

Određivanje
korekcijskih faktora
ionizacijskih komora za
specifično referentno
polje Leksellovog gama
noža



Gabriela Jazvac

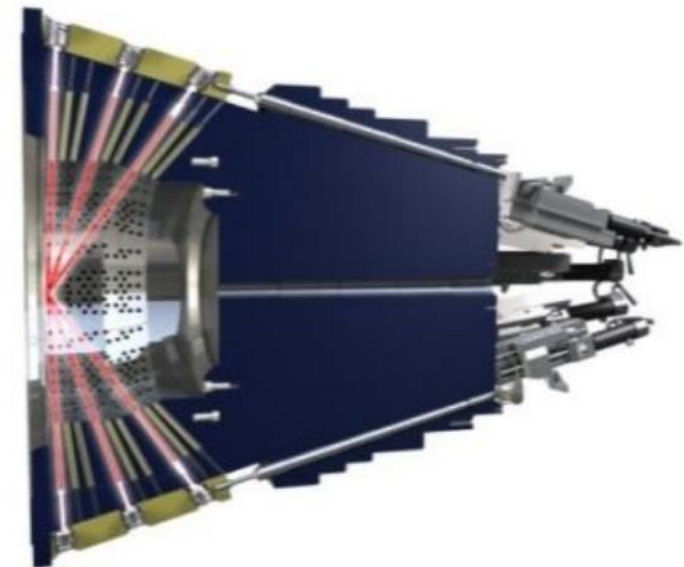
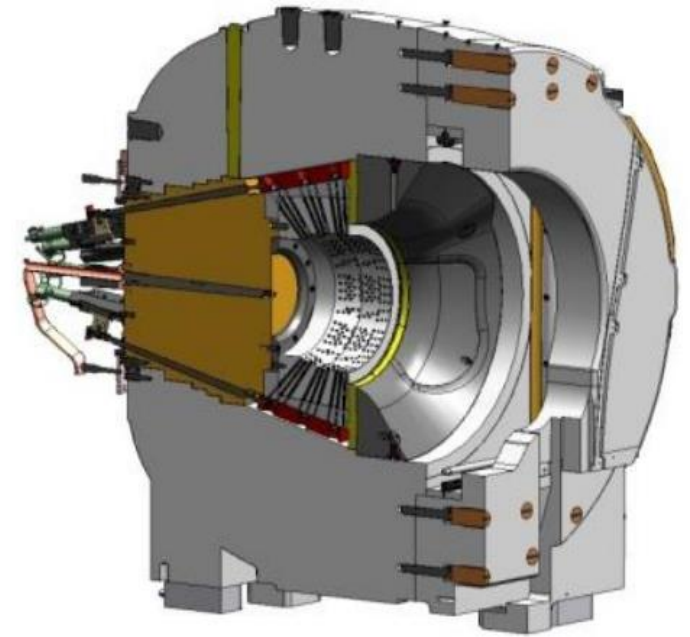
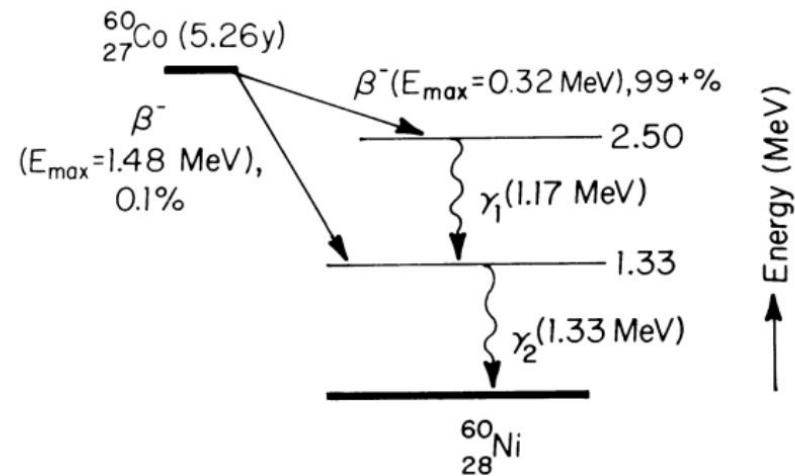
Mentor: doc. dr. sc.
Tomislav Bokulić

Uvod i motivacija

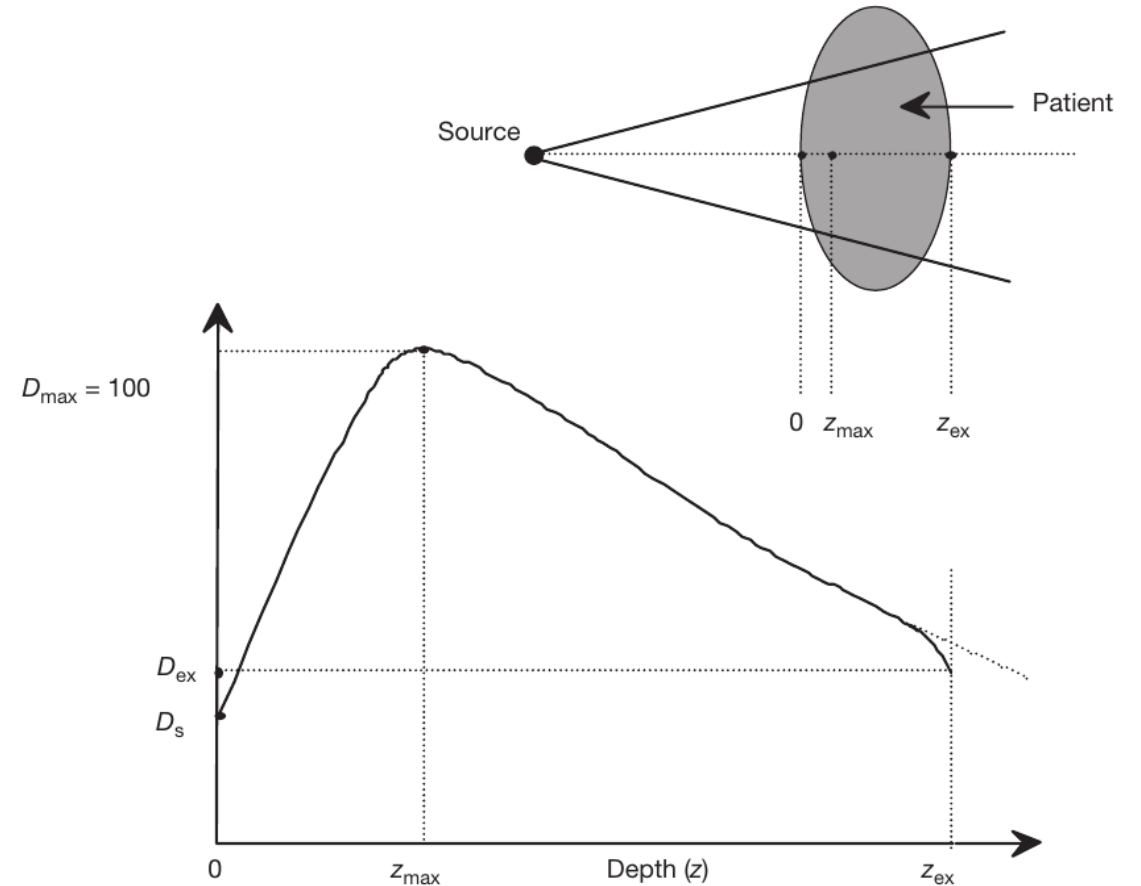
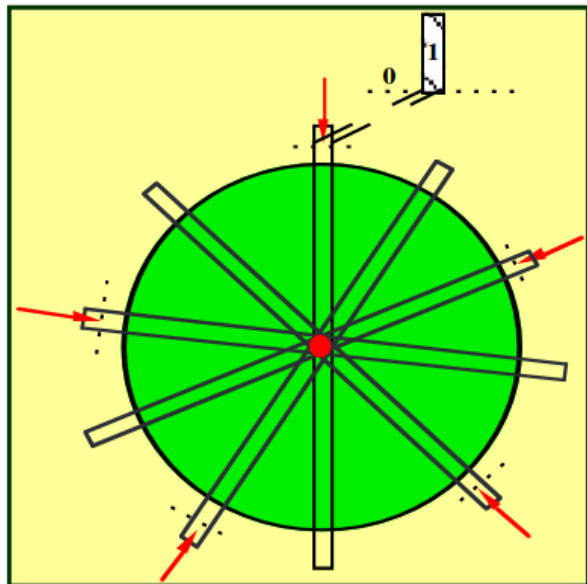
- Uspješni ishod i sigurnost radioterapije značajno ovisi o točnosti i pouzdanosti pojedinih koraka u planiranju radioterapije
- Točnost apsolutne apsorbirane doze zračenja prvi je korak u osiguravanju pouzdanosti radioterapije
 - Odstupanja od 5% mogu uzrokovati promjenu u ishodu liječenja
 - Određuje se dobro definiranim protokolima (IAEA)
- Eksperimentalno su određeni brzina apsorbirane doze i korekcijski faktori za temperaturu i tlak, rekombinaciju/saturaciju i specifično referentno polje

Leksellov gama nož

- 192 izvora ^{60}Co
 - 1.17 MeV
 - 1.33 MeV
- Kolimatori
 - 4 mm
 - 8 mm
 - 16 mm

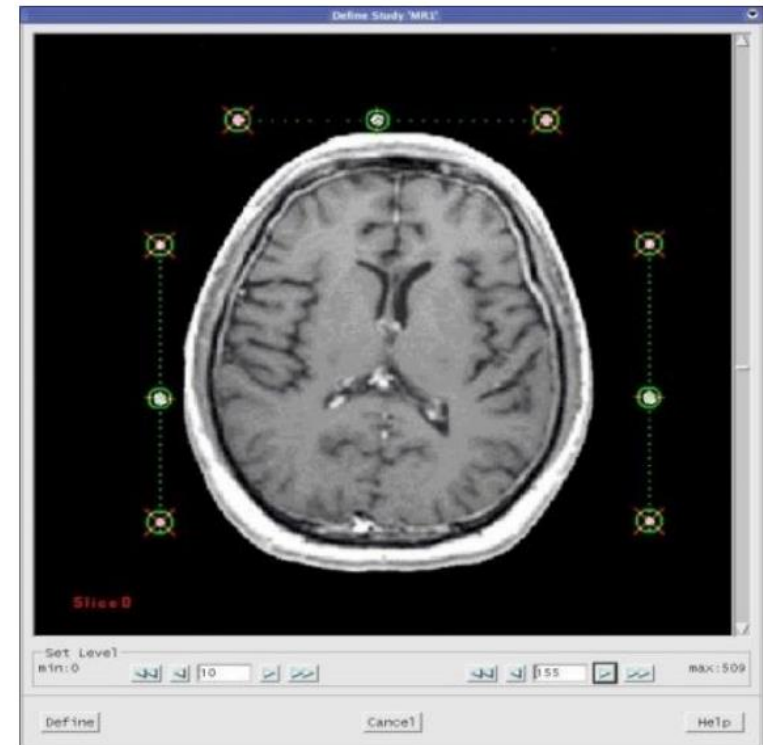
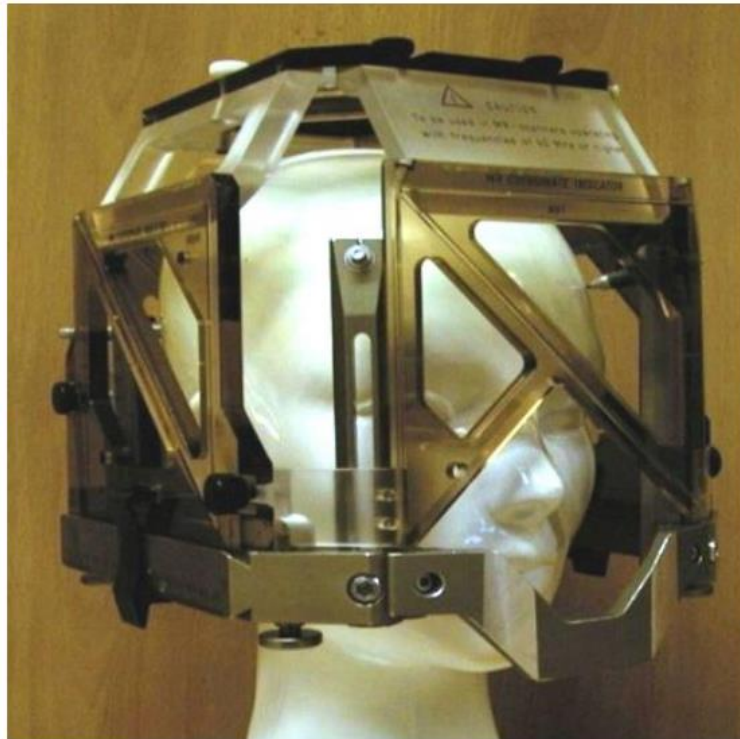


Zašto više fotonskih snopova?



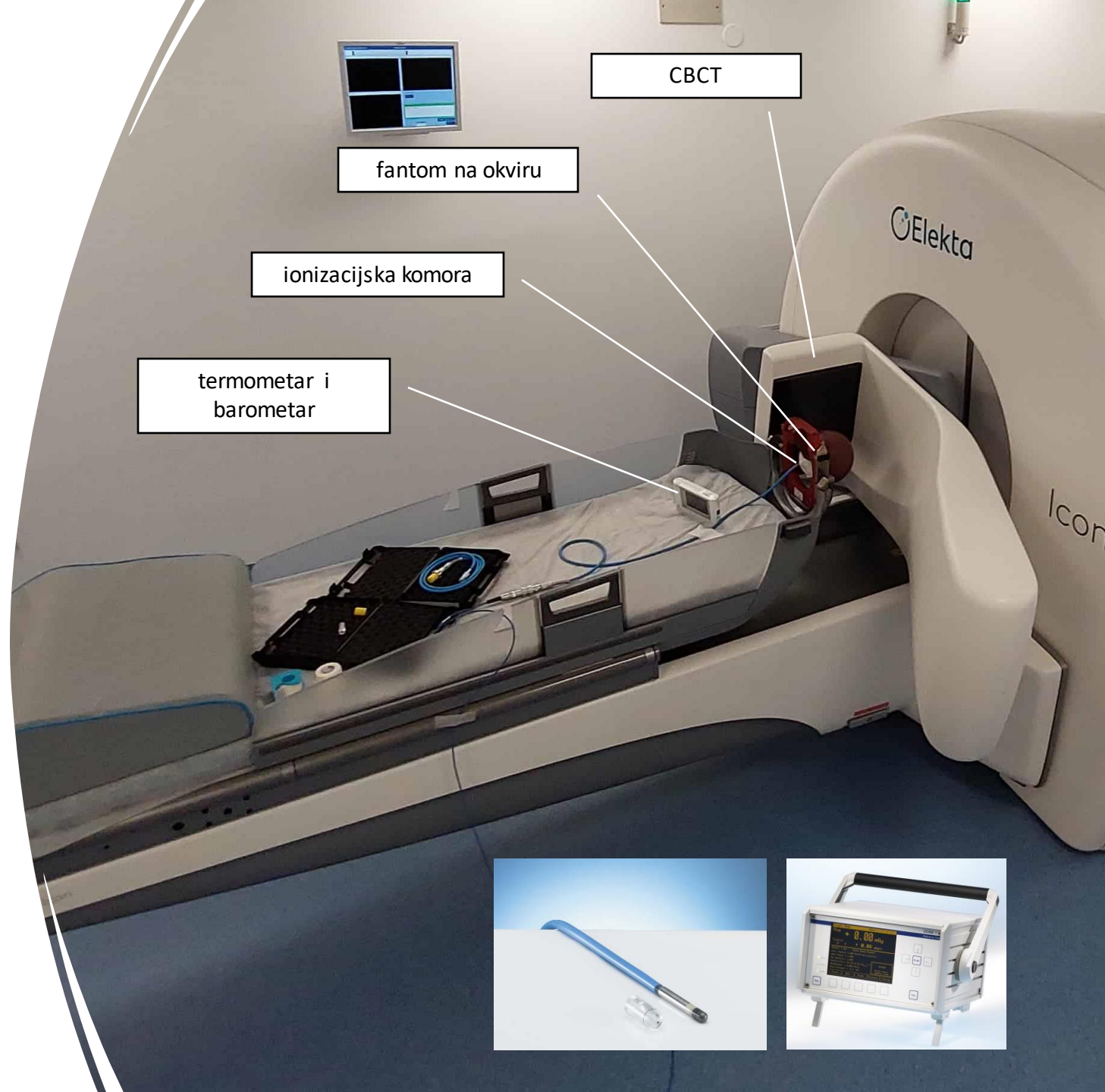
Lokalizacija ciljnog volumena

MR, CBCT



Dozimetrija

- Provjera apsolutne doze zračenja
- Želimo predati točnu dozu zračenja ciljnom volumenu u kraniju pacijenta
- Ionizacijska komora, elektrometar, fantom



Apsorbirana doza u vodi

$$D = \frac{\Delta E_{\text{ab}}}{\Delta m} \quad 1 \text{ Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

- Na referentnoj dubini z_{ref} u snopu fotona kvalitete Q : $D_{w,Q} = M_Q N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0}$

- Korekcijski faktori

- Kvaliteta snopa – za ^{60}Co : $k_{Q,Q_0}=1$
- Temperatura i tlak k_{TP}
- Rekombinacija iona k_S
- Kalibracija elektrometra k_{elec}
- Izbor polarizirajućeg napona k_{pol}

$$k_{TP} = \frac{(273.15 + T) P_0}{(273.15 + T_0) P}$$

$$k_S = \frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - \frac{M_1}{M_2}}$$

Specifična referentna dozimetrija

- Konvencionalno referentno polje f_{ref} : 10 cm x 10 cm
- Specifično referentno polje f_{msr} : promjer 16 mm
- Korekcijski faktor za specifično referentno polje k_{fmsr}

$$D_w = M N_{D,w} k_{elec} k_{pol} k_{TP} k_S k_{fmsr}$$

$$\dot{D}_w = \frac{D_w}{\Delta t}$$

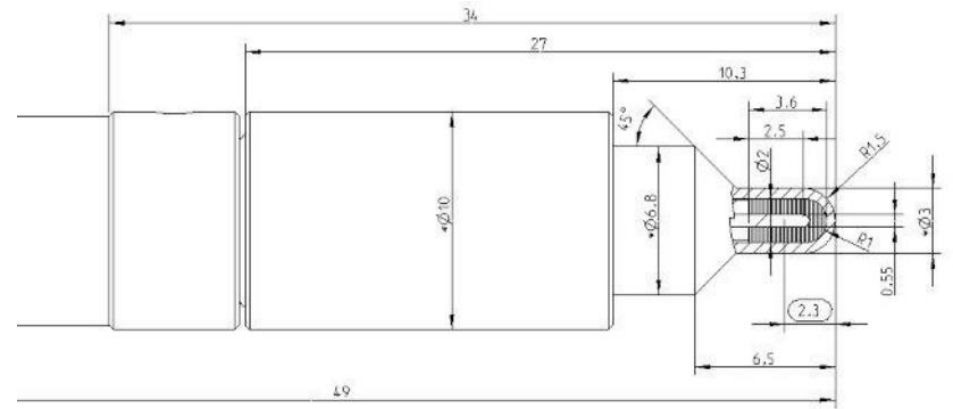
$$D_w^{(1)} = D_w^{(2)}$$

$$k_{fmsr}^{(2)} = \frac{M^{(1)} N_{D,w}^{(1)} k_{TP}^{(1)} k_S^{(1)}}{M^{(2)} N_{D,w}^{(2)} k_{TP}^{(2)} k_S^{(2)}} k_{fmsr}^{(1)}$$

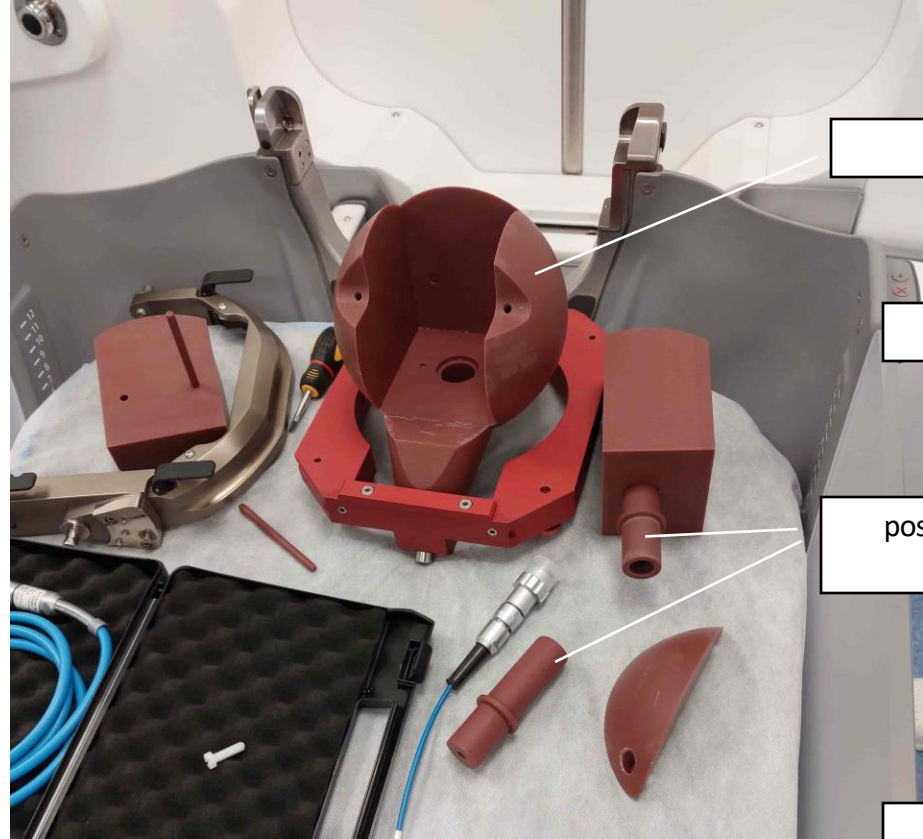
$$R_{\dot{D}_w} = \frac{\dot{D}_w - \dot{D}_{w,ref}}{\dot{D}_{w,ref}}$$

Ekperimentalni postav

- Gama nož Elekta Icon
- 6 atmosferski ventiliranih cilindričnih ionizacijskih komora (PTW, IBA)
- 2 elektrometra (PTW, IBA)
- Sferični fantom (SolidWater)
- Termometar i barometar



- Mjerenja se provode za dvije vrijednosti napona – korekcija rekombinacije/saturacije
- Za svako mjerenje se očitavaju temperatura i tlak – korekcija temperature i tlaka

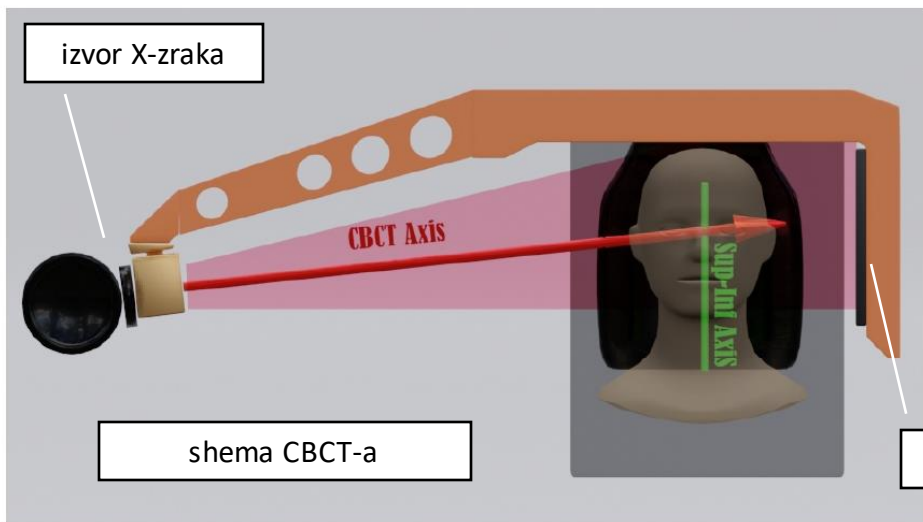
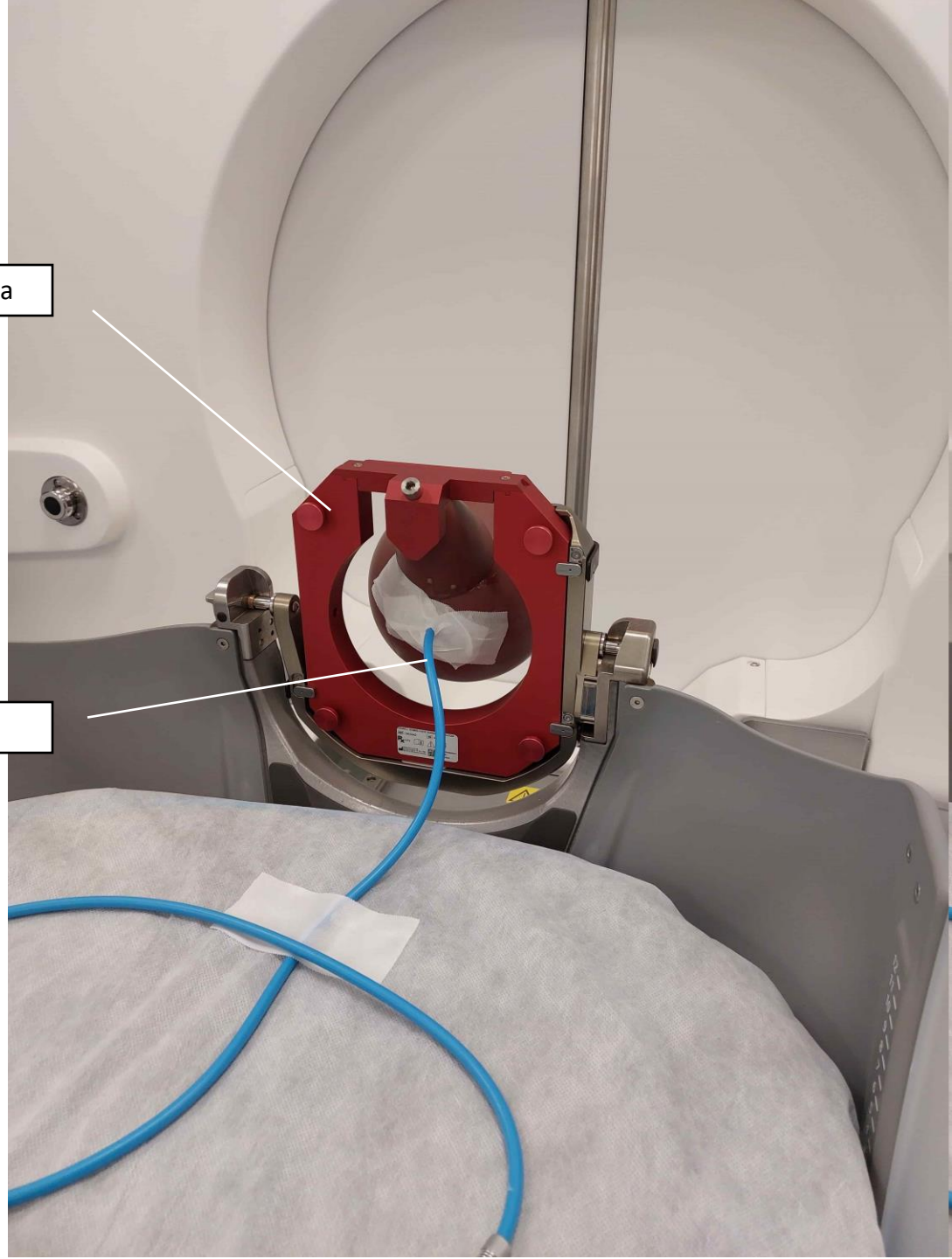


rastavljeni fantom

okvir za pričvrščivanje fantoma

poseban adapter za svaku ionizacijsku komoru

ionizacijska komora

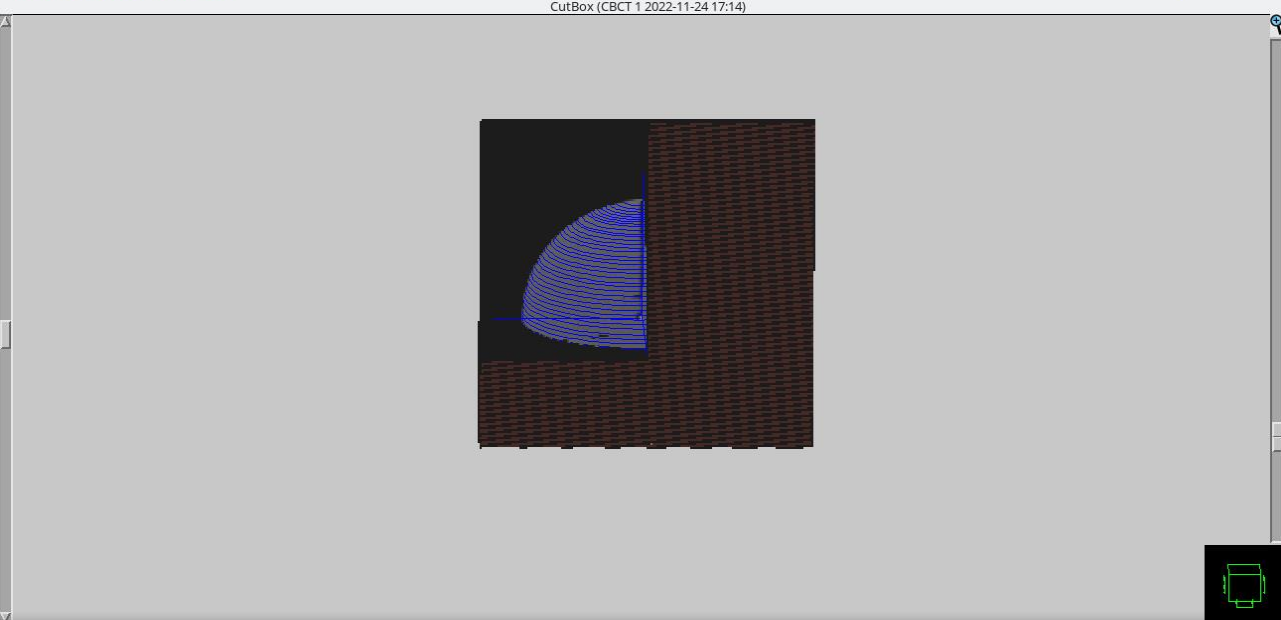
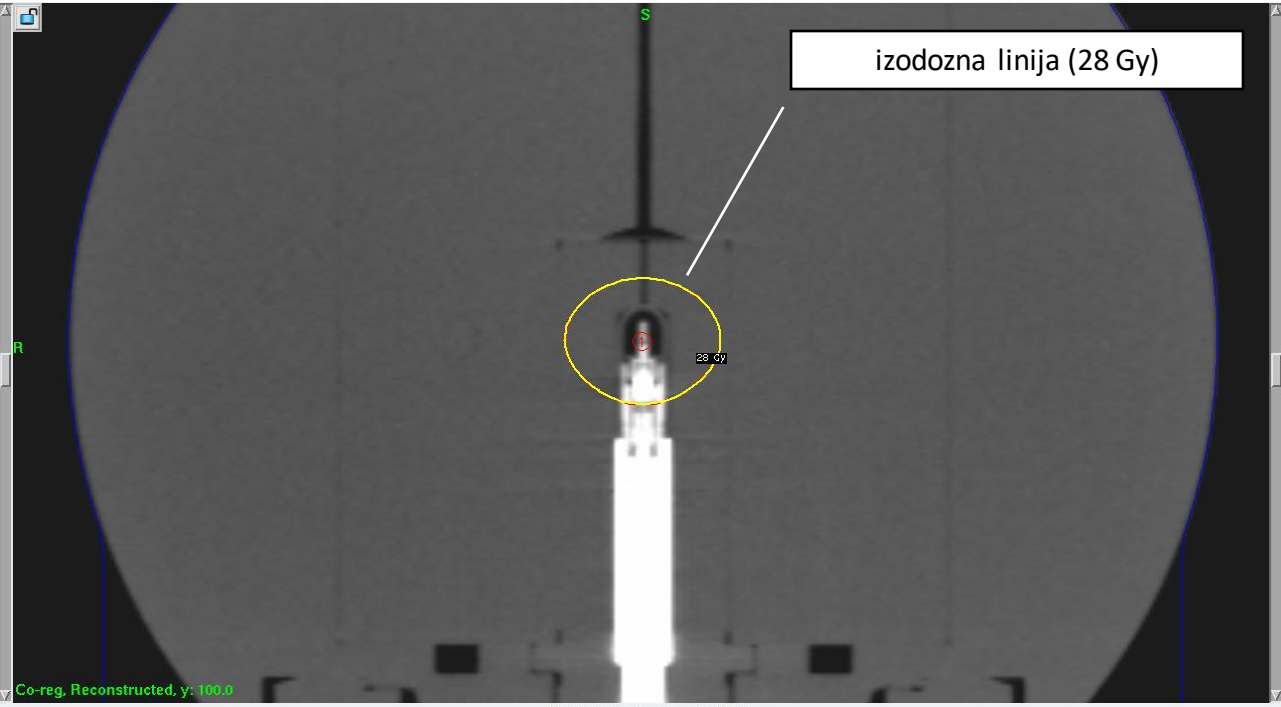
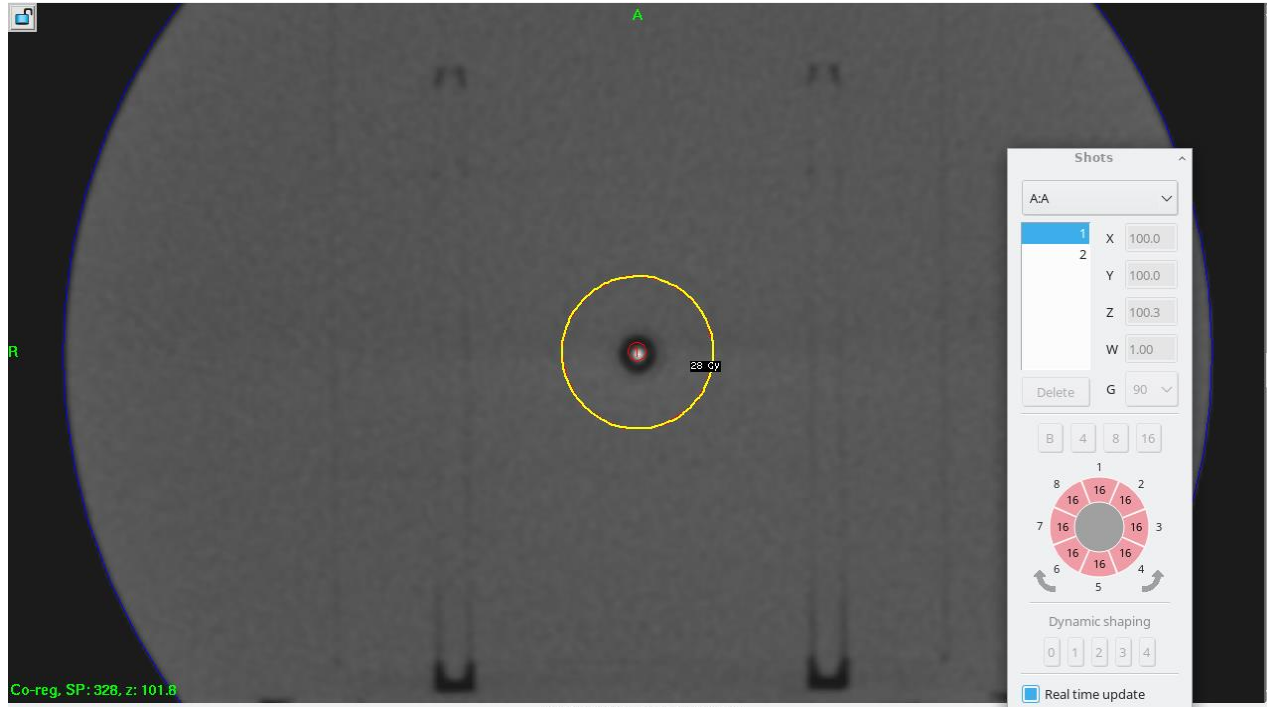


izvor X-zraka

shema CBCT-a

detektor

Slikovni CBCT prikaz postava ionizacijske komore u sferičnom fantomu.



Rezultati i diskusija

- $k_{elec}, k_{pol}, k_{Q,Q0} = 1$

- $M \sim nC$

- $k_S \sim 1.001-1.003$

$$D_w = MN_{D,w}k_{elec}k_{pol}k_{TP}k_Sk_{fmsr}$$

$$k_{TP} = \frac{(273.15 + T) P_0}{(273.15 + T_0) P}$$

	PTW	IBA
T (°C)	23.5	19.7
P (hPa)	994.2	1007.5
k_{TP}	1.03	1.00

$$k_S = \frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - \frac{M_1}{M_2}}$$

Brzina doze

$$\dot{D}_w = \frac{D_w}{\Delta t}$$

$$R_{\dot{D}_w} = \frac{\dot{D}_w - \dot{D}_{w,ref}}{\dot{D}_{w,ref}}$$

	\dot{D}_w (Gy/min)	$\dot{D}_{w,ref}$ (Gy/min)	$R_{\dot{D}_w}$ (%)
PTW Semiflex	2.11 +/- 0.06	2.079	2 +/- 3
PTW Pinpoint 3D	2.11 +/- 0.04	2.079	2 +/- 2
IBA CC04	2.08 +/- 0.06	2.073	0 +/- 3

Korekcijski faktor k_{fmsr}

$$D_w = MN_{D,w}k_{elec}k_{pol}k_{TP}k_Sk_{fmsr}$$

$$k_{fmsr}^{(2)} = \frac{M^{(1)}N_{D,w}^{(1)}k_{TP}^{(1)}k_S^{(1)}}{M^{(2)}N_{D,w}^{(2)}k_{TP}^{(2)}k_S^{(2)}}k_{fmsr}^{(1)}$$

$$D_w^{(1)} = D_w^{(2)}$$

	PTW Pinpoint	PTW Semiflex 3D	IBA RAZOR Chamber
PTW Semiflex	1.02 +/- 0.03	1.00 +/- 0.03	1.02 +/- 0.03
PTW Pinpoint 3D	1.02 +/- 0.02	1.00 +/- 0.01	1.02 +/- 0.02
IBA CC04	1.00 +/- 0.03	0.99 +/- 0.02	1.00 +/- 0.03

Zaključak

- Točnost apsolutne apsorbirane doze važna je za osiguravanje pouzdanosti radioterapije
- Dozimetriju malih polja treba raditi sa više ionizacijskih komora (preporuke IAEA)
- Eksperimentalno su određeni brzina apsorbirane doze (\dot{D}_w) i korekcijski faktori za temperaturu i tlak (k_{TP}), rekombinaciju/saturaciju (k_S) i specifično referentno polje (k_{fmsr})
- Razlike u uvjetima mjerenja – 3% razlike u k_{TP}
- Poznavanje k_{fmsr} omogućava višestruku provjeru dozimetrijskog sustava

Literatura

1. R. Liščák, *Gamma Knife Radiosurgery* (Nova Science Publishers, New York, 2013)
2. J. Arndt and S. Goetsch, *Med. Phys.* **26**, 1059 (1999)
3. IAEA, *Technical Reports Series No. 389* (IAEA, Vienna, 2000)
4. IAEA, *Technical Reports Series No. 483* (IAEA, Vienna, 2000)
5. PTW, *Ionizing Radiation Detectors 2012/2013* (PTW, Freiburg, 2012)
6. PTW, *Ionizing Radiation Detectors 2019/2020* (PTW, Freiburg, 2019)
7. IBA Dosimetry, *CC04 Ionization Chamber User's Guide* (IBA Dosimetry, Schwarzenbruck, 2020)
8. IBA Dosimetry, *RAZOR Chamber User's Guide* (IBA Dosimetry, Schwarzenbruck, 2020)

Hvala na pažnji!

