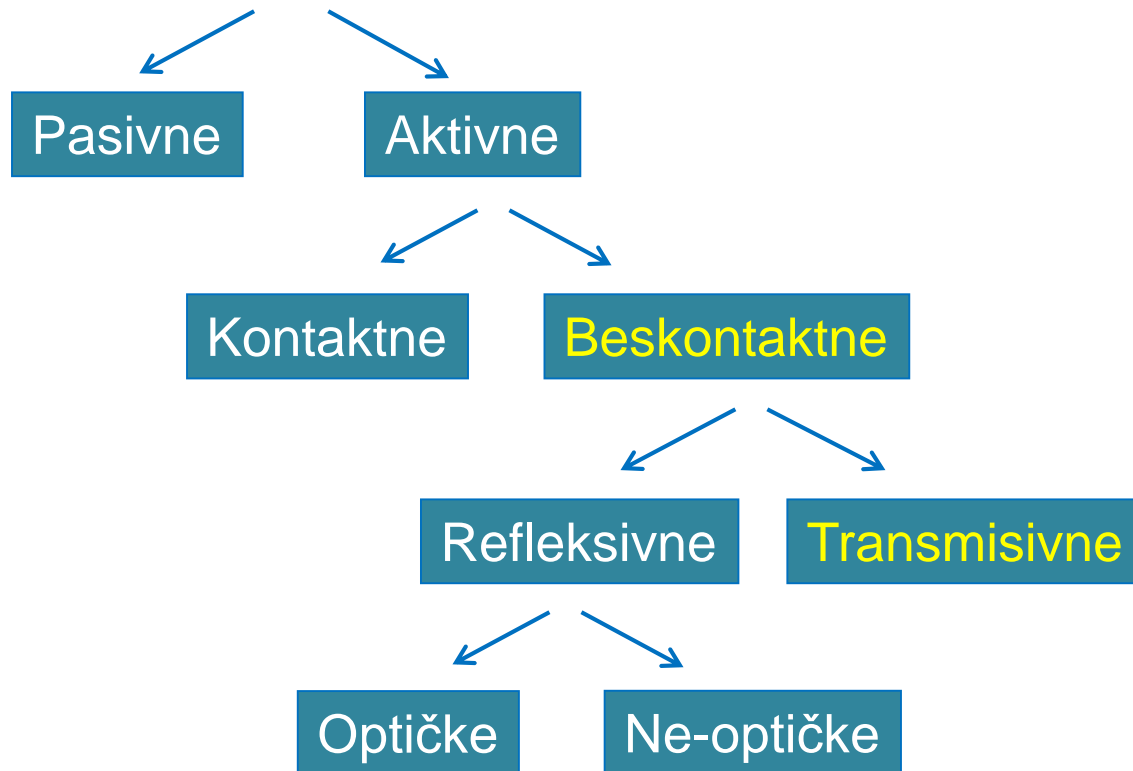


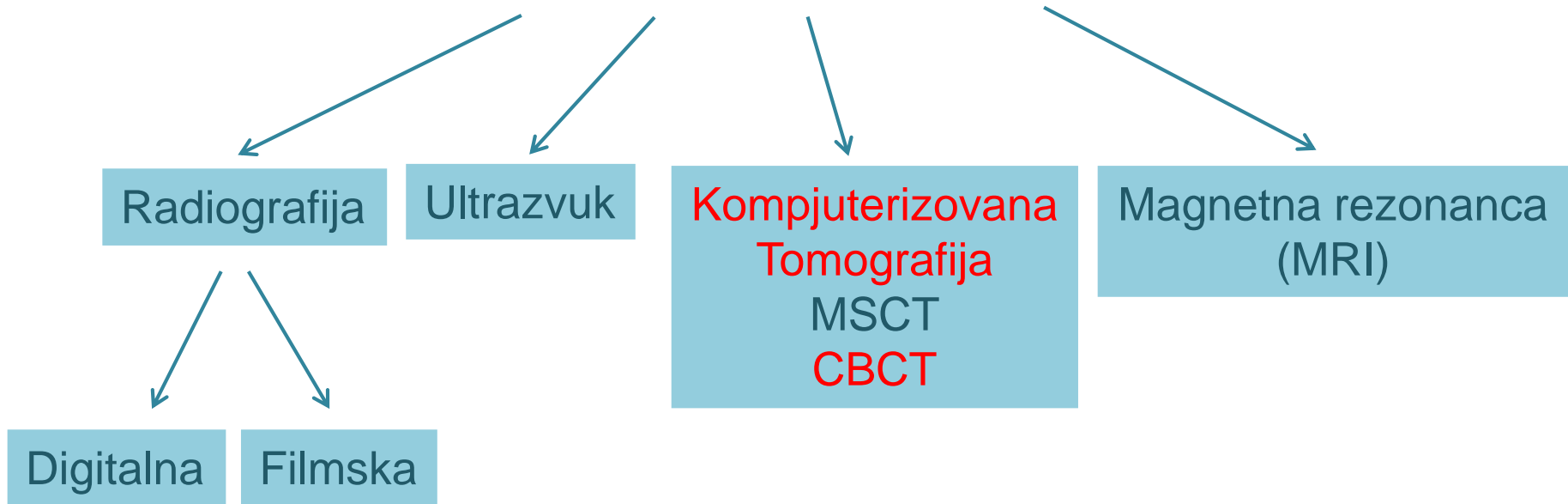
Univerzitet u Novom Sadu  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
MSS PROIZVODNO MAŠINSTVO  
Merni sistemi, RE i CAQ

# **TRANSMISIVNE METODE 3D DIGITALIZACIJE**

# Metode 3D digitalizacije

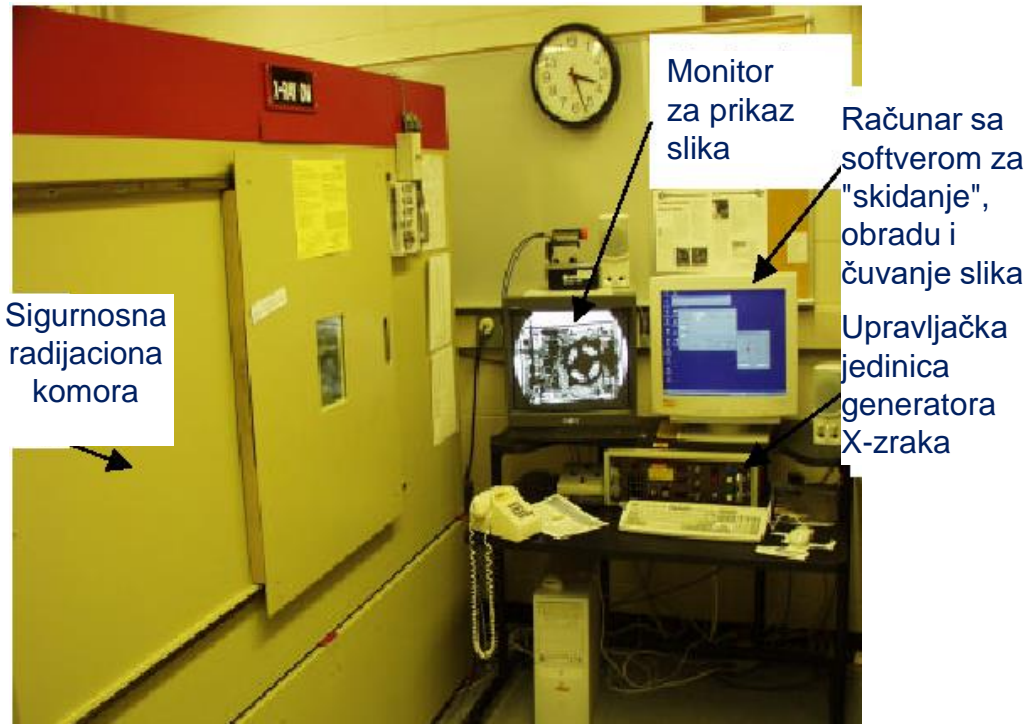
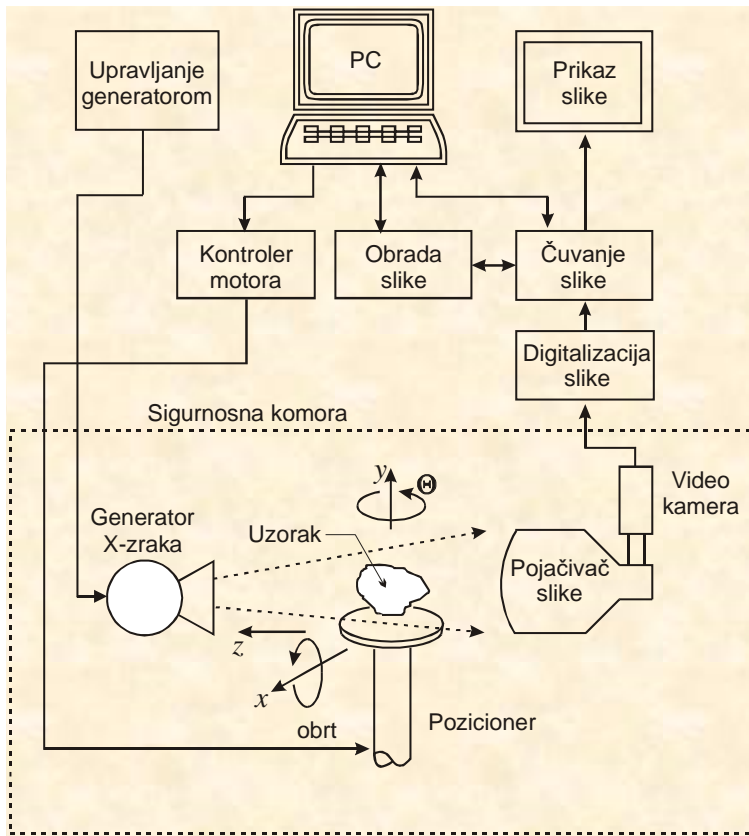


## Transmisivne metode za 3D digitalizaciju

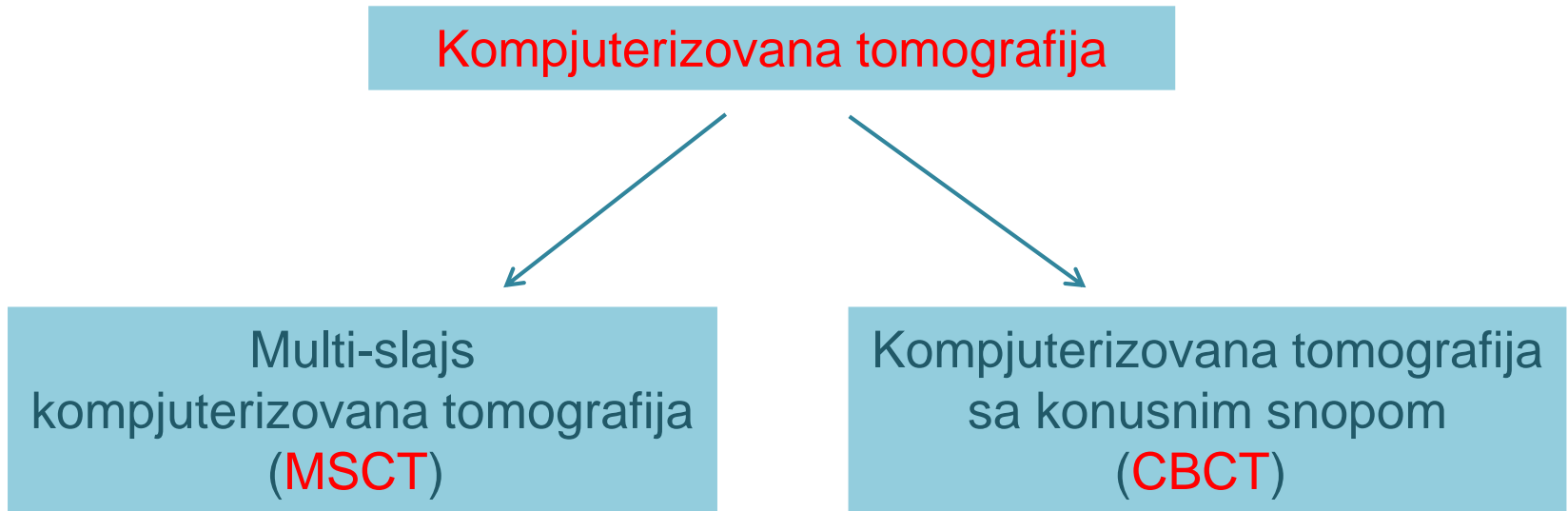


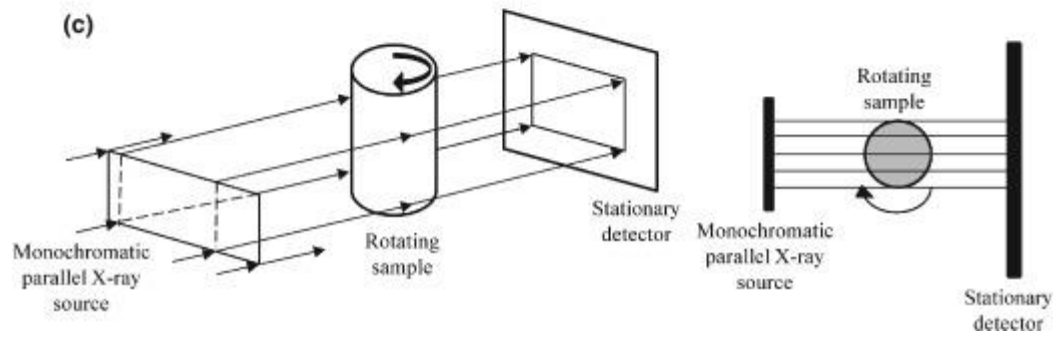
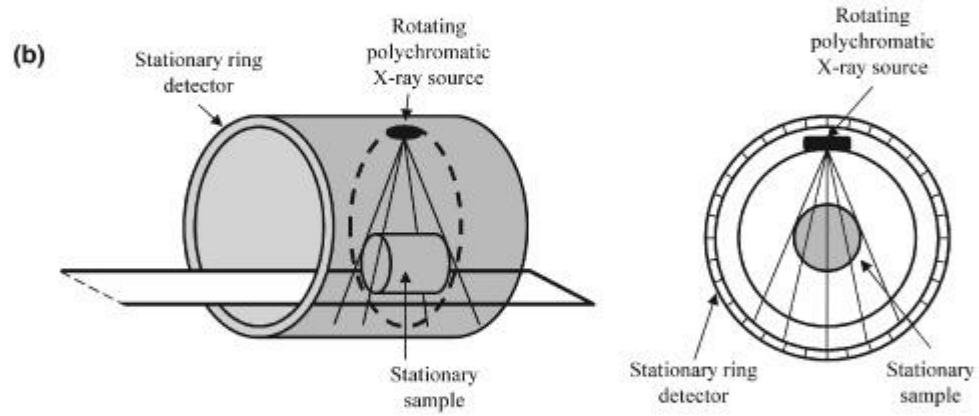
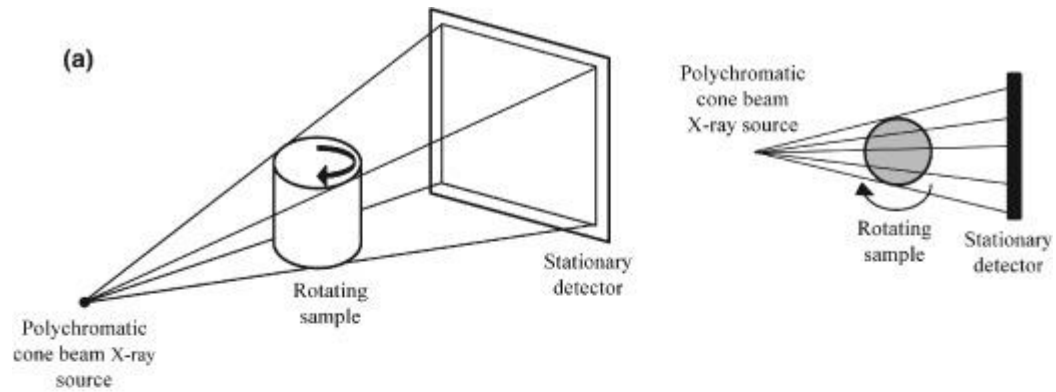
**Transmisionne metode** detektuju slabljenje signala (najčešće energetski) nakon prolaska kroz mereni objekat, odnosno mere količinu energije koju objekat nije apsorbirao.

# Digitalna radiografija (radiografija u realnom vremenu)

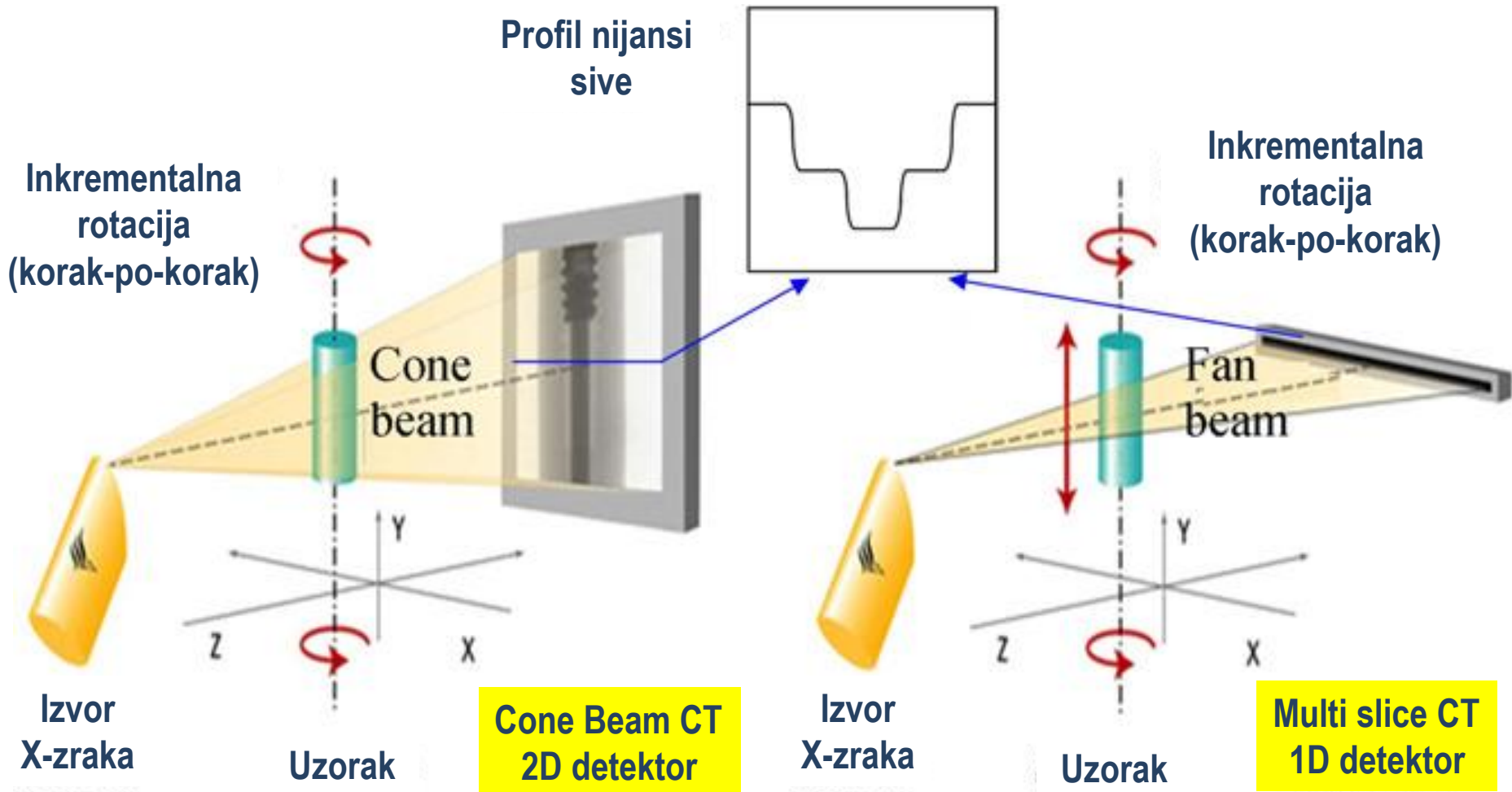


# Kompjuterizovana tomografija





# Kompjuterizovana tomografija

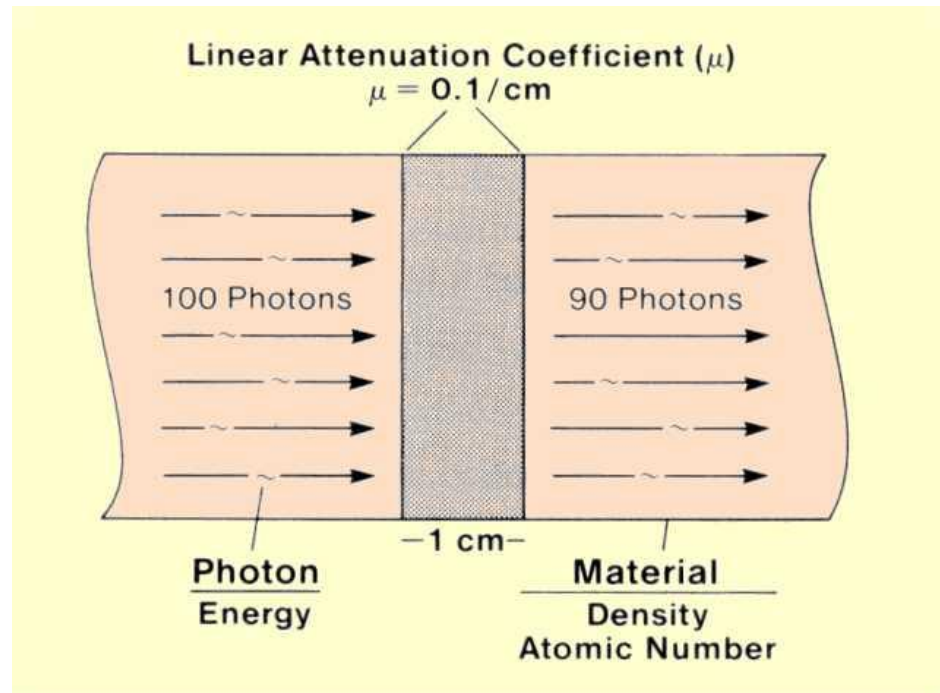


# Kompjuterizovana tomografija

Pri prolasku kroz materijal dela, X-zraci atenuiraju (slabe) usled apsorpcije ili rasejavanja;

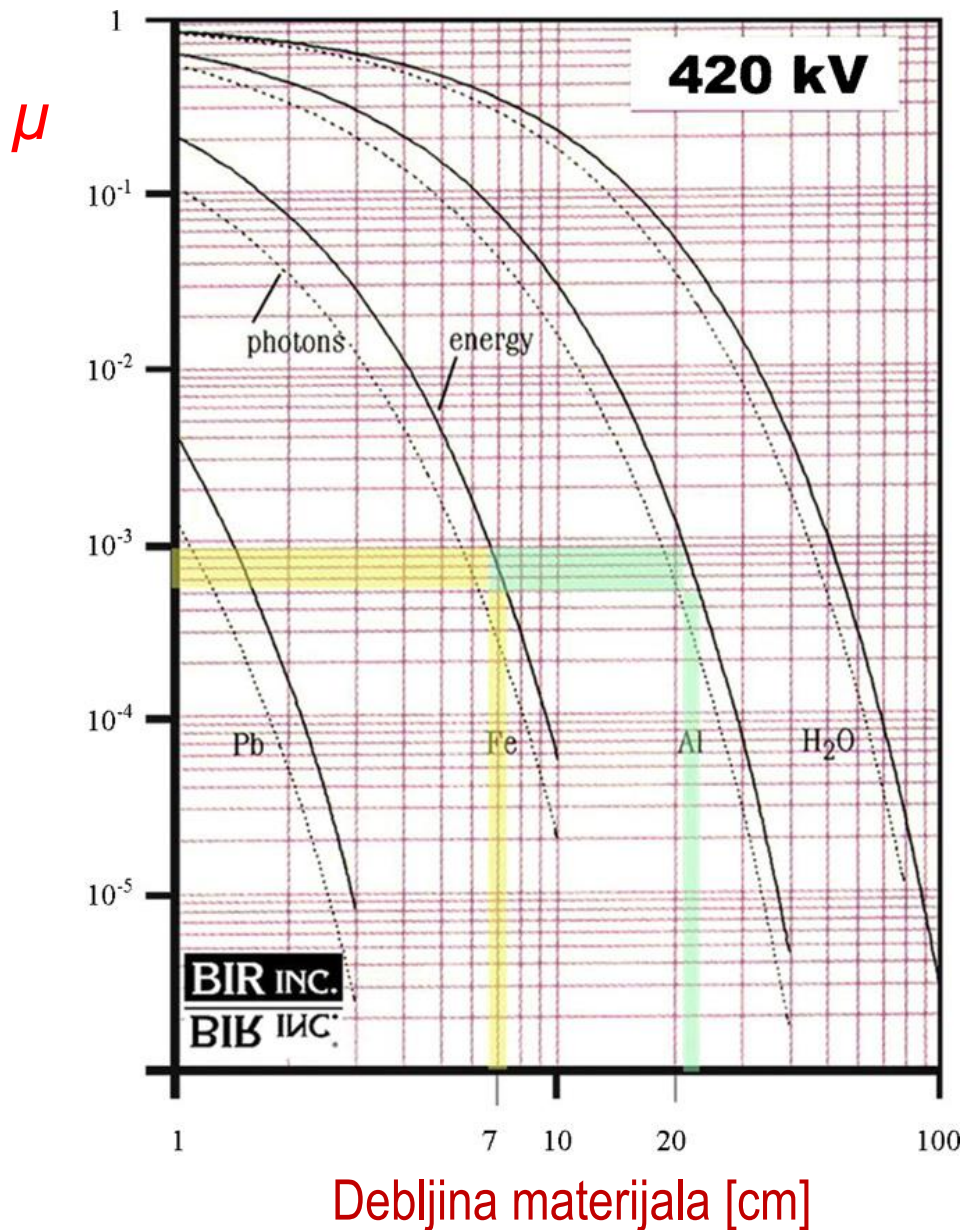
Nivo atenuacije zavisi od:

- ❑ dužine puta koji prelaze unutar apsorbirajućeg materijala,
- ❑ strukture materijala i njegove gustine (odnosno atenuacionog koeficijenta  $\mu$ ) i
- ❑ energije X-zraka.





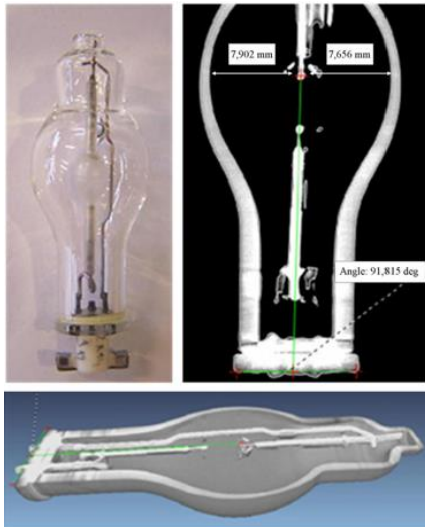
Atenuacioni koeficijent materijala ograničava **max. debljinu materijala** koja može biti probijena.



CT je jedina tehnologija pomoću koje je moguće 3D digitalizovati objekte sa nedostupnim unutrašnjim površinama:

- proizvodi proizvedeni **aditivnom proizvodnjom**;
- proizvodi od **više materijala**:
  - dvo-komponentni proizvodi od plastike i
  - plastični delovi sa umetcima od metala;

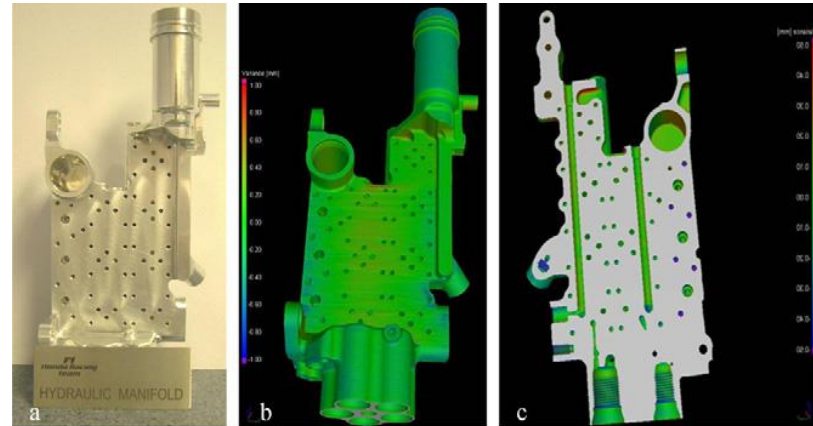
multi-material lamp bulb



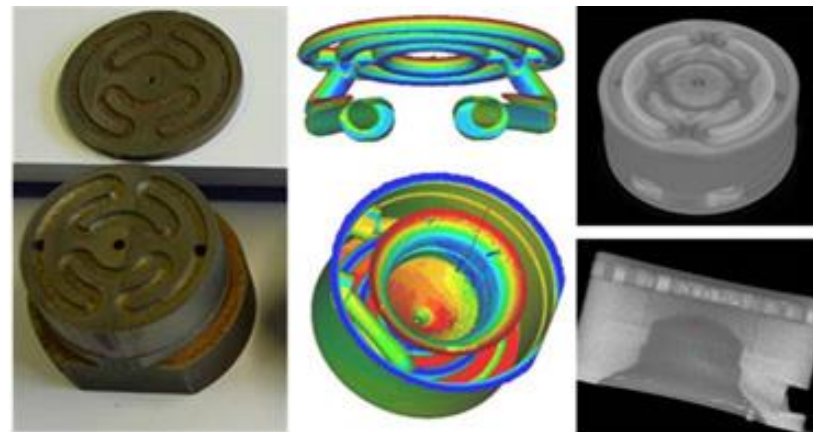
multi-material assemblies



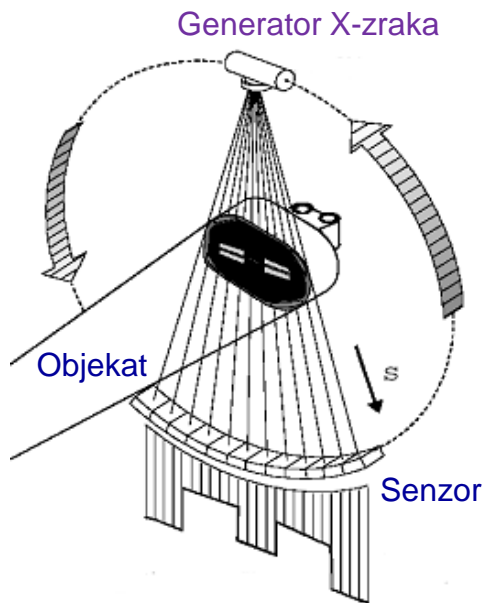
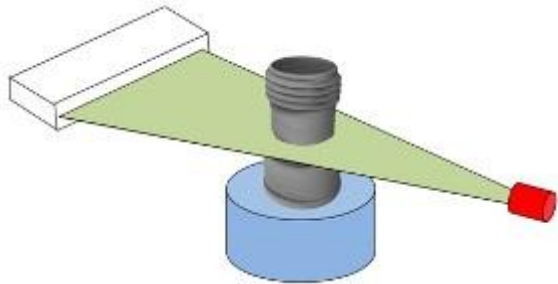
comparison of outer and inner geometry with CAD model



layered manufactured nozzle with complex internal channels

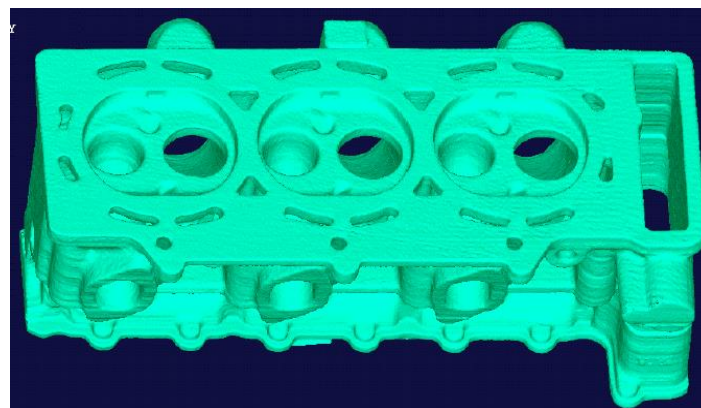
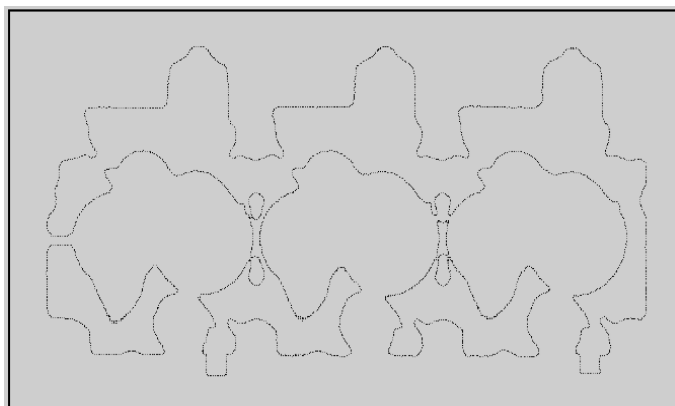
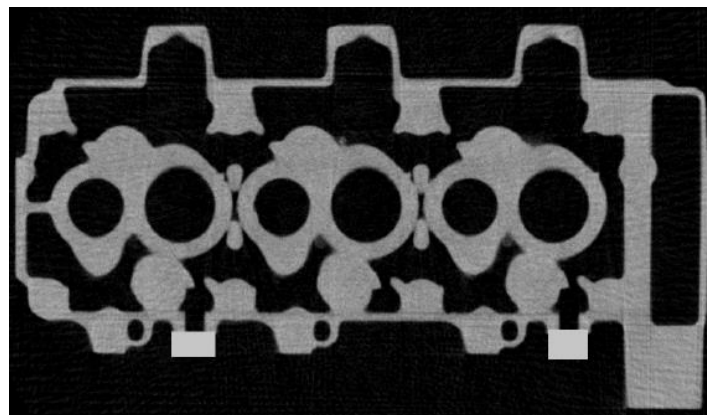


# Linijska (multi-slice) kompjuterizovana tomografija (MSCT)



CT sistem TOSHIBA – TOSCANER 24200AV

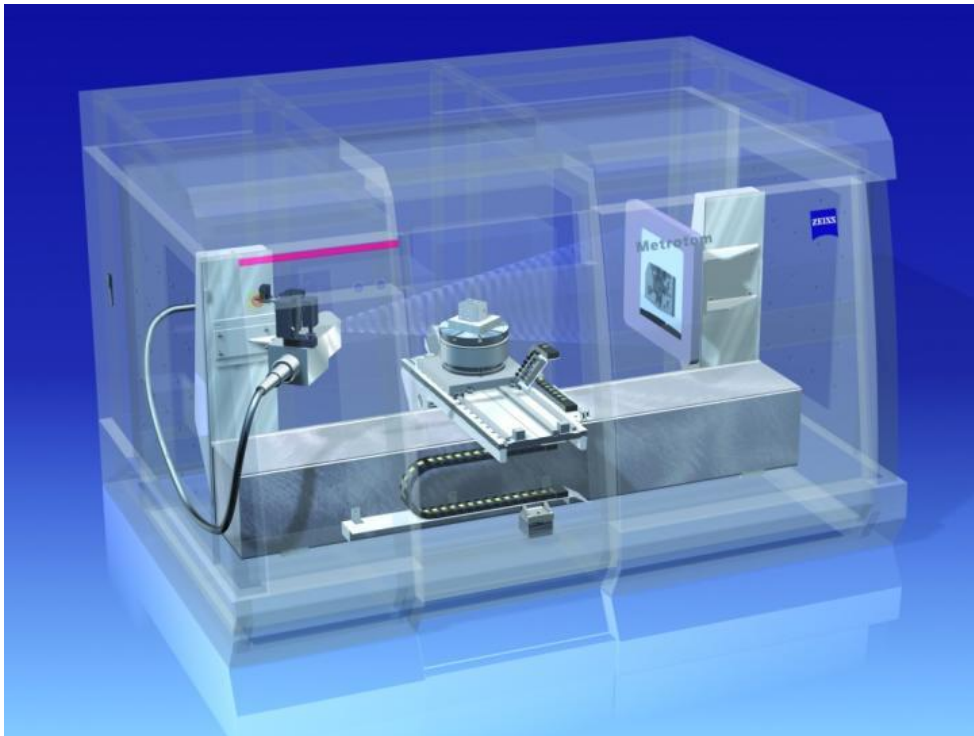
Nakon što se izvrši skeniranje i dobiju se CT slojevi, vrši se rekonstrukcija kontura površina koje su ispresecane u CT slojevima, za šta se koriste softveri sa rutinama za automatizovano pronalaženje ivica, tj. **segmentaciju**. Kao rezultat se dobijaju ivične linije objekta u vidu oblaka tačaka čijim daljim procesiranjem (u specijalizovanim softverima) se dobija CAD model.



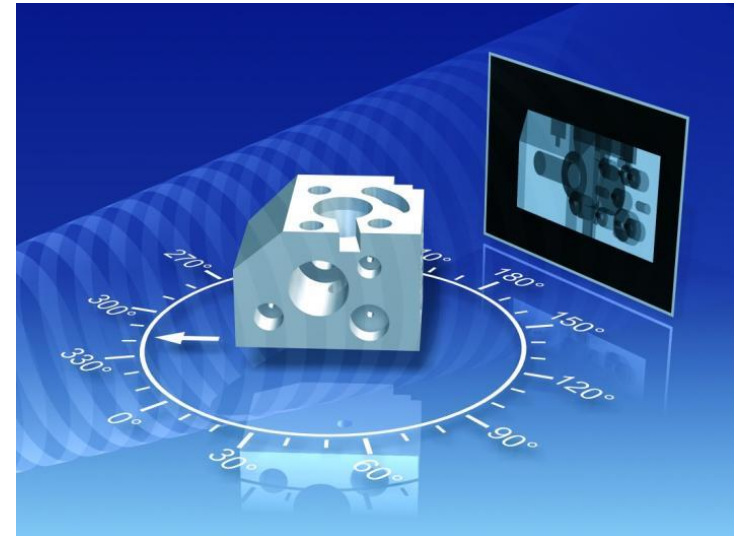
Proces CT na primeru bloka motora

# Kompjuterizovana tomografija na bazi konusnog snopa (eng. Cone Beam CT - CBCT)

CBCT tehnologija je zasnovana na konusnom snopu X-zraka.



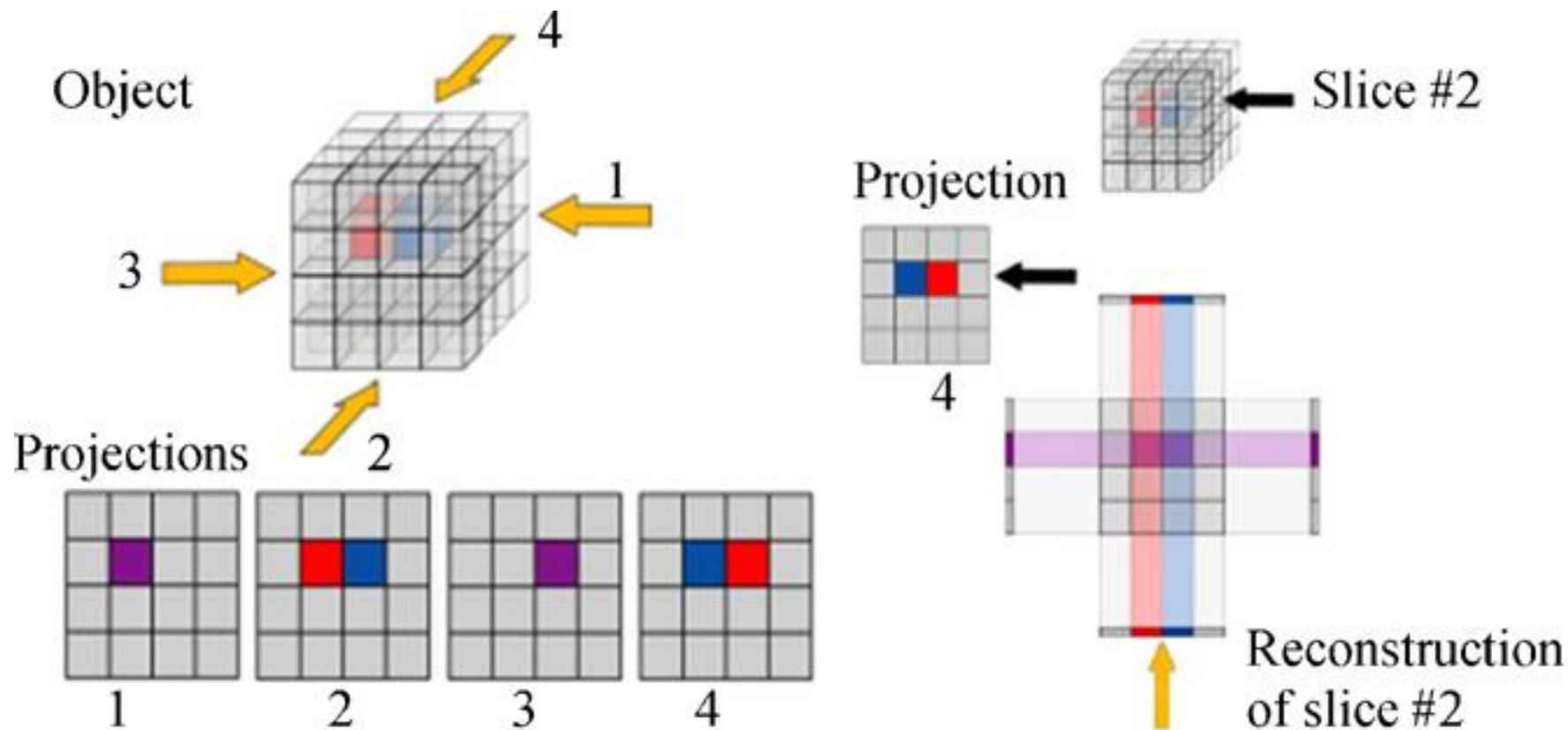
CBCT je u SAD počeo da se primenjuje od 2001. i do 2010. g. je u rad pušteno preko 3000 sistema.



Industrijski CBCT – Zeiss Metrotom

# Kompjuterizovana tomografija na bazi konusnog snopa (eng. Cone Beam CT - CBCT)

Zasnovanost CBCT-a na konusnom snopu X-zraka omogućava generisanje voxela (3D pixel).



# Prednosti CT tehnologije

- ✓ Zahvaljujući relativno dobroj prodornosti X-zraka, kao i osetljivosti na gustinu materijala objekta, CT omogućava nedestruktivnu karakterizaciju i unutrašnjosti objekta.
- ✓ Zahvaljujući osobinama X-zraka, CT se podjednako dobro primenjuje na različitim materijalima (metal, plastika, organski materijali itd.), bilo glatkih ili teksturisanih površina, i to kako od solid (punih) tako i od vlaknastih materijala.
- ✓ CT je indiferentna na kvalitet obrađene površine.
- ✓ Ukupna geometrija objekta se dobija u samo jednom skenirajućem prolazu, čime se eliminise potreba za registracijom (uklapanjem) više oblaka tačaka.
- ✓ CT ne zahteva primenu pribora, a nije potrebno ni prethodno ni naknadno pomeranje objekta.

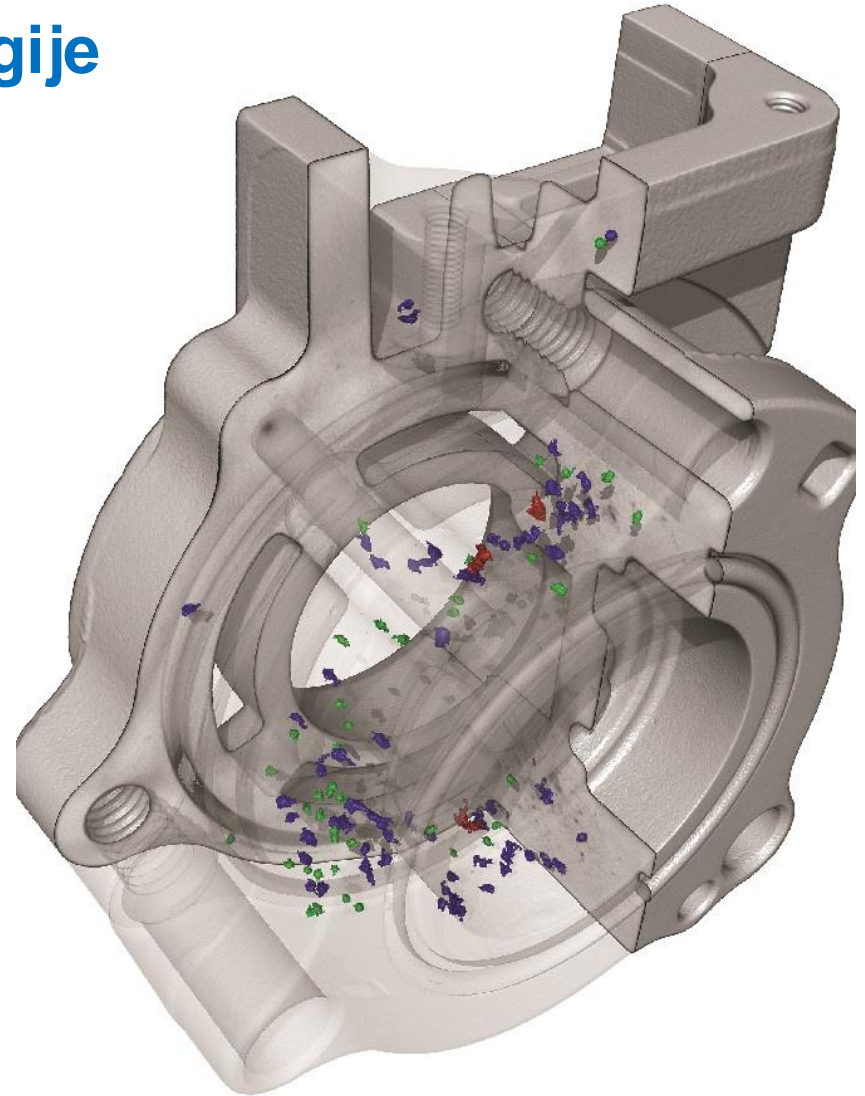
# Prednosti CT tehnologije

- ✓ Savremeni CT industrijski sistemi su dostigli nivo (preciznost i tačnost) da se mogu porediti sa KMM.
- ✓ Dve osnovne karakteristike CT skenera su rezolucija slika (tomograma) i energija X zraka.
- ✓ Rezolucija je funkcija debljine preseka, odnosno razmaka između dve uzastopne CT slike i kod novijih industrijskih skenera ona ide i ispod 10 μm.
- ✓ Izlazna digitalna informacija sada je dostupna u nekoliko standardnih formata za razmenu (IGES, STEP, STL itd.).
- ✓ Većina savremenih CT skenera sadrži i mogućnost integracije softvera za obradu CT informacija i kao rezultat daje kompletan 3D CAD model.

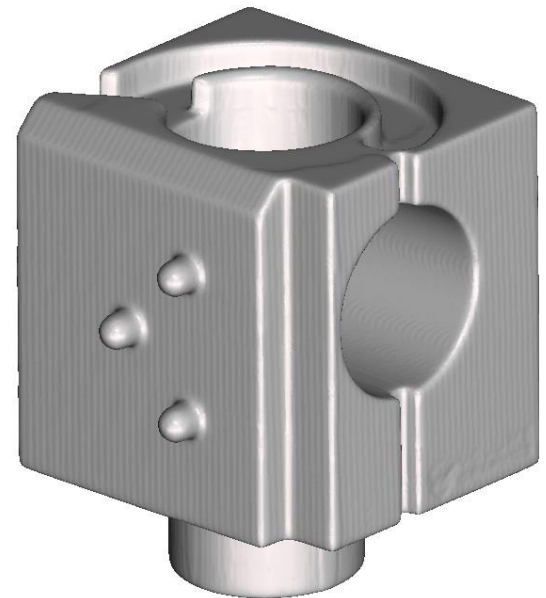
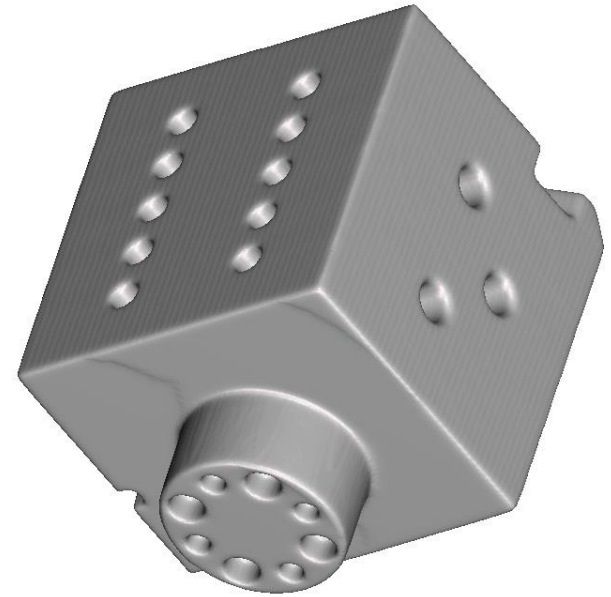
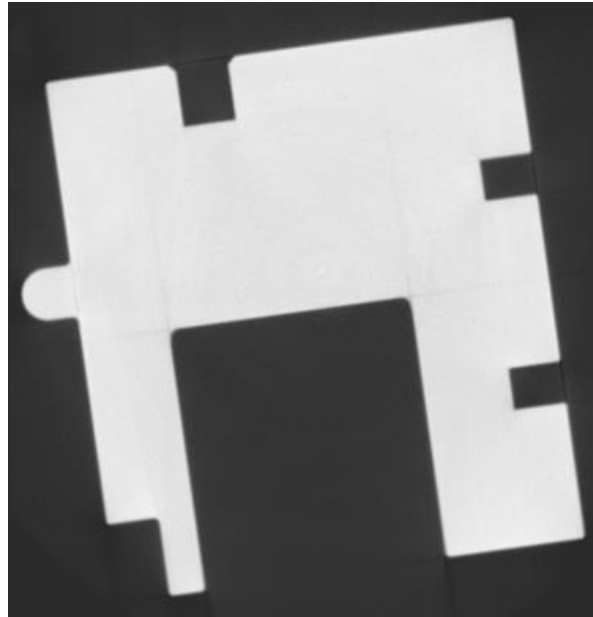


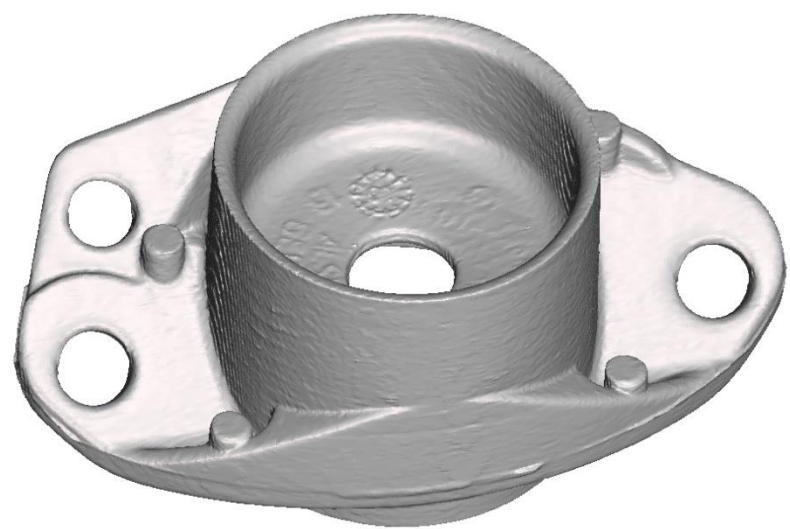
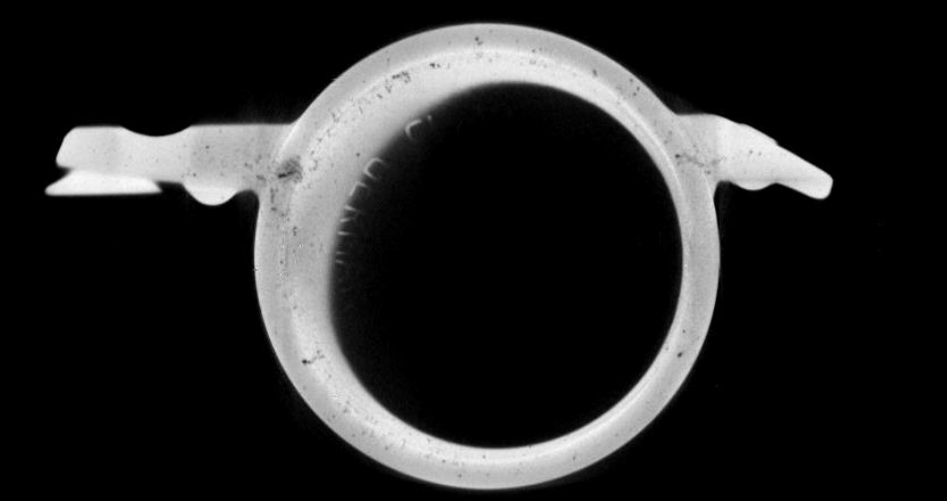
# Prednosti CT tehnologije

- ✓ Zahvaljujući relativno dobroj prodornosti X-zraka, kao i osetljivosti na gustinu materijala objekta, CT omogućava nedestruktivnu karakterizaciju i unutrašnjosti objekta, što ga čini vrlo pogodnim za primenu u industrijskoj inspekciji.



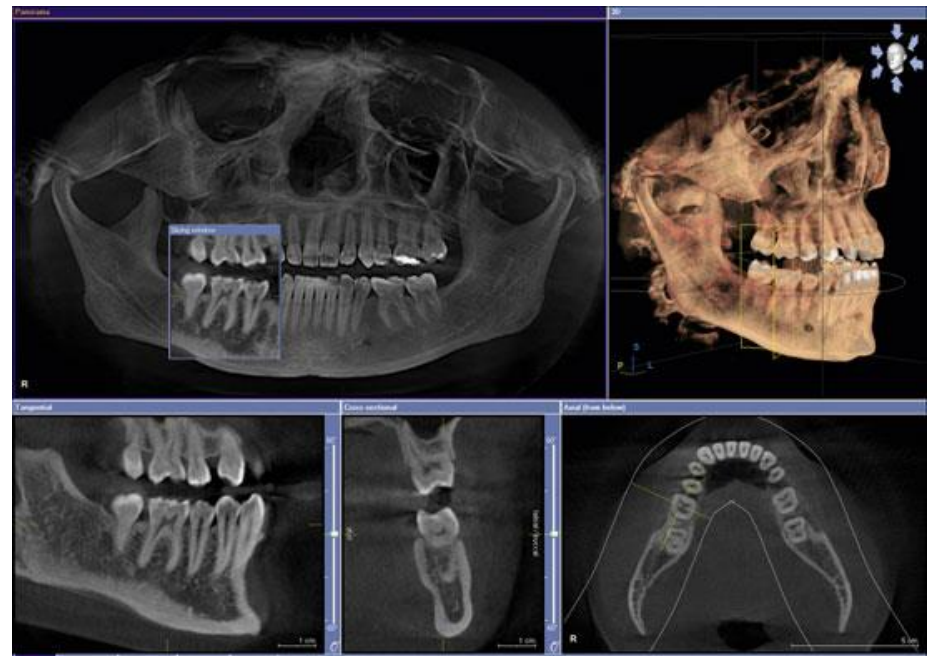
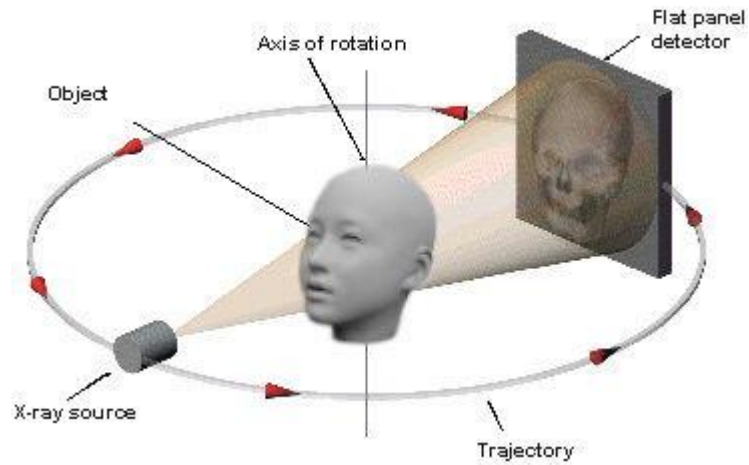
# Primeri:



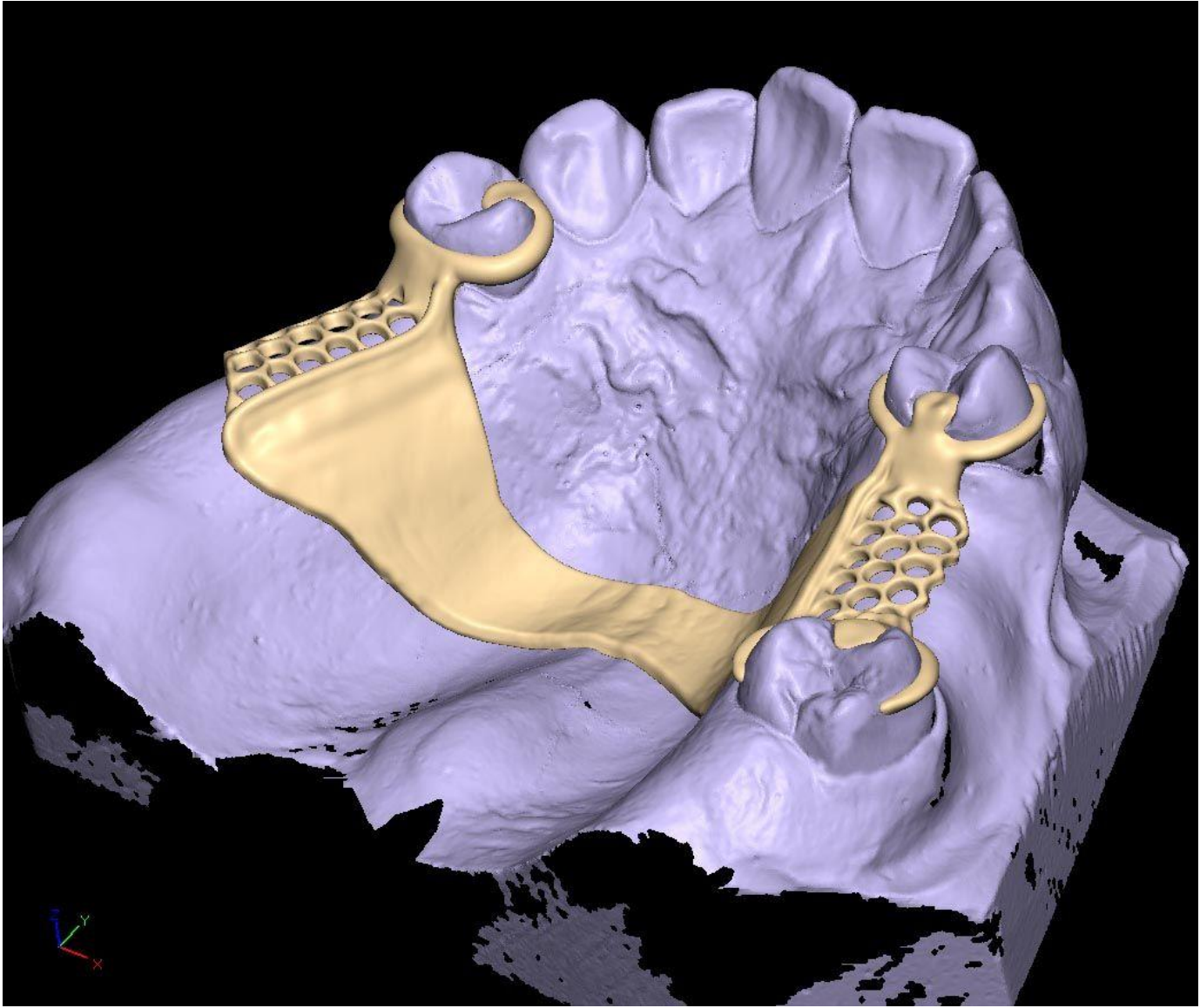


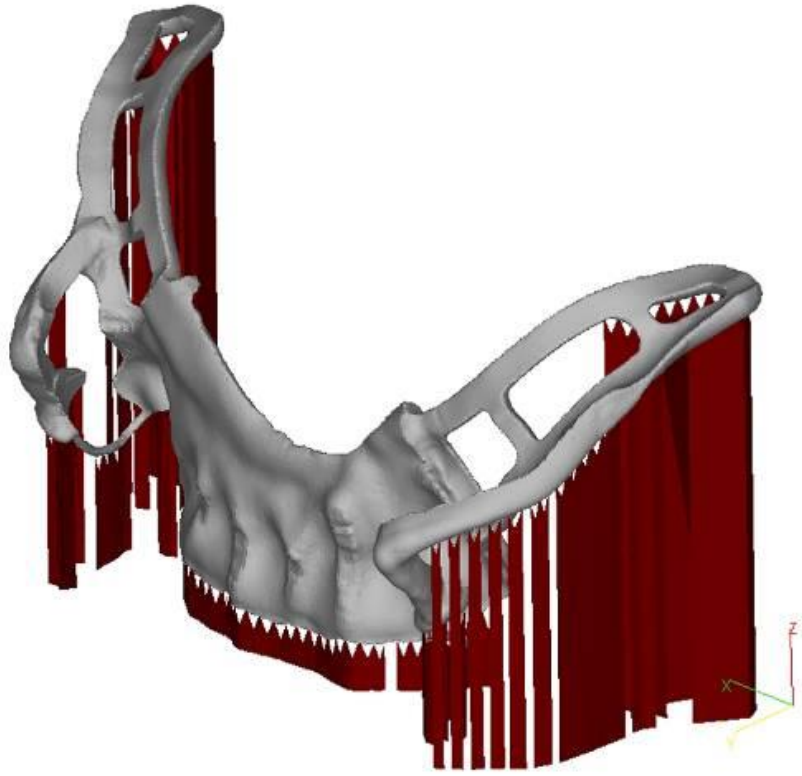


# CBCT u medicine i stomatologiji



CBCT slike u DICOM formatu zapisa





**HVALA NA PAŽNJI! :)**