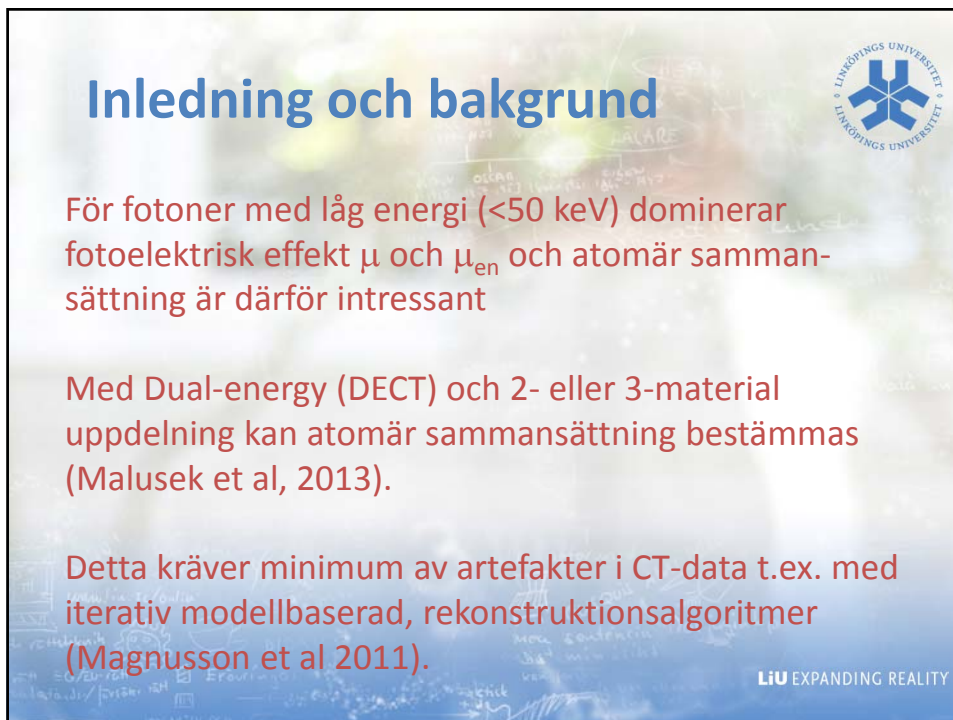


Quantitative tissue classification via dual-energy computed tomography

Alexandr Malusek, Maria Magnusson,
Gudrun Alm Carlsson, Michael Sandborg

Medical Radiation Physics, Radiological Sciences,
Linköpings Universitet, CMIV

LIU EXPANDING REALITY



Inledning och bakgrund

För fotoner med låg energi (<50 keV) dominerar fotoelektrisk effekt μ och μ_{en} och atomär sammansättning är därför intressant

Med Dual-energy (DECT) och 2- eller 3-material uppdelning kan atomär sammansättning bestämmas (Malusek et al, 2013).

Detta kräver minimum av artefakter i CT-data t.ex. med iterativ modellbaserad, rekonstruktionsalgoritmer (Magnusson et al 2011).

LIU EXPANDING REALITY

Inledning och bakgrund

Marginella skillnader i DVH; 0.0007% av attenueringen beror på fotoelektrisk effekt

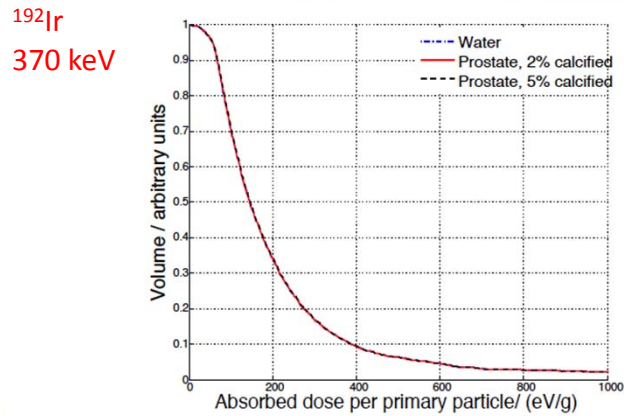


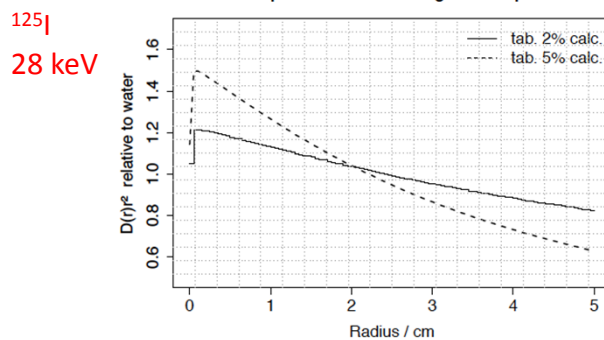
Figure 13: Dose-volume histograms for ^{192}Ir simulations with water and prostate tissue with 2% and 5% calcifications by mass.

LIU EXPANDING REALITY

Mattias Karlsson 2010

Inledning och bakgrund

Dosen 1mm från källan är 50% högre med 5% Ca prostata jämfört med vatten; 54.4% av attenueringen beror på fotoelektrisk effekt



(b) Prostate tissues with 2% and 5% of calcifications.

Figure 14: Absorbed dose relative to water as a function of radius. The value of absorbed dose is multiplied with the square of the radius to compensate for the inverse square dependence on the fluence.

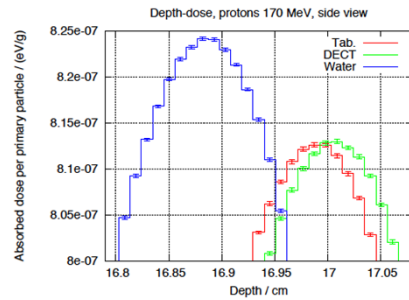
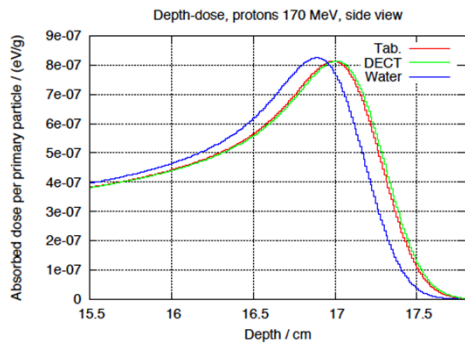
LIU EXPANDING REALITY

Mattias Karlsson 2010

Inledning och bakgrund



p av 170 MeV



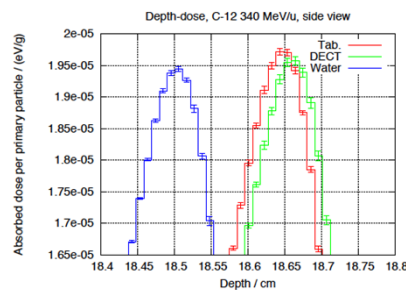
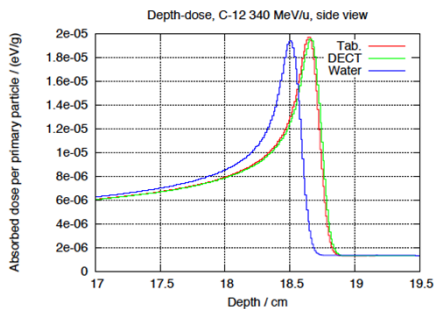
Mattias Karlsson 2010

LIU EXPANDING REALITY

Inledning och bakgrund



¹²C av 340 MeV



Mattias Karlsson 2010

LIU EXPANDING REALITY

Frågor



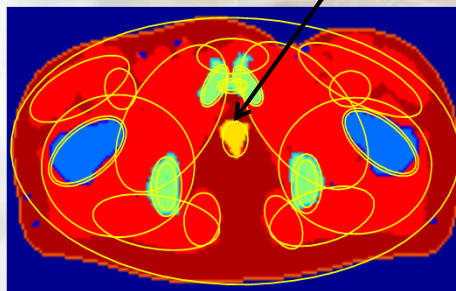
- Kan Ca-mängden i prostata bestämmas och med vilken noggrannhet ?
- Vilken noggrannhet ger det i μ och μ_{en} ?

LIU EXPANDING REALITY

Material och metoder



Prostata



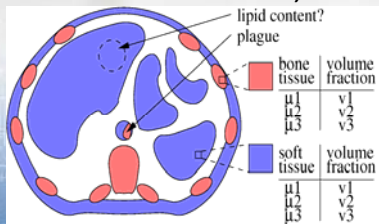
ICRP 110 voxel male phantom.
 Ellipser definierade ett förenklat fantom som användes för att skapa projektionsdata mha. Drasim (Siemens).

LIU EXPANDING REALITY

Vävnadsklassificering



- **Steg 1**
 - Klassificering i enskilda organ genom t.ex. ett tröskelvärde för ben och mjukvävnad
- **Steg 2**
 - 3-materialuppdelning, 3MD
 - Vävnadstriplett t.ex. vatten, fett, protein eller Kortikalt ben, gul och röd benmärg, Ca, vatten, prostatavävnad



$$\mu(E_1) = v_1\mu_1(E_1) + v_2\mu_2(E_1) + v_3\mu_3(E_1)$$

$$\mu(E_2) = v_1\mu_1(E_2) + v_2\mu_2(E_2) + v_3\mu_3(E_2)$$

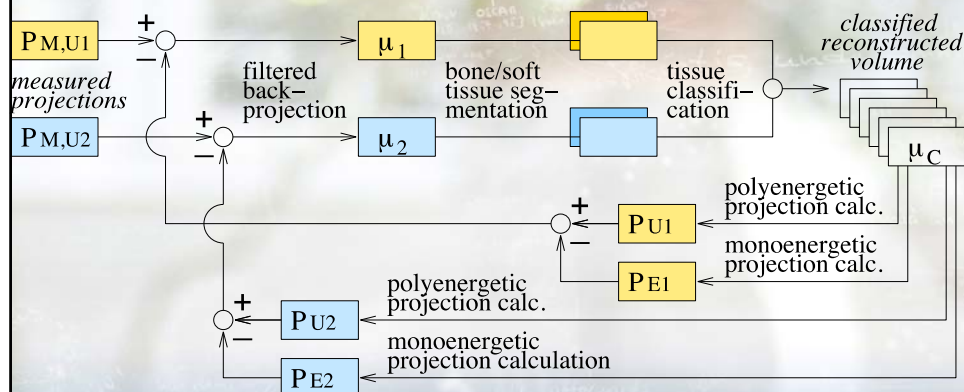
$$1 = v_1 + v_2 + v_3$$

LIU EXPANDING REALITY

Malusek et al. Phys Med Biol vol 58, 2013

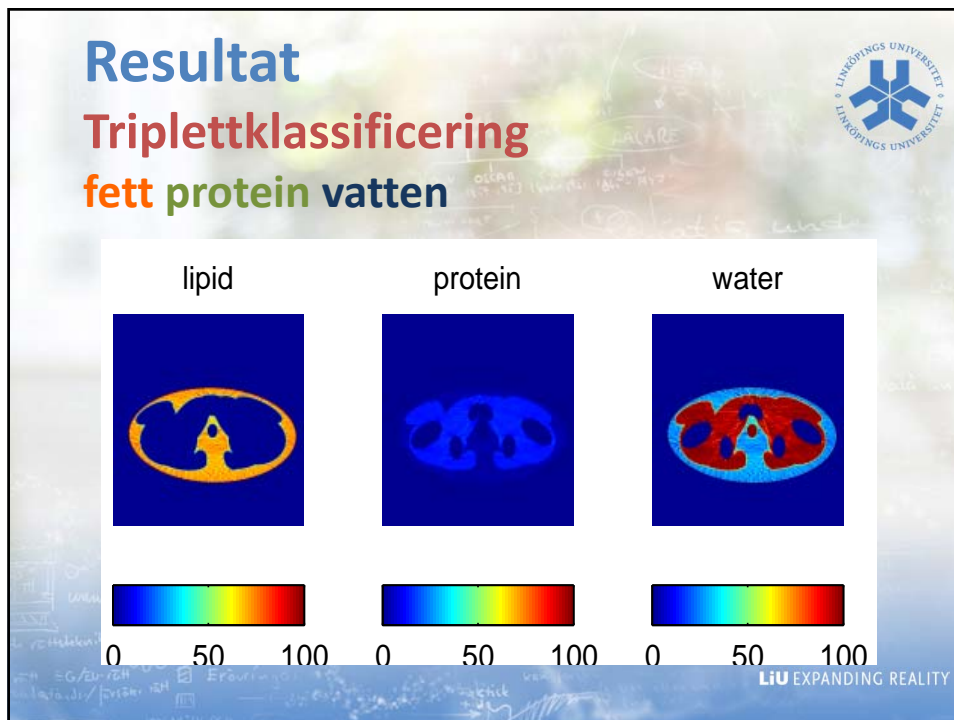
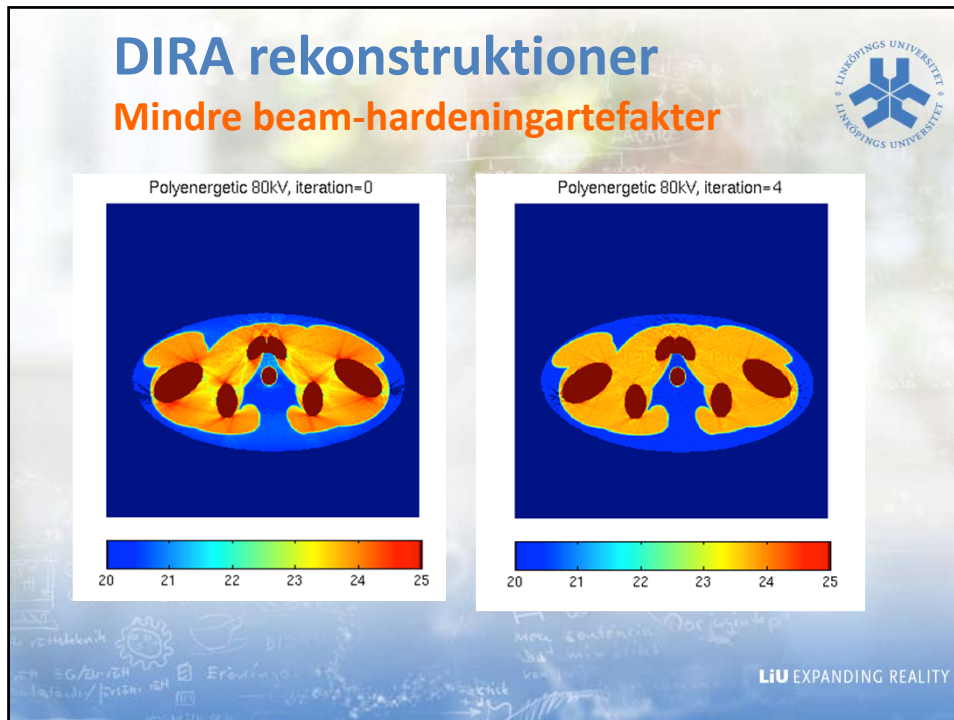
DIRA iterativ rekonstruktion

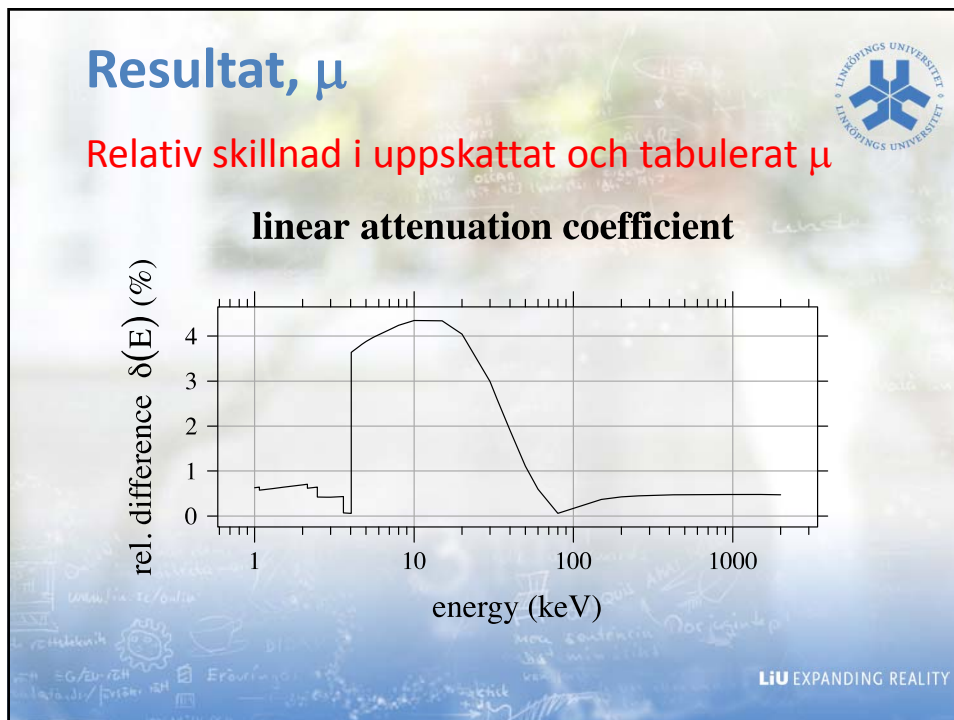
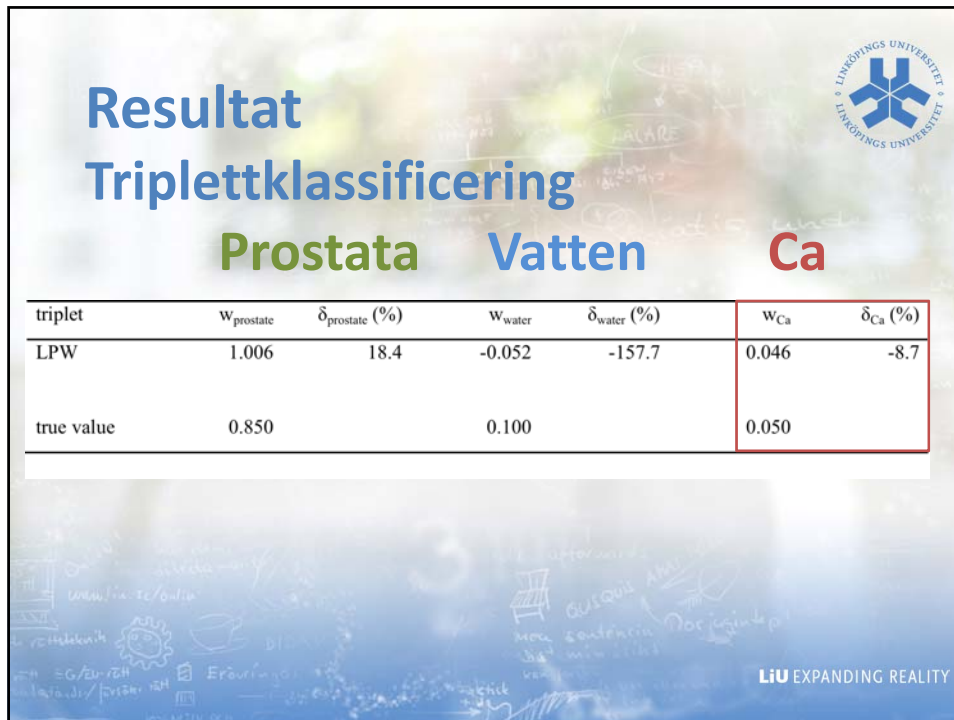
Modellbaserad, två-energi, iterativ bildrekonstruktionsalgoritm



LIU EXPANDING REALITY

Magnusson et al 2011



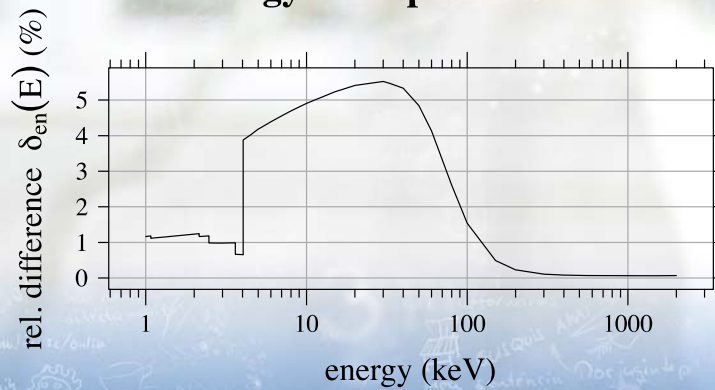


Resultat, μ_{en}



Relativ skillnad i uppskattat och tabulerat μ_{en}

mass energy absorption coefficient



LIU EXPANDING REALITY

Slutsatser



- DIRA undertrycker beam-hardening artefakter
- Calciuminnehållet i prostata kan bestämmas med en osäkerhet på 9-11%
- Osäkerheten i μ och μ_{en} är mindre än 6% i energiintervallet 1 keV - 2 MeV i prostatan.

LIU EXPANDING REALITY

Referenser



- A Malusek, M Karlsson, M Magnusson and G Alm Carlsson The potential of dual-energy computed tomography for quantitative decomposition of soft tissues to water, protein and lipid in brachytherapy. *Phys Med Biol* 58, 771-785 (2013)
- M Karlsson Quantitative tissue classification with dual-energy computed tomography for radiation treatment planning: evaluation and optimization of a new method. Master thesis (2010)
- A Malusek, M Magnusson, M Sandborg, R Westin, G Alm Carlsson Prostate tissue decomposition via DECT using the model based iterative image reconstruction algorithm DIRA. *Proc. SPIE Medical Imaging (San Diego 2014)*
- R. Westin Three material decomposition in dual energy CT for brachytherapy using the iterative image reconstruction algorithm DIRA: Performance of the method for an anthropomorphic phantom. Master thesis, Linköpings universitet (2013)
- M Magnusson, A Malusek, A Muhammad & G Alm Carlsson Iterative Reconstruction for Quantitative Tissue Decomposition in Dual-Energy CT. In: *Proceedings of the 17th Scandinavian Conference, SCIA 2011, Ystad, Sweden, May 2011*, (pp. 479-488). Springer Berlin/Heidelberg. (2011).

LIU EXPANDING REALITY