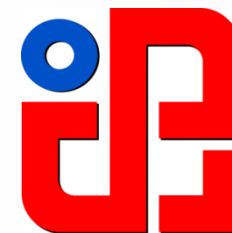




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Department za proizvodno mašinstvo



Tehnoekonomska optimizacija i preduzetništvo

Tema:

OSNOVE TEHNOEKONOMSKE OPTIMIZACIJE

Dr Dejan Lukić

Pojam tehnoekonomske optimizacije

U osnovi pojma i opšteg značenja **optimizacije** sadržana je **metodologija** pomoću koje se određuje neki **najpovoljniji rezultat ili rešenje** za određene **uslove**. Posebni deo teorije optimizacije, primenjene u proizvodnom mašinstvu i tehnici uopšte, čini **tehnoekonomska optimizacija**.

Pojam tehnoekonomska optimizacija baziran je na činjenici da je iznalaženje **najpovoljnijih rešenja** zasnovano na **grupi tehnoloških i ekonomskih kriterijuma**.

Među osnovne pojmove tehnoekonomske optimizacije spadaju:

- ciljevi,
- objekti,
- metode i
- uslovi

pri kojima se optimizira dati objekat



Cilj optimizacije se iskazuje preko **kriterijuma optimizacije**, odnosno **funkcije optimizacije** ili **funkcije cilja**, a **metodom optimizacije** se ostvaruje postavljeni cilj optimizacije na posmatranom objektu.

Objekata optimizacije ima mnogo, i po broju i po raznovrsnosti. Tako u mašinskoj tehnici kao objekat optimizacije može biti: neki od **procesa** kao što su *obradni, tehnološki, proizvodni, termodinamički, strujni* i sl., neki **tehnički sistem** kao što je *mašina, uređaj, saobraćajno sredstvo, instalacija, postrojenje, proizvod, inženjerska i uopšte ljudska delatnost* u nekom vremenskom domenu kao na primer *projektovanje, konstruisanje, istraživanje, upravljanje, organizovanje* itd.

Pojam tehnoeekonomske optimizacije

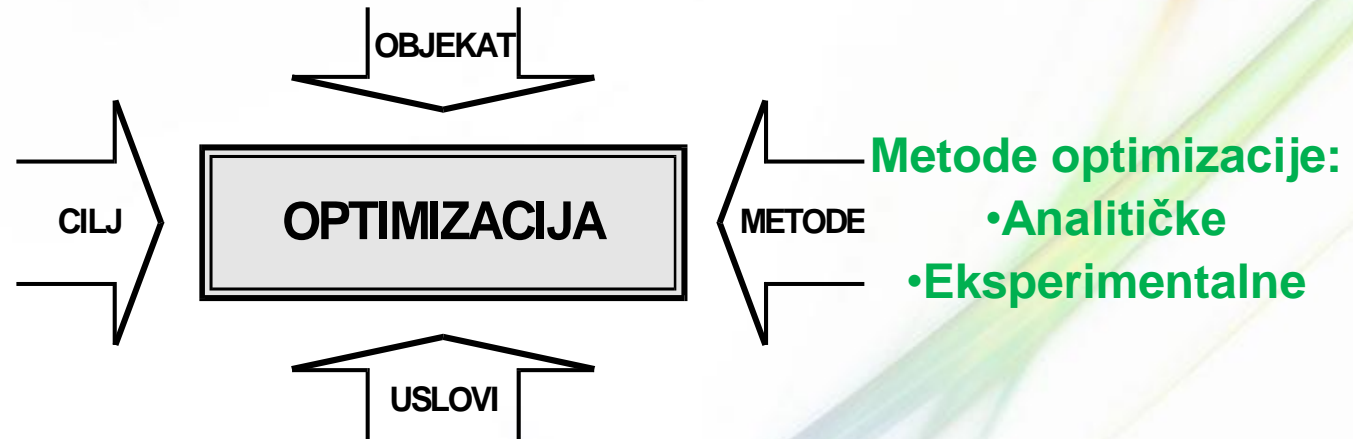
Objekti optimizacije (na čemu se vrši optimizacija):

- Procesi (obradni, tehnološki, termodinamički,)
- Tehnički sistem (mašina, proizvod, uređaj, postrojenje,)
- Inženjer. delatnost (projektovanje, konstruisanje, upravljanje, organizovanje,..)

Cilj optimizacije=

Funkcija cilja

- vreme (produkcija)
- troškovi (ekonomičnost)
- stepen iskorišćenja
- kvalitet
- dobit
- profit
-



Uslovi optimizacije mogu biti:

- Stohastički (sa uticajem spoljašnje sredine)
- Deterministički (bez uticaja spoljašnje sredine)

Značaj optimizacije u inženjerskom projektovanju

Veliki i raznovrsni broj objekata optimizacije u tehnici određuje širinu i značaj tehnoeкономске optimizacije. Skoro da nema tehničke nauke, niti inženjerske delatnosti, gde se ne koriste, u punoj meri, principi i metode ove optimizacije:

- *Projektovanje sistema, njihovih struktura i komponenata,*
- *Programiranje i analiza funkcionisanja postojećih sistema,*
- *Optimalno upravljanje proizvodnim tehnikama i tehnologijama,*
- *Inženjerske analize i obrada informacija i*
- *Upravljanje dinamičkim sistemima.*

Prva oblast je vrlo široka, jer korišćenje optimizacije u ovoj oblasti počinje od **projektovanja i konstruisanja strukturnih elemenata i jedinica sistema**, a završava se **konstruisanjem i razradom predprojekata fabrike** u celini.

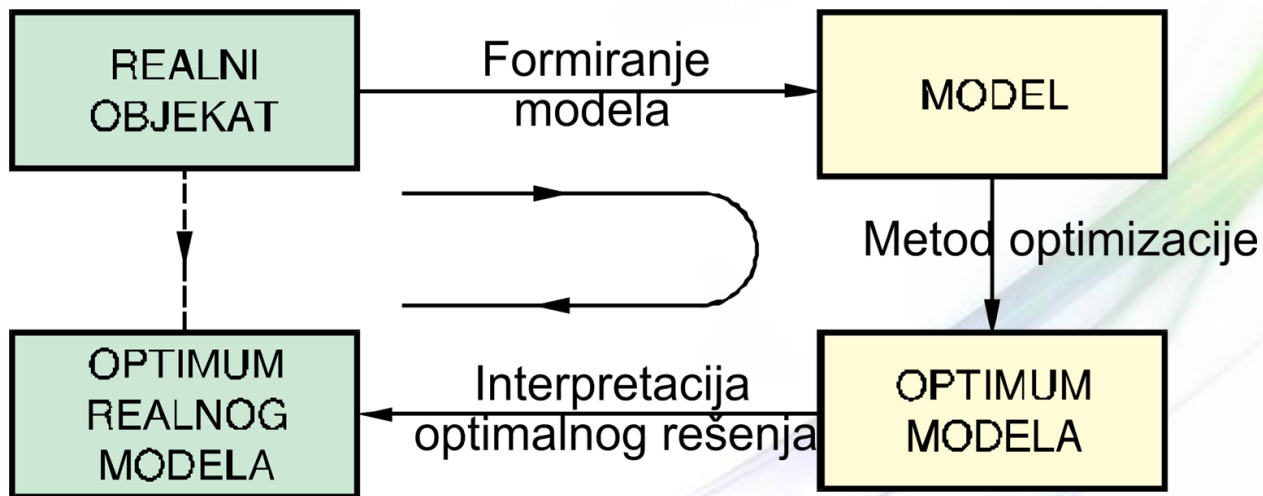
Pri projektovanju **novih**, a takođe i pri **analizi funkcionisanja postojećih sistema**, optimizacija predstavlja jednu od ključnih etapa u procesu formiranja **optimalnog projekta** novog sistema ili **definisanja optimalnih rešenja** i uslova funkcionisanja datog sistema. Ovaj proces čine četiri osnovne etape:

- *Projektovanje strukture sistema,*
- *Postavljanje modela sistema,*
- *Optimizacija parametara modela sistema i*
- *Analiza dobijenih rešenja.*

Značaj optimizacije u inženjerskom projektovanju

Proces optimizacije, koji se temelji na korišćenju **matematičkog modela objekta**, odnosno **matematičkog modela optimizacije** nekog objekta, može se posmatrati kao metod pronalaženja optimalnog rešenja za dati realni objekat **bez neposrednog eksperimentisanja**, odnosno eksperimentalnog ispitivanja na tom objektu.

Pri tome, i matematički model objekta i matematički model optimizacije objekta, moraju biti dovoljno **pouzdati**, tj. **adekvatni**. To znači da oni, iako se svakim modelom iskazuje približna predstava nekog objekta, jer se manje važne ili nevažne karakteristike objekta ispuštaju iz modela, **moraju da odraze najvažnije karakteristike datog realnog objekta**.



Optimizacija realnog objekta preko modela

Formiranje matematičkog modela datog objekta predstavlja skoro redovno najtežu etapu procesa optimizacija.

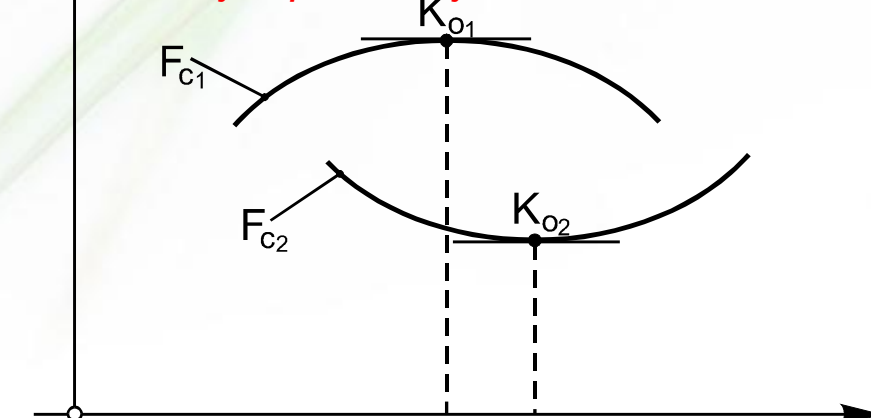
Neki karakteristični oblici optimizacionih zadataka

Osnovni cilj svakog optimizacionog zadatka, kako je već istaknuto, podrazumeva **određivanje uslova** pri kojima funkcija optimizacije F_c ima **minimalnu** ili **maksimalnu** vrednost, poznatu kao **optimalno rešenje**.

Pri tome se mogu pojaviti dva osnovna oblika optimizacionog zadatka:

Prvi se odnosi na slučajeve kada funkcija optimizacije F_c ima **lokalni ekstrem**

Oblici optimizacionih zadataka kod kojih funkcija optimizacije ima lokalni ekstrem

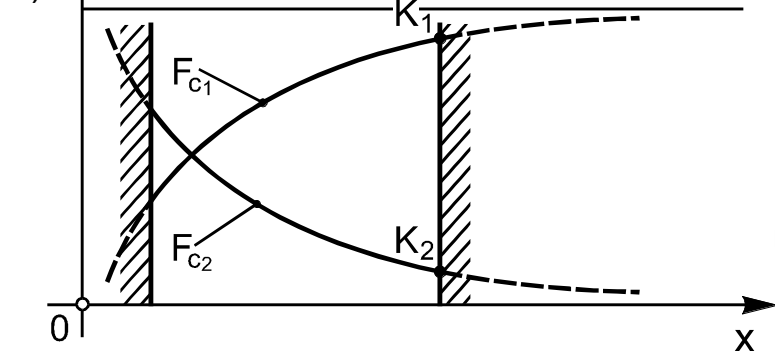


Drugi kada je optimalno rešenje **izvan oblasti dopuštenih rešenja**

Određivanje optimalnog rešenja u prvom slučaju vrši se poznatim metodama matematičke analize.

U drugom slučaju, bez obzira da li se ekstremna vrednost funkcije optimizacije nalazi u beskonačnosti, ili u realnoj blizini izvan oblasti dopuštenih rešenja, optimalnim rešenjem proglašavaju se vrednosti funkcija F_c u tačkama K_1 odnosno K_2 .

Oblici optimizacionih zadataka kod kojih funkcije optimizacije nemaju lokalne ekstreme



Neki karakteristični oblici optimizacionih zadataka

Određivanje optimalnog rešenja kod ove vrste optimizacionih zadataka, koji su i najčešće prisutni u mašinstvu, vrši se odgovarajućim **metodama numeričke matematike**, odnosno **primenom računara**.

Poseban kvalitet u rešavanju ove vrste optimizacionih zadataka, čini analiza dobijenih rezultata optimizacije. Naime, određivanjem optimalnog rešenja, odnosno njegovog položaja na rubu dopuštene oblasti rešenja određeno je i **ograničenje koje ga je uslovalo**. Odgovarajućim izmenama elemenata koji definišu matematički model posmatranog objekta optimizacije i utiču na oblast dopuštenih rešenja može se položaj optimalnog rešenja pomeriti u tačku sa znatno povoljnijim rešenjem. Time se u značajnoj meri određuje i strategija optimalnog upravljanja posmatranim objektom optimizacije.

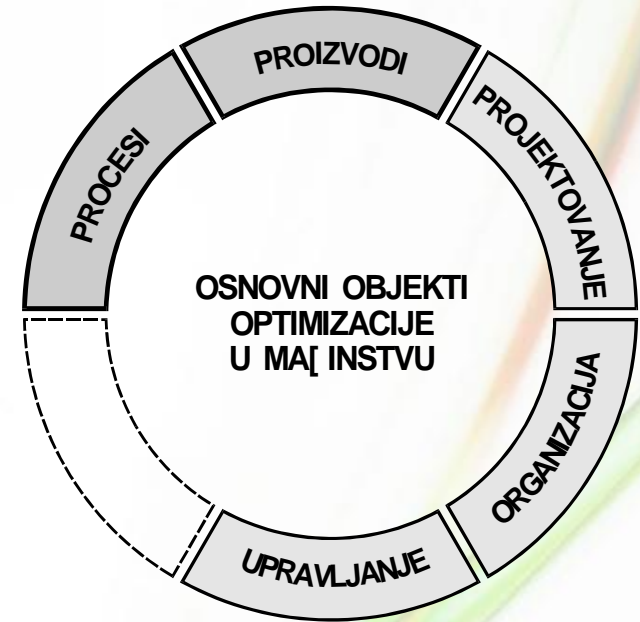
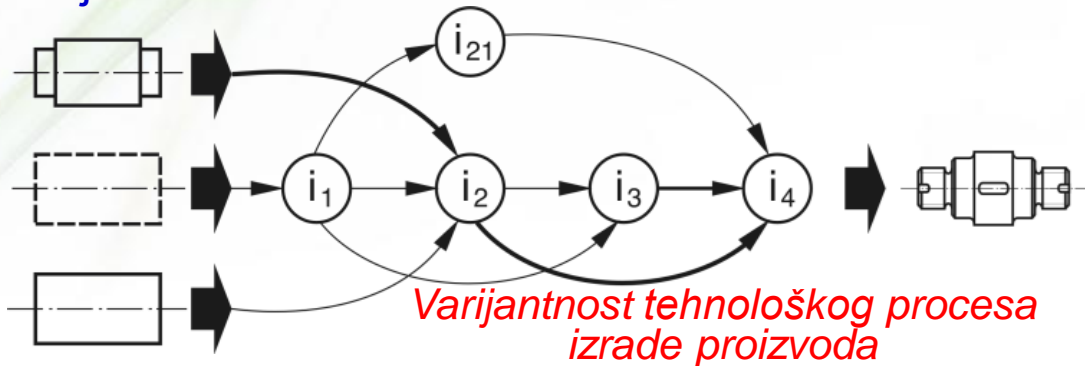
Grupa optimizacionih zadataka koja se odnosi na postavljanje modela višestruke regresije na bazi skupa eksperimentalnih rezultata, rešava se metodom optimizacije u kojoj su povezane četiri oblasti:

- *Teorija regresije,*
- *Teorija eksperimenta,*
- *Eksperimentalna tehnika i*
- *Teorija optimizacije.*

Osnovni objekti optimizacije u mašinstvu

U osnovne objekte optimizacije u mašinstvu spadaju **tehnološki procesi** izrade proizvoda, **proizvodi**, odnosno konstrukcije proizvoda i njihovih elementa, **sistemi projektovanja** proizvoda i tehnoloških procesa njihove izrade i montaže i **organizacija**, odnosno **upravljanje** proizvodnjom.

Tehnološki procesi izrade proizvoda, kao objekti optimizacije, karakterišu se varijantnošću rešenja najčešće u svim fazama.



Osnovni objekti optimizacije u mašinstvu

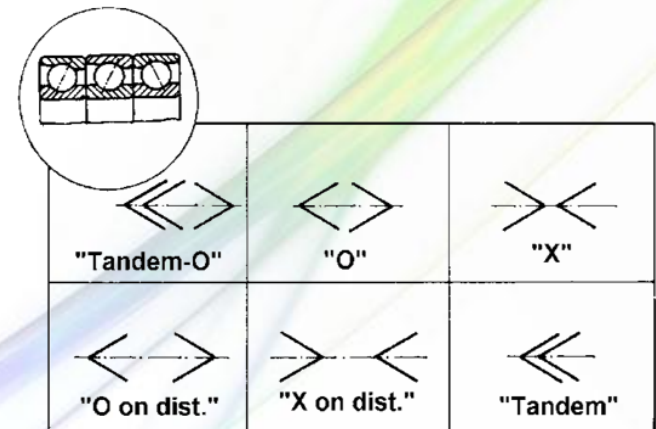
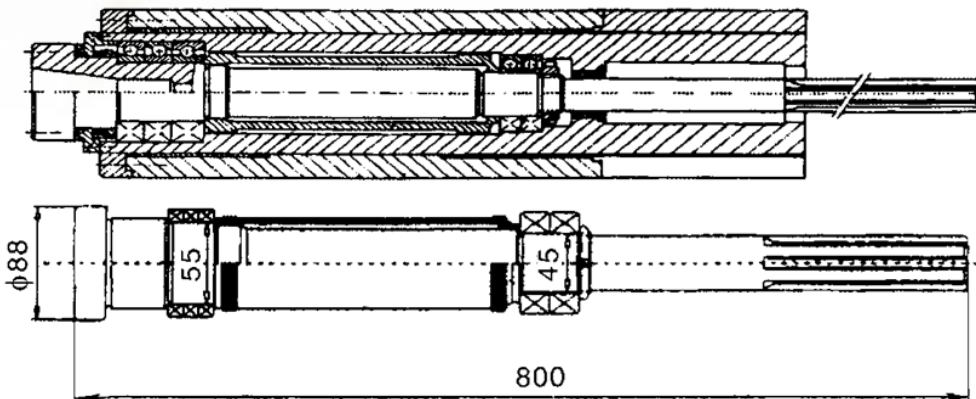
Za izradu određenog proizvoda moguće je, u opštem slučaju, izabrati različite vrste priprema, kao i različita rešenja redosleda, vrsta i sadržaja operacija, koje predstavljaju **čvorove tehnološkog grafa**.

Optimizacioni zadatak za ovakve objekte optimizacije svodi se na određivanje one varijante tehnološkog procesa izrade koja obezbeđuje zahtevani **tehnički kvalitet** prema dokumentaciji i optimalne vrednosti i drugih funkcija optimizacije kao što su **produktivnost, ekonomičnost, profit i dobit**.

Osnovni objekti optimizacije u mašinstvu

Optimizacija konstrukcionih rešenja proizvoda, kao objekata optimizacije podrazumeva rešavanje kompleksnog zadatka sadržanog u kvantitativnoj i kvalitativnoj tehnologičnosti.

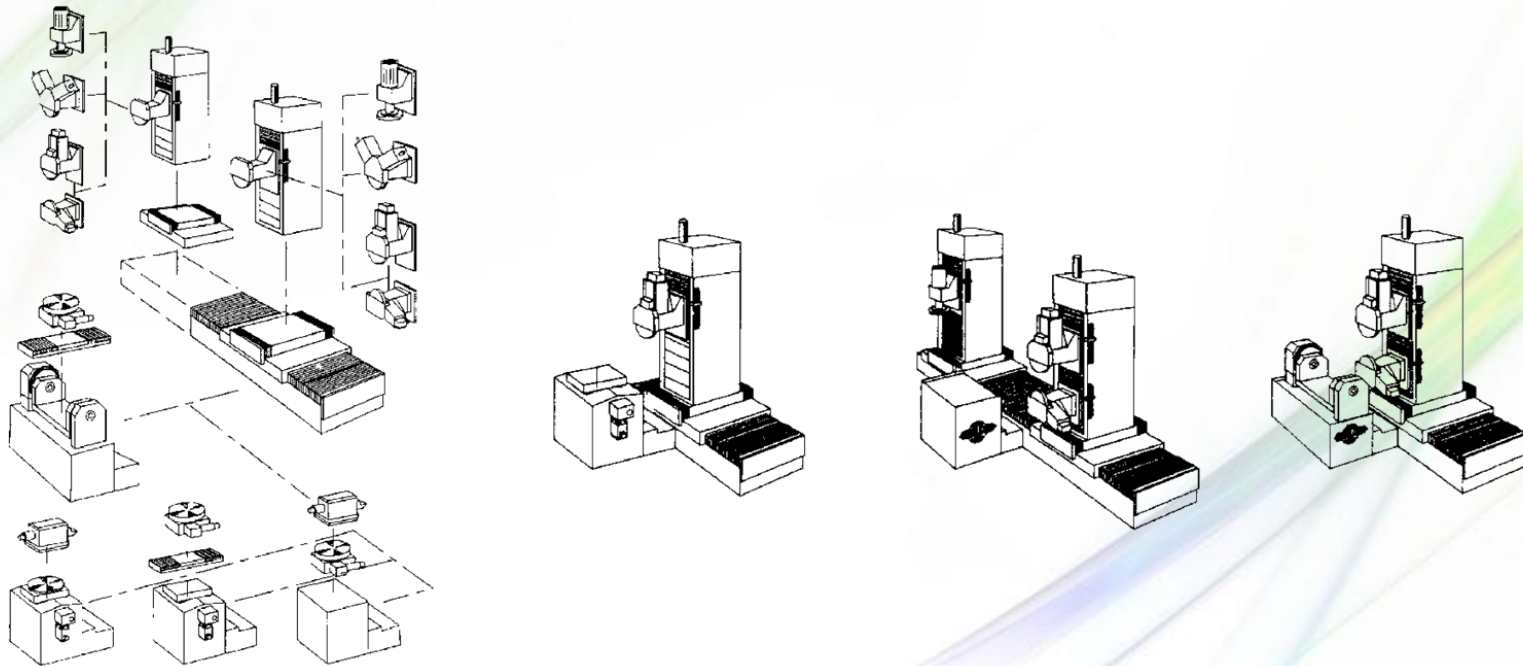
Ako se, na primer, kod sklopa glavnog vretena postavi kao glavni eksploatacijski zahtev najpovoljnija slika dinamičkog ponašanja, onda se to postiže odgovarajućim **konstrukcionim oblicima vretena**, odnosno **rasporedom masa** i izborom **najpovoljnijeg načina uležištenja**. Pri postizanju ovako postavljenog cilja može se pojaviti neophodnost određenih kompromisa u pogledu drugih zahteva konstrukcionih rešenja koja su sadržana u kvantitativnoj i kvalitativnoj tehnologičnosti.



Sklop glavnog vretena kao objekat optimizacije

Osnovni objekti optimizacije u mašinstvu

U sistemima projektovanja proizvoda danas su u primeni savremeni prilazi zasnovani na korišćenju računara, koji obezbeđuju najveće efekte procesa projektovanja. Tako, na primer, sistem projektovanja proizvoda koji je zasnovan na **modularnom konceptu**, osim visokih efekata u procesu proizvodnje, **fleksibilnosti** prema zahtevima tržišta i drugih efekata obezbeđuje najveći doprinos ukupnom optimalnom sistemu projektovanja proizvoda, posebno uz primenu računara.

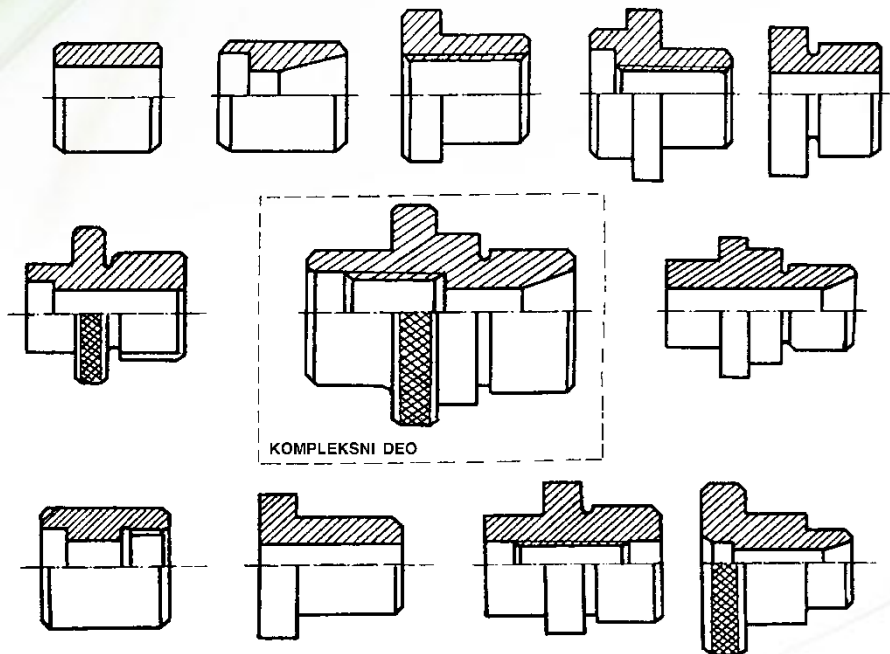


Primer ELB koncepta modularnog projektovanja brusilica

Osnovni objekti optimizacije u mašinstvu

U sistemima projektovanja tehnoloških procesa izrade proizvoda danas su takođe, prisutni savremeni načini projektovanja zasnovani na primeni računara i odgovarajućih programskih sistema.

Ako je na primer, sistem projektovanja tehnoloških procesa obrade zasnovan na konceptu **grupne ili tipske tehnologije**, onda se umesto projektovanja tehnoloških procesa izrade za sve delove može projektovati samo jedan standardni tehnološki proces za **kompleksni deo**, čijim se tehnološkim procesom obezbeđuju tehnološki procesi izrade svih delova iz posmatrane grupe. Time se, naravno, proces projektovanja značajno racionalizuje.



Najzad, kod objekata optimizacije pod kojima se podrazumevaju **sistemi organizacije procesa proizvodnje**, neophodno je stalno uvođenje sistema organizacije uz primenu računara, koji obezbeđuju optimalne efekte proizvodnje, uključujući i brze odzive na zahtev tržišta.

Primer racionalizacije projektovanja tehnoloških procesa obrade na principima grupne tehnologije

Osnovni modeli objekata optimizacije

Modeliranje predstavlja jedan od metoda naučnog istraživanja mnogih objekata u tehnici i nauci. U osnovi modeliranja sadržan je **pojam modela**, pa se stoga **modeliranje** definiše kao **proces formiranja modela datog objekta**. Navode se ovih pet najčešćih **ciljeva modeliranja**:

- *Analiza i potpunije proučavanje objekata kako bi se dobila, pomoću modela, dovoljno pouzdana znanja i nove zakonitosti o proučavanom objektu,*
- *Provera postavljenih hipoteza o zakonitostima i mehanizmima unutrašnjih interdejtava u datom objektu,*
- *Programiranje ili predviđanje stanja i ponašanja objekta,*
- *Optimizacija raznovrsnih objekata u proizvodnom mašinstvu i tehnici uopšte*
- *Upravljanje datim objektom u prostoru i vremenu.*

Model nekog objekta može se definisati, u opštem slučaju, kao izvesni **skup organizovanih informacija** koje daju određenu **predstavu** o tom objektu. Objekat se u ovom slučaju zove **realni objekat** ili **objekat modeliranja**. Modeli se najčešće dele na **misaone**, **fizičke** i **matematičke**.

Pod **misaonim modelom** podrazumeva se određena predstava o realnom objektu u **čovekovoju svesti**, nastala u gnoseološkom, odnosno spoznajnom procesu. Ova spoznaja treba da sadrži suštinske informacije o realnom objektu.

Osnovni modeli objekata optimizacije

Fizičkim ili materijalnim modelom zove se onaj specijalno izrađeni objekat, sličan ili srazmeran realnom objektu, ali obično manjih dimenzija, radi proučavanja i upravljanja realnim objektom. Na ovom modelu se relativno lako i sa znatno manjim troškovima organizuju i izvode eksperimentalna istraživanja i merenja u odnosu na realni objekat. Pri tome su **proces u fizičkom modelu identični po svojoj fizičkoj prirodi onim u realnom objektu.**

Pored značajnih osobina i prednosti fizičkog modela u spoznaji nekog realnog objekta, ne smeju se izgubiti iz vida i određene **njegove mane**. Najznačajnija je ona koja se odnosi i na mogućnost pojave takvih osobina u fizičkom modelu kojih nema u realnom objektu. Ova pojava je posledica, pored ostalog, razlike u geometrijskim merama između fizičkog modela i realnog objekta.

Matematički model, za razliku od fizičkog koji zadržava fizičku prirodu realnog objekta, prikazuje se **matematičkom apstrakcijom**. Pa ipak, ovaj apstraktni oblik iskazuje suštinske **fizičke, geometrijske, tehnološke, ekonomske** ili bilo koje druge karakteristike realnog objekta.

Iz grupe **metoda matematičkog modeliranja** redovno se sreću i koriste ove tri metode:

- *Analitička metoda,*
- *Eksperimentalna metoda i*
- *Kombinovana metoda.*

Metode tehnoeekonomske optimizacije

Raznovrsno mnoštvo metoda optimizacije objekata može se razvrstati, u pojedine grupe, na osnovu određenih kriterijuma. Metode optimizacije koje su predmet izučavanja, svrstane su u grupe **analitičkih** i **eksperimentalnih metoda**.

Analitičke metode optimizacije

Glavno obeležje analitičkih metoda sastoji se u tome da je **matematički model optimizacije datog objekta poznat** ili da se može postaviti budući da su **zakonitosti i pojave** unutar objekta **potpuno poznate**.

Eksperimentalne metode optimizacije

Glavno obeležje analitičkih metoda sastoji se u tome da je **matematički model optimizacije datog objekta poznat** ili da se može postaviti budući da su **zakonitosti i pojave** unutar objekta **potpuno poznate**.