

TOMOGRAFIKOGEBOGEN

Elisabeth Ulrikkeholm

1 Princip og teori

Man kan bruge røntgenstråling til at lave en 3-d model af et objekt. Dette kan gøres fordi forskellige materialer absorberer røntgenstråling forskelligt. Ved at måle hvor meget røntgenstråling, der kan trænge igennem din prøve, kan du få information om hvordan den er opbygget. Når man laver Computer Tomografi (også kaldet CT), laver man flere hundrede optagelser af, hvordan røntgenstråling bliver bremset af den prøve, vi måler på. Herefter vil et computerprogram lave en rekonstruktion.

1.1 Absorption af røntgenfotoner

Når en foton rammer en prøve, kan den bliver absorberet af atomerne i materialet. Det betyder, at intensiteten (altså *antallet* af fotoner) falder, når man gennemlyser en prøve med røntgenstråling. Intensiteten, I , af røntgenfotonerne kan beregnes som funktion af tykkelsen af det absorberende materiale, z , ud fra *absorptionsloven*

$$I(z) = I_0 \cdot e^{-\mu z} \quad (1)$$

her er μ absorptionskoefficienten, der afgør hvor effektiv strålingen bremses af materialet. Dette er ikke en konstant, men en parameter, der afhænger af flere ting. Helt generelt gælder det, at μ er vokser både som funktion af densiteten af det absorberende materiale og som funktion af grundstofnummeret.

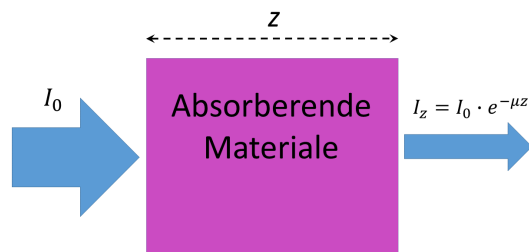


Figure 1: Når en prøve gennemlyses af røntgenfotoner, vil intensiteten af strålingen aftage eksponentielt som funktion af tykkelsen på det absorberende materiale.

2 Fremgangsmåde

I denne øvelse skal I både billeder i 2d og i 3d. Følg disse punkter trin for trin for trin.

Start røntgenmaskinen og tomografiprogrammet på computeren

Inden du kan komme i gang, skal du have tændt for røntgenapparatet og startet computerprogrammet.

- Tænd røntgenapparatet på bagsiden.
- Start computerprogrammet `measureCT`
- Vælg en passende placering af prøveholderen og detektoren. Ca. 250 mm for prøveholderen og 320 mm for detektoren er gode valg. BEMÆRK: Du skal ikke sætte din prøve i prøveholderen endnu.
- Fjern blænden foran røntgenkilden, hvis der er en.
- Luk lågen til røntgenapparatet.
- Lås lågen til røntgenapparatet, se Figur 2. Du hører et klik når lågen er låst.

Røntgenkilden kan nu tændes, og en kalibrering kan foretages. Bemærk, at det ikke er muligt at tænde røntgenapparatet uden lågen er lukket og låst.



Figure 2: *Tryk her for at låse lågen.*

Kalibrering

Den første måling, du skal foretage, er en kalibrering af detektoren. Dette er en måling uden en prøve. Det er ikke muligt at lave tomografi uden først at lave en kalibrering af detektoren.

- Fjern prøve fra prøveholder, hvis der er en prøve i forsøgskammeret.
- Vælg emissionsstrøm og højspænding. Dette kan gøres i **measureCT**, se Figur 3. Vælg som udgangspunkt $U = 35 \text{ kV}$, og $I = 1.00 \text{ mA}$.
- Tryk nu på "Calibrate". Detektoren vil nu bruge cirka 30 s. på at kalibrere.
- "Detector exposure" (Se Figur 3) angiver hvor meget stråling, detektoren exponeres til. Den må ikke mætte. Hvis den er ved at mætte, skal "exposure time" sættes ned.



Figure 3: Her kan du slukke og tænde for røntgenkilden og styre højspændingen og emissionsstrømmen. 1: Her kan du sætte højspændingen, 2: Her sætter du emissionsstrømmen, 3: Her kan du tænde og slukke for røntgenkilden. En buet linje betyder, at røntgenkilden er tændt, en lige linje betyder, at den er slukket.

I er nu klar til at starte jeres eksperiment. Bemærk, at hvis I ændrer positionen af detektoren, eller varierer emissionsstrøm eller højspænding, så skal I lave en ny kalibrering.

Start en måling

- Sluk røntgenkilden og lås lågen op.
- Vælg en passende prøveholder fra den grå kuffert.
- Prøven kan fastgøres ved at bruge velkrotape.
- Når prøven sættes i forsøgs-kammeret, prøv da at sætte den i midten af prøveholderen. Det vil give jer de bedste rekonstruktioner.
- Luk og lås lågen, og tænd for røntgenkilden.
- På panelet på Figur 4 kan I optage og gemme livebilleder.



Figure 4: Brug dette panel til at optage radiografier

- Indtast positionen af detektoren og den roterende prøveholder, se Figur 5. Deres position måles på bagsiden, se Figur 5.



Figure 5: Angiv positionen af prøveholderen (1) og detektoren (2). Positionen skal angives i mm, og måles på bagsiden.

Lav et CTscan

- Under "File"-menuen skal I vælge "new eksperiment". Undlad mellemrum når I vælger et navn til jeres eksperiment.
- Gå til CTscanningssiden ved at klikke på ikonet på Figur 6

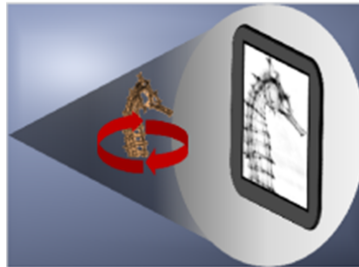


Figure 6: *Klik på dette ikon får at gå videre til CTscanningssiden.*

- Vælg et passende antal projektioner (200 er typisk passende) og tryk "SCAN"
- Når målingerne er færdiggjorte, kan I klikke jer videre til rekonstruktionssiden, se Figur 7. Her kan I lave en rekonstruktion ved at trykke "Reconstruct", og I kan optimere på de forskellige parametre. Når I har fundet nogle gode værdier, kan I gå videre til visualiseringssiden, se Figur 7.
- På visualiseringssiden kan I se tværsnit af den rekonstruktion, programmet har lavet af jeres prøve.

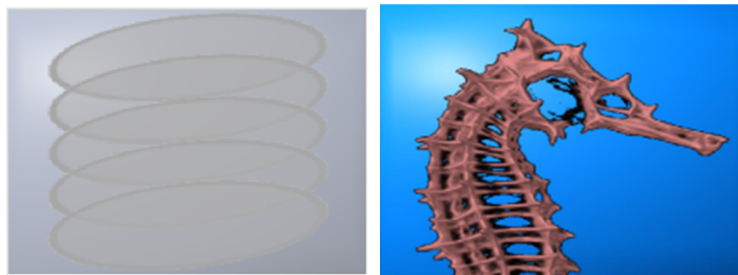


Figure 7: *Venstre: Klik på dette ikon får at gå videre til rekonstruktionssiden. Højre: Klik på dette ikon for at gå til visualiseringssiden.*

Billedbehandling i Volview

I kan lave den bedste billedbehandling, hvis I bruger programmet "Volview". Dette kan I vælge ved at trykke på "Volview-ikonet", se Figur 8. Når I har trykket på dette ikon, åbnes jeres fil i dette program. Da datafilen er ret stor, kan vil dette typisk tage ca. 20 s. Hav tålmodighed!



Figure 8: Tryk på Volview for at gå videre til Volview programmet.

I Volview kan I se "snit" igennem jeres rekonstruktion og I får en 3-d figur, I kan rotere. I dette program kan I både lave billeder til jeres rapporter, men også små film, I kan bruge til præsentationer.

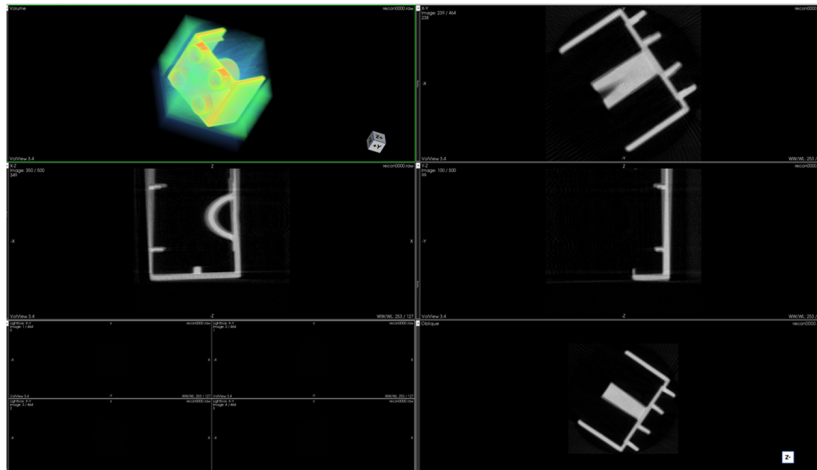


Figure 9: I Volview kan I lave snits igennem jeres rekonstruktion. I får også er 3-d model af jeres objekt.

3 Opgaver og spørgsmål

Start med at lave et 2d røntgenbillede af den prøve, I har fået udleveret. Lav derefter en fuld CT-scanning og en rekonstruktion i 3d. Jeres rapport skal omfatte følgende punkter.

- Beskriv den eksperimentelle opstilling.
- Beregn og vis et histogram over pixel-værdier i 2D-billedet, evt. ved hjælp af de udleverede Matlab-programmer
- Hvor stor en procentdel af prøven udgøres af kraftigt absorberende materiale?