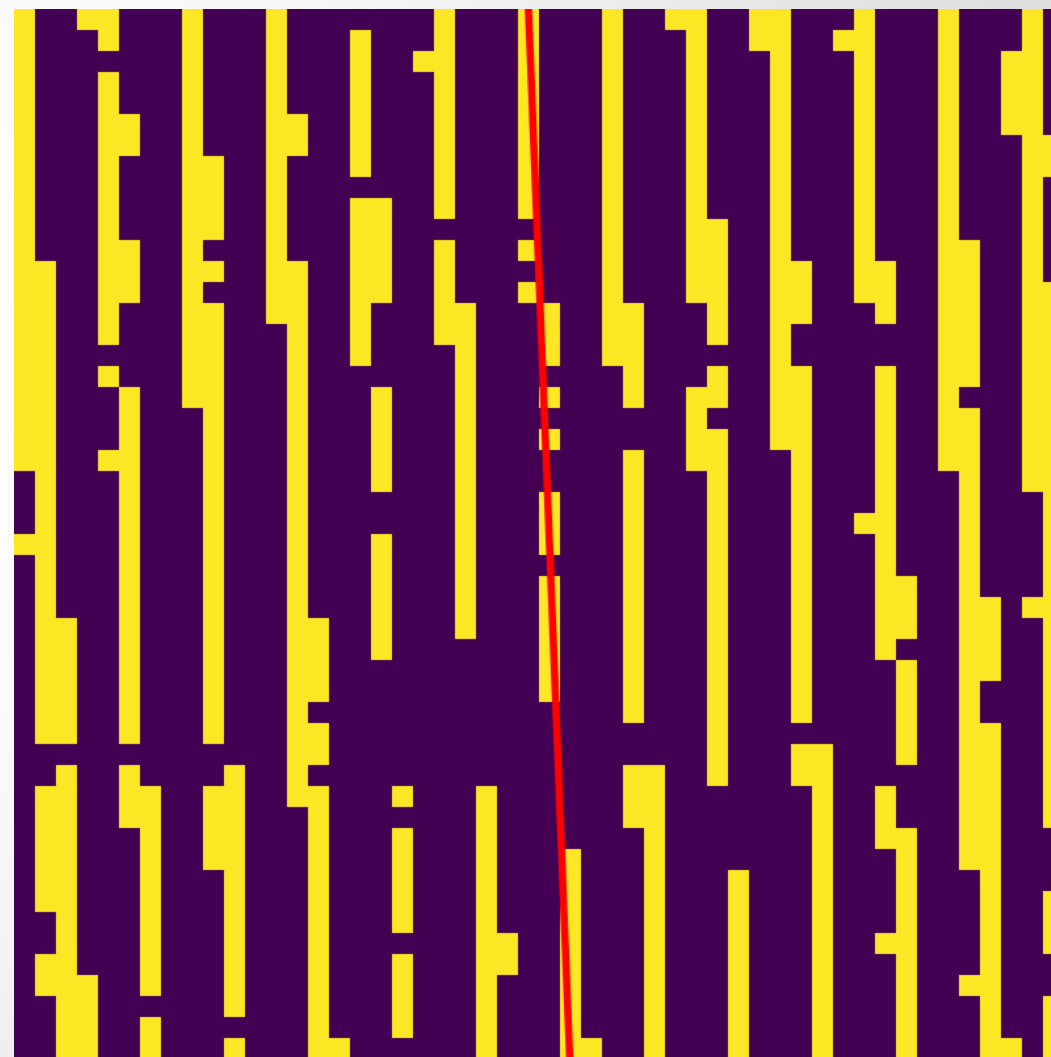
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace
- Rotace snímku z původní polohy do nové (odchylka 3 stupně)



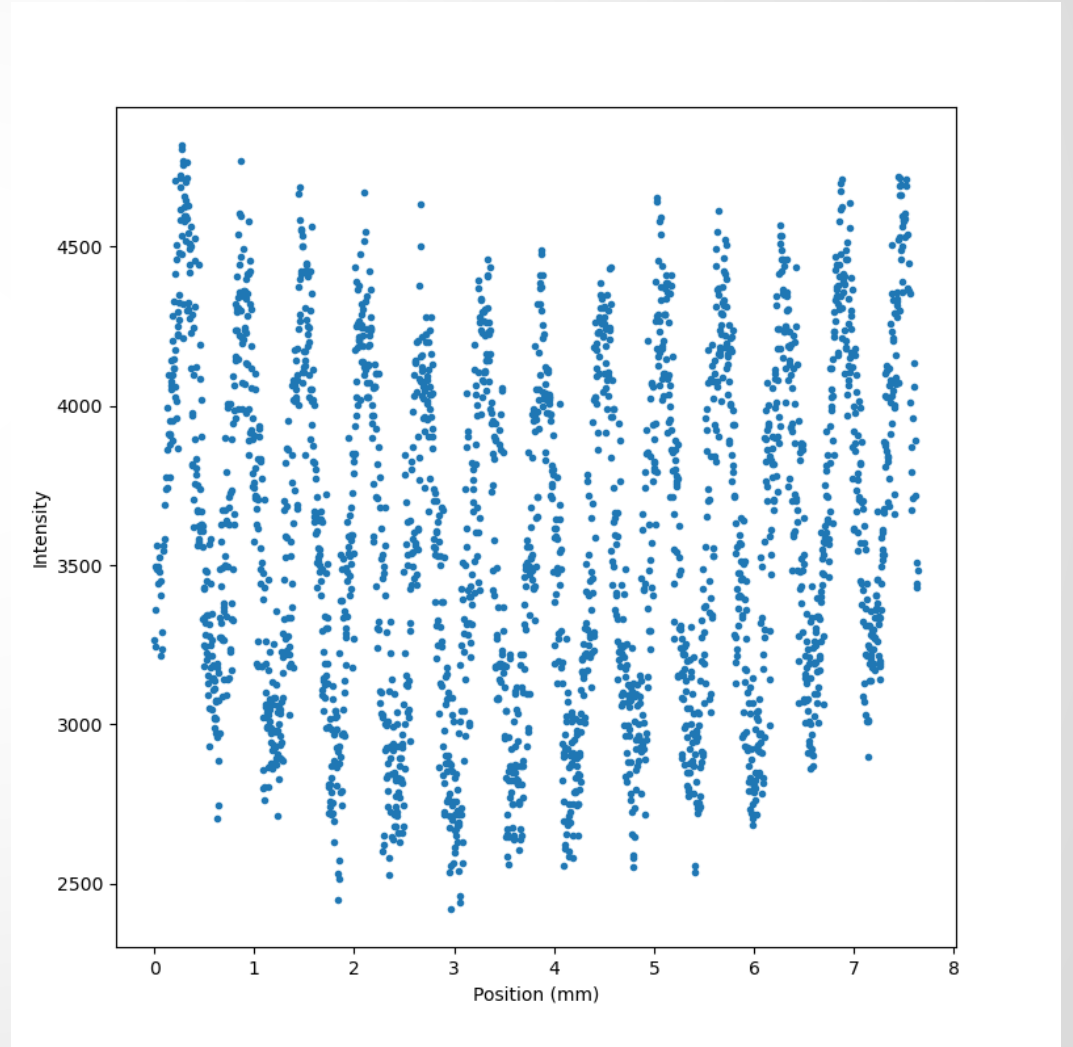
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace
- Rotace snímku z původní polohy do nové (odchylka 3 stupně)
- ROI kolem detekovaného bodu, provedení Houghovy transformace



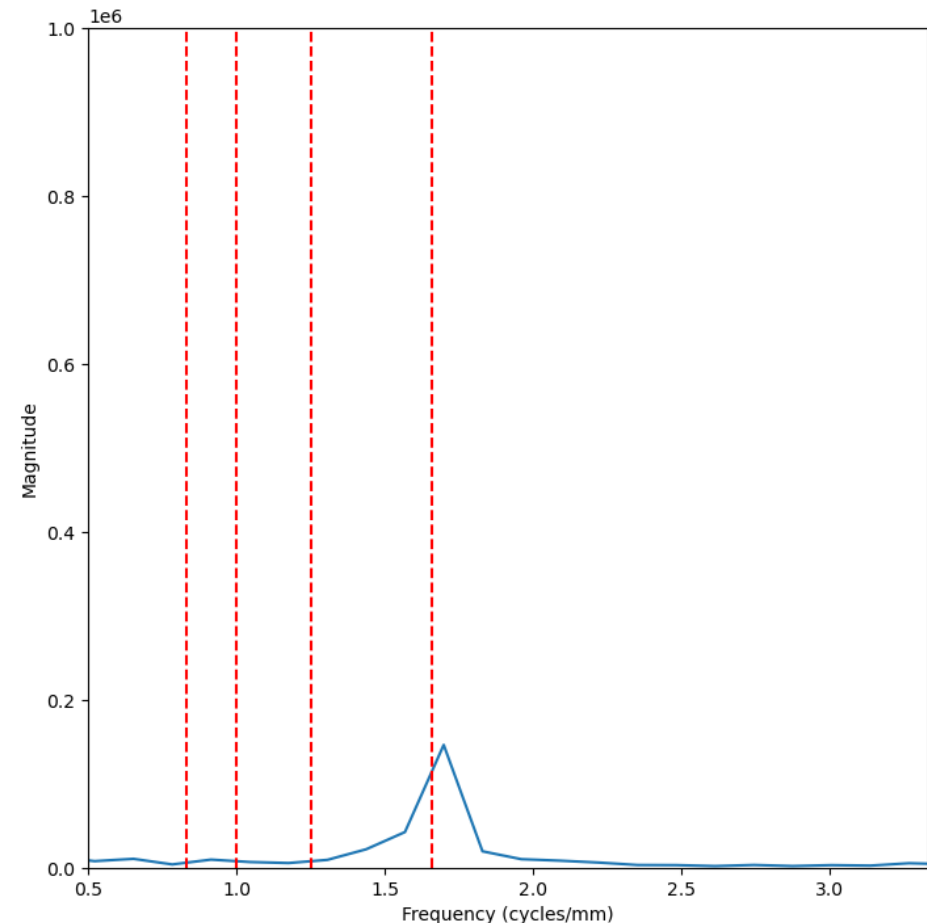
Objekt prostorového rozlišení

- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace
- Rotace snímku z původní polohy do nové (odchylka 3 stupně)
- ROI kolem detekovaného bodu, provedení Houghovy transformace
- Přepočet polohy bodů podle detekovaného úhlu

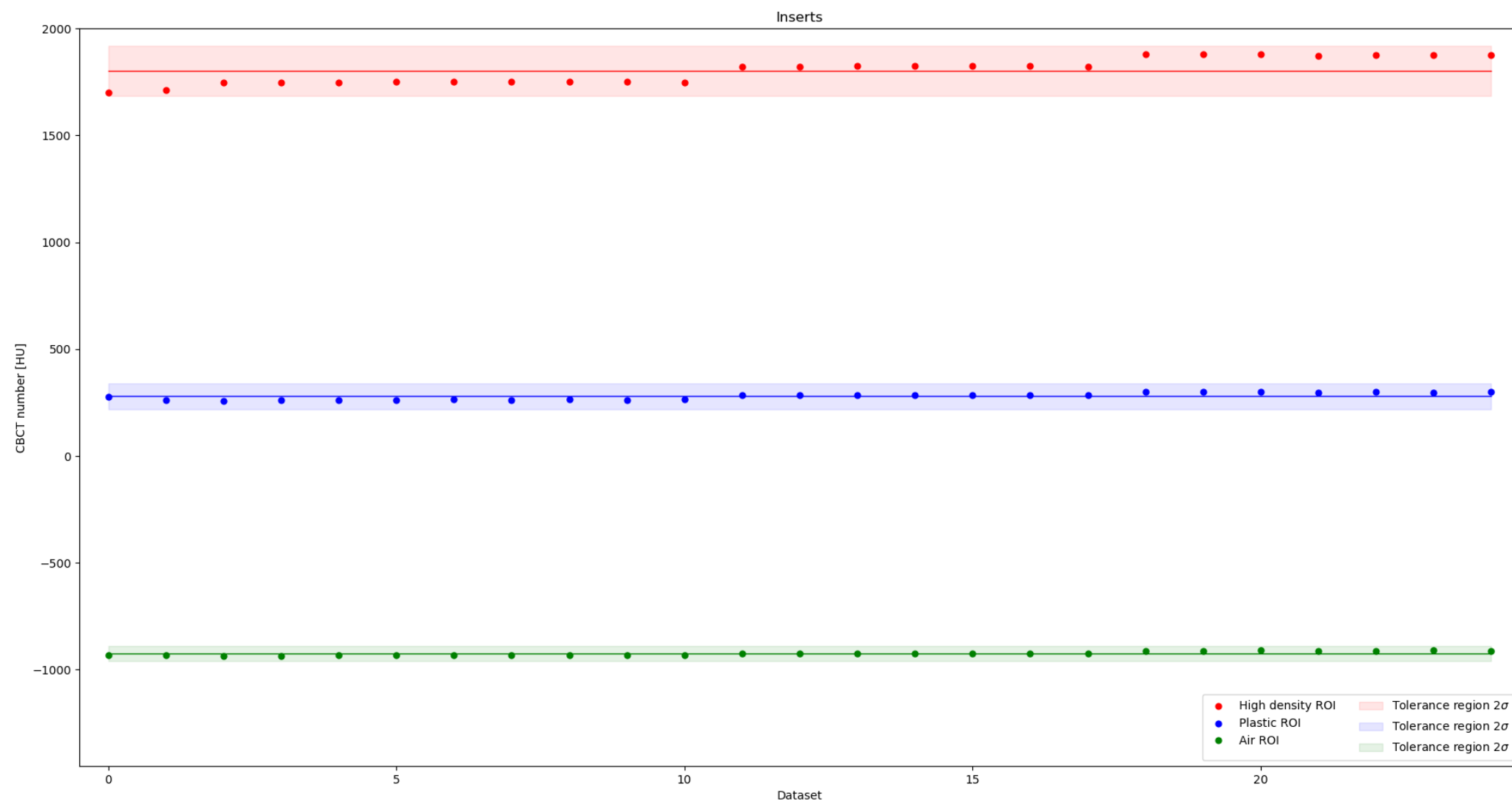


Objekt prostorového rozlišení

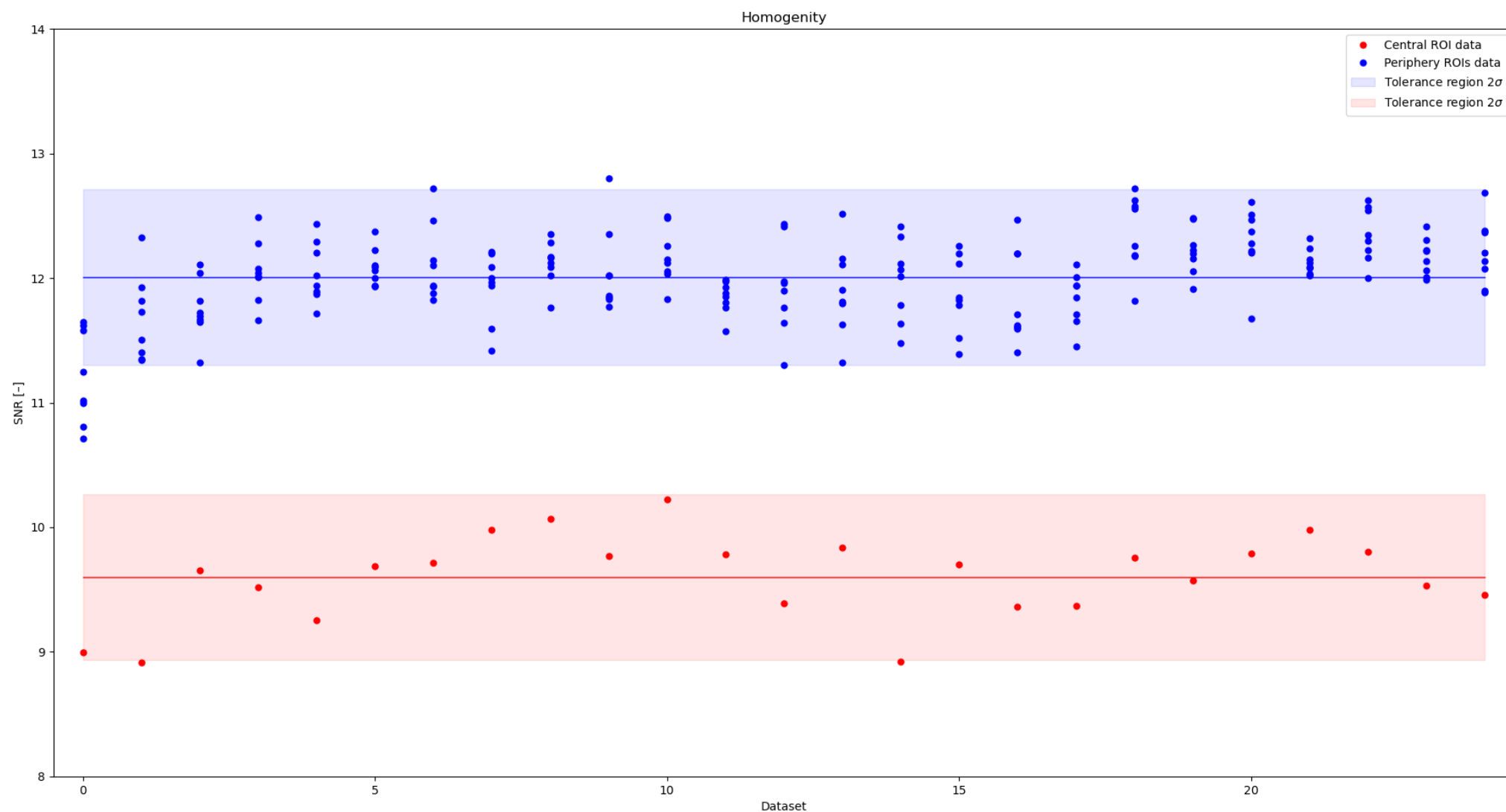
- ROI kolem detekovaného bodu
- Houghova transformace
- Rotace snímku z původní polohy do nové (odchylka 3 stupně)
- ROI kolem detekovaného bodu, provedení Houghovy transformace
- Přepočet polohy bodů podle detekovaného úhlu
- FFT pro zjištění frekvence objektu



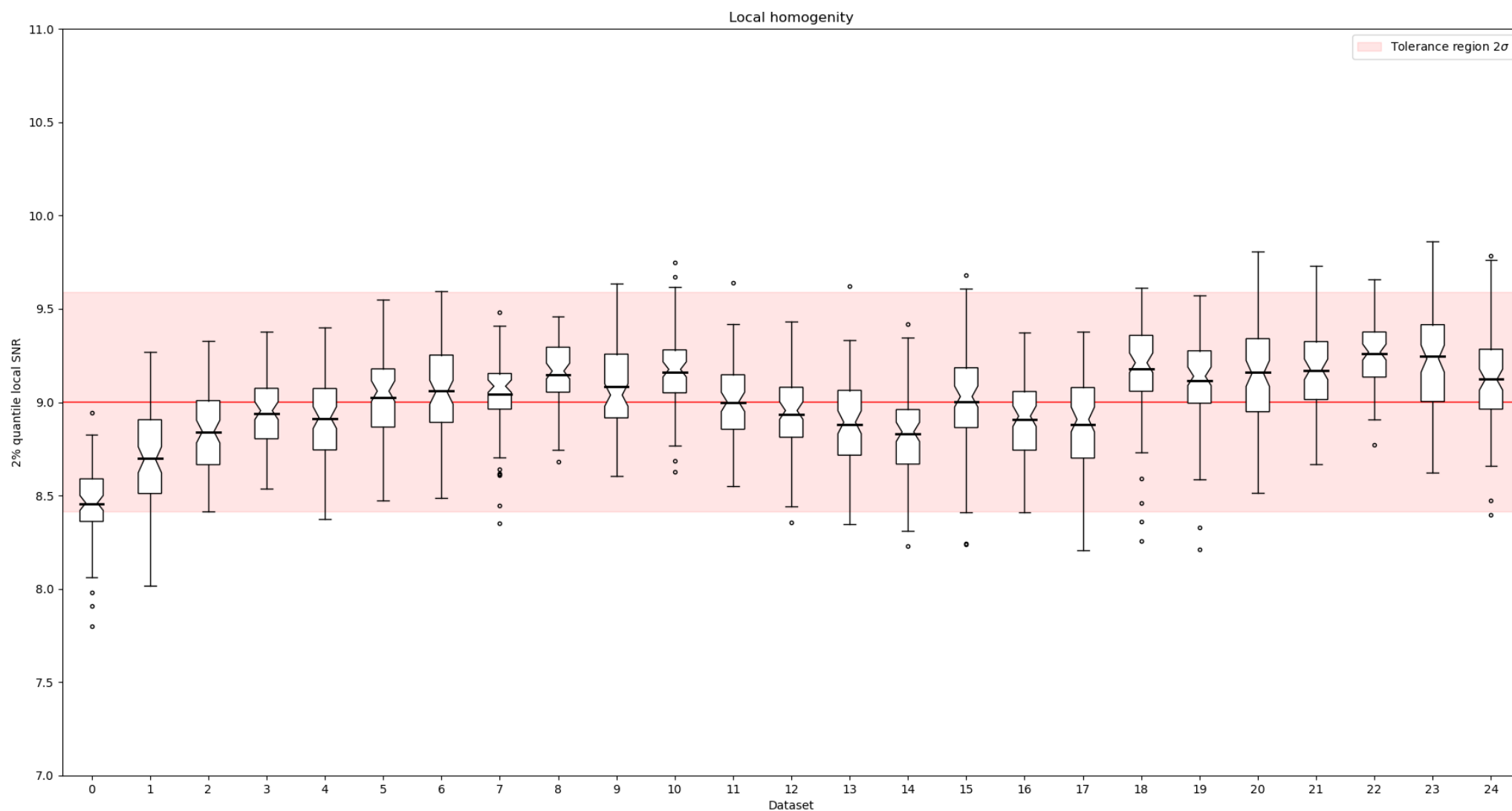
Referenční hodnoty



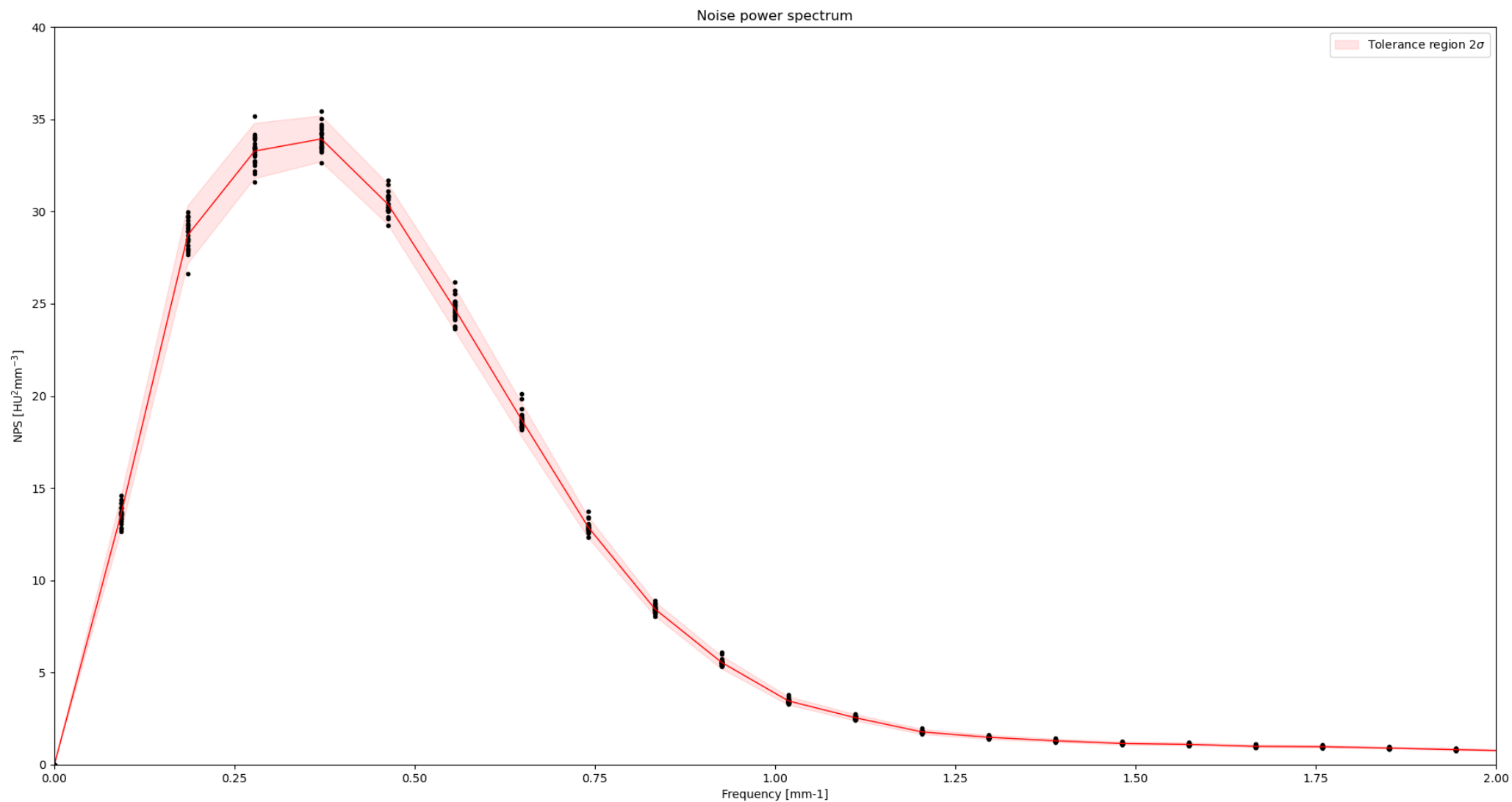
Referenční hodnoty



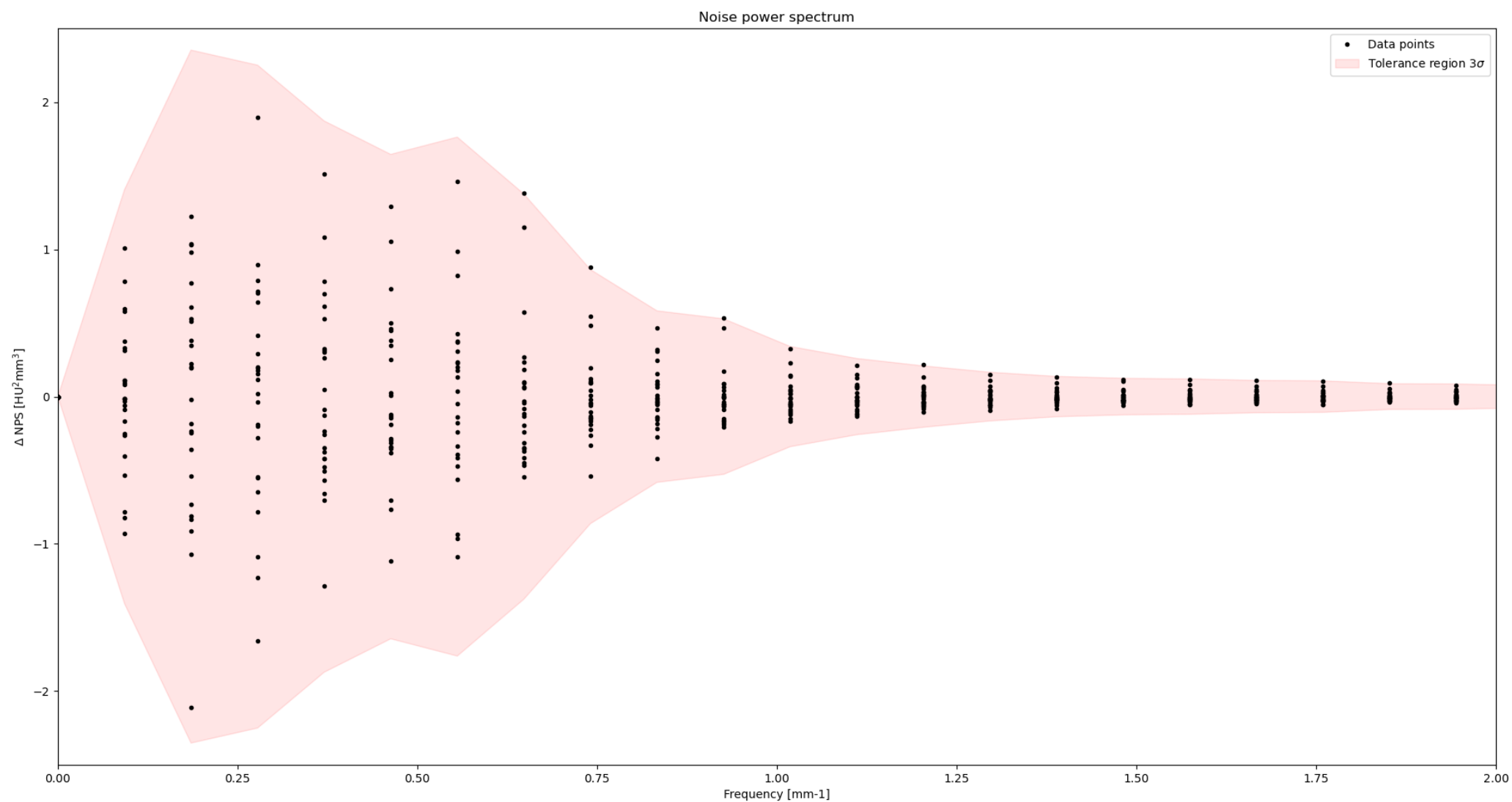
Referenční hodnoty



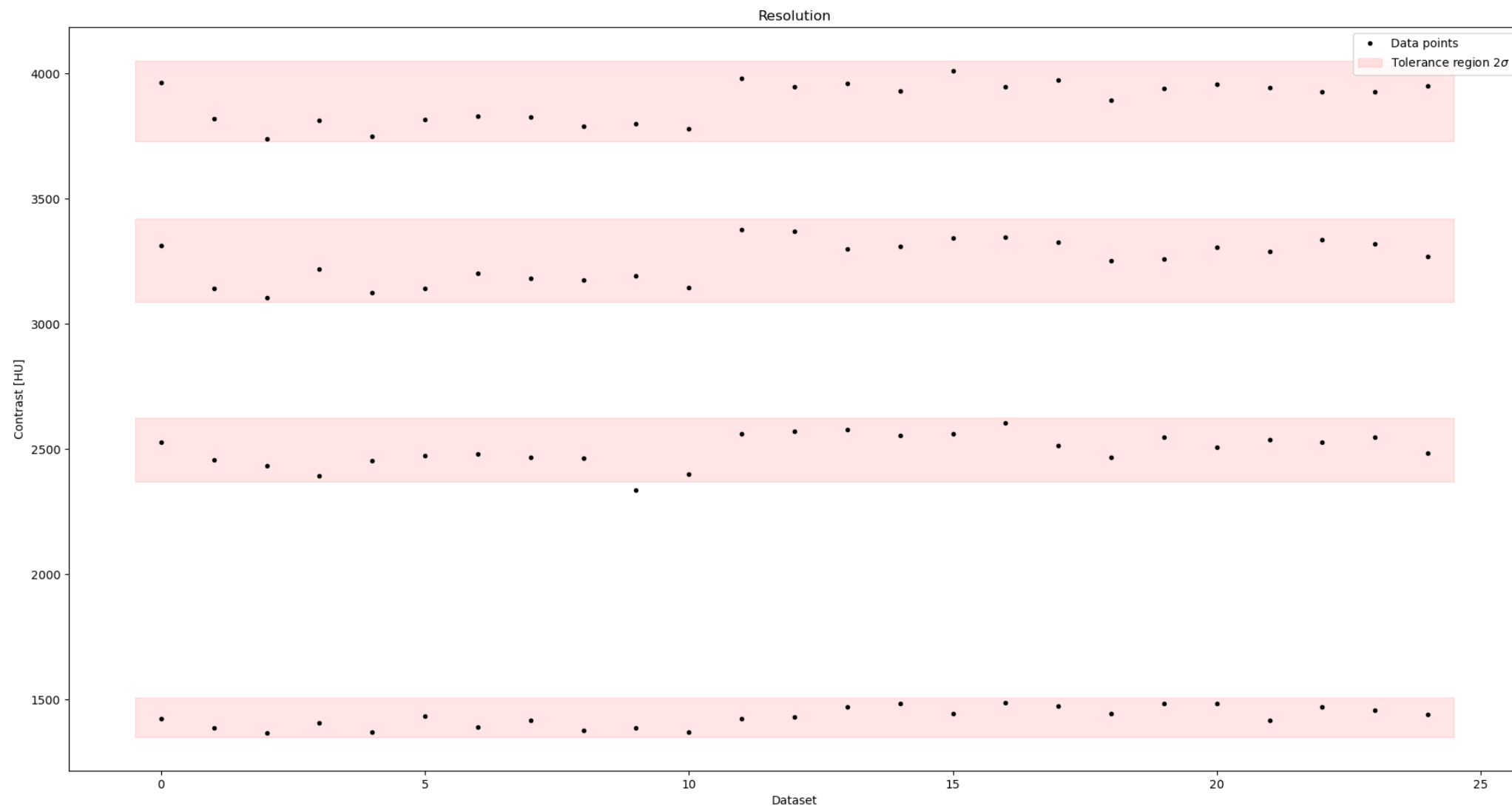
Referenční hodnoty



Referenční hodnoty



Referenční hodnoty



Poznámky k designu fantomu

- Fantom i skript jsou ve fázi funkčního prototypu
- Vnitřek fantomu je odlit ze silikonu, ale i přes využití vakuové vývěvy je v silikonu zachycen vzduch
- Objektů pro kontrolu prostorového rozlišení je pět z důvodu eliminace silných streak artefaktů
- Nejmenší objekt je obtížné vytisknout v požadované kvalitě
- Kontrola prostorového rozlišení by měla být v budoucnu prováděna pomocí stanovení MTF

Děkuji za pozornost