

A novel method to assess dosimetric impact of system specific geometric distortion in an MRI only workflow

C GUSTAFSSON^{1,2}, F NORDSTRÖM³, E PERSSON¹, LE OLSSON²

1) DEPARTMENT OF HEMATOLOGY, ONCOLOGY AND RADIATION PHYSICS, SKÅNE UNIVERSITY HOSPITAL

2) DEPARTMENT OF MEDICAL PHYSICS, LUND UNIVERSITY, MALMÖ, SWEDEN

3) DEPARTMENT OF MEDICAL PHYSICS AND BIOMEDICAL ENGINEERING, SAHLGRENSKA UNIVERSITY HOSPITAL, GOTHENBURG, SWEDEN



Christian Gustafsson, Medical Physicist, MSc
christian.k.gustafsson@skane.se

MRI only

Ett radioterapiarbetsflöde där anatomisk linjering och dosplanering sker med endast hjälp av MRI. CT är exkluderad i detta arbetsflöde.

Problemet i en helt ny värld

MR-fysikern: Denna sekvens ger oss X mm distorsion i en MR bild.

RT-fysiker: Ok, men vad kommer det innebära i avvikelse för den planerade dosen till patient?

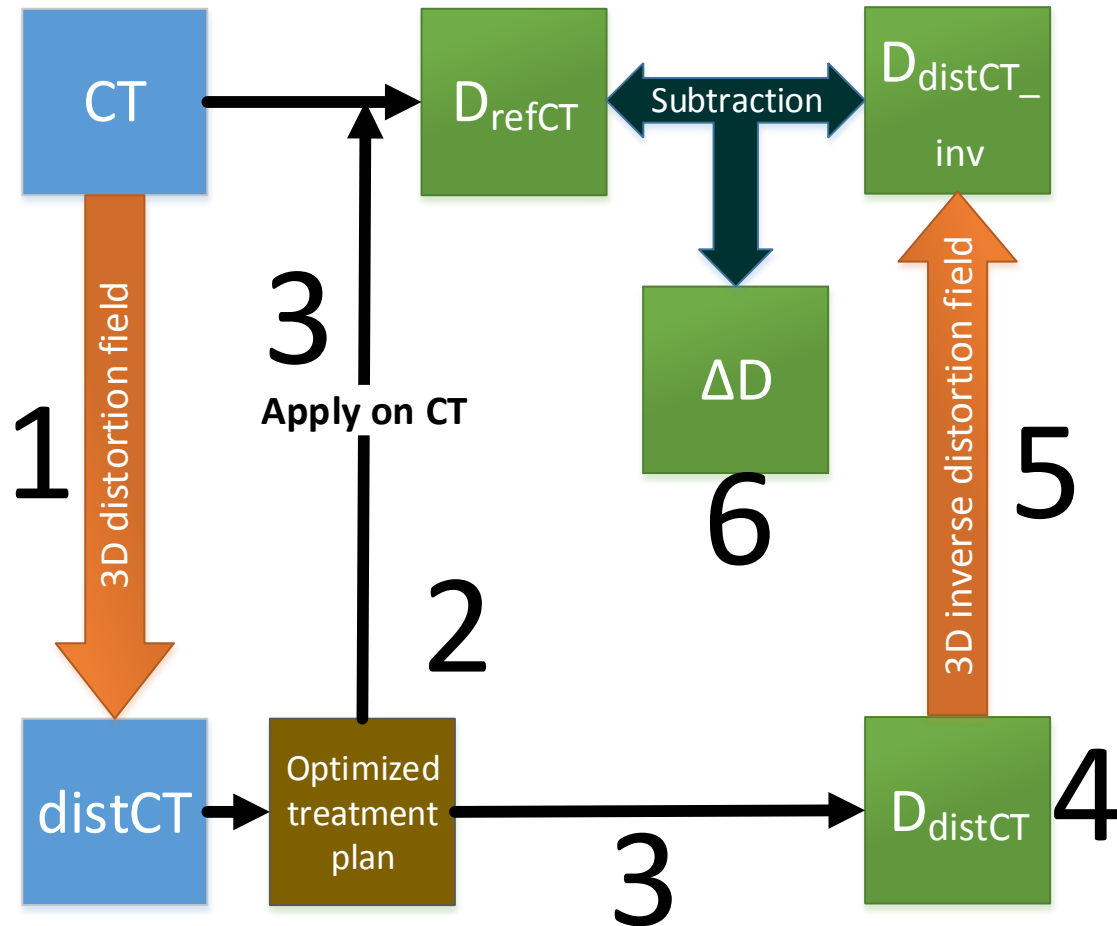
MR-fysikern: Kolla, en flygande gris... och jag är dessutom sen till ett viktigt möte.



Mål

- Att utveckla en metod för kvalitetskontroll av MRI protokoll och validering av kliniska MRI sekvenser för användande i ett MRI-baserat arbetsflöde.
- Utvärdera avvikelser i planerad dos som uppkommer på grund av systemspecifika geometriska distorsioner i MR.

Metod (översikt)



0. Mät distorsionsfältet i MR
1. Applicera distorsionsfält på original CT
2. Skapa dosplan
3. Applicera dosplan på original CT och distorderad CT.
4. Extrahera dosdistributioner
5. Applicering av invers
6. Beräkna dosdifferens

MR protokoll

Två MR protokoll använda, Best Case och Worst Case

Best Case	Worst Case
3D distortion correction ON	3D distortion correction OFF
High bandwidth (390 Hz/pixel)	Low bandwidth (156 Hz/pixel)

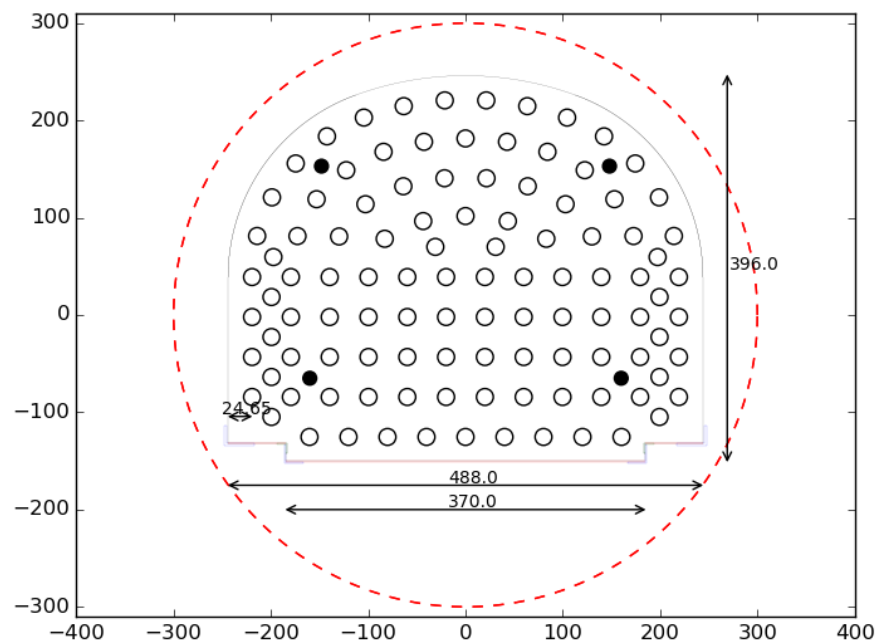
0. Mät distorsionsfältet i MR



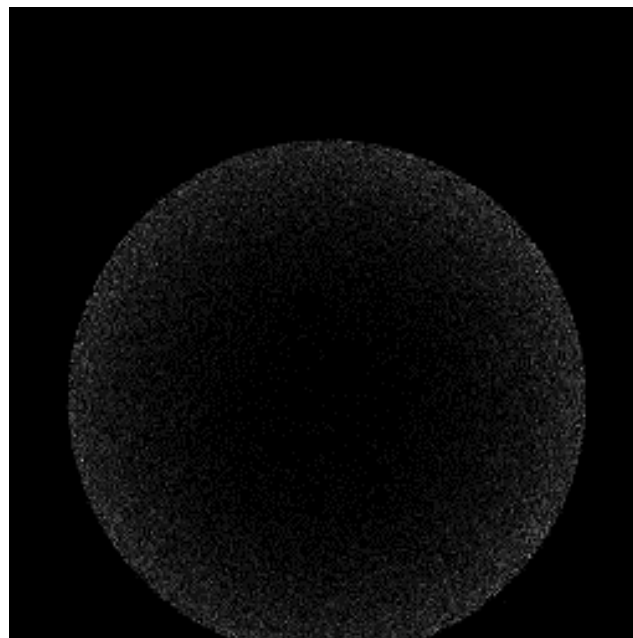
- GE Discovery 750W 3T
- FRFSE-XL sekvens. Används i en in-vivo MR baserad dosplaneringsstudie.
- Spectronic Medical AB geometri fantom.

0. Mät distortionsfältet i MR

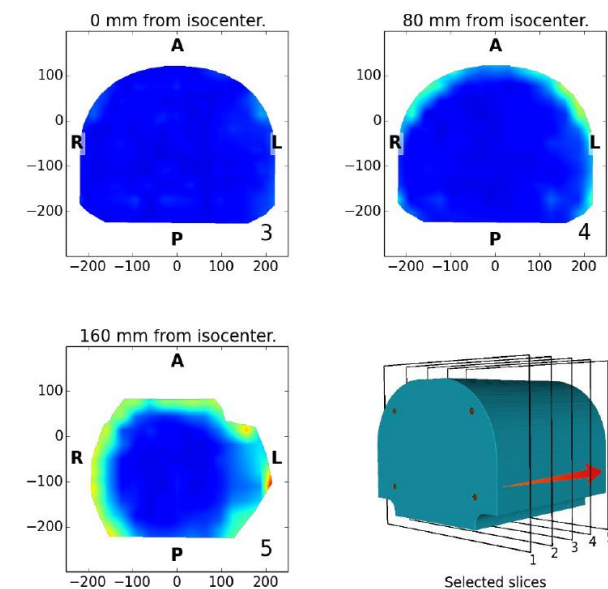
Fantomritning



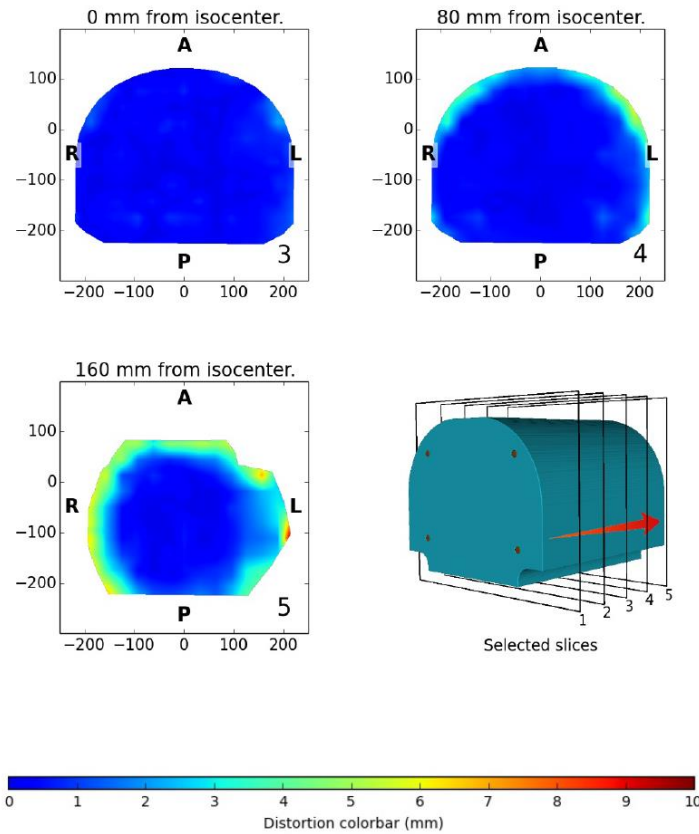
MR-bilder



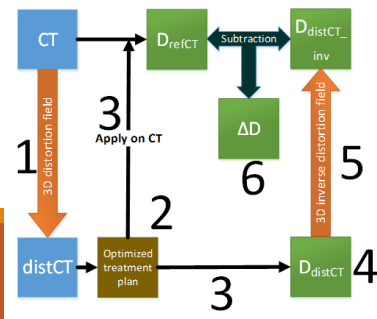
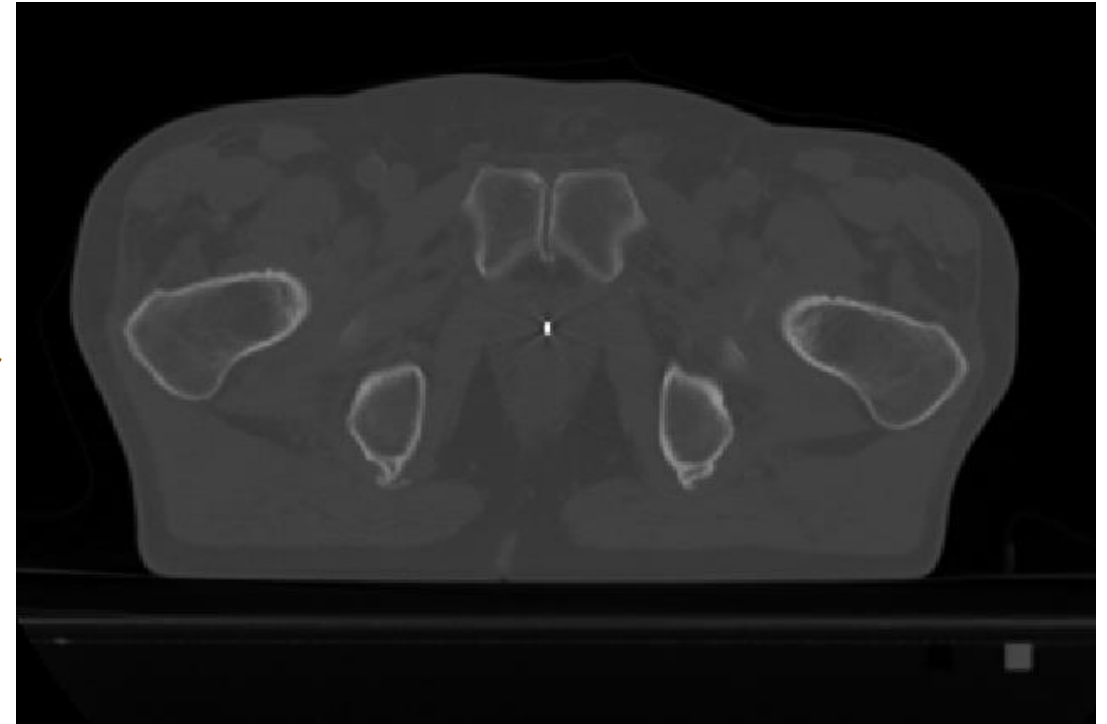
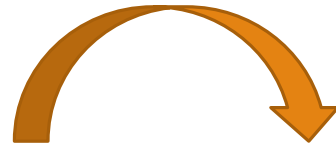
Distorsionsfält



1. Applicera distortionsfält på original CT

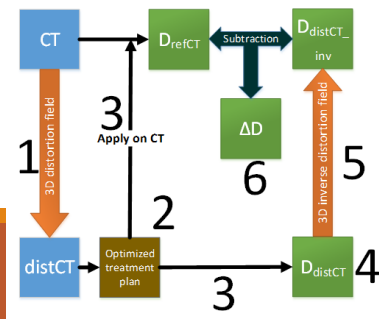
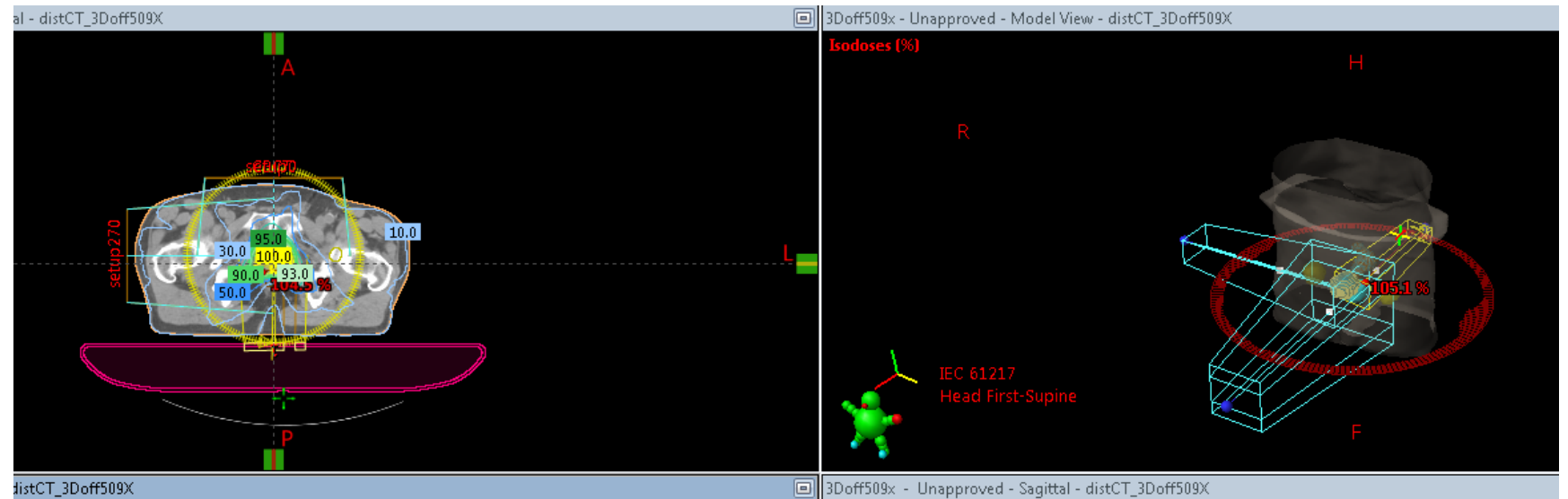


Matlab: imwarp

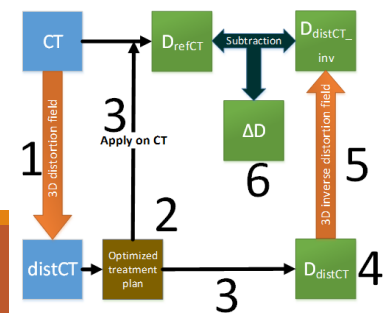
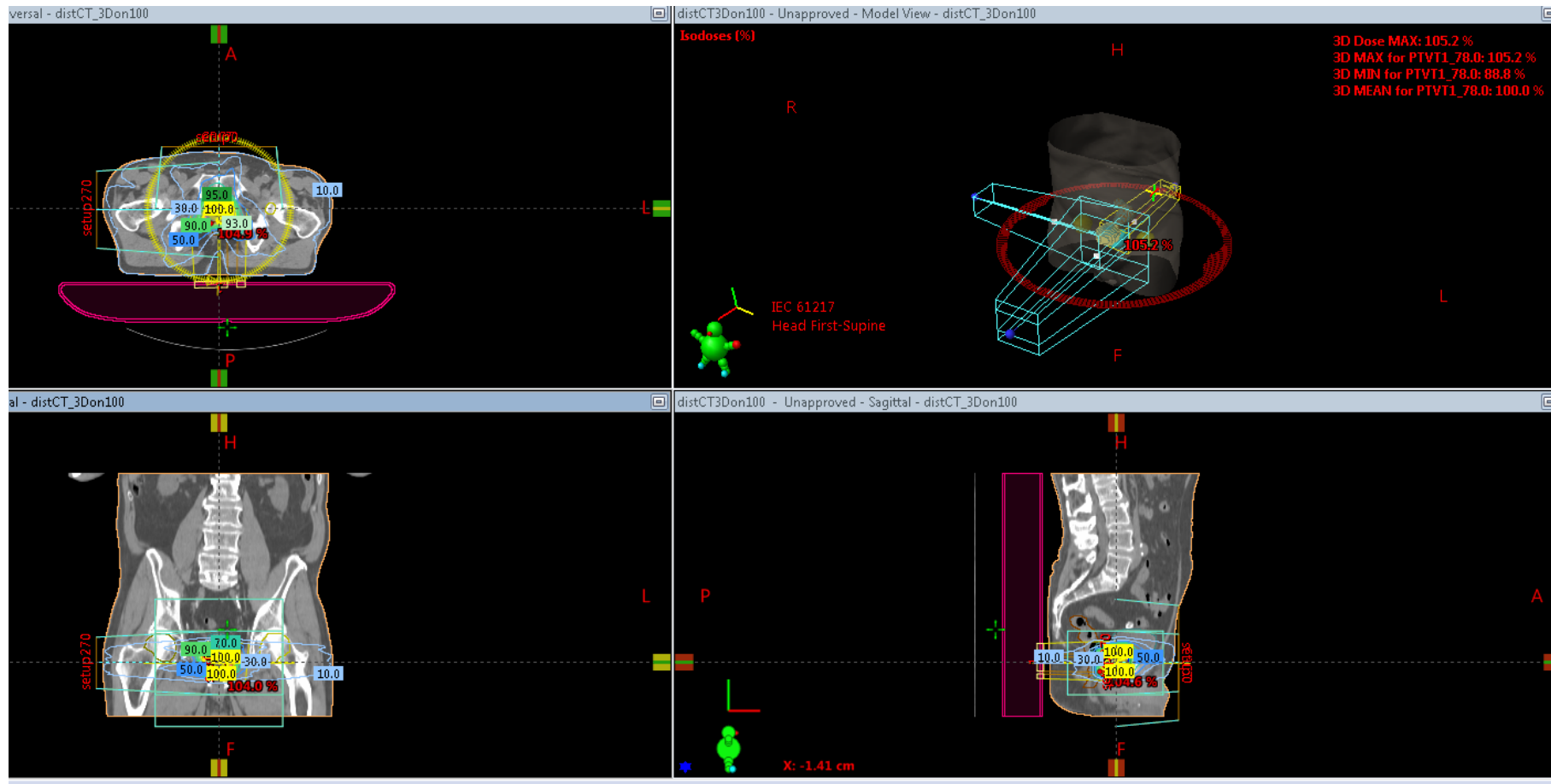


2. Skapa dosplan

Optimerad dosplan från best case. →

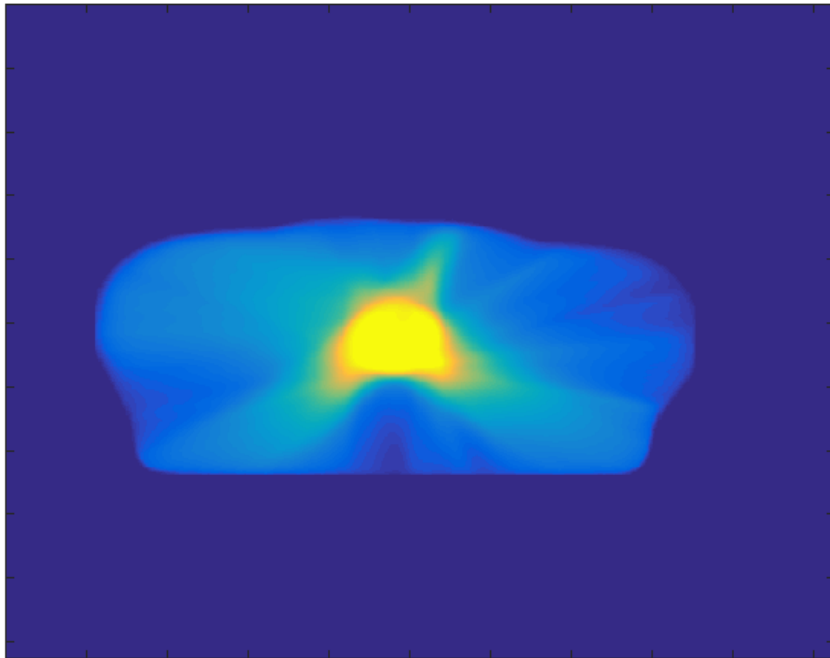


3. Applicera dosplan på original CT och distorderad CT

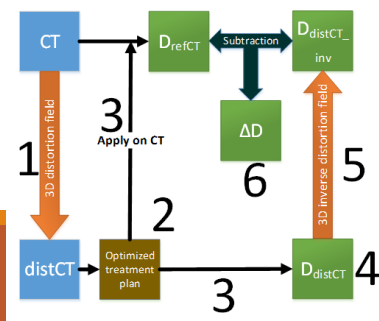
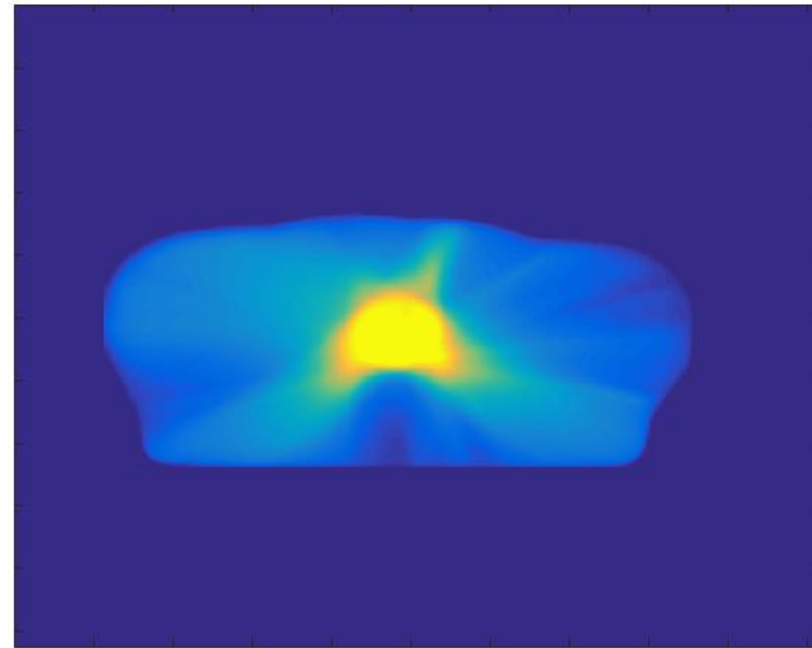


4. Extrahera dosdistributioner

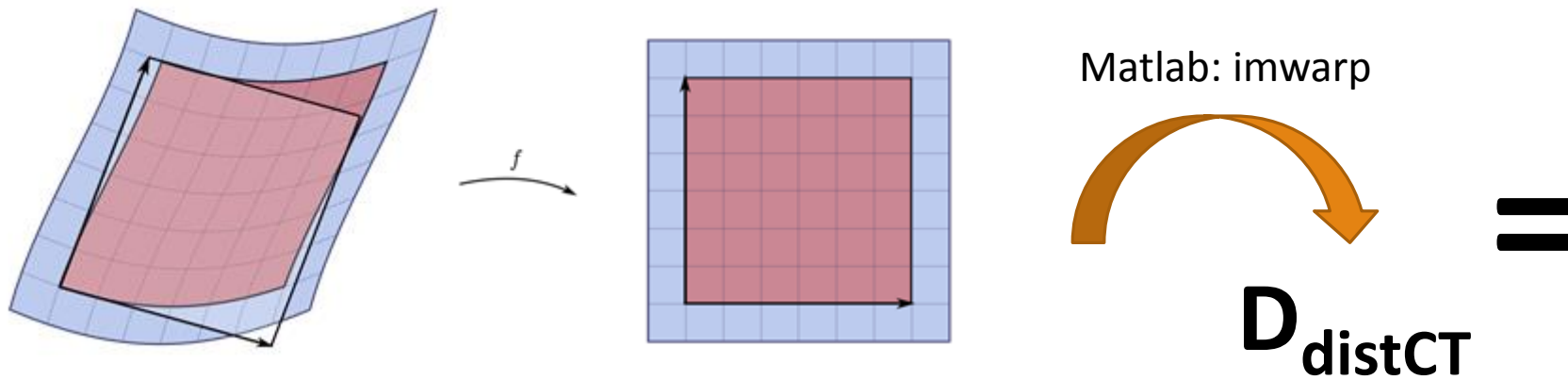
D_{refCT}



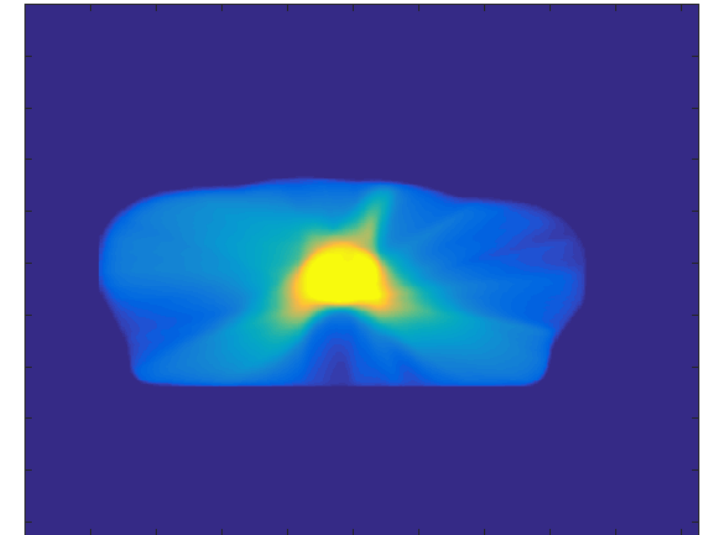
D_{distCT}



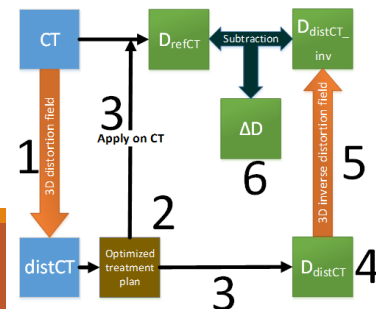
5. Applicera inversen av distorsionsfältet



$D_{\text{distCT_inv}}$

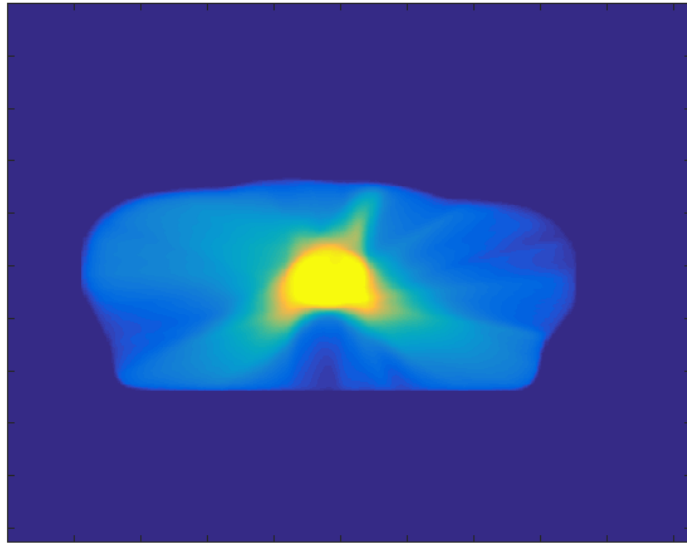


- Distorderad CT – Antagen geometriskt inkorrekt
- För över dosdistributionen från distorderad CT till ett geometriskt korrekt frame of reference = original CT.

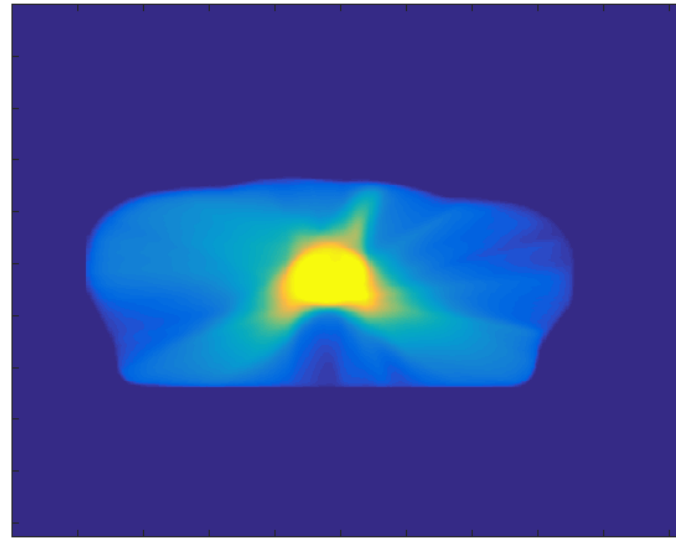


6. Beräkna dosdifferens

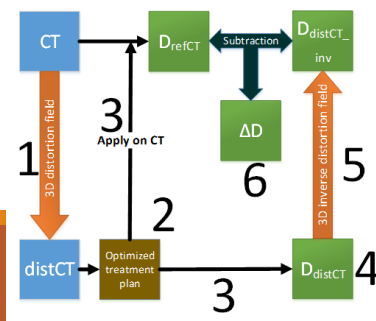
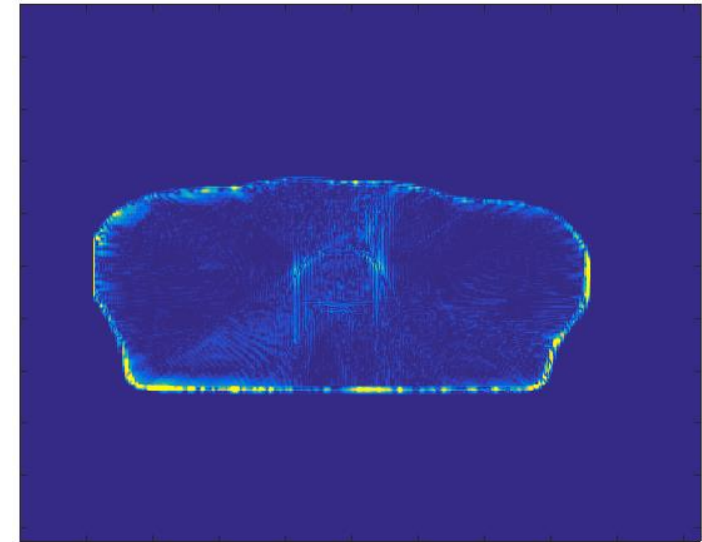
D_{refCT}



D_{distCT_inv}



ΔD

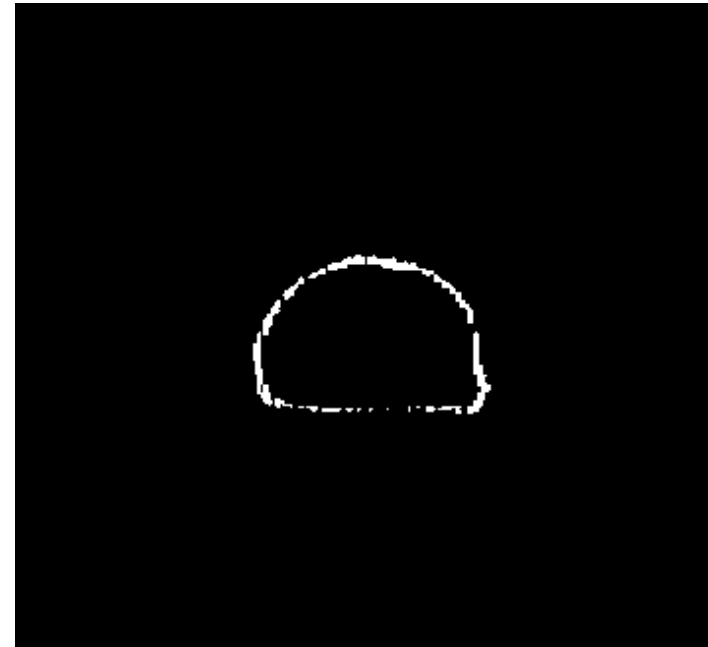


Extrahera isodosnivåerna från dosdifferensen

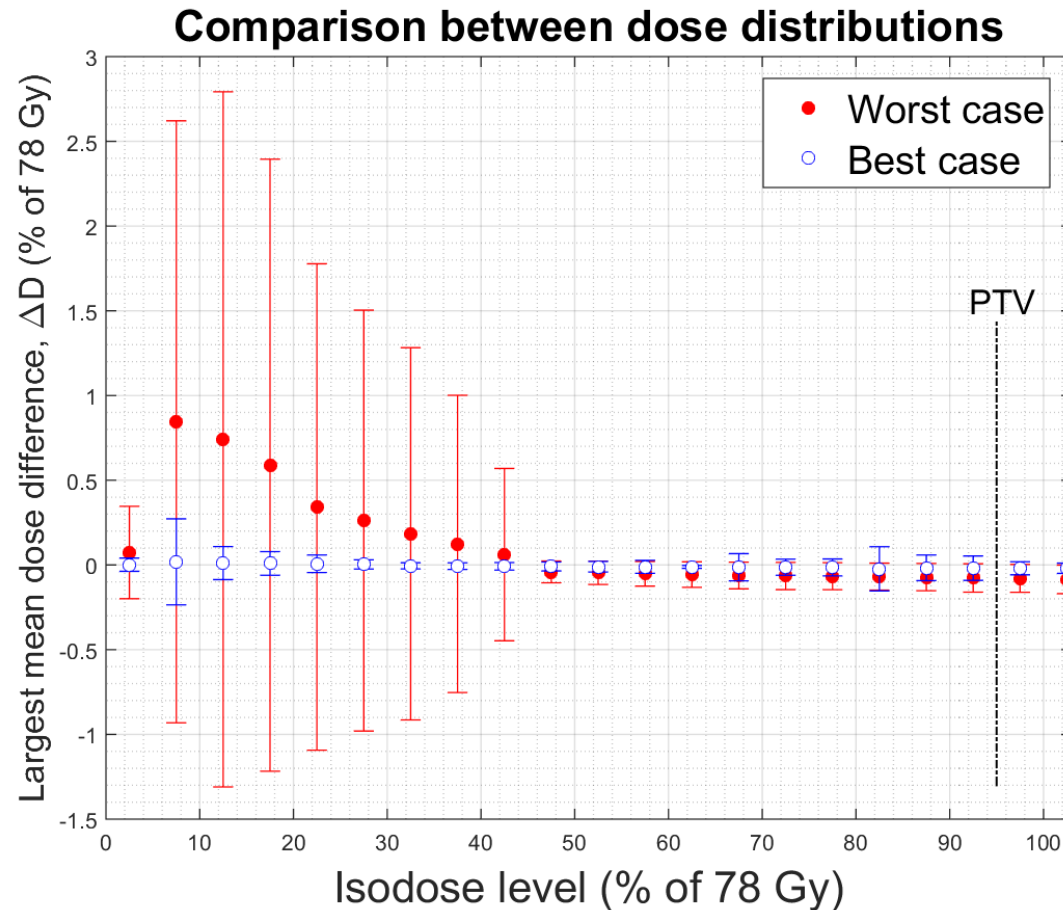
Isodosnivå bin 30-35 %



Isodosnivå bin 90-95 %



Resultat



- Största medelvärde av procentuell dosavvikelse för varje isodosnivå bland alla patienter i studien.
- Original CT dosdistribution används som referens.
- Avvikelser försumbara för Best case.
- Avvikelser för Worst case.

Slutsats

- Metoden kvantifierade den dosimetriska effekt som systemspecifika geometriska distorsioner gav upphov till.
- De dosimetriska effekterna var försumbara vid användning av det optimerade protokollet Best case.
- Metoden hade potential att kunna användas för valfritt MR protokoll och valfri anatomi.

Lösningen i en helt ny värld

MR-fysikern: Denna sekvens ger oss X mm distorsion.

RT-fysiker: Ok, fint, men vad kommer det innebära i avvikelser för den planerade dosen?

MR-fysikern: Den dosimetriska effekten är försumbar vid användning av FRFSE sekvensen med påslagen 3D distorsionskorrektur och hög utläsningsbandbredd.