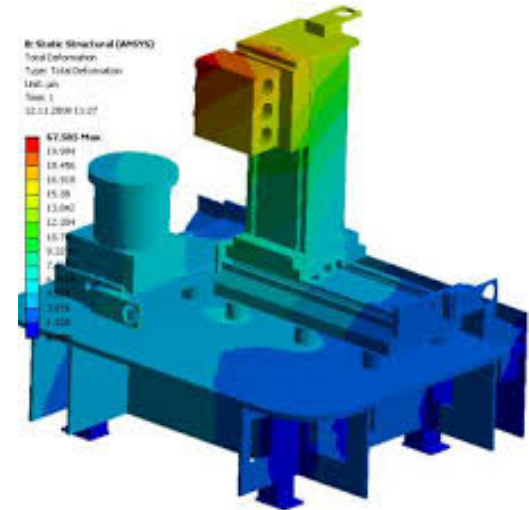
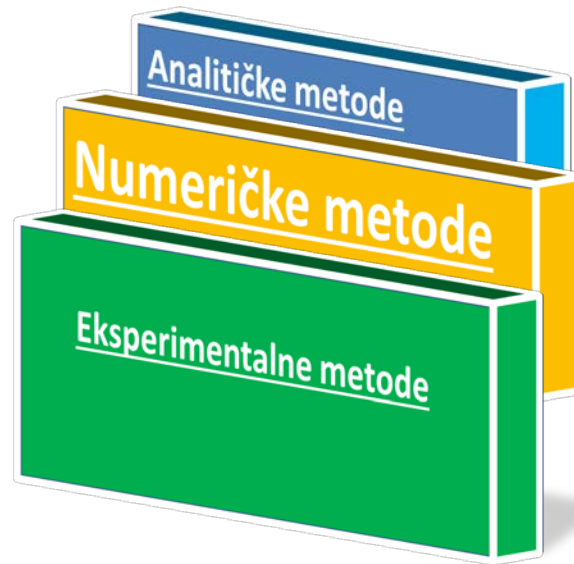
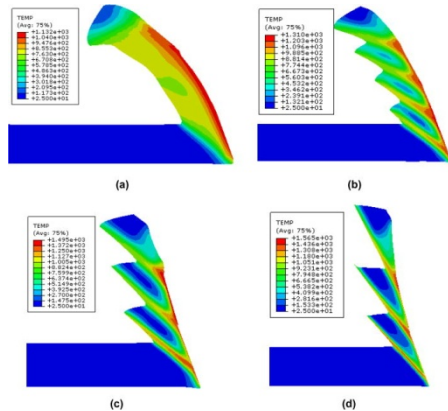




1. UVODNE NAPOMENE

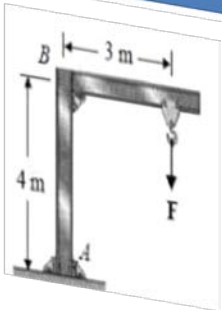


Inženjersko rešavanje problema



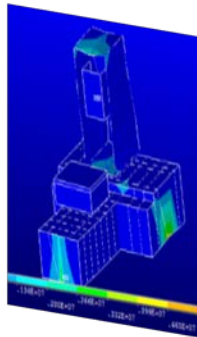
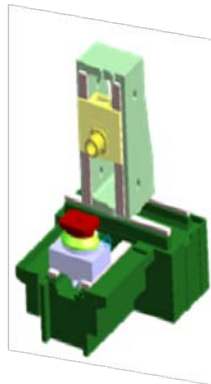
Analička metoda

- Klasična metoda – tačnost rezultata 100%.
- Rešenja zatvorenog oblika.
- Primenljiva samo na jednostavne probleme: konzola, greda i dr.



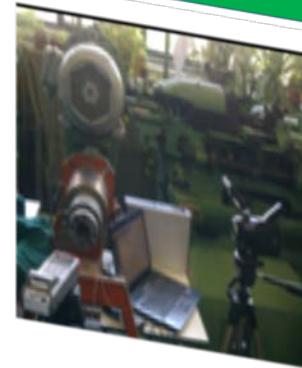
Numeričke metode

- Matematičko predstavljanje problema.
- Rešenja se zasnivaju na približnim pretpostavkama.
- Rezultati se moraju proveriti eksperimentalnim i/ili analitičkim metodama.
- MKE, MGE, MKZ, MKR (FEM), (BEM), (FVM), (FDM)

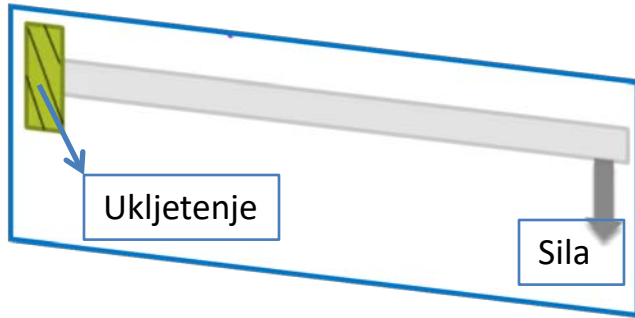


Eksperimentalne metode

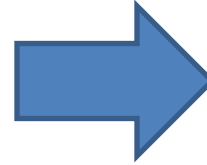
- Merenje u realnim uslovima.
- Dugotrajno vreme, skupa postavka.
- Primenljivo samo na fizičkim prototipovima.
- Rezultati se moraju proveravati na više fizičkih prototipova.
- Merne trake, akcelerometri, senzori temperature, pritiska itd.



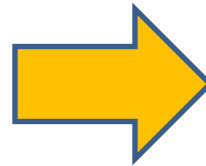
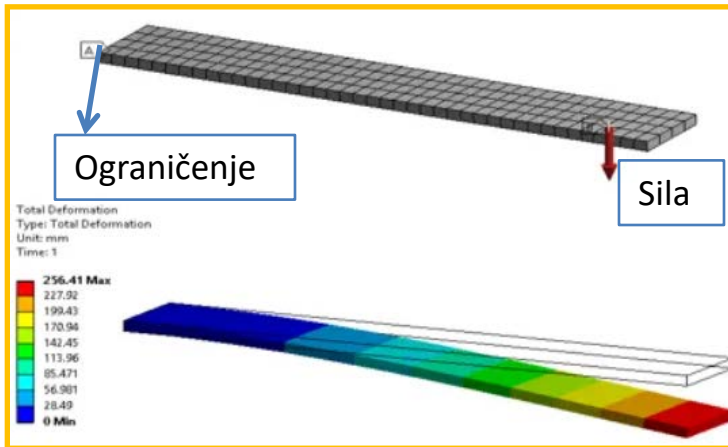
Inženjersko rešavanje problema



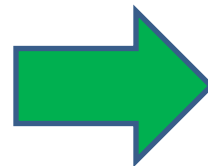
$$\delta = \frac{F \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$$



Analičke metode
Rezultat – pomeranje vrha konzole na mestu dejstva sile.



Numeričke metode
Rezultat – pomeranje konzole u tačkama (čvorovima).



Ekspерimentalne metode
Rezultat – pomeranje konzole na mestu postavljanja odgovarajućeg davača pomeraja.

Tipovi numeričkih metoda



Metoda Konačnih Razlika (MKR) - Finite Difference Method (FDM)

Koristi Tejlorov red za pretvaranje diferencijalne jednačine u algebarsku jednačinu, pri čemu se zanemaruju članovi višeg reda.

Upotrebljava se u kombinaciji sa MGE i MKZ za rešavanje toplotnih pojava i problema vezanih u mehanici fluida.

Metoda Konačnih Zapremina (MKZ) - Finite Volume Method (FVM)

Osnovna ideja metoda konačnih razlika je da se parcijalni izvodi u parcijalnim diferencijalnim jednačinama izračunavaju nad diskretnim zapreminama definisane geometrije.

Osnovna primena je u mehanici fluida i elektromagnetnoj analizi.

Metoda Graničnih Elementa (MGE) - Boundary Element Method (BEM)

Postupak se sastoji u diskretizovanju granične oblasti strukture, graničnim elementima. Metoda se zasniva na rešavanju linearnih parcijalnih diferencijalnih jednačina koje su formulisane kao integralne jednačine.

Primena: mehanika fluida, akustika, elektromagnetika, mehanika loma i mehanika kontakta.

Metoda Konačnih Elementa (MKE) - Finite Element Method (FEM)

Metoda konačnih elemenata je numerička metoda za rešavanje sistema parcijalnih diferencijalnih jednačina. Osnovne jednačine kojima se opisuje stanje u pojedinim elementima, a pomoću kojih se formuliše i problem u celini, umesto diferencijalnih ili integralnih, obične algebarske.

MKE u razvojnom ciklusu proizvoda



Prepoznavanje
potreba

Definisanje
problema

Geometrijsko
modeliranje

Analiza i
optimizacija

Procena
proizvoda

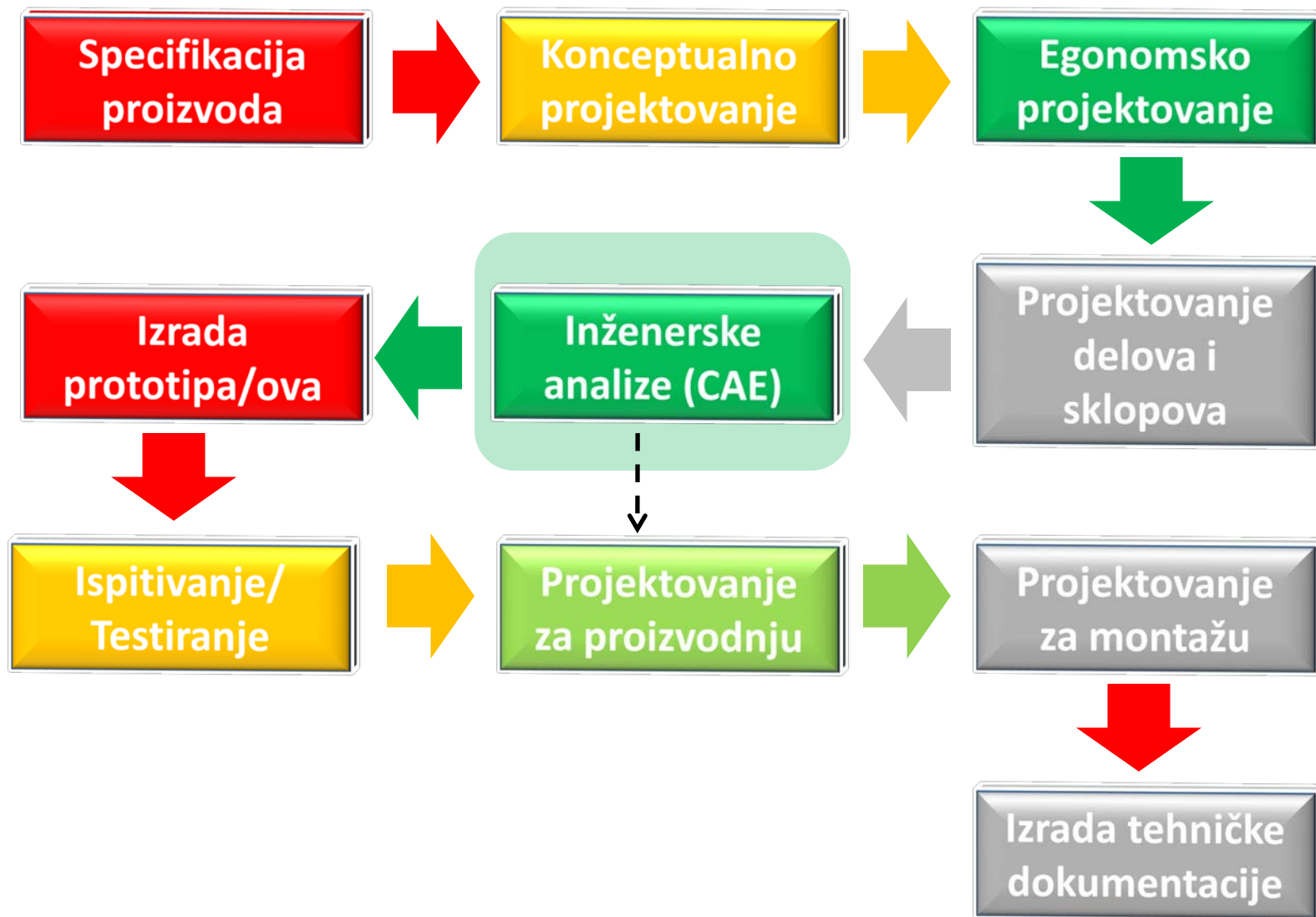
Tehnička
dokumentacija

Proizvodnja

❖ Inženjerska analiza (MKE)

❖ Pregled projektovanja i vrednovanje rešenja

MKE u razvojnom ciklusu proizvoda





Šta je MKE??

Metoda konačnih elemenata se zasniva na fizičkoj diskretizaciji posmatranog domena na konačan broj manjih područja odnosno elemenata, tako da se analizom pojedinih elemenata, uz pretpostavku o njihovoj međusobnoj povezanosti, analizira celina.

M

Metoda – Postoje tri metode za rešavanje bilo kojeg inženjerskog problema. Analiza konačnim elementima pripada numeričkoj (računarskoj) metodi.

K

Konačnih – Svaki kontinualni (neprekidan) objekat ima beskonačan broj stepeni slobode (neodređen sistem) i kao takav nije moguće rešiti. Broj stepeni slobode se svodi sa beskonačnog na **konačni**.

E

Elementa – Osnovni koncept podrazumeva deljenje predmeta koji se analizira na konačan broj delova (poddomena) koji se nazivaju elementi.



Za šta se koristi MKE??

Metoda konačnih elemenata se koristi za dobijanje približnih rešenja za date **granične uslove** (GU).



Linearni sistem jednačina se rešava korišćenjem računara (npr. Gausov metod eliminacija, Njutn – Rapsonova metoda, itd).



Prednosti MKE

- Mogućnost analize složenih geometrijskih oblika (delova, sklopova itd).
- Definisane opšte opterećenja i graničnih uslova.
- Model se lako redefiniše da bi se povećala tačnost rezultata promenom veličine i tipa konačnih elemenata.
- Moguće definisanje vremenskih zavisnosti i uključivanje dinamičkih uticaja.
- Mogu se uključiti različiti nelinearni efekti, koji se uvode ponašanje materijala, velikih deformacija, graničnih uslova, itd.



Prednosti MKE

- Smanjenje vremena potrebnog za projektovanje i razvoj.
- Optimizacija performansi i troškova proizvoda.
- Eliminisanje ili smanjenje eksperimentalnog ispitivanja.
- Poboľšana sigurnost sa željenim faktorom sigurnosti.
- Potpunije razumevanje komponenata koje omogućavaju racionalnije projektovanje.
- Vizuelizacija uvida u objekte (Mogućnost vizuelizacije unutrašnjeg ponašanja proizvoda za primenjeno opterećenje).