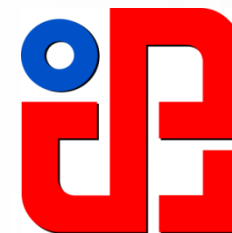




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Department za proizvodno mašinstvo
Tehnološka logistika i preduzetništvo



Tema:

PROJEKTOVANJE PROIZVODA

Dr Dejan Lukić

Proces projektovanja proizvoda

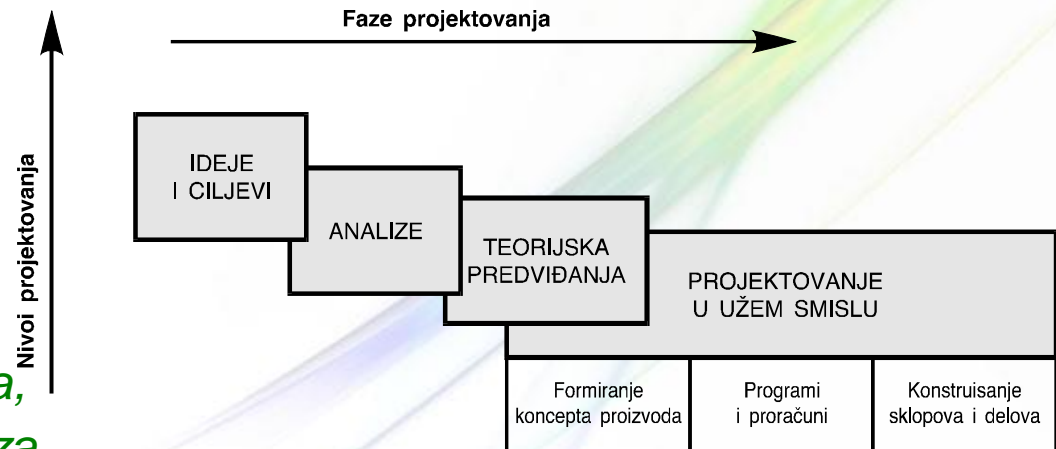
U fazi projektovanja proizvoda se na osnovu postavljenih zahteva generišu sve potrebne informacije koje jednoznačno definišu sistemska i druga svojstva proizvoda, na osnovu kojih je moguće proizvesti proizvod, a potom kroz proces korišćenja zadovoljiti zahteve korisnika i okoline.

Projektanti novih proizvoda moraju biti vrhunski analitičari, prognozeri, mislioci, vizionari i kreatori, jer se rešenjima novih proizvoda mora obezbediti:

- **Funkcionalnost i efikasnost u eksploataciji i održavanju,**
- **Neprekidni vek proizvoda,**
- **Mogućnost realizacije proizvoda u kratkom vremenu uz niske troškove proizvodnje i**
- **Mogućnost reciklaže na kraju životnog veka proizvoda.**

Proces projektovanja proizvoda u užem smislu, nakon svih ranije pomenutih aktivnosti koje se odnose na analizu ideja, ciljeva i teorijskih predviđanja, iniciranih informacijama sa tržišta, obuhvata:

- **Formiranje koncepta proizvoda,**
- **Primenu programskih sistema za modeliranje, proračun, simulaciju i vizuelizaciju proizvoda i**
- **Konstruisanje sklopova i delova.**



Proces projektovanja proizvoda

Mogu se definisati **četiri grupe uslova** koji obezbeđuju proizvod **visokog kvaliteta** i koji utiču na njegovo oblikovanje, odnosno dizajn.

Ovi uslovi i njihovi sadržaji čine zadatak projektovanja određenog proizvoda **kompleksnim**, jer su pojedini elementi tih sadržaja često u **međusobnoj protivrečnosti**.

TEHNIČKI USLOVI	<ul style="list-style-type: none">• <i>Funkcionalnost</i>• <i>Vek</i>• <i>Pouzdanost</i>• <i>Pogodnost održavanja</i>• <i>Sigurnost u radu</i>
EKONOMSKI USLOVI	<ul style="list-style-type: none">• <i>Proizvodnost</i>• <i>Troškovi proizvodnje</i>• <i>Racionalna prodajna cena</i>
TEHNOEKONOMSKI USLOVI	<ul style="list-style-type: none">• <i>Tehnologičnost</i>• <i>Tačnost</i>
OSTALI USLOVI	<ul style="list-style-type: none">• <i>Oblik i estetika</i>

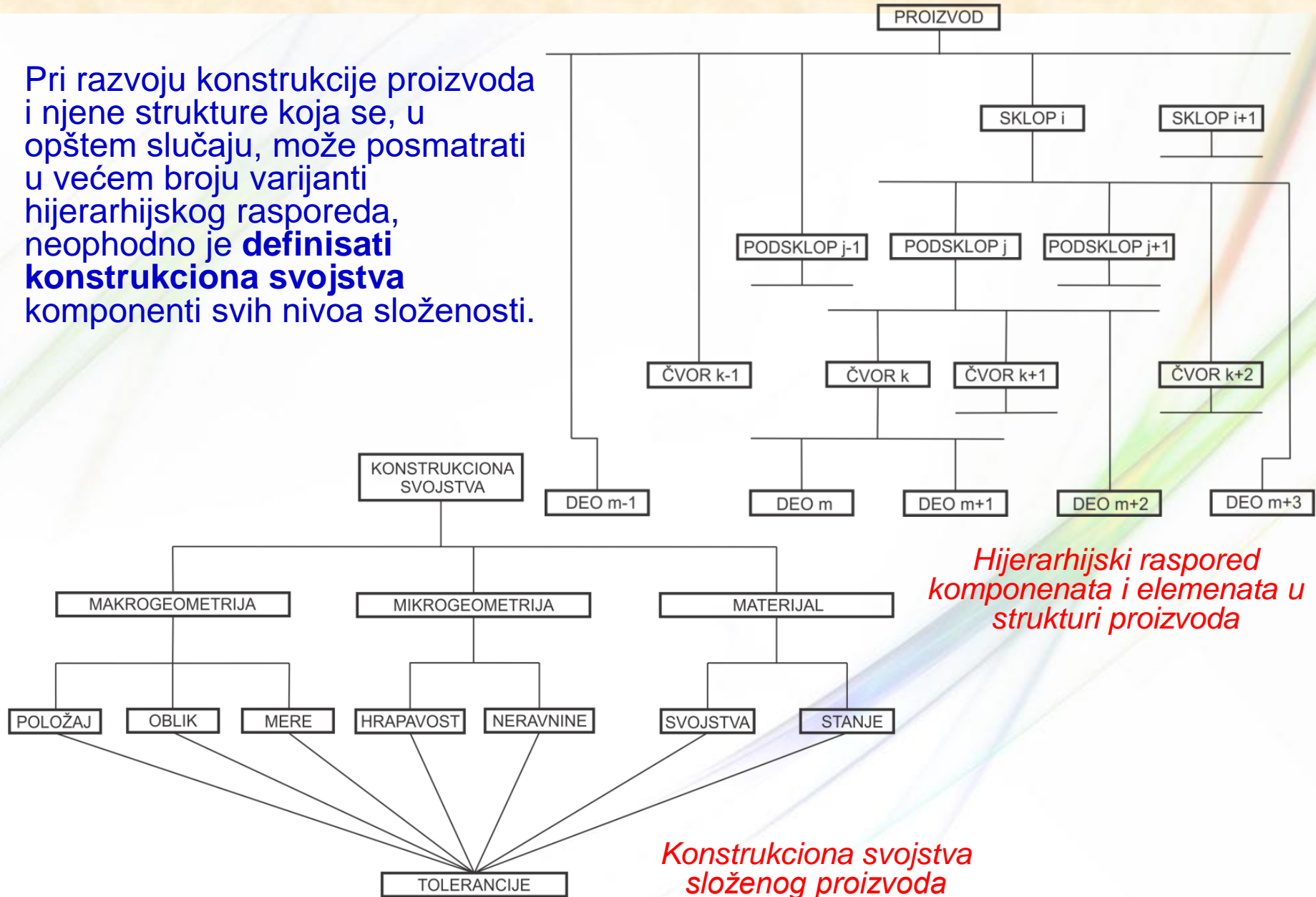
Funkcionalnost proizvoda i efikasnost u eksploataciji i održavanju je jedna od najbitnijih karakteristika proizvoda, koja se mora posmatrati sa stanovništa:

- **Korisnika** proizvoda,
- **Sistema za razvoj i proizvodnju** proizvoda,
- **Društvene opravdanosti**,
- **Zahteva ekosistema**.

Istovremeno, pri rešavanju funkcionalnosti proizvoda, u procesu **konceptualnog projektovanja** i konačnog oblikovanja njegove konstrukcije, rešavaju se i brojni zadaci koji se odnose na **raspored pojedinih podsistema** konstrukcije i određivanje elemenata konstrukcije, koji se mogu pojaviti u **različitim varijantama hijerarhijskog rasporeda**.

Proces projektovanja proizvoda

Pri razvoju konstrukcije proizvoda i njene strukture koja se, u opštem slučaju, može posmatrati u većem broju varijanti hijerarhijskog rasporeda, neophodno je **definisati konstrukciona svojstva** komponenti svih nivoa složenosti.



Hijerarhijski raspored komponentata i elemenata u strukturi proizvoda

Konstrukciona svojstva složenog proizvoda

TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

TOLERANCIJE OBLIKA

označavanje

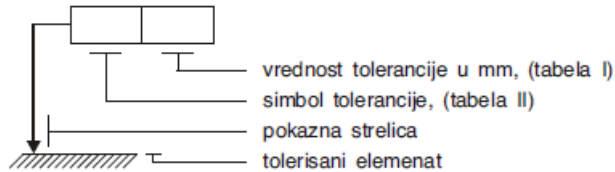


TABELA I

SIMBOL	NAZIV
—	Pravost
□	Ravnost
○	Kružnost
⊙	Cilindričnost
⌒	Oblik linije
⌒	Oblik površine

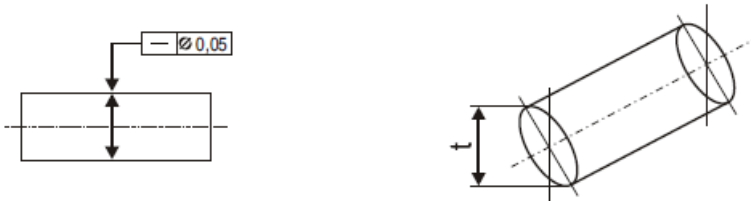
TABELA II

Standardne vrednosti tolerancija oblika i položaja u μm									
0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8	
1	1,2	1,6	2	2,5	4	5	6	8	
10	12	16	20	25	40	50	60	80	
100	120	160	200	250	400	500	600	800	
1000	1200	1600	2000	2500	4000	5000	6000	8000	
10000	12000	16000							

PRAVOST



Tolerisana ivica mora ležati između dve paralelne ravni razmaka 0,1 mm upravni na označeni pravac.



Osa cilindričnog dela mora ležati unutar cilindra prečnika $t=0,05$ mm.

TOLERANCIJE POLOŽAJA

označavanje

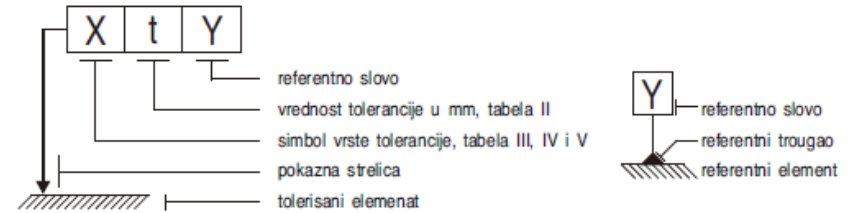


TABELA III

Tolerancije po pravcu

simbol	naziv
∥	PARALELNOST
⊥	UPRAVNOST
∠	NAGIB (ugao nagiba)

TABELA IV

Tolerancije po mestu

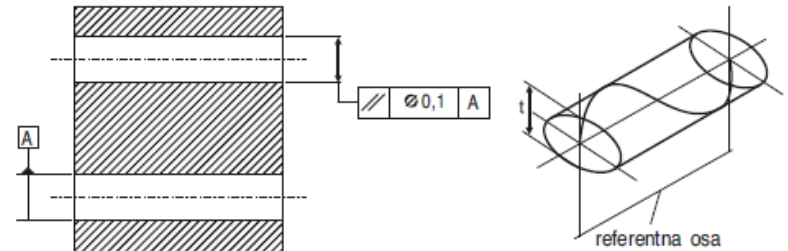
simbol	naziv
⊕	LOKACIJA
≡	SIMETRIČNOST
⊙	KOAKSIJALNOST

TABELA V

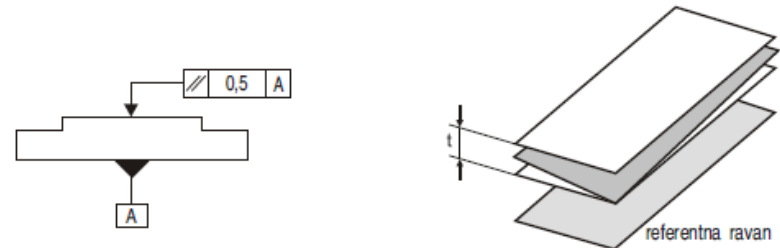
Tolerancije tačnosti obrtanja

simbol	naziv
↗	KRUŽNOST OBRRTANJA (radijalno bacanje)
↗	KRUŽNOST OBRRTANJA (aksijalno bacanje)

PARALELNOST







Tolerisana osa mora ležati unutar cilindra prečnika $t = 0,1$ mm čija je osa paralelna sa referentnom osom.



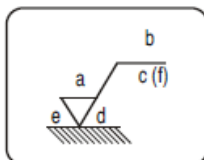
Tolerisana površina mora ležati između dve paralelne ravni razmaka $t = 0,5$ mm upravni na referentnu površinu.

OZNAKA POVRŠINSKE HRPAVOSTI

ZNACI ZA POVRŠINSKU OBRADU

OZNAKA	OPIS
	Obrada dobijena bilo kojom metodom proizvodnje; - predstavlja osnovni znak i upotrebljava se kada je značenje objašnjeno napomenom.
	Obrada dobijena skidanjem materijala mašinskom obradom.
	Obrada dobijena bez skidanja materijala ili sa površine koje treba da ostanu u stanju koje rezultira iz predhodne obrade.
	Dodatna vodoravna linija na koju se unose specijalne karakteristike površine.

DODATNE OZNAKE U ZNAKU ZA POVRŠINSKU HRPAVOST



- a) - vrednost hrapavosti R_a u μm ili broj klase hrapavosti (tabela VI)
- b) - metod proizvodnje, postupak ili prevlaka.
- c) - referentna dužina; tabela VII i tabela VIII
- d) - pravac prostiranja brazde, prema tabeli IX
- e) - dodatak za mašinsku obradu.
- f) - druge vrednosti hrapavosti R_z ili R_{max}

TABELA VI

NAJVEĆA VREDNOST	BROJ KLASSE HRPAVOSTI												
	N1	N	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	
max. u μm	R_a	0,025	0,050	0,100	0,20	0,40	0,80	1,60	3,20	6,30	12,50	25	50
Korak brazde k u mm.	R_z	0,10	0,20	0,40	0,80	1,60	3,20	6,30	12,50	25	50	100	200
		0,006	0,0125	0,025	0,050	0,100	0,20	0,40	0,80	1,60	3,2	6,3	12,5

NAPOMENA: Korelacija između vrednosti R_a , R_z i k datih u tabeli važi samo u slučaju kada je polazna vrednost R_a .

REFERENTNA DUŽINA I PROCENAT NOŠENJA PROFILA

TABELA VII

L (mm)	0,08	0,25	0,8	2,5	8	25					
P_a %	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90

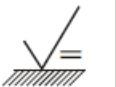
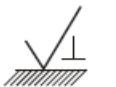
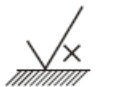
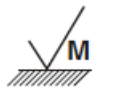
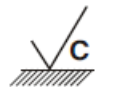
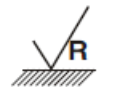



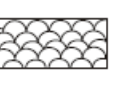


ZAVISNOST REFERENTNE DUŽINE I OSTALIH KRITERIJUMA

TABELA VIII








REFERENTNA DUŽINA L, u mm	ZA PERIODIČNE POVRŠINE KORAK, k u mm	ZA NEPERIODIČNE POVRŠINE	
		R_a μm	z μm
0,08	preko 1 do 32	-	-
0,25	iznad 32 do 32	do 0,1	do 0,5
0,8	iznad 100 do 320	iznad 0,1 do 2	iznad 0,5 do 10
2,5	iznad 320 do 1000	iznad 2 do 10	iznad 10 do 50
8	iznad 1000 do 3200	iznad 10	iznad 50

NAPOMENA: Periodične površine: struganje, rendisanje i slične,
Neperiodične površine: brušenje, razvrtanje, lepovanje i slične.

TABELA IX

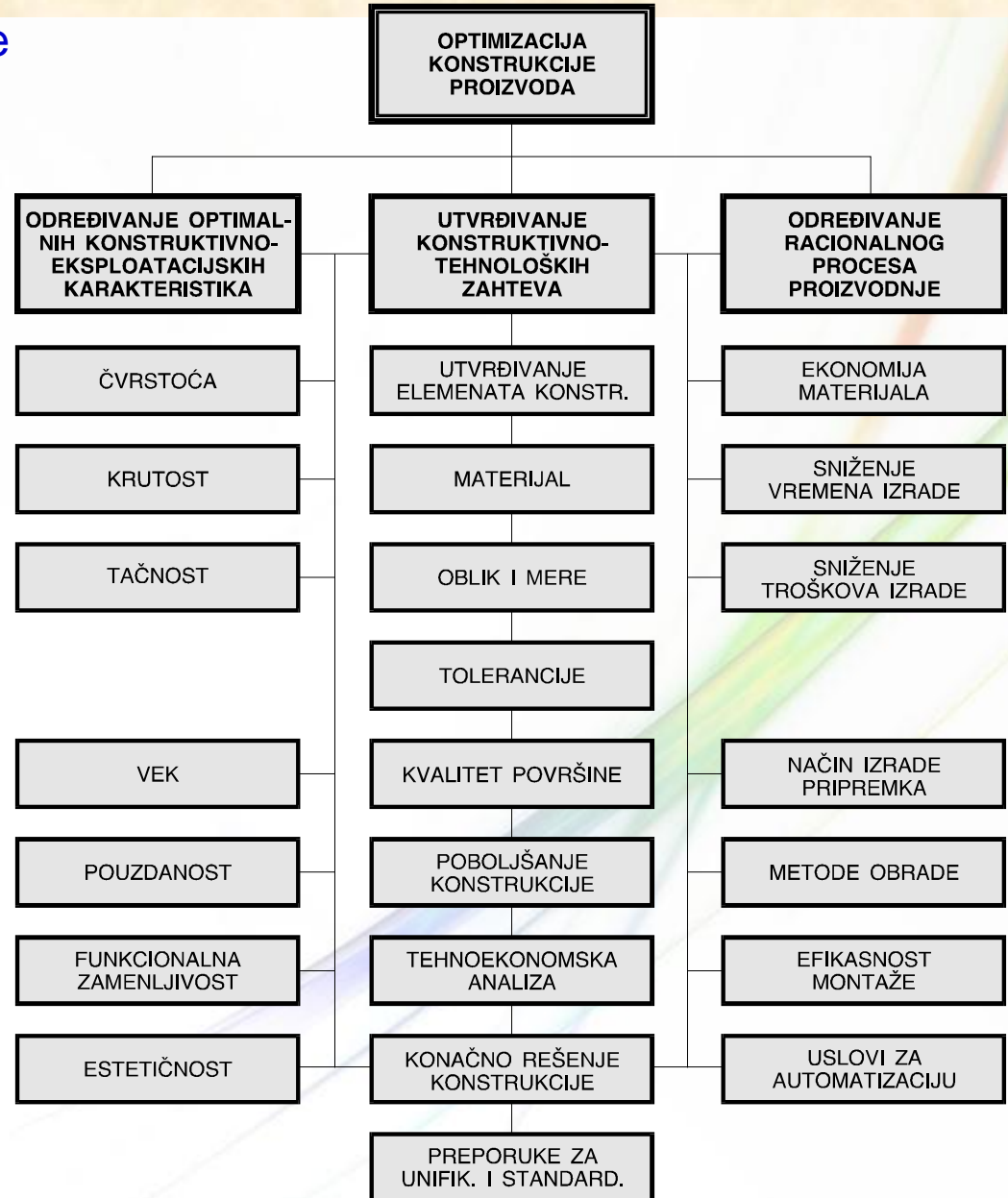
					
					

DODATNE OZNAKE ZA POVRŠINSKU HRPAVOST

	Obradena površina može da ima najveću hrapavost $R_a = 3,2 \mu\text{m}$
	Obradena površina može da ima najveću hrapavost od $R_a = 3,2 \mu\text{m}$ i najmanju od $R_a = 1,6 \mu\text{m}$
	Površina je brušena
	Referentna dužina: 2,5 mm
	Pravac prostiranja brazde: upravno na ravan projekcije pogleda
	Dodatak za obradu: 2 mm
	Naznaka maksimalne hrapavosti: $R_{max} = 0,4 \mu\text{m}$

Model tehnološki konstrukcije proizvoda

Svi pomenuti zahtevi i zadaci koji se rešavaju u procesu konstruisanja određenog proizvoda i konačnog oblikovanja konstrukcije, obuhvaćeni su **modelom tehnološki** za koji se može reći da predstavlja konstrukciono-tehnološki dizajn proizvoda.



Model tehnološkičnosti konstrukcije proizvoda

U procesu razrade i oblikovanja konstrukcije proizvoda, odnosno konstruisanja sklopova i delova, **princip minimuma** u ovoj aktivnosti ima posebno značaj u sledećem:

- *Da je konstrukcija proizvoda, komponenti i delova **minimalne složenosti** sa stanovništva tehnologije izrade, montaže, kontrole, transporta, skladištenja i pakovanja,*
- *Da **se maksimalno koriste unificirani kvalitet i dimenzije** polaznih materijala, da se proizvodi sastoje iz **minimuma delova i komponenti**, posebno novih delova i komponenata,*
- *Da se **maksimalno koriste standarizovani, tipizirani i ponovljeni delovi**, odnosno varijantni delovi, i*
- *Da se koristi samo **minimalni neophodni kvalitet obrade** na postojećoj opremi.*

Ove zahteve je gotovo nemoguće zadovoljiti, ako se u preduzeću sistemski i disciplinovano ne sprovode osnovni oblici **standardizacije**, kao elementi **kvantitativne tehnološkičnosti**, koju čine:

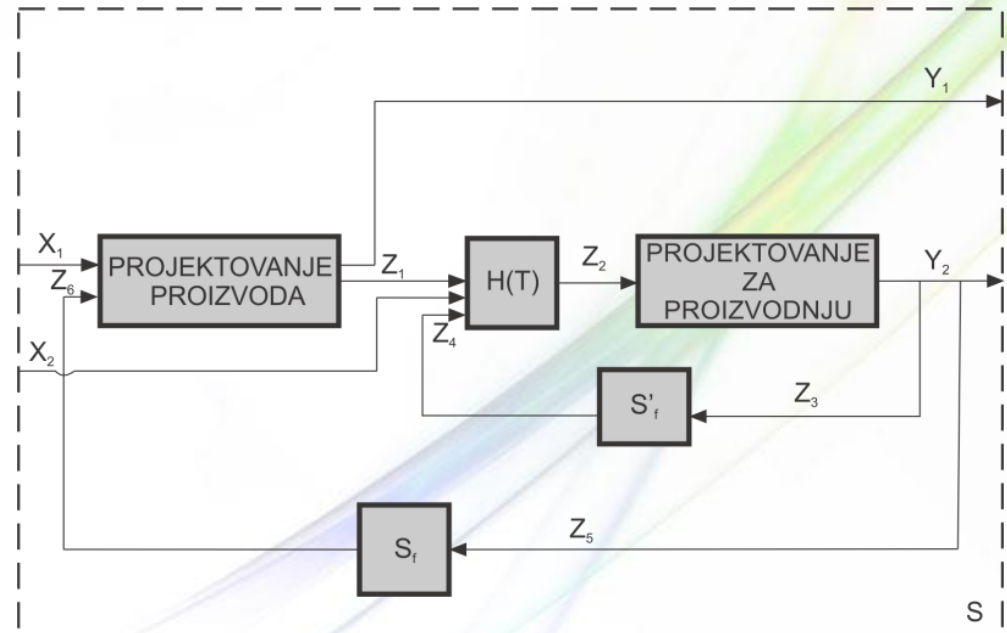
- *Tipizacija,*
- *Standardizacija,*
- *Unifikacija,*
- *Modularnost,*
- *Simplifikacija i*
- *Specijalizacija.*

Model tehnološkičnosti konstrukcije proizvoda

Između tri grupe zahteva, predstavljenih u modelu tehnološkičnosti konstrukcije proizvoda, postoji određena unutrašnja **međuzavisnost**, **uslovljenost**, pa kod nekih elemenata i **protivrečnost**.

Razvoj **konstrukcije** proizvoda, odnosno **projektovanje proizvoda** i **projektovanje tehnološkog procesa njihove izrade i montaže** međusobno su spregnuti funkcijom sprezanja $H(T)$,

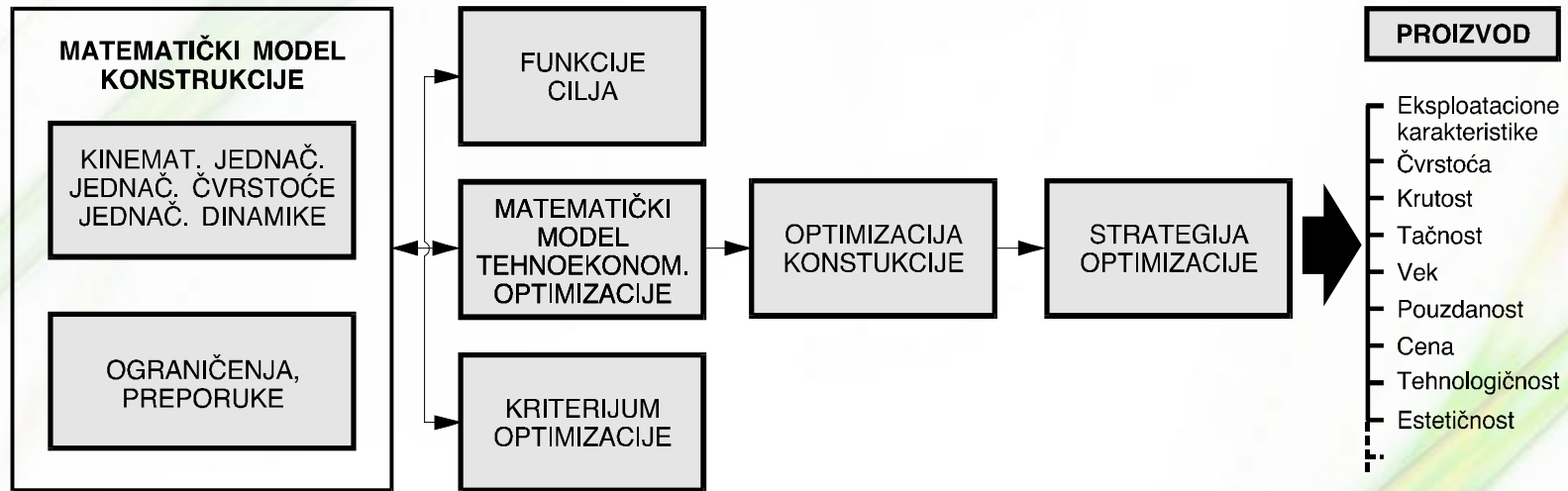
Funkcijom sprezanja $H(T)$ moraju se, s jedne strane, obezbediti **konstruktivno-eksplatacijski** i zahtevi u pogledu **održavanja** proizvoda, a s druge strane, zahtevi u pogledu **visoke pogodnosti za izradu i montažu**. Pri tome se, dejstvom **povratnih sprega**, simbolično označenih sa S_f , vrše određena **usaglašavanja** u funkciji sprezanja ili određene izmene u rešenjima konstrukcije proizvoda u cilju veće pogodnosti konstrukcije proizvoda za izradu, montažu, eksploataciju i održavanje.



Sprega sistema projektovanja proizvoda i projektovanja za proizvodnju

Matematički model optimizacije konstrukcije proizvoda

Konstruktivno-eksplatacijski zahtevi, čijim se obezbeđenjem čini verovatno najznačajniji doprinos razvoju **optimalne konstrukcije proizvoda**, rešava se nekom od metoda optimizacije, među kojima je i matematički model optimizacije.



Optimizacija proizvoda, koja se odnosi na konstruktivno-eksplatacijske karakteristike, primenom matematičkog modela se rešava relativno jednostavno kod **jednostavnijih mašinskih sistema** i njihovih delova.

Zadaci optimizacije konstrukcije proizvoda u pogledu konstruktivno-eksplatacijskih karakteristika, kao i primena **pogodnih programskih paketa** u rešavanju ovih zadataka, predmet su izučavanja drugih disciplina (npr. CAE), pa će predmet daljih razmatranja biti **tehnološkičnost**, koja bitno doprinosi razvoju i oblikovanju optimalnog rešenja konstrukcije proizvoda, sa stanovništa proizvodnje, eksploatacije i održavanja.