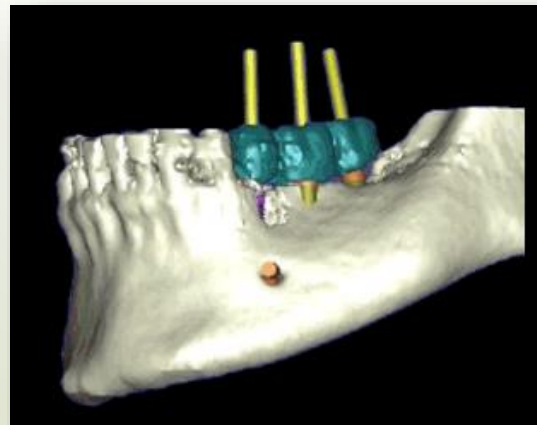


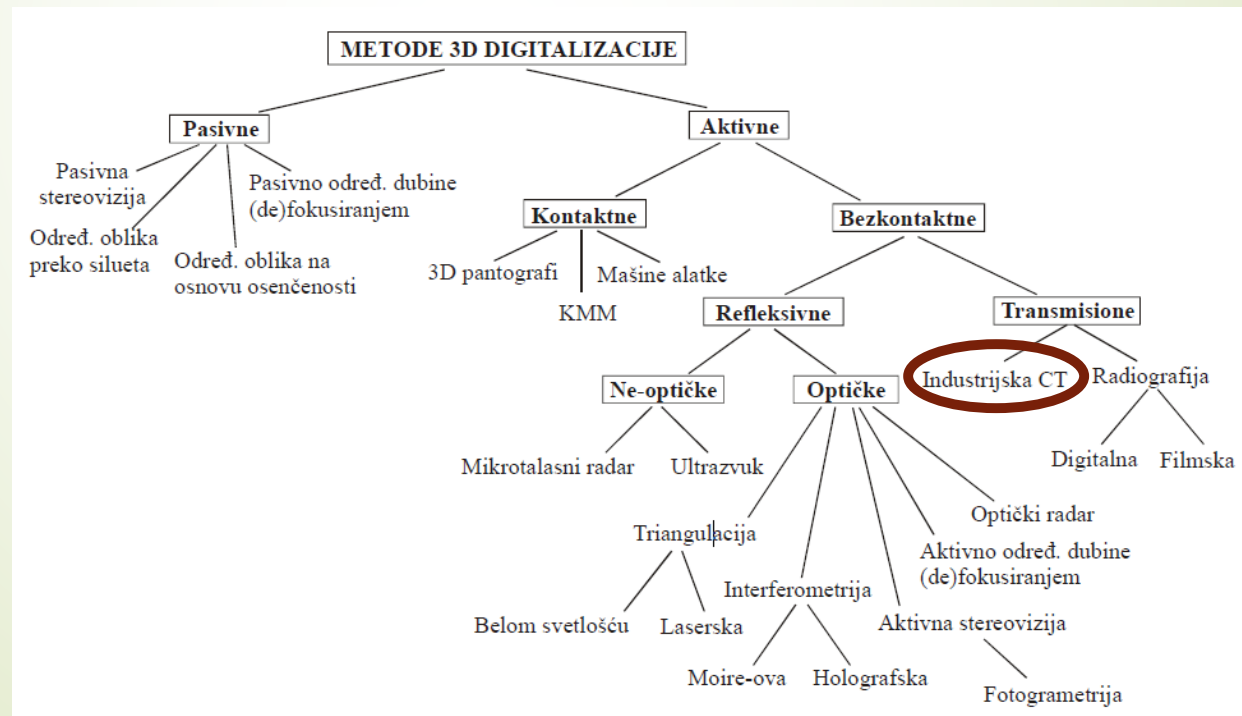
Obrada snimaka generisanih primenom kompjuterizovane tomografije (CT)

-Vežbe-



Kompjuterizovana tomografija (CT)

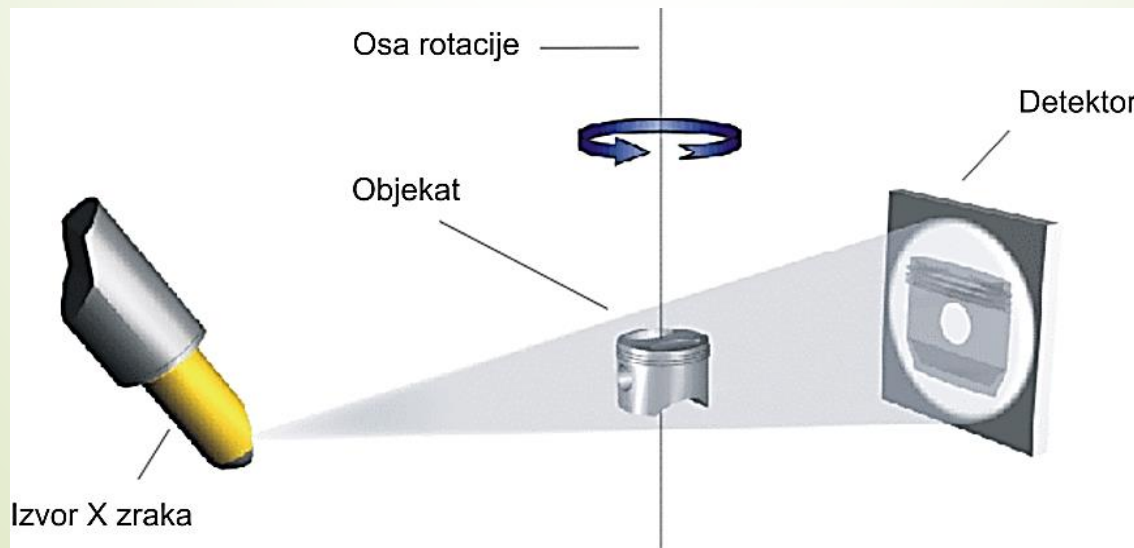
- pojavila se još 1970. godine (pronalazači Hounsfield i Cormak su 1979. godine dobili Nobelovu nagradu u oblasti medicine)
- kasnih 70-ih godina se njena primena proširuje i na industriju



Princip rada CT-a

CT se bazira na merenju atenuacije (slabljenja) X-zraka na osnovu čega se kreiraju kompjuterizovane rekonstruisane 2D slike objekta.

- Tokom zračenja objekta dolazi do veće ili manje apsorpcije X-zraka od strane materijala objekta, koja zavisi od debljine zida objekta na mestu preseka.
- Rezultat ovoga je slabljenje intenziteta X-zraka tokom transmisije kroz objekat, odnosno dolazi do atenuacije X-zraka koja se iskazuje preko linearnog **koeficijenta atenuacije μ** .



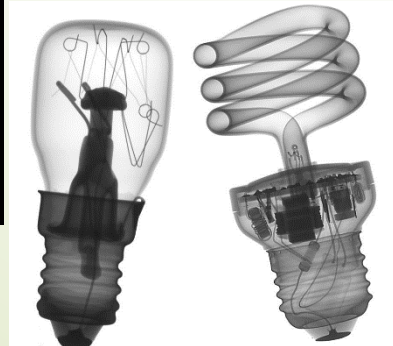
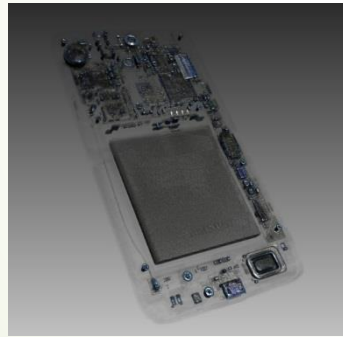
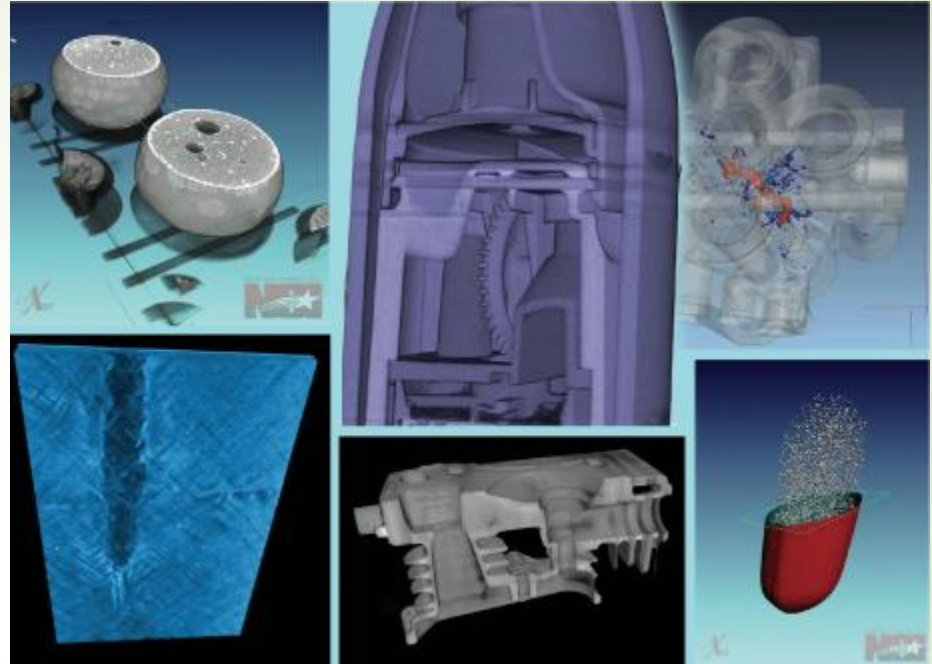
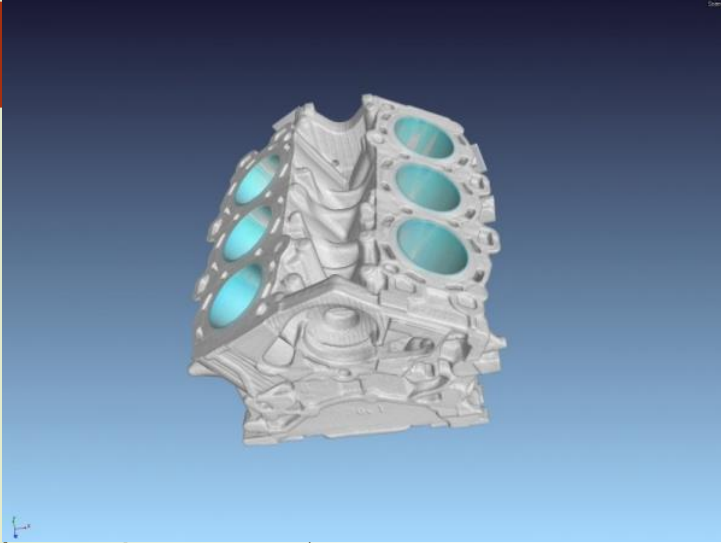
Karakteristike CT-a

- Zahvaljujući osobinama X-zraka, CT se podjednako dobro primenjuje i na metalnim i na plastičnim delovima.
- Takođe se primenjuje i kod predmeta sa glatkim ili teksturisanim površinama, i to kako od punih, tako i od vlaknastih materijala.
- Drugim rečima, CT je indiferentna na kvalitet obrađene površine, kompoziciju i vrstu materijala.

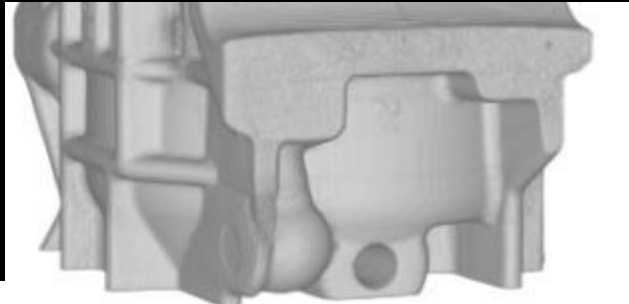
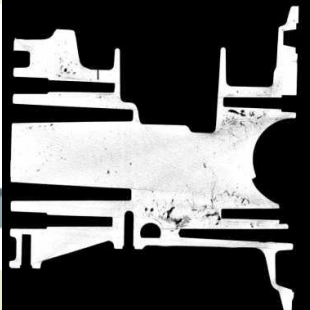
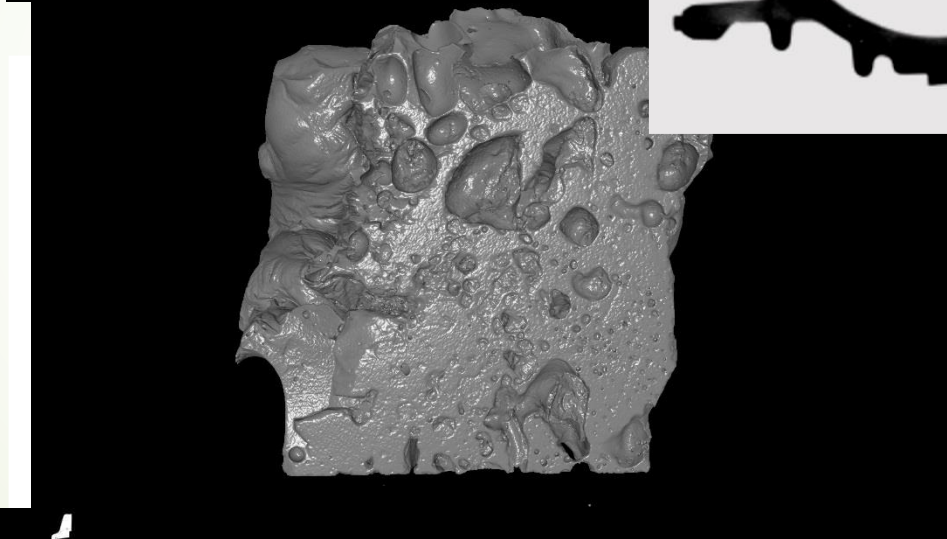
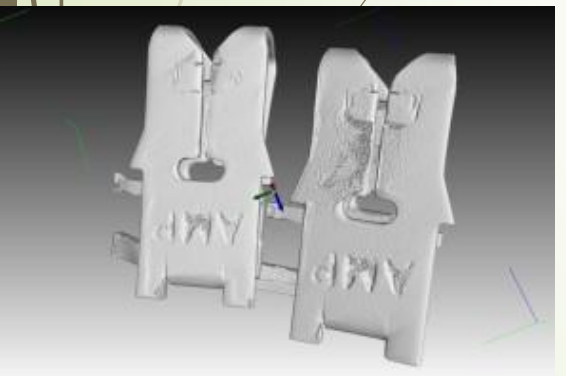
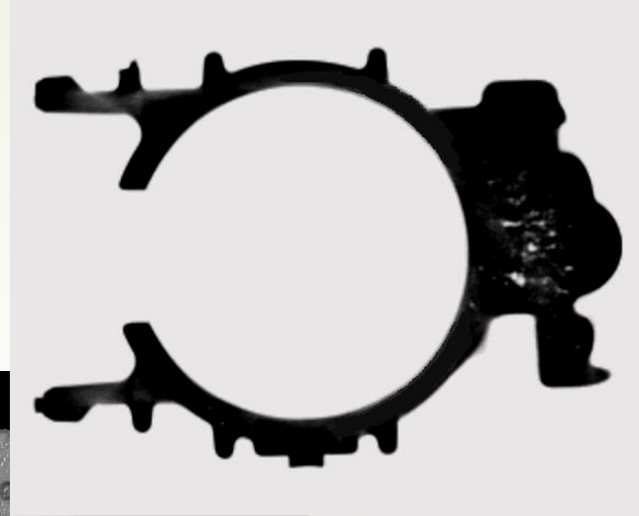
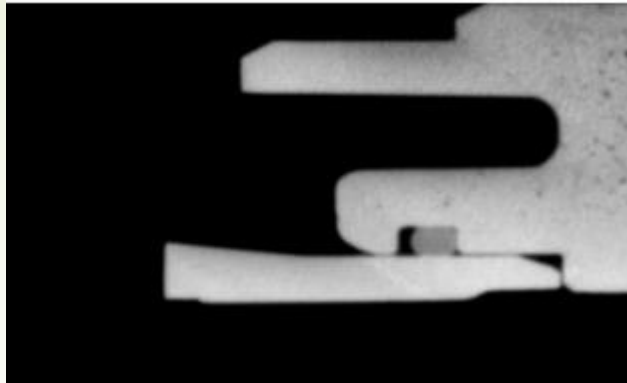
Primena CT-a

- Reverzibilno inženjersko modeliranje;
- 3D vizuelizacija;
- Analiza unutrašnjosti delova bez njihovog razaranja;
- CAD inspekcija 3D modela.

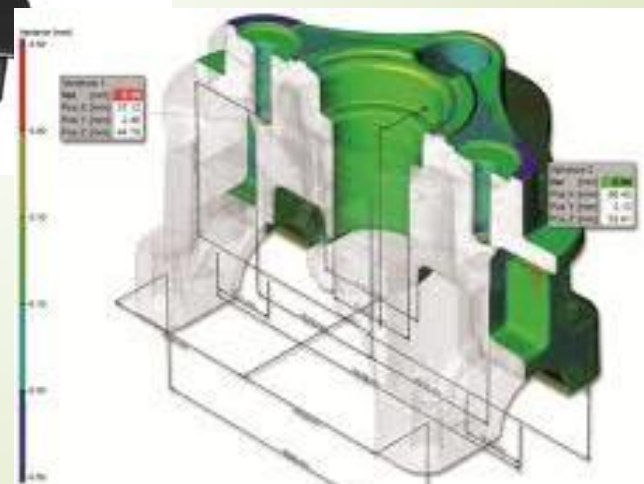
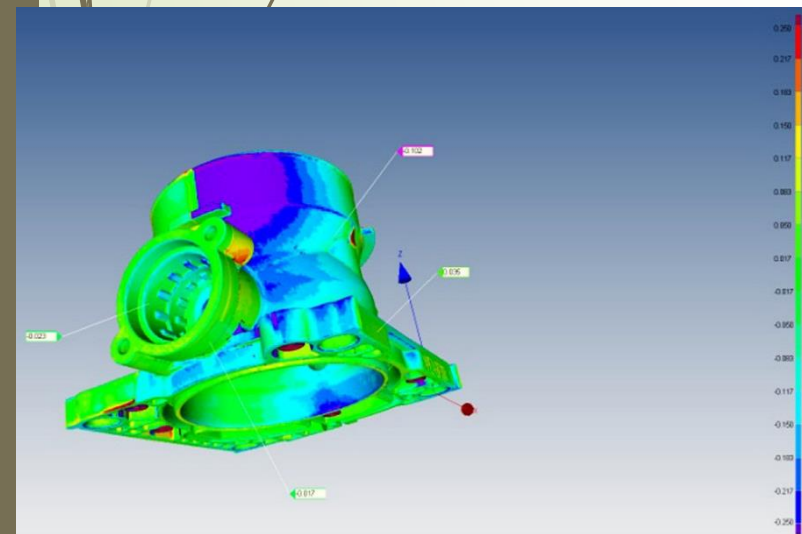
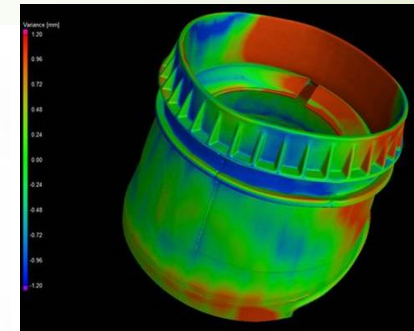
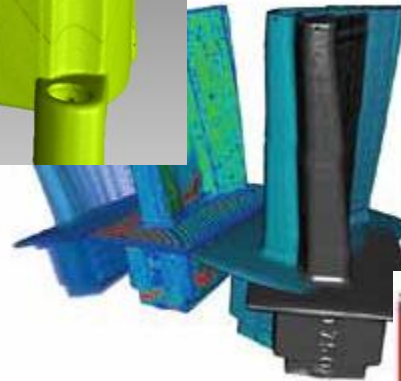
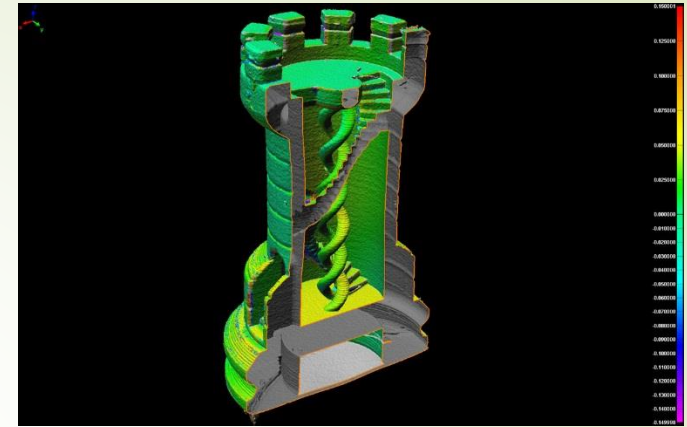
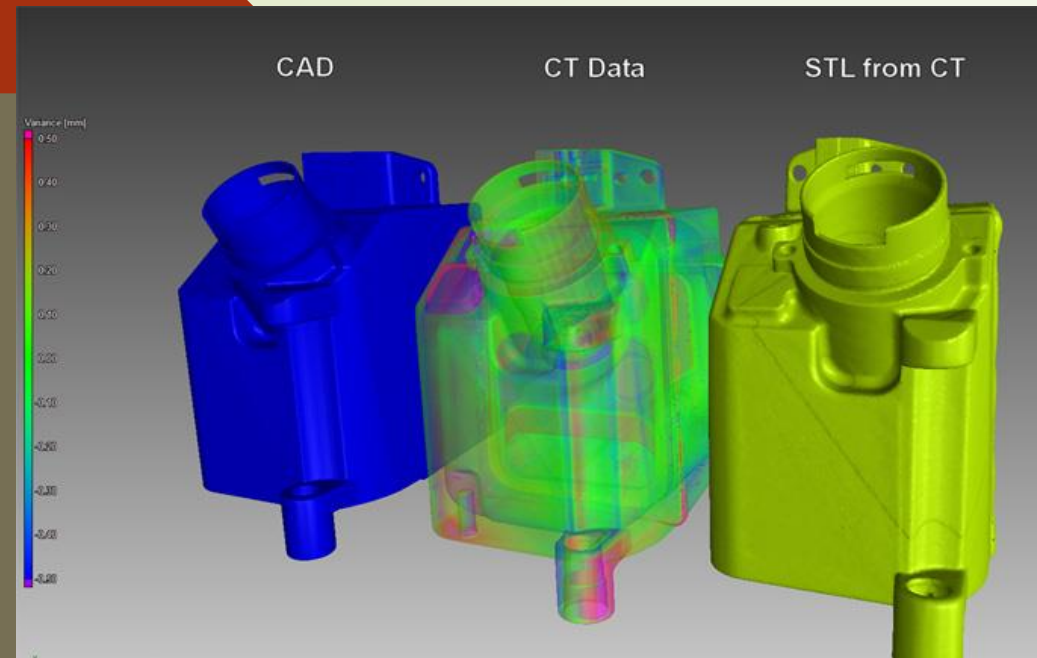
3D vizuelizacija



Analiza unutrašnjosti delova bez njihovog razaranja



CAD inspekcija 3D modela



Prednosti CT-a

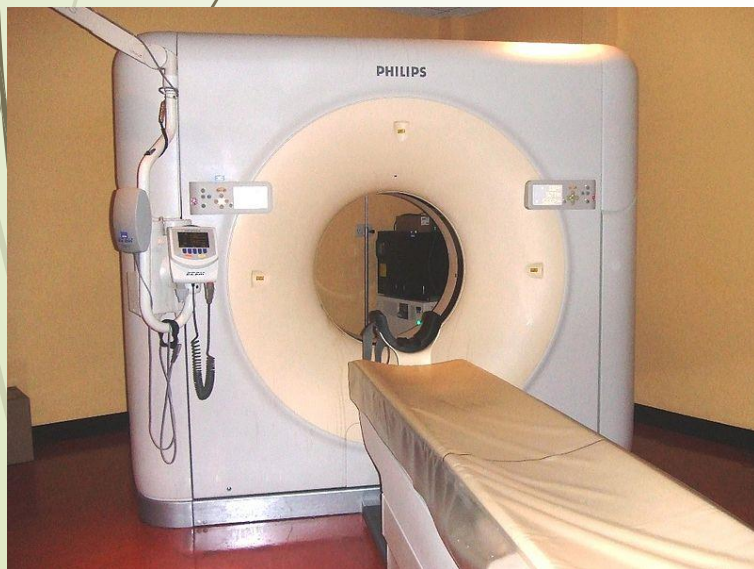
- Ne-razarajuća ispitivanja za inspekciju i metrologiju,
- troškovi inspekcije i analize su smanjeni,
- projektni zahtevi za unutrašnje i spoljašnje delove se proveravaju brzo i tačno,
- unutrašnji kompleksni oblici se mogu precizno meriti bez razaranja,
- delovi su skenirani u slobodnom okruženju bez fiksiranja kojim se javljaju naprezanja koja bi mogla oštetiti osetljive delove ili prikazali savijanje koje nije prisutno u delu,
- brza izrada prototipova unutrašnjih delova ne predstavlja više težak zadatak jer se CAD model ne stvara od nule.

Mane CT-a

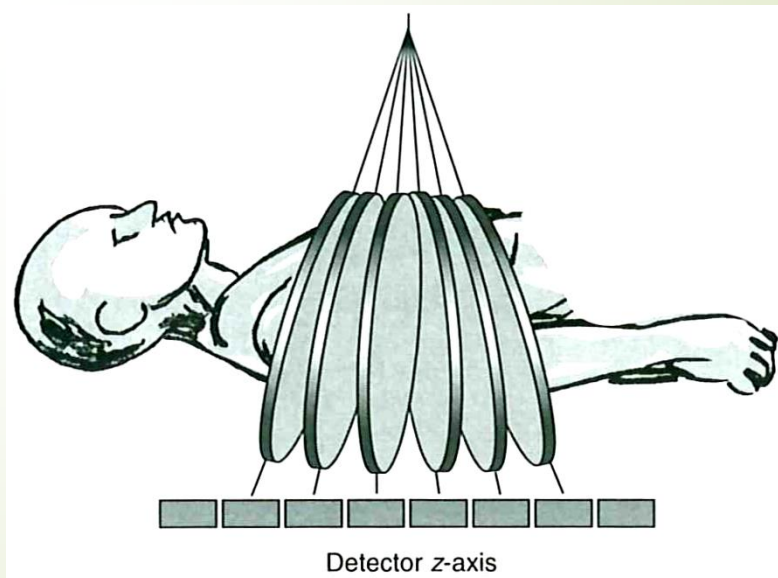
- ▶ Nedostaci CT podataka (2D snimaka) uključuju, pre svega:
 - ▶ Osetljivost na šum kod predmeta napravljenih od materijala veće gustine (veći atomski broj),
 - ▶ povećana poteškoća u obradi podataka (2D snimaka), za razliku kod obrade površinskih 3D modela u STL formatu zapisa, i
 - ▶ potreba za obučenim operatorom za obradu CT podataka (2D snimaka).

Multi-slajs kompjuterizovana tomografija (MS CT)

- Princip snimanja ovim uređajem se može opisati i kao sečenje hleba na tanke kriške.
- Kada se predmet snima, on se „seče na veliki broj kriški“ a svaka „kriška“ se obrađuje od strane računarskog softvera, što omogućava detaljni višedimenzionalni prikaz unutrašnjosti skeniranog predmeta.

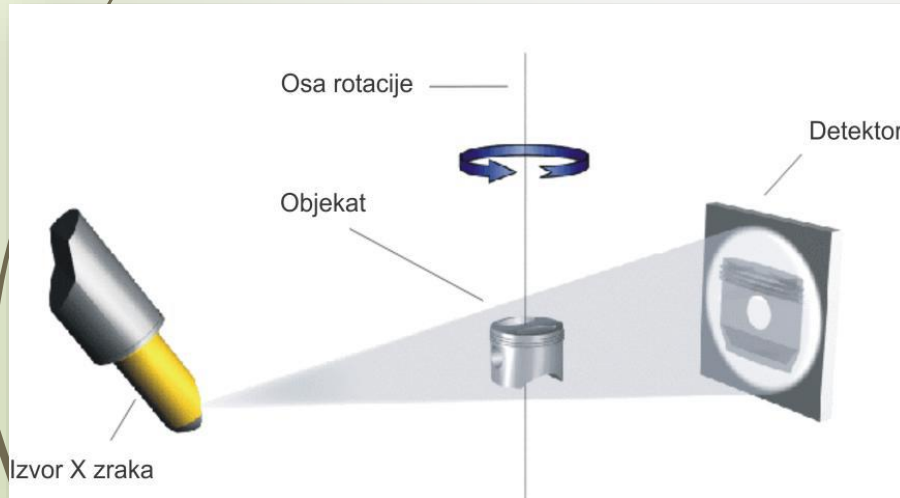


Siemens 64 MS CT



Cone Beam kompjuterizovana tomografija (CBCT)

- Ovaj sistem omogućava generisanje 3D modela velike rezolucije i velike dimenzione tačnosti.
- CBCT skener koristi usmereni izvor X-zraka koji proizvodi snop najčešće u obliku konusa (otud i potiče naziv) ili ređe piramide, koji zatim vrši potpunu ili delimičnu rotaciju oko pacijenta proizvodeći niz projekcija pomoću digitalnog detektora.



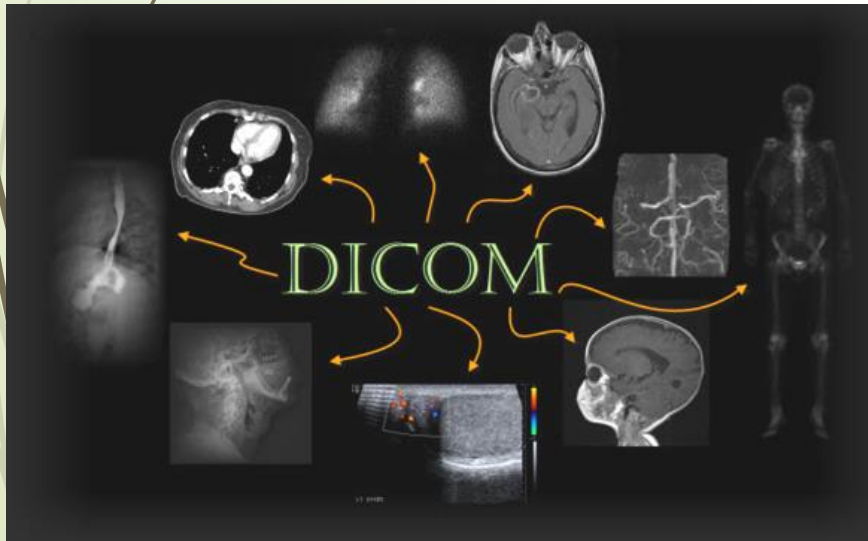
Scanora
3D



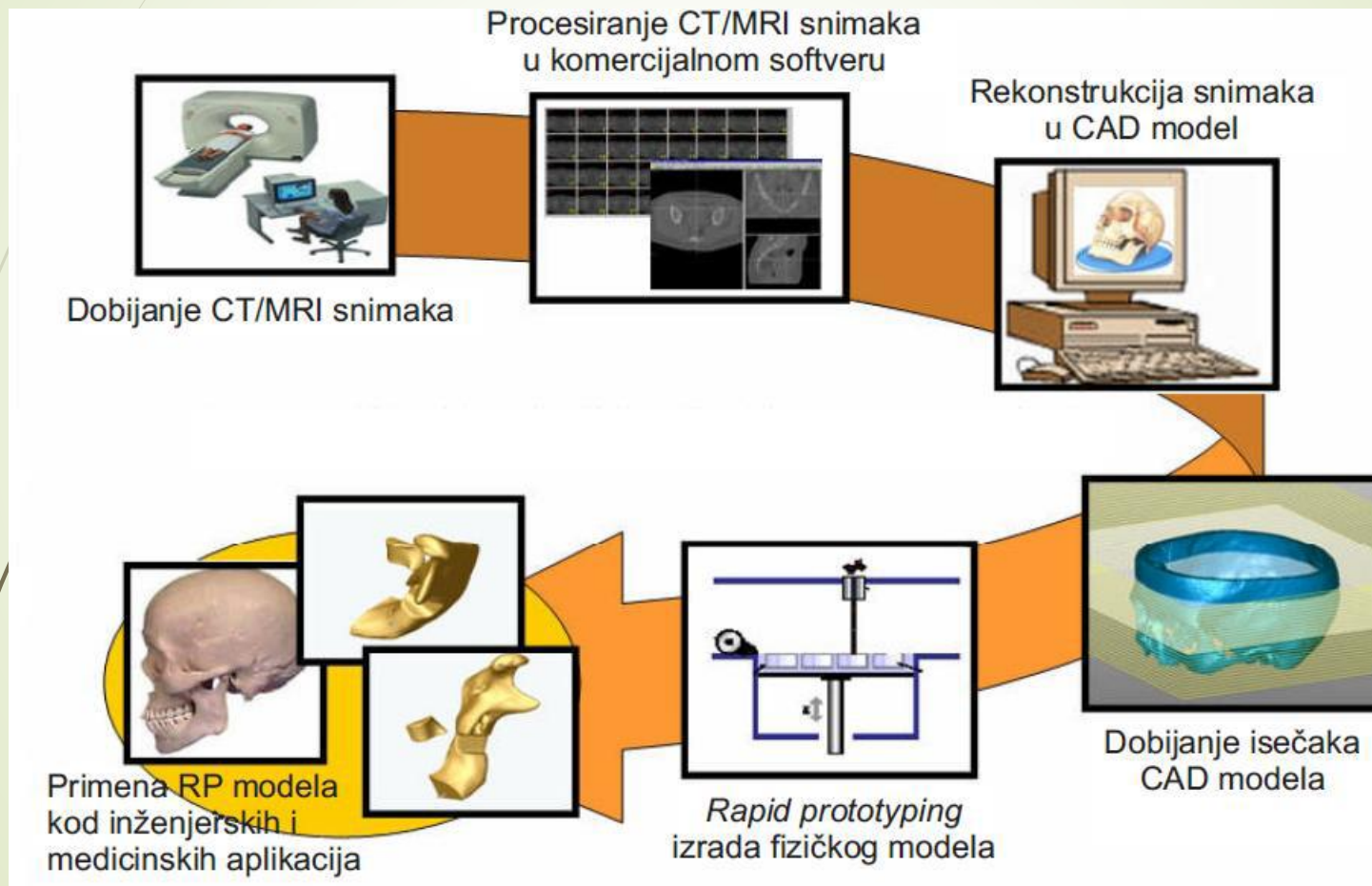
DICOM format

(*D*igital *I*maging and **C**ommunications in **M**edicine)

- Omogućava komunikaciju između dijagnostičkih uređaja,
- omogućava prenos podataka i skladištenje,
- dizajniran je da obuhvati sve funkcionalne aspekte digitalne medicine u oblasti snimaka.
- **sadrži podatke o kalibraciji CT uređaja** na kojem su generisani 2D CT snimci.



Proces (biomedicinskog) RE modelovanja

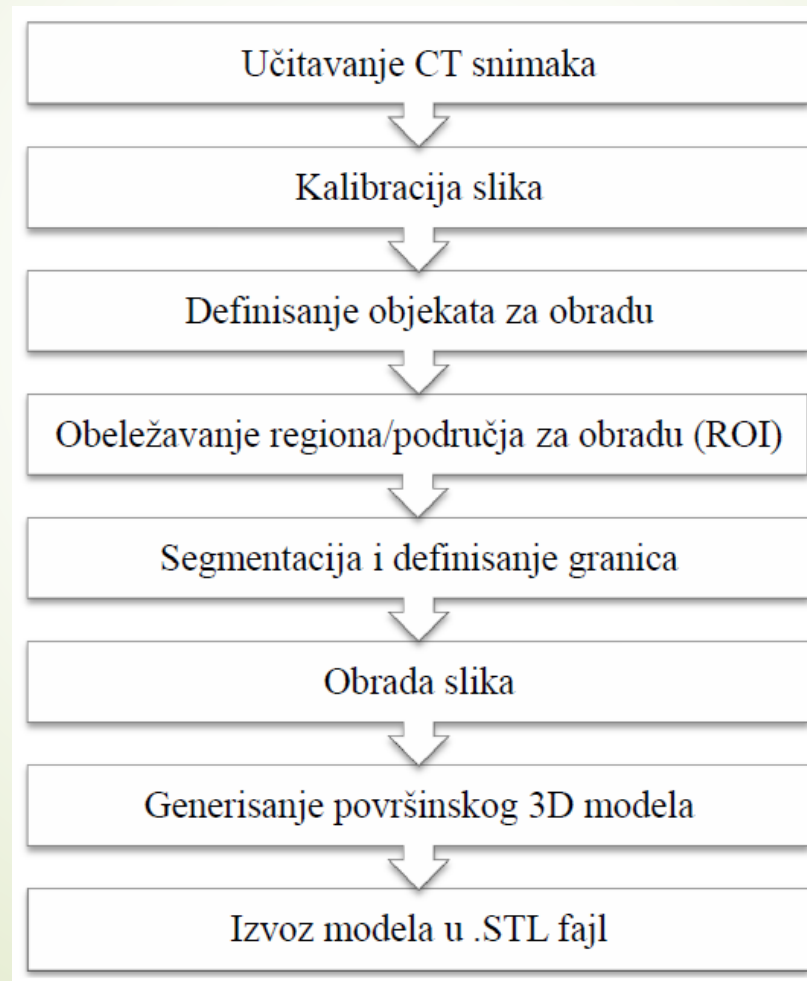




Komercijalni softveri za obradu CT snimaka:

- ▶ 3D DOCTOR
- ▶ OnDEMAND3D
- ▶ Mimics
- ▶ Dolphin 3D
- ▶ AMIRA
- ▶ I-Dixel
- ▶

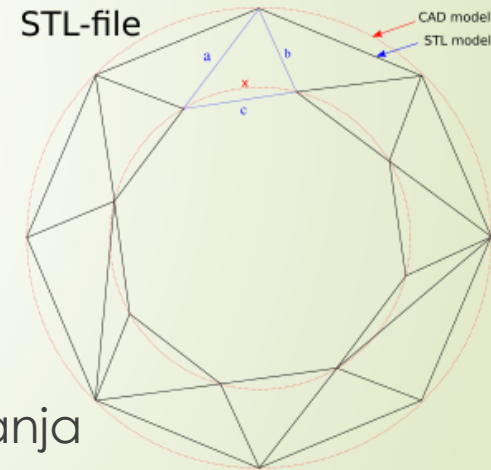
Algoritam toka rada pri generisanju površinskog 3D modela u softveru 3D DOCTOR



Izvoz površinskih 3D modela

Kao najčešći format za izvoz površinskog 3D modela kod metoda 3D digitalizacije, a i kod obrade u softverima koristi se **STL (eng. Stereolithography) format**.

- ▶ STL format je nastao još 1987. godine od strane kompanije *Albert Consulting Group*. Ovaj format je razvijen za prve komercijalne 3D štampače. Od prvog izdanja, format je ostao relativno nepromenjen 22 godine, do njegovog ažuriranja 2009. godine.
- ▶ Ovaj format datoteke podržavaju mnogi softverski paketi;
- ▶ **Široko se koristi za** brzo izradu prototipova, 3D štampanje i računarom podržanu proizvodnju.
- ▶ **STL datoteke opisuju** samo površinsku geometriju trodimenzionalnog objekta bez ikakvog predstavljanja boja, teksture ili drugih zajedničkih atributa.
- ▶ Format STL se može sačuvati u **ASCII** i **binarnom** prikazu.
- ▶ **Binarne datoteke su češće primenjivane iz razloga jer su kompaktnije od ASCII formata (datoteke zauzimaju manje prostora na hard disku)!!**



STL datoteka opisuje grubu nestruktuiranu triangulisanu površinu pomoću normala i ivica trouglova pomoću trodimenzionalnog Dekartovog koordinatnog sistema.

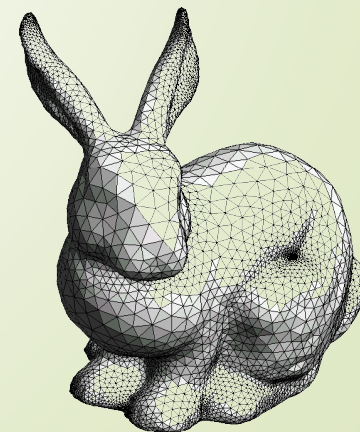
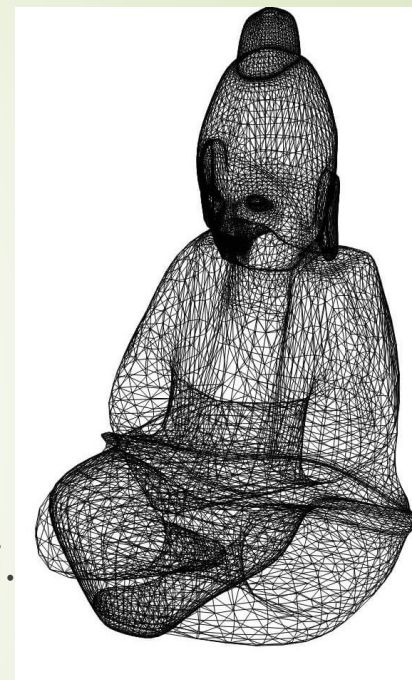
Koordinate unutar STL datoteke moraju biti pozitivni brojevi, nema informacija o skali, a jedinice su proizvoljne.

Binarni zapis STL formata

- Pošto ASCII STL datoteke mogu biti i do nekoliko puta veće, iz tog razloga postoji i binarni zapis STL formata.
- **Sadržaj binarne STL datoteke:**
- Binarna STL datoteka ima zaglavlje od 80 karaktera. Sledeće zaglavlje je 4-bajtni nepotpisani celi broj koji ukazuje na broj trouglastih fejseta (trouglova) u datoteci. Nakon toga su podaci koji opisuju svaki trougao ponaosob.

Vektori normala fejseta (trouglova)

- U oba formata, ASCII i binarni, kod zapisa STL formata, pravac normale treba da bude jedinični vektor koji je usmeren prema spoljašnjem okruženju objekta.



Mane STL formata zapisa

- ▶ **Mane su:**
- ▶ STL datoteka je višestruko veća od originalnog CAD 3D modela, sa određenim stepenom manje tačnosti.
- ▶ STL datoteka nosi mnogo više nepotrebnih informacija kao što su duplikati ivica.
- ▶ Postoje nedostaci u geometriji kod STL datoteka jer mnogi algoritmi kod komercijalnih softvera nisu dovoljno robustni. Ovo dovodi do potrebe za "softverom za popravku" i dodatnih alata koja povećava vreme neophodno za dodatne korekcije i modifikacije površinskog 3D modela.



HVALA NA PAŽNJI!!