



**KATEDRA ZA MEHANIZACIJU
MAŠINSKI FAKULTET U BEOGRADU**

Projektovanje dizalica

Projektovanje dizalica kao deo
inženjerskog dizajna
Sistemski pristup

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

Katedra: Katedra za mehanizaciju

Modul: Transportno inženjerstvo, konstrukcije i logistika

Predmet: Transportni uređaji, 9.2.5, Master studije, ESPB bodovi - 6

Predmetni nastavnik: prof. dr Nenad Zrnić, dipl.inž.

Asistent: mr Aleksandar Brkić, dipl.inž.

Prijem studenata: Kabinet 510 (408) ili 516 (V sprat), posle predavanja i vežbi

Predispitne aktivnosti: ukupno 70 bodova

Redovnost pohađanja nastave: 10 bodova

Projekat dizalice = 40 bodova

Laboratorijske vežbe – Metoda konačnih elemenata (KRASTA): 20 bodova

Uslov za polaganje završnog ispita: 35 bodova

Završni ispit: 30 bodova, polaže se usmeno, tri pitanja sa predavanja po 10 bodova.

Osnovna literatura:

Nenad Zrnić: Izvodi sa predavanja u elektronskoj formi

Davor Ostrić i Slobodan Tošić: Dizalice, Mašinski fakultet Beograd, 2005.

Kalendar nastave: utorkom od 8h30'.

Predavanja: 12,19 i 26 oktobar

Projekat: 2 novembar – 14 decembar (7 termina)

KRASTA: 21 decembar i 11 januar.

Predaja i odbrana: 18 januar 2011

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

Matematika
Fizika
Teor. Mehanika

Tehnička mehanika
Otpornost konstrukcija
Mašinski elementi
Mašinski materijali
Automatsko upravljanje
Inženjerska grafika
Modeliranje → MKE

*Teorijska
znanja*

Metalne konstrukcije
Transportni uređaji
Transportne mašine
Projektovanje računaram

Nauka

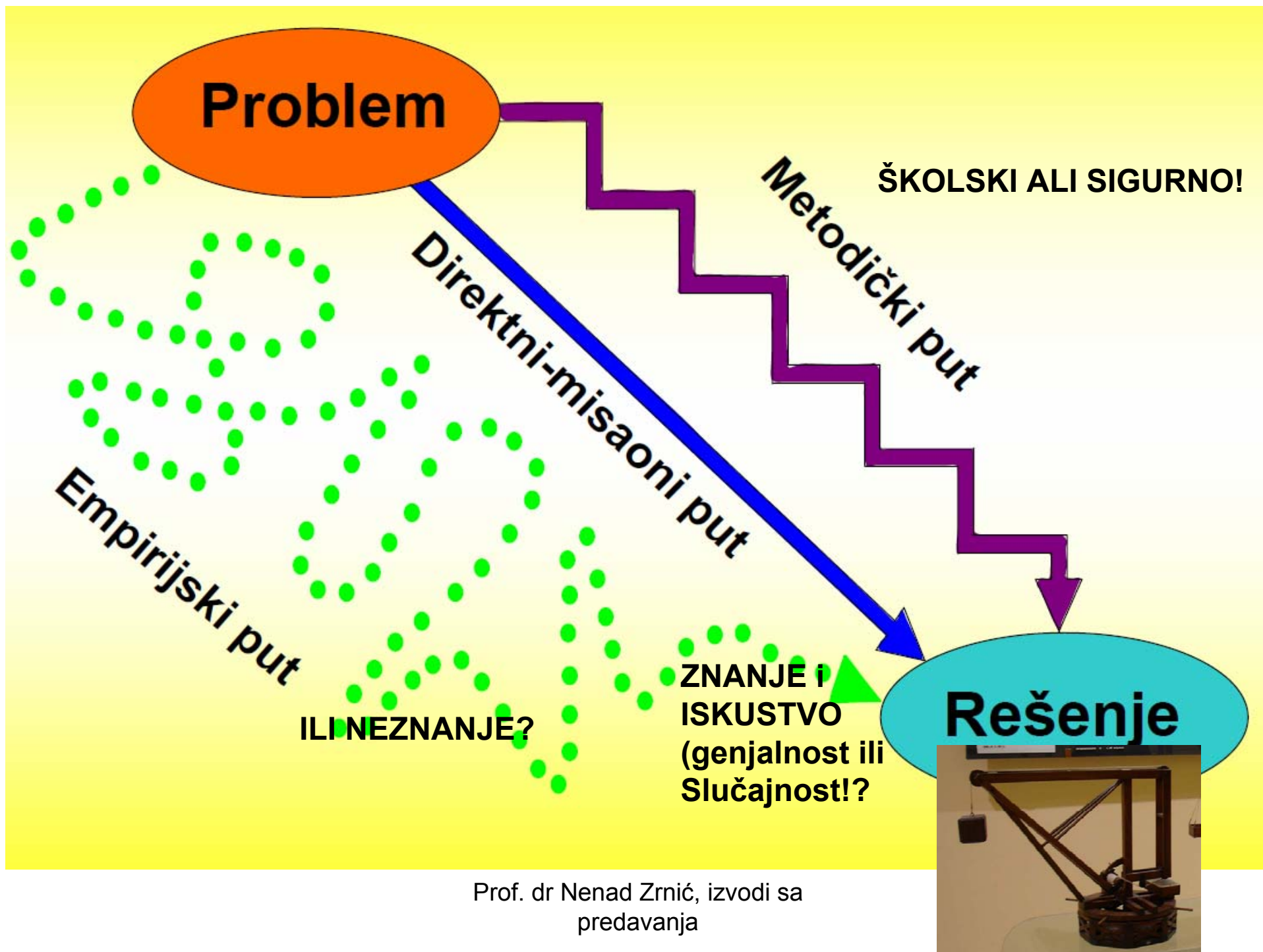
Teorijske nauke

Tehničke nauke

Tehnička rešenja

Projektovanje dizalica

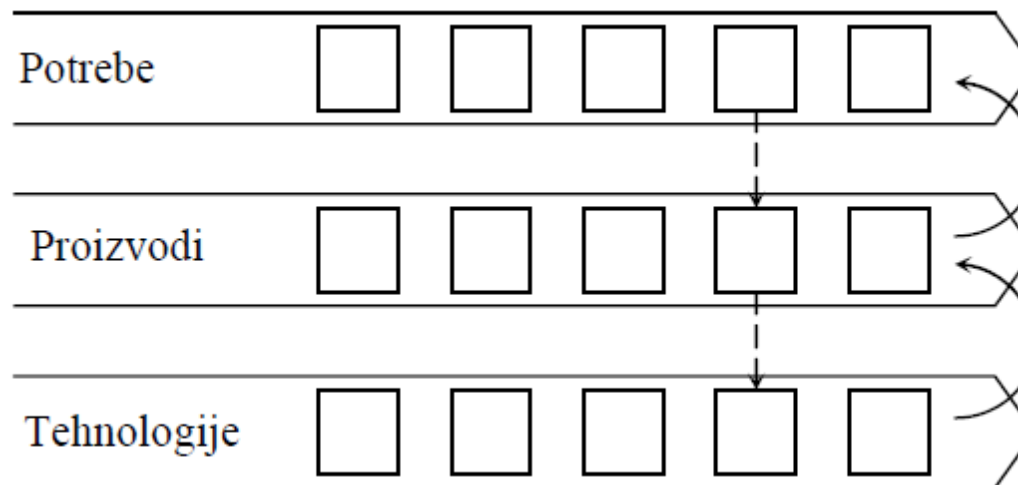




Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Inženjerski dizajn – (odnosno) konstruisanje ili projektovanje

Industrijski proizvodi su materijalizovani rezultat ljudskog znanja i sposobnosti namenjeni zadovoljenju neke potrebe. Razvoj tehnologija, razvoj proizvoda i razvoj potreba su tri paralelna i sinhronizovana procesa zasnovana na razvoju znanja, a osnovni podsticaji ovog razvoja dolaze sa tržišta. Održavanje tržišne konkurencije podstiče ulaganja u razvoj nauke i tehnologije. Veći iskorak u naučnim i tehničkim inovacijama najčešće nastoji da izađe ispred potreba potencijalnih korisnika. Iza toga mora da usledi razvoj potreba, odnosno razvoj primene tehničkog rešenja. Razvoj potreba, tehnologija i razvoj proizvoda se međusobno sinhronizuju i prate. Proizvodi na tržištu su nosioci ekonomskog, naučno-tehničkog i opšteg društvenog razvoja.

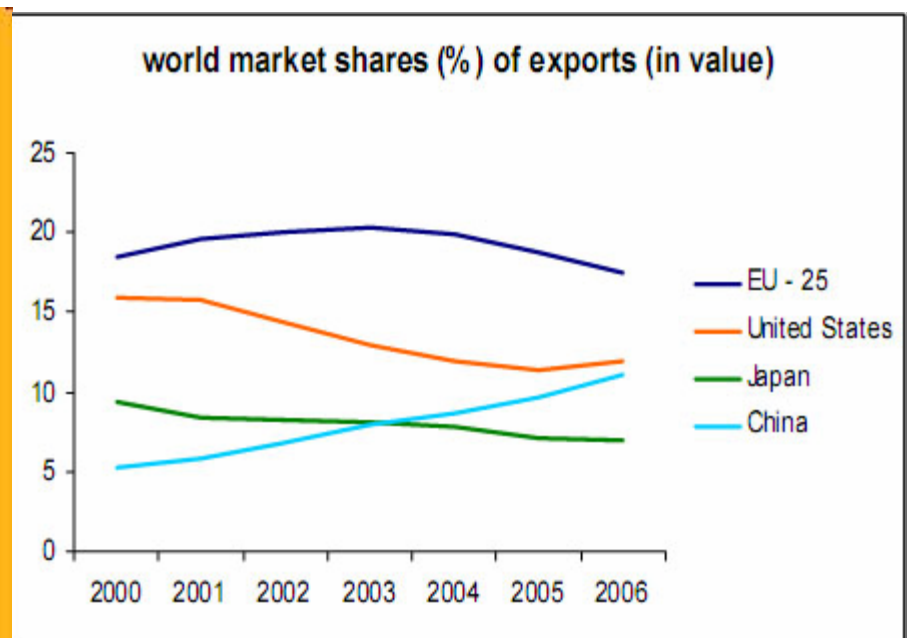
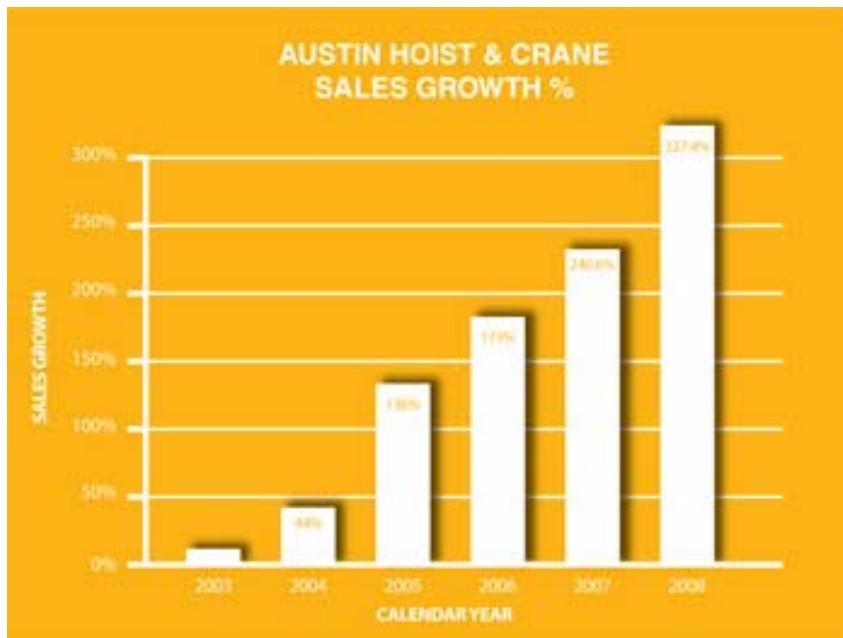


Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

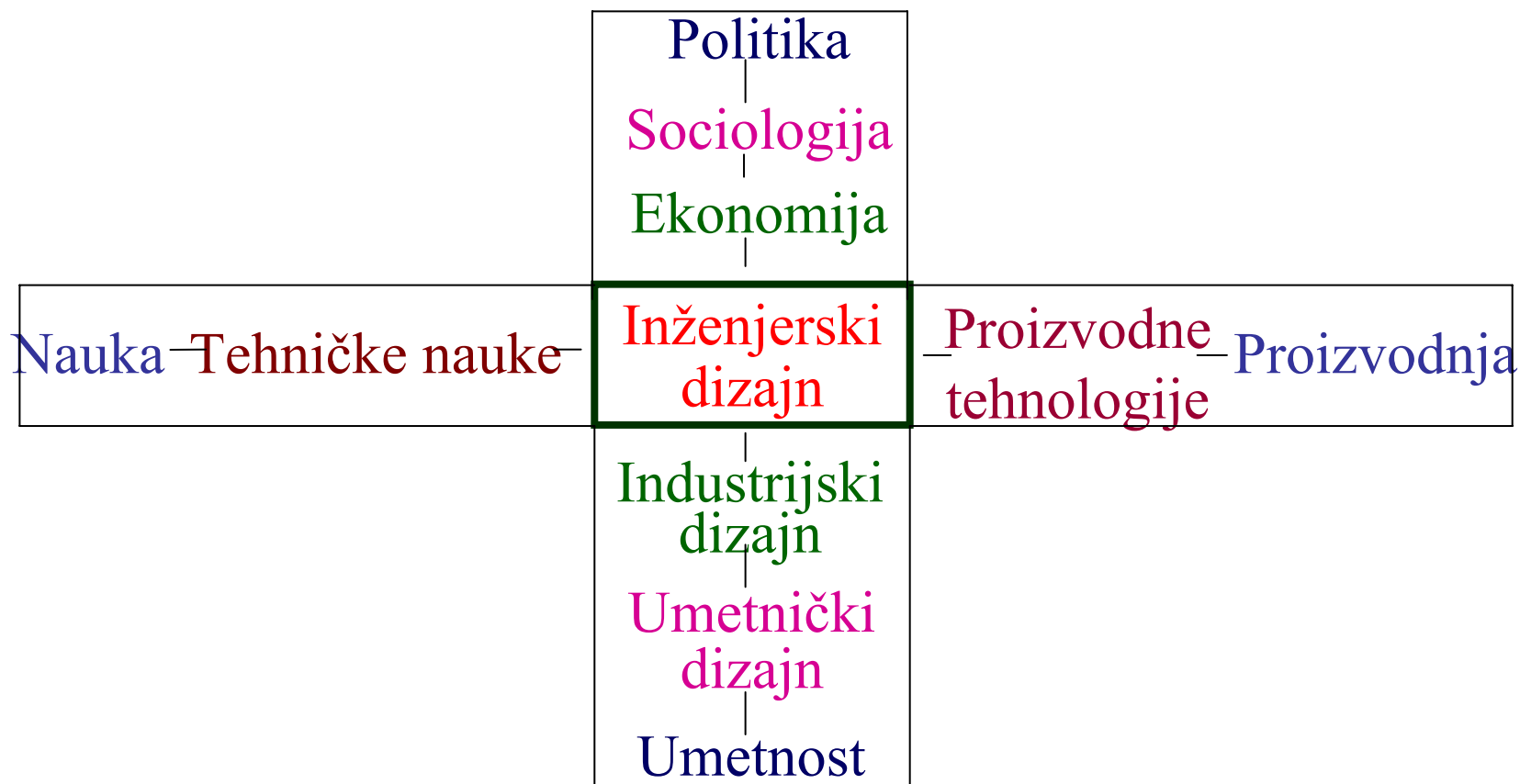
Obrt u industrijskom pretovaru u SAD je npr. porastao sa 3,13 milijardi \$ u 1997 na 5,12 milijardi u 2000., dok je u istom periodu zaposlenost u toj grani porasla sa ca. 18,000 na ca. 22,500 ljudi.

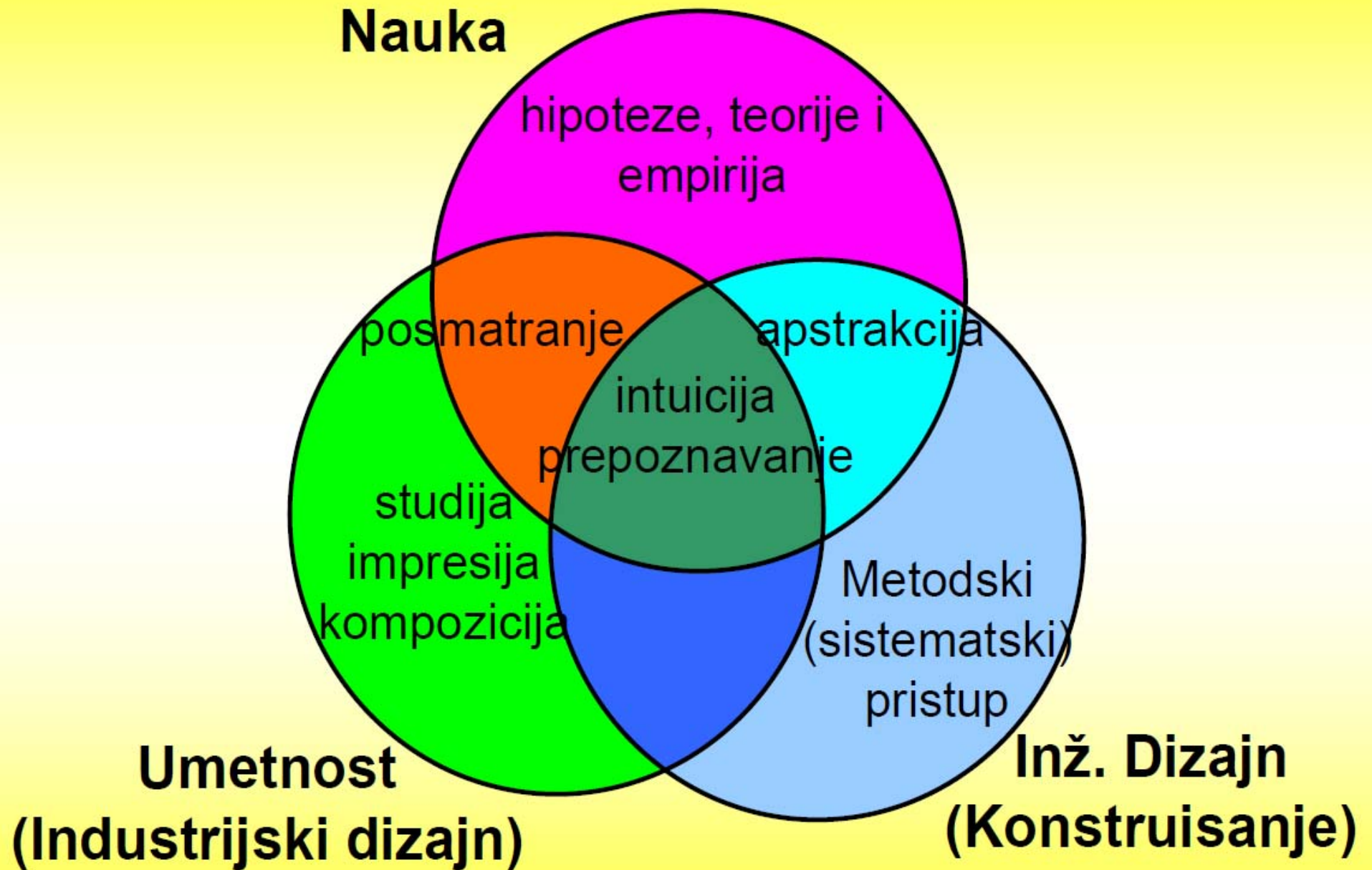
U indiji koja ima porast BND od 9% (najveći priraštaj industrijalizacije u svetu uz Brazil, Kinu i Rusiju) postoji godišnja potreba na tržištu za 10,000 dizalica, a sa razvojem ekonomije očekuje se porast potrebe za novim dizalicama od 15-25% godišnje. Npr. klasična mosna dizalica od 5 t indijskog proizvođača jeftinija je 4 puta u odnosu na SWF. Oko 30% dizalica se kupi u javnom sektoru a ostatak u privatnom, a učešće evropskih proizvođača iznosi oko 25%.

KONE (Finska) godišnje proizvede preko 30,000 dizalica i električnih vitala, i više desetina hiljada lančanih vitala. ZPMC Šangaj ima 78% udela na svetskom tržištu kontejnerskih dizalica.



Inženjerski dizajn predstavlja transformaciju dostignutog nivoa znanja u tehničko rešenje. Sinonimi za inženjerski dizajn su i konstruisanje (razvoj komponenti), odnosno projektovanje (razvoj kompleksnih mašinskih sistema). Sam termin dizajn više označava grafičku ilustraciju tehničkog rešenja, odnosno samo tehničko rešenje i proces kojim se dolazi do njega.





Inženjerski dizajn
- konstruisanje -



Geometrija
Kinematika
Opterećenje
Pouzdanost
Upravljanje

Preklapanje



Materijal
Tehnološkičnost
Primena
Ergonomičnost
Održavanje
Troškovi
Recirkulacija

Izgled
Stil-moda
Prepoznatljivost
Održanje na
tržištu



Industrijski dizajn



Industrijski dizajn



Iz ugla umetnika, privlačno za korišćenje, opemenjeno, podstiče emocije, uklapa se u okolinu.



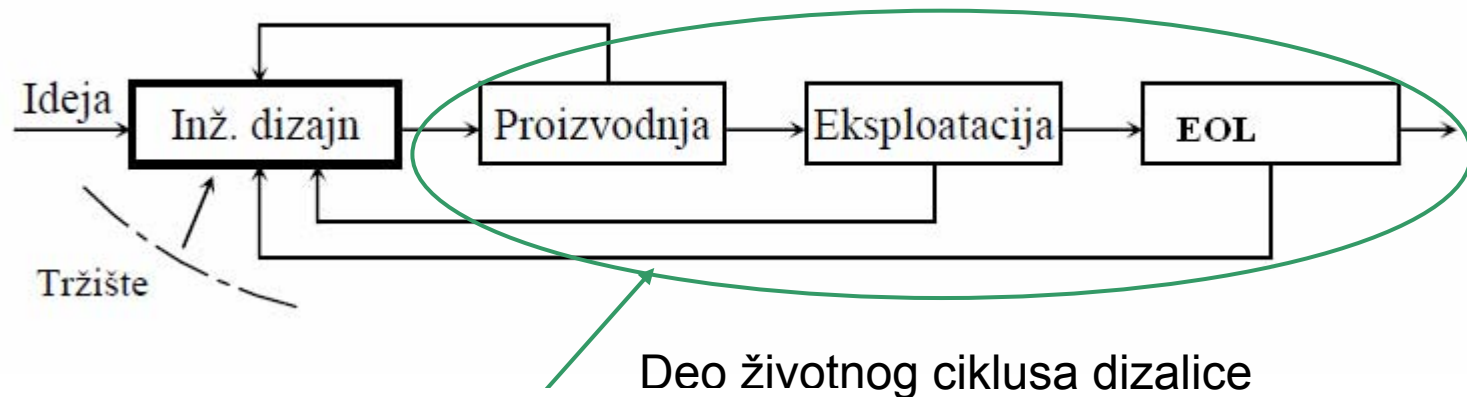
Industrijski dizajn



Estetika

Dizajn mašine je proces transformacije znanja u konstrukciono rešenje, odnosno u projekat (zamisao) ovog rešenja. Na osnovu projekta sledi proizvodnja, a zatim period eksploatacije mašine-dizalice.

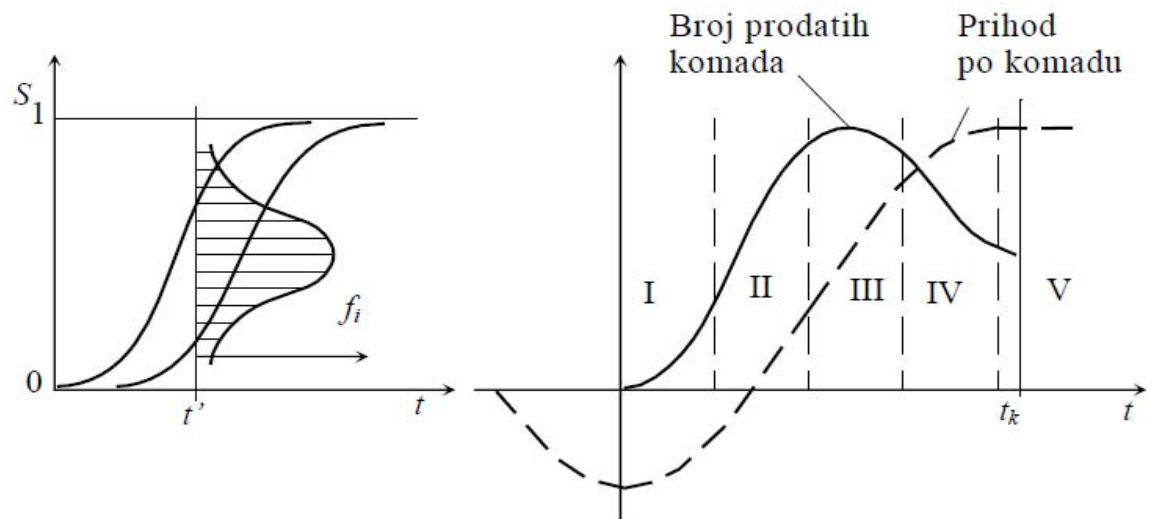
EOL – End of Life, Kraj životnog veka dizalice



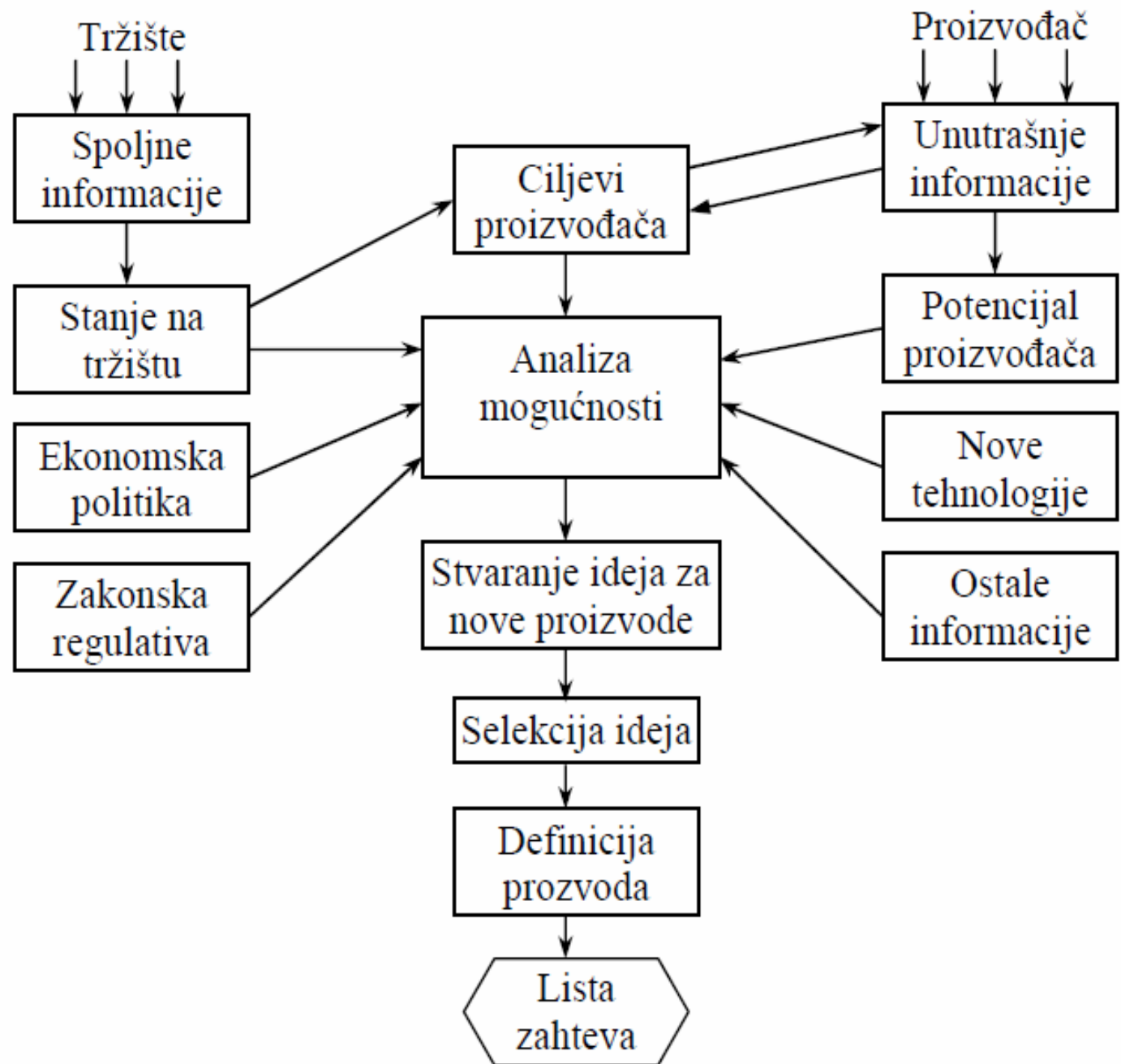
Podsticaji za razvoj proizvoda su:

- Tehnički – da se reši tehnički problem
- Ekonomski – opstanak proizvođača na tržištu

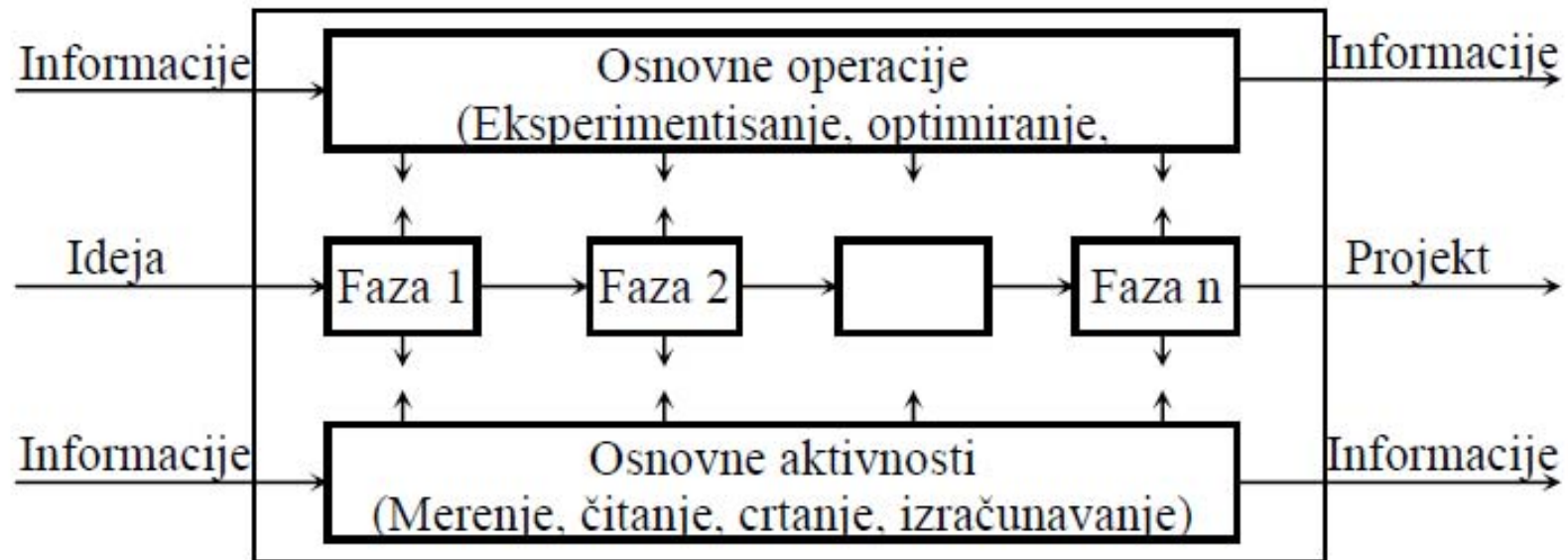
Tržišni vek proizvoda u odnosu na stepen savršenosti S , i u odnosu na obim plasmana, i pre uvođenja, II period prirasta, III period kumulacije, IV period zasićenja, V period degradacije.



Planiranje i razvoj
ideja za nove
proizvode.



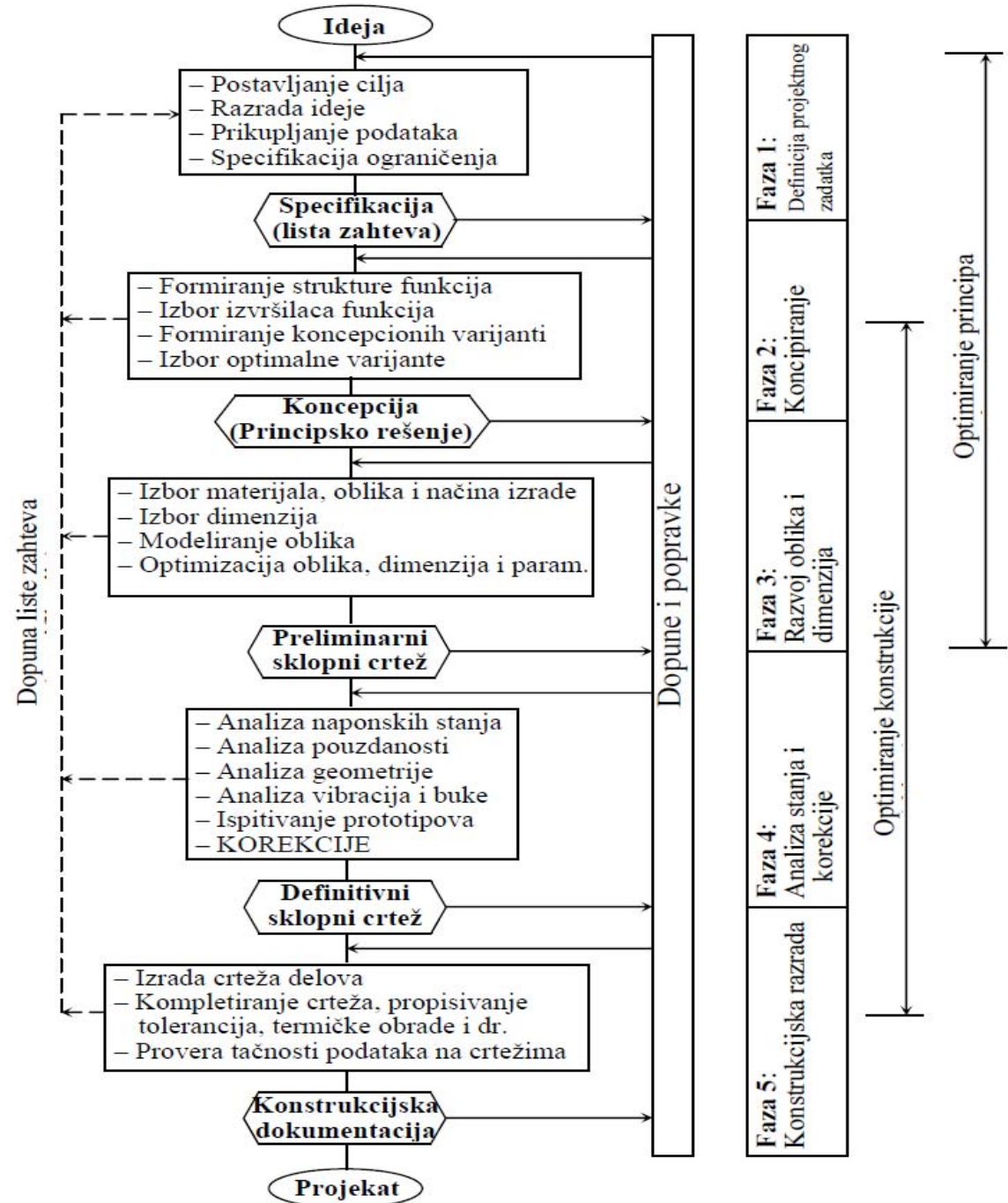
Opšta šema procesa konstruisanja



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

Proces inženjerskog dizajna - konstruisanja

Struktura procesa konstruisanja VDI 2221



Faza podrazumeva definisan proizvod na određenom nivou složenosti: na opisnom nivou na strukturnom nivou, na nivou sklopnih crteža ili modela i td. Faze su: Definicija projektnog zadatka, Koncipiranje idejnog rešenja, Razvoj oblika i dimenzija, Analize stanja i korekcije, Konstrukcijska razrada.

Definicija projektnog zadatka lista zahteva

Lista zahteva je širi elaborat kojim se definišu svi uslovi za izradu projekta, odnosno uslovi za izradu, eksploataciju i rešenje kraja životnog ciklusa (reciklaža i sl.) mašinskog sistema, u našem slučaju dizalice. Obuhvaćena su ograničenja i uslovi koji se koriste tokom odvijanja celokupnog procesa projektovanja i kojih se realizatori procesa moraju pridržavati. To je skup ograničenja i želja, odnosno vizija koja nosi rizika da će biti realizovana. Jedno su zahtevi koji se moraju postići jer bez njih proizvod ne može da zadovolji minimalne uslove. U drugoj kategoriji su želje čijom bi se realizacijom u višem stepenu dostigli ciljevi zbog kojih se i uvodi novi proizvod.

Korisnik		<i>LISTA ZAHTEVA (Specifikacija)</i>	Strana: 1 Ukupno: 1
Izmene Datum:	D w	Z a h t e v i	Zaduženje
D-zahtev w-želja	D	1. Funkcija	
	D	2. Radna svojstva	
		3. Ergonomska svojstva	
		4. Tehnološka svojstva	
	D	5. Izgled	
		6. Sklapanje i rasklapanje	
		7. Uslovi transporta	
	D	8. Pakovanje i konzerviranje	
	W W D	9. Ekonomska ograničenja-troškovi izrade	

1. **Opšta funkcija** mašinskog sistema se detaljno prikazuje uz navođenje ulaznih i izlaznih materijala, energije i podataka. Opšta funkcija kod dizalica se odnosi na transport, odnosno premeštanje/pretovar materijala-tereta. Potrebno je dati oblik i dimenzije komada materijala koji se transportuje, npr. generalni tereti, rasuti materijali, kontejneri, sudovi itd., sa podacima o njihovim dimenzijama, čvrstoći, masi, i sl.
2. **Radna svojstva mašine** – (dizalice) definišu se prema potrebama, odnosno kvalitetu izvršavanja funkcije, načinu rukovanja, održavanja, potrebnoj sigurnosti i pouzdanosti u radu i bezbednosti za upravljanje, radnom veku i drugo. Definiše se brzina izvršavanja funkcije, kapacitet, nosivost, pogonska klasa i sl. Od ovih svojstava takođe zavisi konkurentnost proizvoda na tržištu, obim plasmana i tržišni vek. Kod dizalica je najbitnije da se definiše nosivost, brzine mehanizama – brzina dizanja i brzine kretanja, da li je vitlo sa finom – puzajućom brzinom dizanja, koje se područje opslužuje, kolika je visina dizanja, koji su pravci kretanja, kakve su karakteristike tereta itd.
3. **Ergonomska svojstva** su značajna za realizaciju načina upravljanja mašinskim sistemom, položaj kabine, položaj upravljačkih ručica, tastera. Odnos čoveka i mašine treba da bude takav da se čovek što manje zamara, da se onemoguće povrede, da se spreči pogrešno rukovanje, da vibracije i ubrzanja ne izazivaju štetne efekte na dizaličara, kakva su ograničenja za uvođenje automatizacije i koji su uslovi za realizaciju automatizacije (potpune ili parcijalne).

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

4. **Tehnološka svojstva** novog proizvoda su značajno ograničenje u njihovom razvoju. Treba da se projektuje/konstruiše ono što je moguće da se realizuje u proizvodnji na ekonomski prihvatljiv način. Prvenstveno treba predvideti one tehnologije kojima proizvođač raspolaže uz što manje specijalne opreme, odnosno alata. U listi zahteva treba propisati tehnologije koje su konvencionalne, samim tim i prihvatljive kao što su npr. rezanje, kovanje, zavarivanje, livenje, i sl., odnosno specijalne tehnologije ukoliko su neophodne. Nije dobro primenjivati tehnologije kojima proizvođač ne raspolaže jer se time on dovodi u zavisnost od onih proizvođača koji imaju te tehnologije.

5. **Izgled (estetika)** mašinskog sistema je u vezi sa funkcijom. Uspeh na tržištu mašinskih sistema može u visokom stepenu da zavisi od izgleda. (Čak) i dizalice (bageri) svojim izgledom ne treba da budu odbojni za okolinu. I kod ovih sistema izgled mora da bude uklopljen u okolinu, da stimuliše korisnika na rad i da razvija pozitivne emocije. U listi zahteva se definiše značaj, ciljevi i efekti koje treba postići posredstvom odgovarajućeg izgleda.



NUMERIČKA MAŠINA ZA GASNO REZANJE



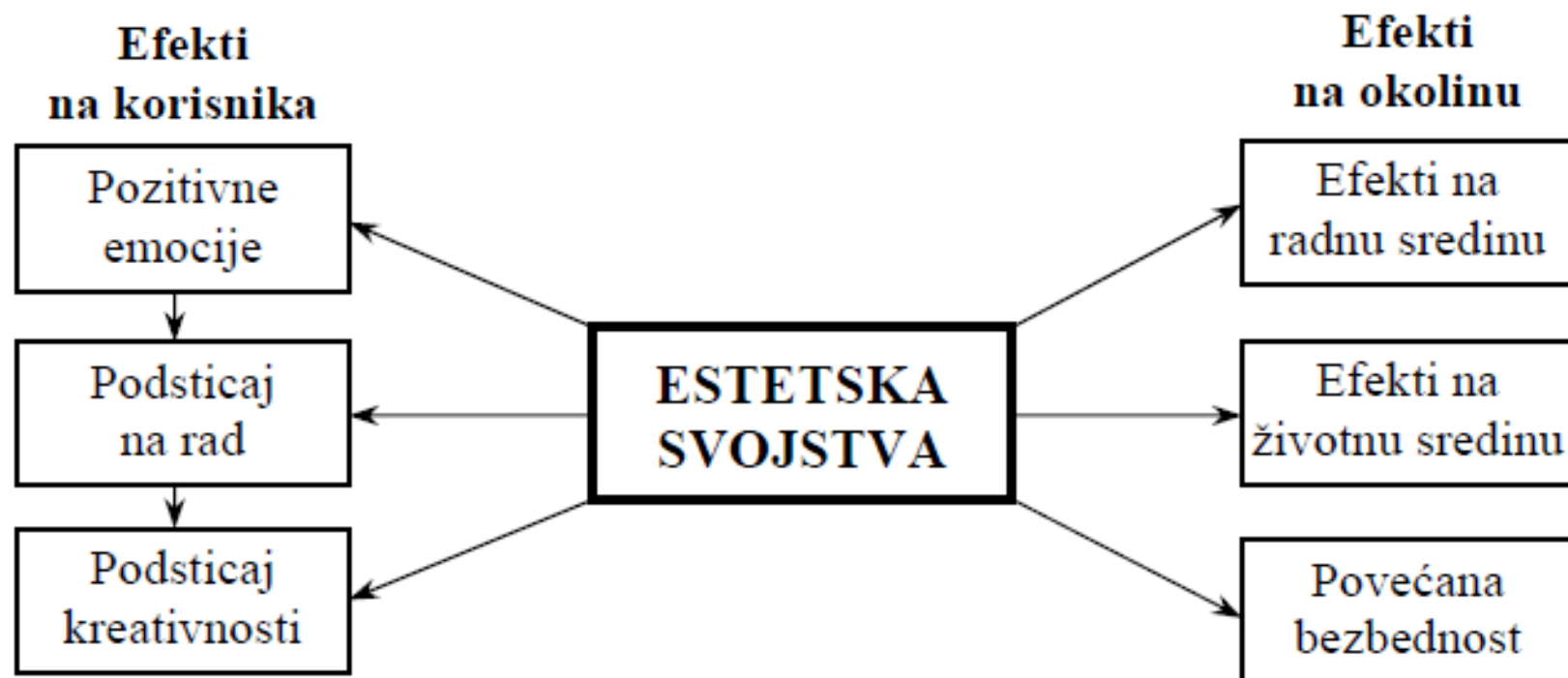
Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja



Automat za zavarivanje pod zaštitnim slojem praška
"LINCOLN"



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Vizuelni doživljaj dizalice

1. Subjektivnog karaktera,
2. Zavisi sa koje se lokacije posmatra
3. Kod svih opcija postoji za i protiv
4. Voditi računa o boji

Port of Los Angeles Evergreen Terminal



6. **Sklapanje i rasklapanje** (montaža i demontaža pojedinih sklopova), odnosno pogodnost za održavanje kod onih mašinskih sistema kod kojih su u toku eksploatacije potrebne česte intervencije. Zamena delova ograničenog veka mora da bude jednostavna. Pristup delovima koji se menjaju, ili podležu modernizaciji mora da bude jednostavan.

7. **Uslovi transporta** mogu da budu značajni za projektovanje, a to se posebno odnosi na konstrukcije mašina velikih gabarita kakve su dizalice. Pri transportu do mesta korišćenja treba da se prođe kroz tunele, podvožnjake na putevima, da se ne prekorači osovinski pritisak na putevima.

8. **Pakovanje i konzerviranje** su kod nekih proizvoda od većeg značaja te ih u listi zahteva posebno treba istaći. Zbog zaštite pri transportu i čuvanju, potrebno je da pakovanje bude odgovarajuće. Uz pakovanje se podrazumeva i odgovarajući način konzerviranja. To se naročito odnosi na proizvode osetljive na koroziju, posebno ako se transportuju brodom zbog uticaja slane vode. Zaštitna sredstva su u vidu premaza, prevlaka, itd.

9. **Ekonomska ograničenja** u listi zahteva određuju područje za realizaciju svih drugih uslova i želja. Cilj je da se dobije proizvod sa što nižim troškovima proizvodnje, kako bi razlika između cene na tržištu i troškova bila što veća. Izbor materijala, tehnologije, složenosti konstrukcije mora da se usmeri ka povećanju ove razlike. Odluke se donose između dve krajnosti: unificirane, jeftine i na tržištu dobro poznate komponente; komponente skupe za razvoj ali sa možda dobrom prodom na tržištu. U listi zahteva treba definisati maksimalne cene koštanja koje su prihvatljive za tržište.

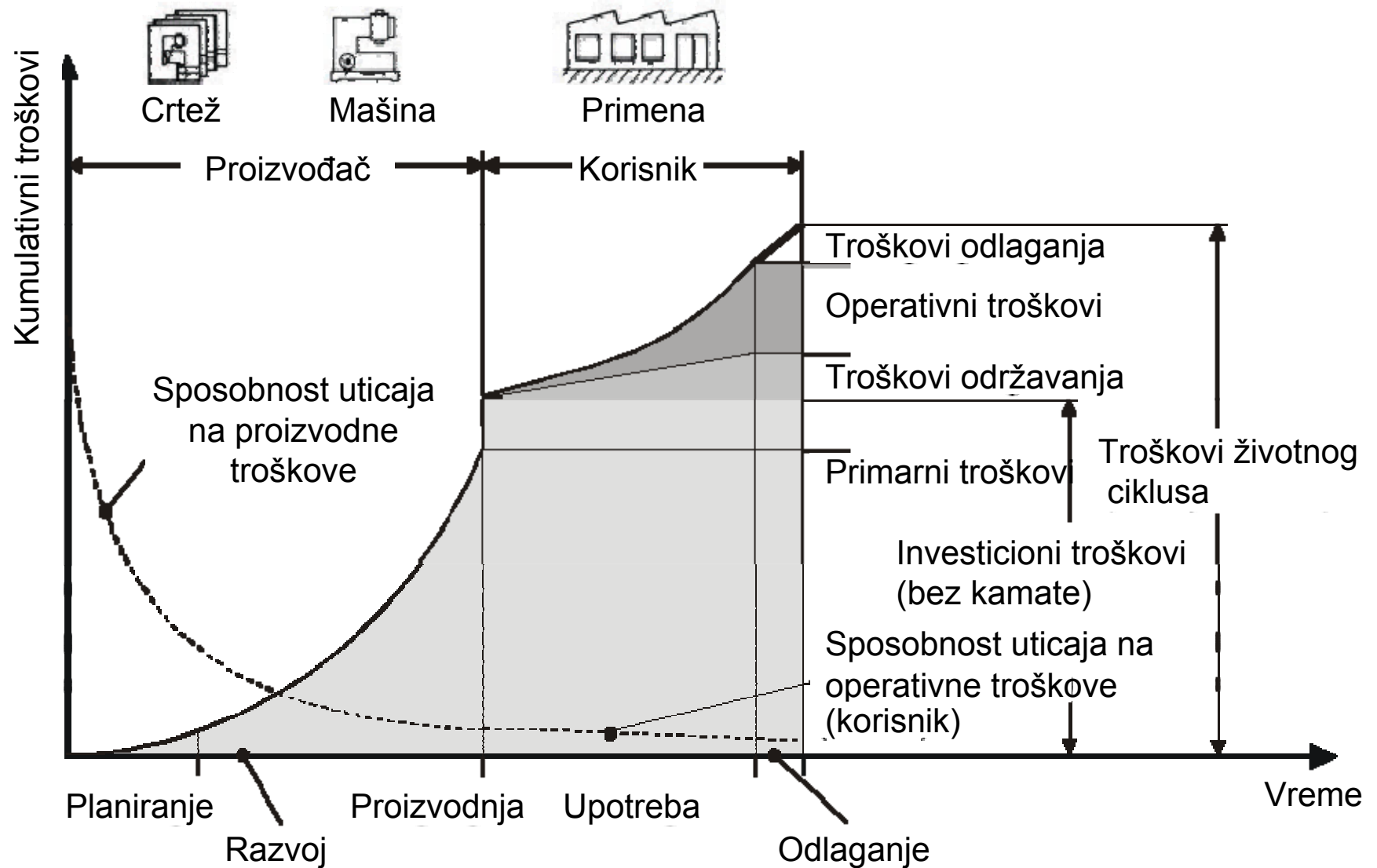


Transport dizalice



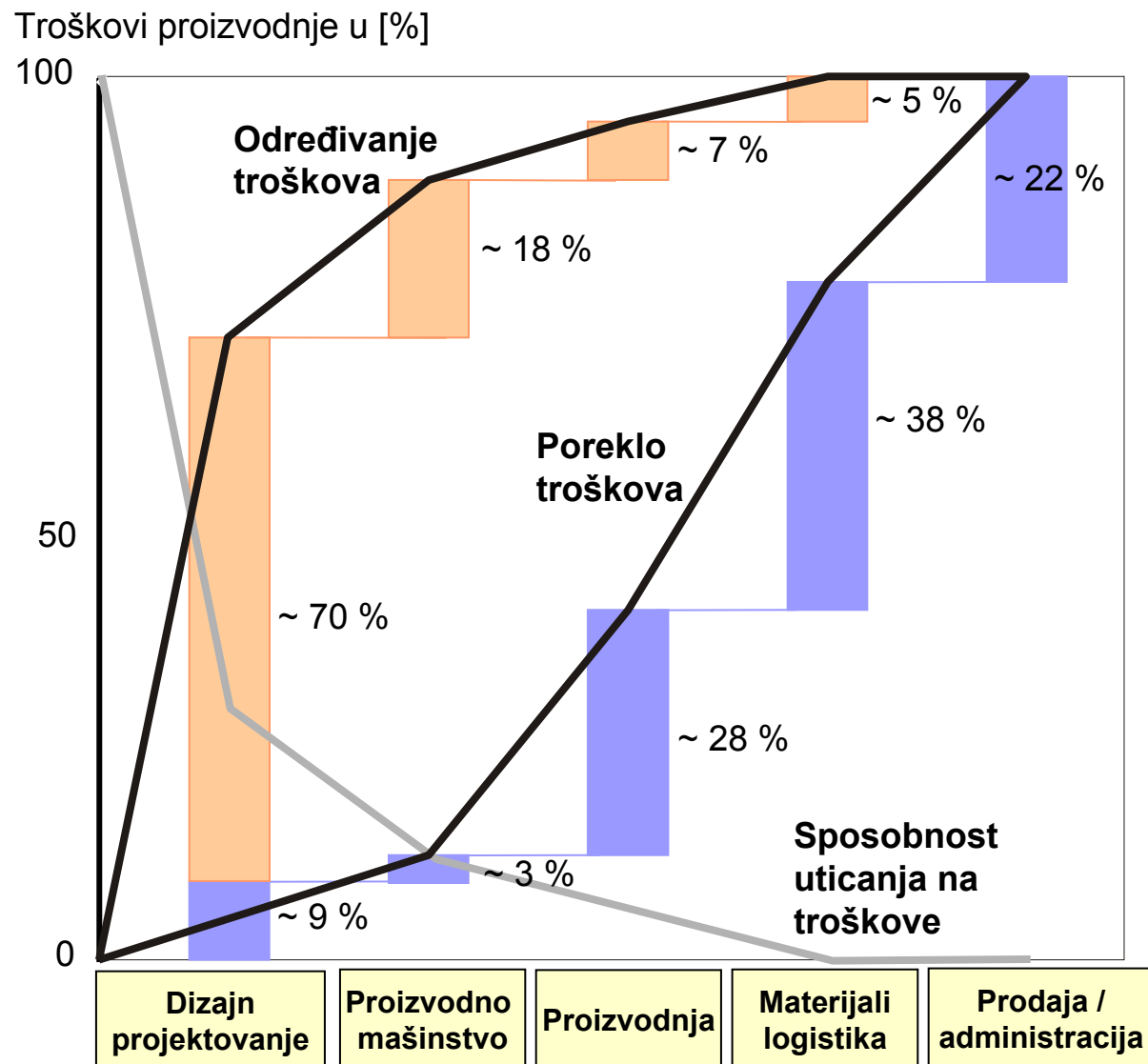


Troškovi proizvoda u toku njegovog životnog ciklusa



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Značaj / uticaj inženjerskog dizajna

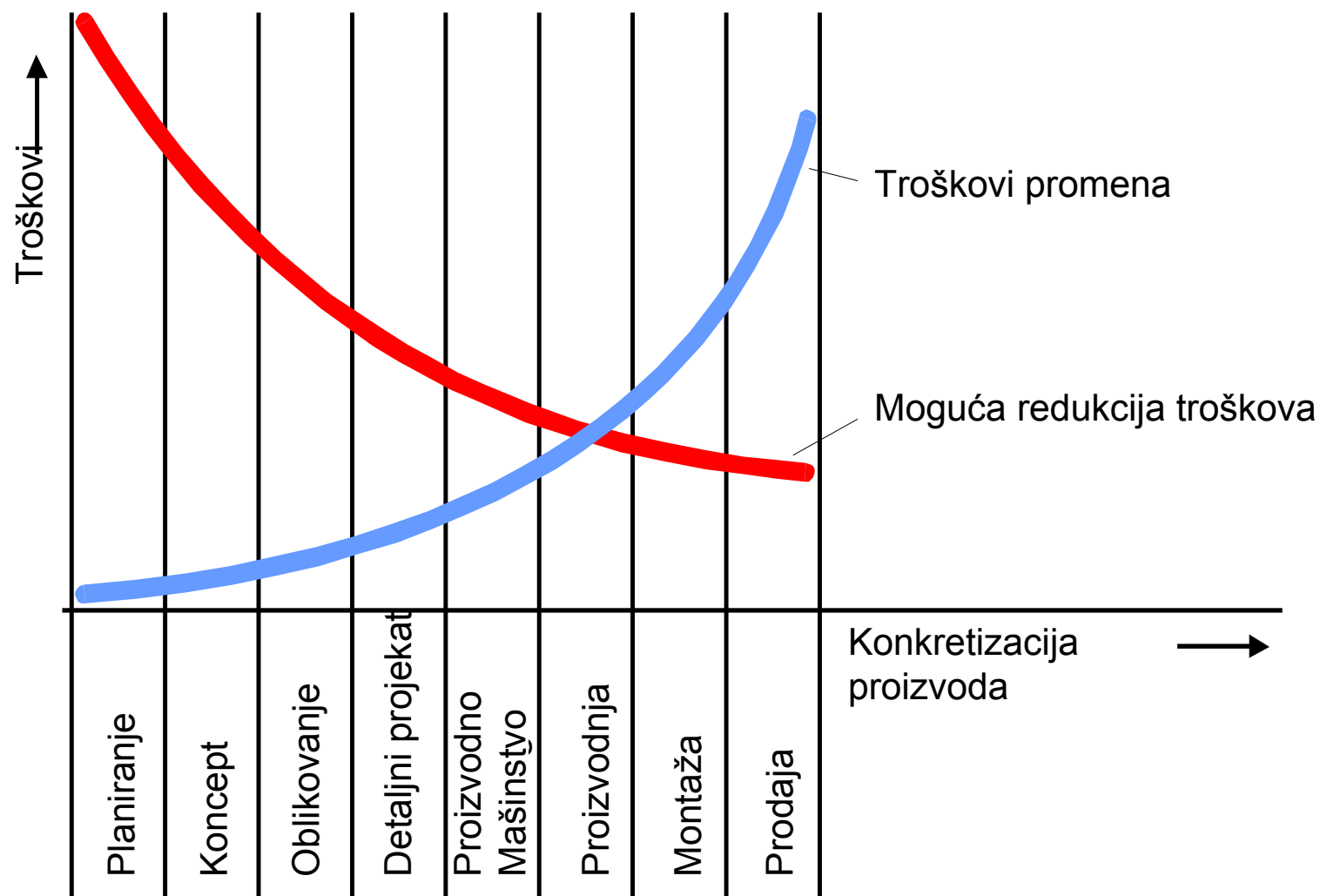


Određivanje troškova se obavlja pre njihove realizacije:

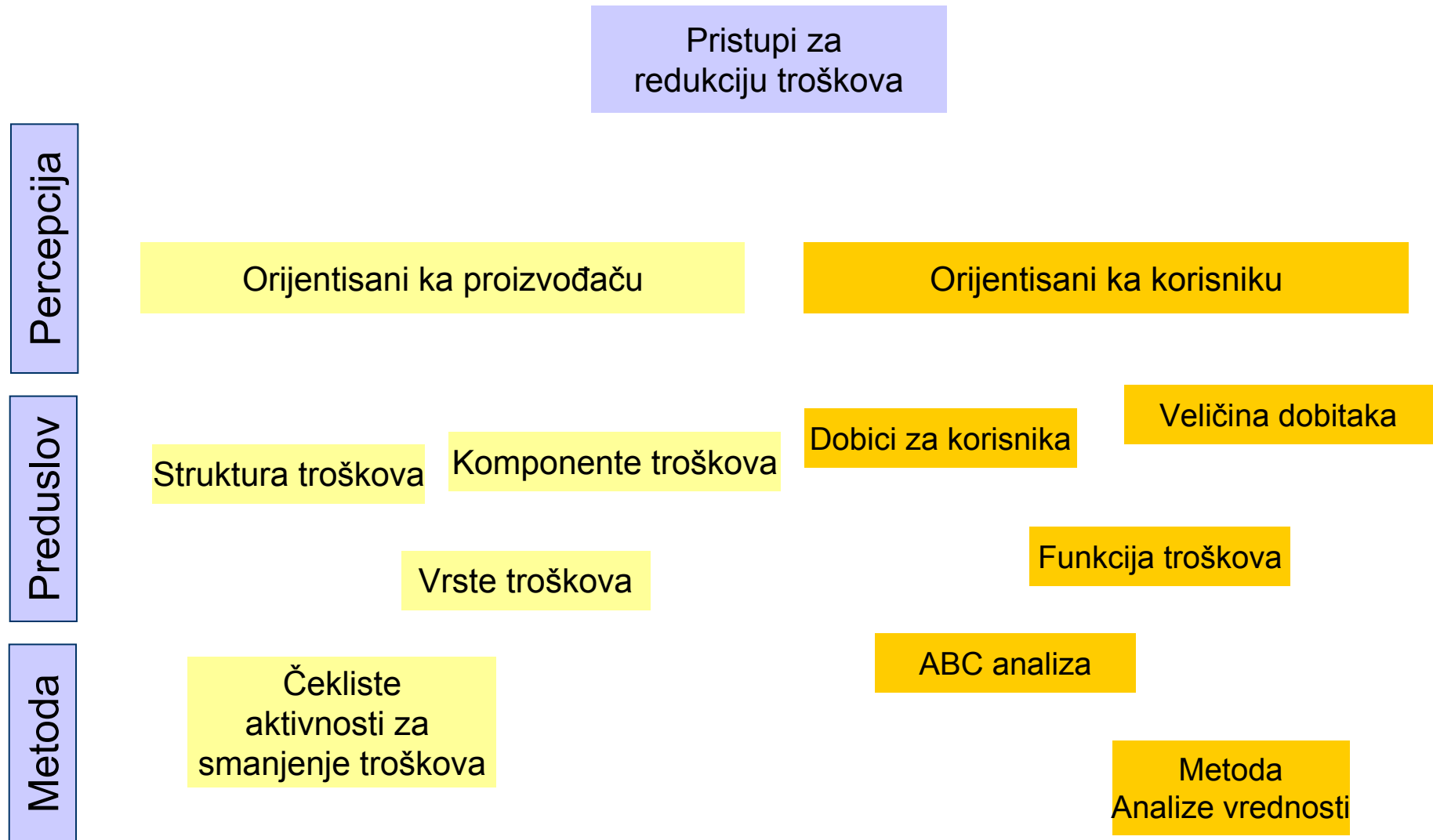
Troškovi dizajna i proizvodnog mašinstva determinišu skoro 90 % primarnih troškova

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Troškovi promena i redukcija troškova



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

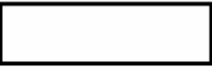
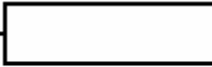
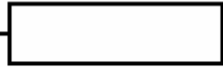
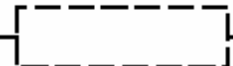


Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

ABC ([engl.](#) *Activity-based costing*) metoda za praćenje i upravljanje troškovima

Vrste konstrukcija i projektovanja

U praksi se do konstrukcionih rešenja može doći i po skraćenom postupku u odnosu na prethodno prikazano, odnosno neke faze u procesu projektovanja mogu da budu izostavljene. To se odražava na stepen inovativnosti rešenja, a rezultati procesa projektovanja mogu da se svrstaju u nekoliko grupa. Podela je zasnovana na stepenu zastupljenosti faze koncipiranja, odnosno načinu dolaženja do principa rada mašinskog sistema. Na slici je prikazana podela, gde je i prikazan stepen zastupljenosti faza u procesu projektovanja. Faza definisanja projektnog zadatka nije uključena kao nemerodavna za ovu podelu.

Faze Konstrukcije	Koncipiranje	Razvoj oblika i dimenzija	Analize stanja i korekcije	Konstrukcijska razrada
Ponovljene				
Sa čvrstim principom				
Prilagođene				
Varijantne				
Nove				

Ponovljene konstrukcije se bez većih promena ponovo uvode i proizvodnju i na tržište. Radi se o rešenjima za koje je procenjeno da ih tržište još može prihvatiti bez izmena. Mogu biti i konstrukcije kojih se jedan proizvođač oslobađa i prepušta drugima u obliku licence da ih bez izmene ili iz neznatne promene izrađuje pod određenim tržišnim uslovima. U projektu se za ove konstrukcije eventualno mogu menjati manji detalji u dokumentaciji ili otklanjati eventualni nedostaci. Može biti delimično zastupljena faza konstrukcijske razrade.

Konstrukcije sa čvrstim principom su ona rešenja kod kojih se princip rada iz generacije u generaciju, od proizvođača do proizvođača, ne menja. Delimično se menjaju oblici, dimenzije, materijal, termička obrada i sl. Faza razvoja oblika i dimenzija je zastupljena samo delimično. Projekta se izrađuje kroz dve poslednje faze. Ovakav pristup je svojstven kopiranju postojećih rešenja. Tipičan primer su npr. standardne industrijske dizalice, mosne, konzolne, i sl.

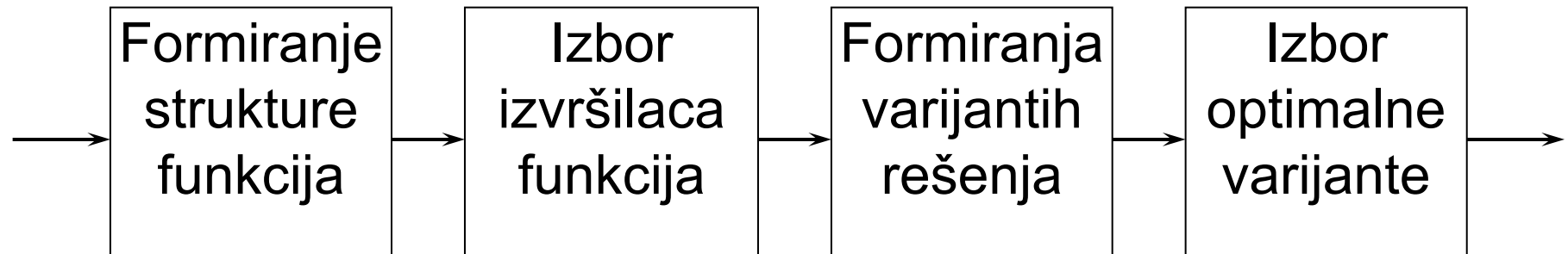
Prilagođene konstrukcije nastaju prilagođavanjem postojećeg principa rada sa novim potrebama. U ovom slučaju faza koncipiranja idejnog rešenja nije izostavljena već je skraćena. Npr. obalske kontejnerske dizalice nastale su prilagođavanjem pretovarnih mostova za rasute materijale. Kombinovanje različitih transportnih uređaja kod projekta navoza u brodogradilištu.

Varijantne konstrukcije se dobijaju različitim kombinacijama istog principa rada. Faza koncipiranja zastupljena je delimično a ostale u potpunosti.

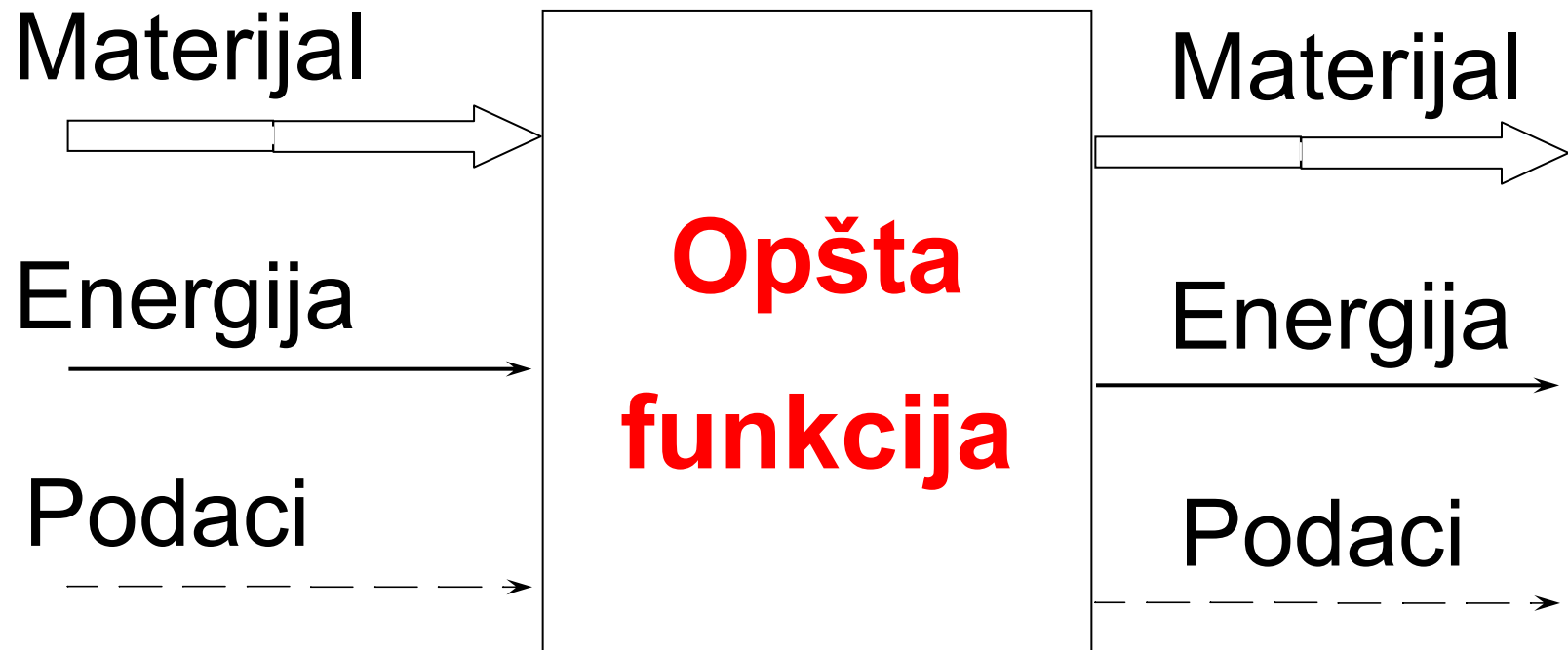
Nove konstrukcije podrazumevaju nov princip realizacije većine funkcija u sistemu. Nastaju kao rezultat potpuno sprovedenog procesa projektovanja, za nove potrebe korisnika ili pri realizaciji pronalazaka, npr. spreder – hvatač kontejnera.

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

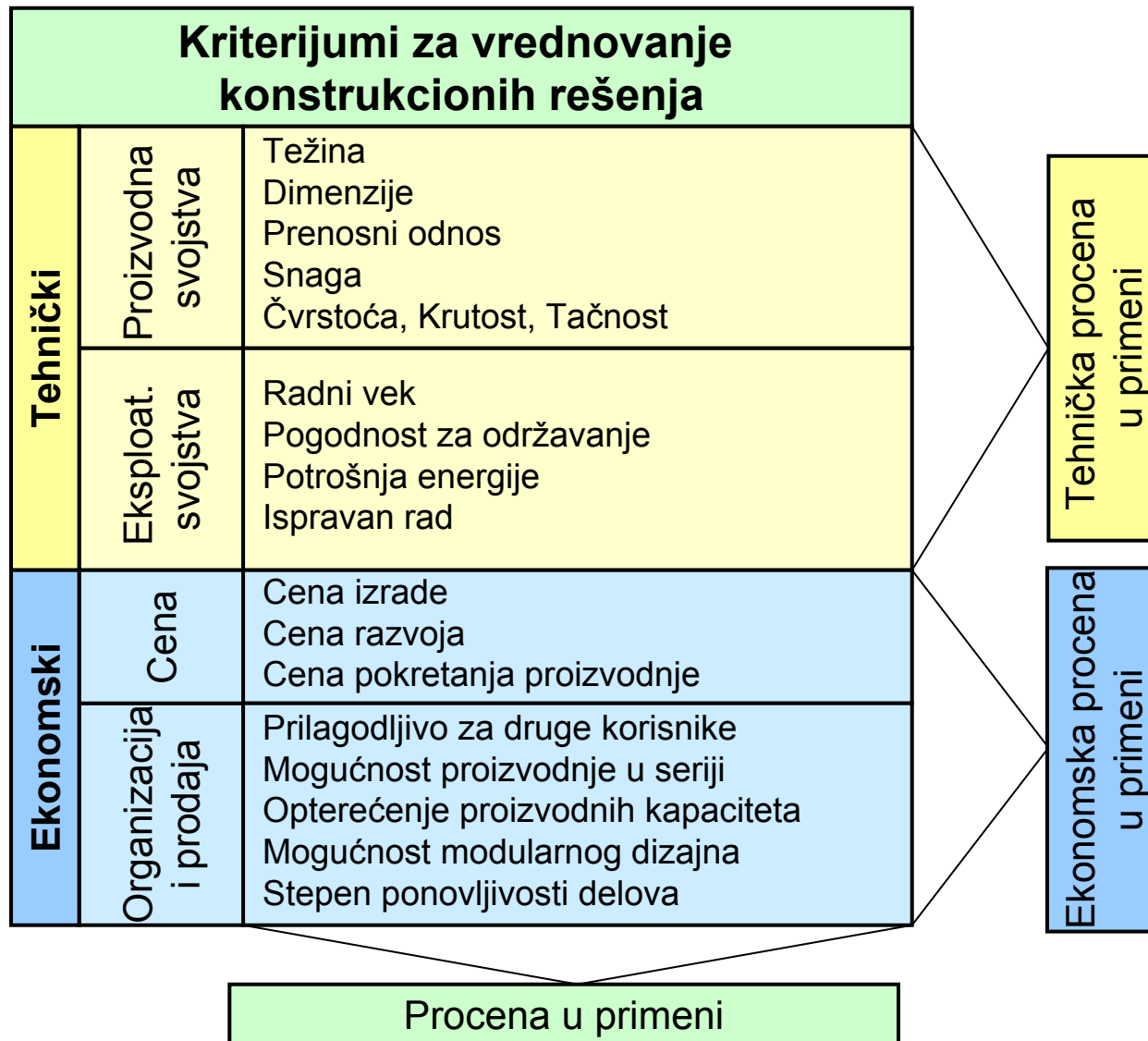
Koncipiranje idejnog rešenja



Koncipiranjem idejnog rešenja dolazi se do odgovora kako, tj. na kom principu će mašinski sistem ostvarivati svoju funkciju. U okviru prve faze projektovanja (definicija projektnog zadatka) opisano je šta sistem treba da radi i koje uslove treba da zadovolji. U fazi koncipiranja treba odgovoriti na pitanje kako da radi. Heuristika je veština pronalaženja istine ili nauka o metodama istraživanja novih (naučnih) činjenica. To je veština transformisanja naučnih i tehnoloških znanja u strukturu tehničkog sistema – proizvod. Metoda koncipiranja idejnog rešenja je formulisana preporukama VDI-221 i VDI-222



Opšta funkcija maćinskog sistema prikazana je kao crna kutija



Kriterijumi za vrednovanje konstrukcionih rešenja

Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Prema		Područje odluka 1-6		
Polazeći od	FUNKCIJI	OBLIKU	MATERIJALU	POSTUPKU IZRADE
FUNKCIJE		1 Heuristika oblika, pravci opterećenja, kretanja i sl	2 Čvrstoća, masa, korozivne osobine, osetljivost na uticaje i sl.	3 Ograničenja funkcije korišćenim metodom
OBLIKA	10 Proveriti da li oblik, materijal i postupak izrade zadovoljavaju funkciju		4 Dimenzije, kompleksnost, površine koje će se dobiti	5 Kompleksnost, simetričnost, zaobljenost, dimenzije, tačnost
MATERIJALA		7 Heuristika oblika, karakteristike materijala i korišćenog oblika	Tehnološkičnost	6 Metod izrade odgovora primenjenom materijalu
POSTUPKA IZRADE		8 Karakteristike postupka izrade		9 Pogodnost za oblikovanje u delove

Korelacija funkcije, oblika, materijala i načina izrade mašinskih delova

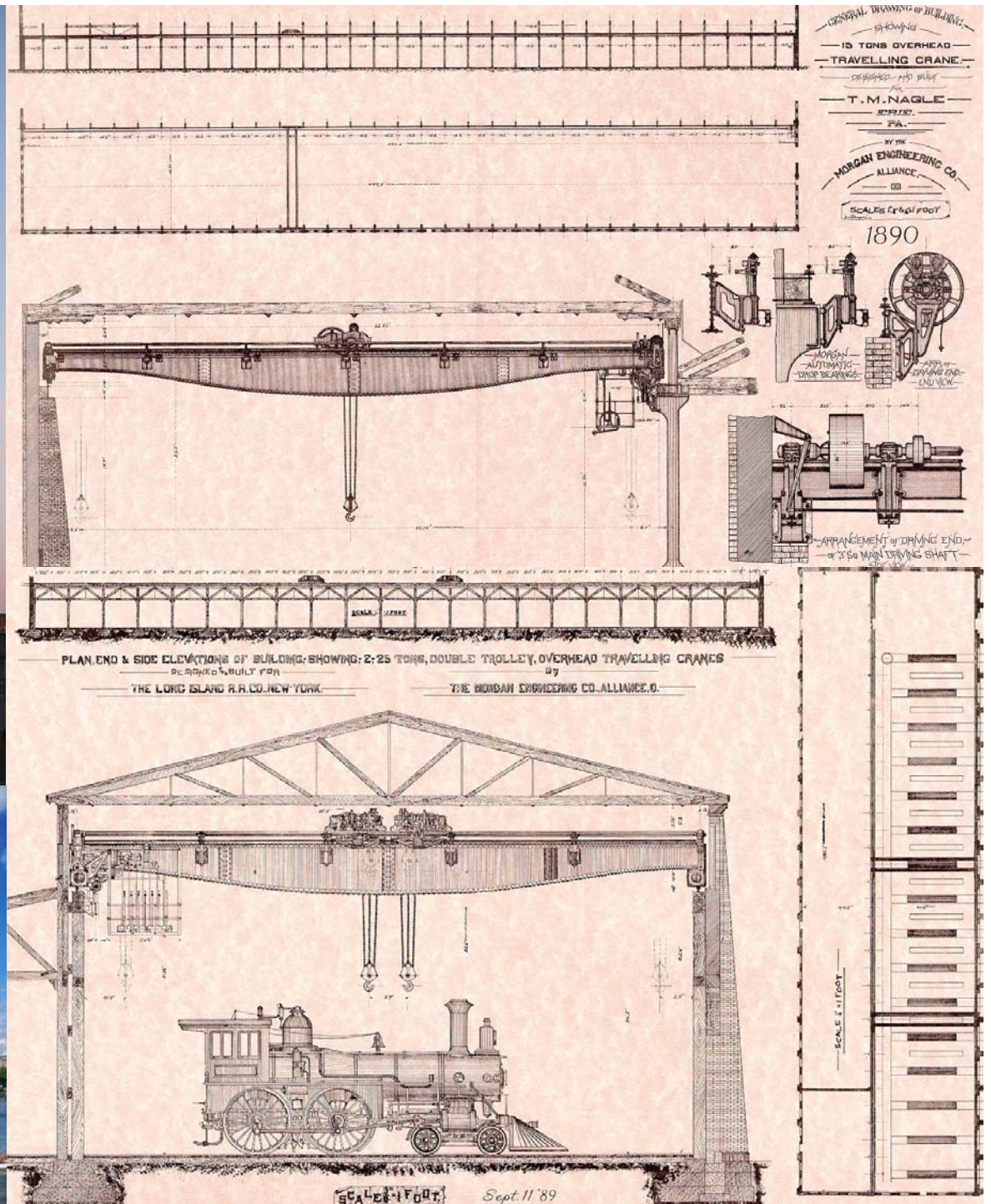
Polazeći od funkcije mašinskog dela treba doneti odluku o obliku (1), odluku o materijalu (2) i odluku o načinu izrade (3). **Polazeći od oblika** mašinskog dela treba odabrati materijal (4) i odabrati način izrade (5). Na kraju **polazeći od materijala** treba odabrati način izrade (6). Područje iznad dijagonale matrice je **područje odluka 1-6**. **Izbor oblika** mašinskog dela (1) ostvaruje se heurističkim pristupom (veštinom pronalaženja) tako da se u prvom redu zadovolji funkcija zavisno od opterećenja, kretanja i dr. Ova se odluka ne može doneti nezavisno od odluke koja se odnosi na izbor materijala (4) i na način izrade (5). Od materijala i od dimenzija koje se mogu očekivati zavisi oblik. Način izrade takodje u visokom stepenu utiče na oblik koji treba odabrati. **Izbor materijala** mašinskog dela (2) realizuje se u prvom redu na osnovu potrebne čvrstoće, specifične težine (gustine), osetljivosti na uticaje kao što su povišena i visoka temperatura, korozija, koncentracija napona, širenje naprsline i dr., sve u cilju da se u što višem stepenu zadovolji funkcija. Pri tom je oblik (odluka 4) i način izrade (odluka 6) u neposrednoj vezi sa izborom materijala. **Izbor načina izrade** mašinskog dela (3) realizuje se tako da se u prvom redu zadovolje ekonomski uslovi i da se pri tom ne ugrozi funkcija ali u skladu sa oblikom (5) i sa materijalom (6).

Prema Polazeći od	FUNKCIJI	OBLIKU	MATERIJALU	POSTUPKU IZRADE
FUNKCIJE		1 Heuristika oblika, pravci opterećenja, kretanja i sl	2 Čvrstoća, masa, korozio- ne osobine, osetljivost na uticaje i sl.	3 Ograničenja funkcije korišćenim metodom
OBLIKA	10 Proveriti da li oblik, materijal i postupak izrade zadovoljavaju funkciju		4 Dimenzije, kompleksnost, površine koje će se dobiti	5 Kompleksnost, simetričnost, zaobljenost, dimenzije, tačnost
MATERIJALA		7 Heuristika oblika, karakte- ristike materi- jala i korišće- nog oblika	Tehno- logičnost	6 Metod izrade odgovora primenjenom materijalu
POSTUPKA IZRADE		8 Karakteristike postupka izrade	9 Pogodnost za oblikovanje u delove	

Možemo da zaključimo sledeće:

Mašinski deo (mašina) je definisan funkcijom, oblikom i načinom izrade. Funkcija je definisana u fazi koncipiranja. Pri tome je formirana struktura delova na osnovu strukture funkcija. Svakoј funkciji je dodeljen skup delova za njeno izvršavanje, odnosno svakom mašinskom delu je dodeljena funkcija. U ovoj operaciji treba doneti odluku o obliku koji je u fazi koncipiranja samo idejno naznačen. Treba izabrati materijal i način izrade. Odluke su spregnute i ne mogu se donositi nezavisno jedna od druge. Heuristika kao veština pronalaženja tehničkih rešenja ovde dolazi do punog izražaja. Ove odluke se donose na osnovu pravila, uobičajenih pristupa, iskustva, intuicije, i slično.

Proces izbora materijala, oblika, dimenzija i načina izrade je iteracionog i parcijalnog karaktera. Odvija se uz naizmenično smenjivanje delimičnih proračuna i odlučivanja o parametrima, karakteristikama materijala, oblika i drugo, a odluke se mogu menjati ako se nakon proračuna ili na drugi način utvrdi da prethodno donešena odluka, usled nedostataka pravih podataka, nije bila u potpunosti ispravna. Veština i iskustvo vode ka smanjivanju broja iteracija, odnosno manjem broju ponavljanja proračuna i korekcija. I iteraciono ponavljanje može da se svrsta i provera korektnosti usvojenog oblika sa aspekta pogodnosti za izradu – **tehnologičnosti**. Moguće je izraditi mašinske delove veoma složenih oblika, ali je pitanje po kojoj ceni, sa koliko alata i potrošnje energije i materijala. Tehnologičnost uključuje i ekonomski aspekt u razvoju oblika i otklanjanje propusta koji nepotrebno komplikuju izradu.



U matrici područje tehnologičnosti je ispod dijagonale i označeno je sa 7, 8, 9.

To su odgovori na pitanja:

7) Da li izabranom materijalu odgovara izabrani oblik?

8) I 9) Da li izabranom postupku izrade odgovara oblik, odnosno materijal?

To je zapravo proveravanje odluka donesenih u 1-6 u toku izrade mašinskog dela.

Uočeni nedostaci se ispravljaju, s tim da se ne poremeti već uspostavljena korelacija.

Treba proveriti i ponašanje mašinskih delova u toku eksploatacije.

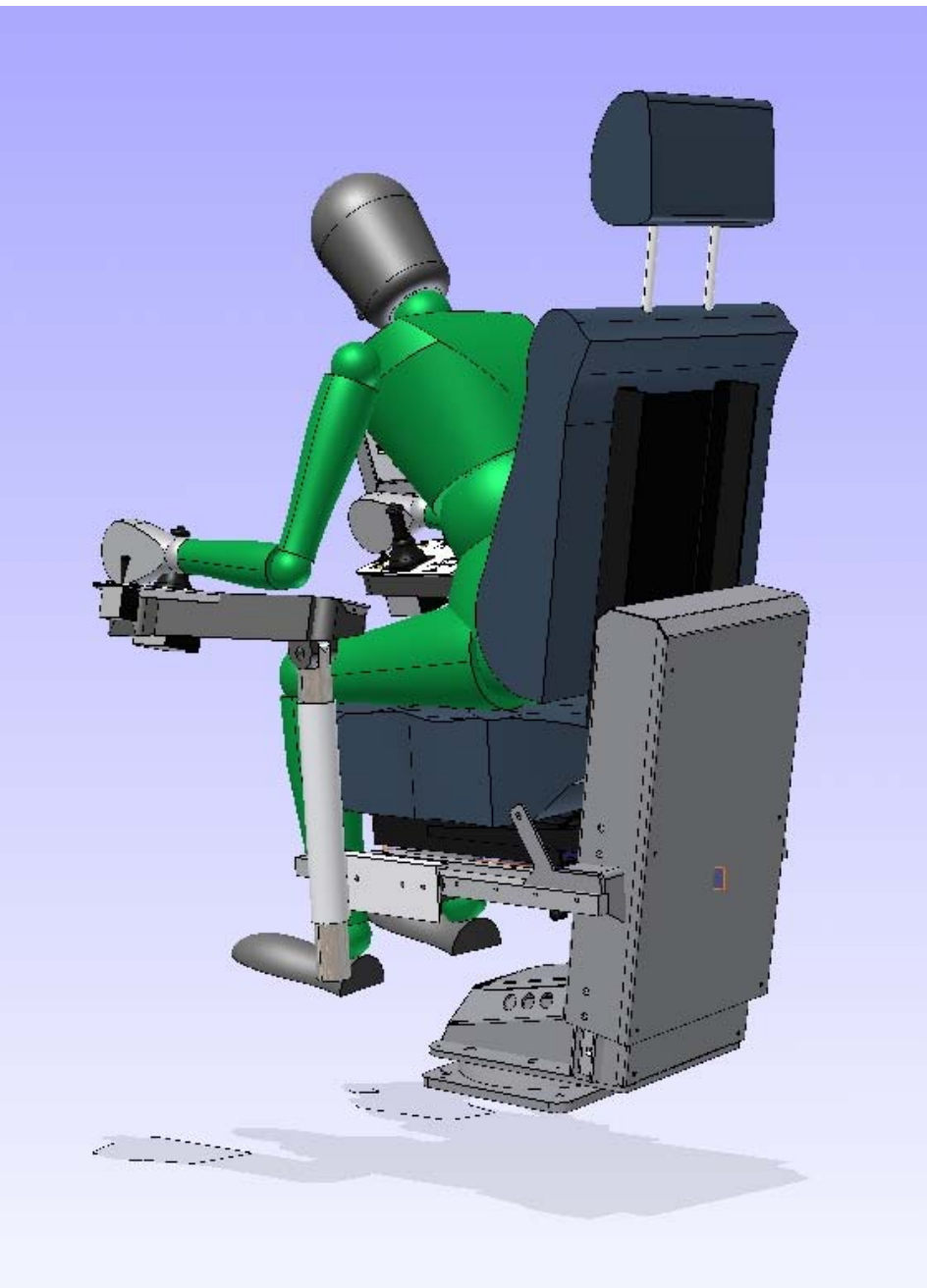
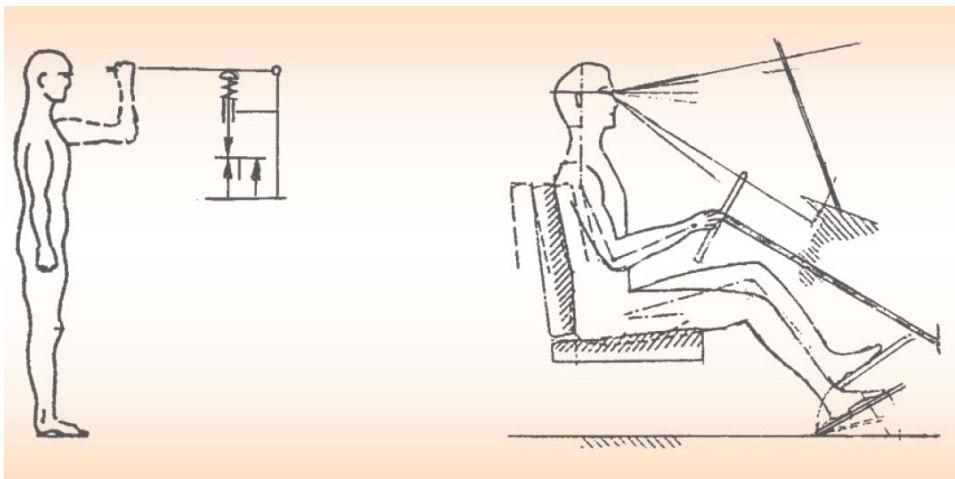
Pod brojem 10) označeno je područje koje podrazumeva proveravanje da li oblik i dimenzije, materijal i način izrade zadovoljavaju predviđenu funkciju. Svaki uočeni nedostatak podrazumeva povratnu korekciju parametara, oblika, materijala ili dimenzija.

Prema Polazeći od	FUNKCIJI	OBLIKU	MATERIJALU	POSTUPKU IZRADE
FUNKCIJE		1 Heuristika oblika, pravci opterećenja, kretanja i sl	2 Čvrstoća, masa, korozi- one osobine, osetljivost na uticaje i sl.	3 Ograničenja funkcije korišćenim metodom
OBLIKA	10 Proveriti da li oblik, materijal i postupak izrade zadovoljavaju funkciju		4 Dimenzije, kompleksnost, površine koje će se dobiti	5 Kompleksnost, simetričnost, zaobljenost, dimenzije, tačnost
MATERIJALA		7 Heuristika oblika, karakte- ristike materi- jala i korišće- nog oblika	Tehno- logičnost	6 Metod izrade odgovora primenjenom materijalu
POSTUPKA IZRADE		8 Karakteristike postupka izrade		9 Pogodnost za oblikovanje u delove

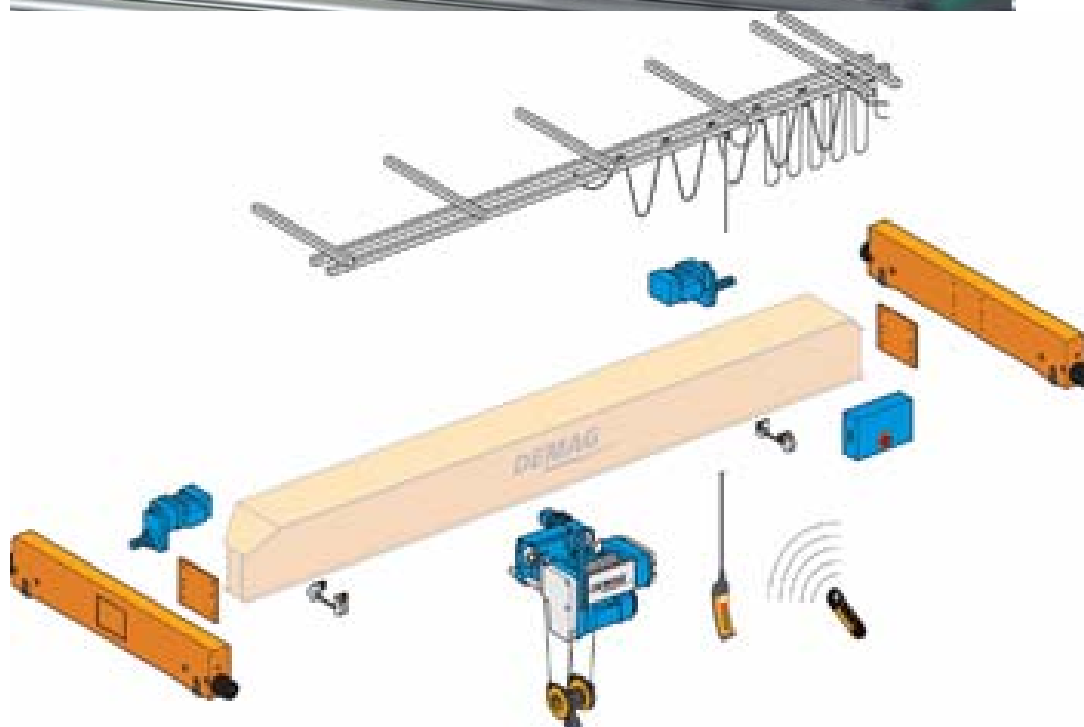
Kriterijumi za određivanje dimenzija

1. Kriterijum funkcije (po pravilu gabaritne mere koje određuju veličinu sistema i delova, npr. položaji oslonaca, položaji i veličina spojeva, dužine nosača: Radni prostor, Prostor za smeštaj materijala, delova i sklopova, Ergonomski uslovi.
2. Kriterijum čvrstoće (dokaz napona)
3. Kriterijum krutosti (ugibi)
4. Kriterijumi stabilnosti (protiv preturanja, elastične)
5. Dopunski kriterijumi (Standardizacija – standardni brojevi; Tipizacija – razvoj familija proizvoda istog tipa; Unifikacija – poistovećivanje tipiziranih komponenti u jednom mašinskom sistemu, minimizacija broja tipiziranih komponenti ostvaruje se ugradnjom istih komponenti i tamo gde one neće po svojim karakteristikama biti u potpunosti iskorišćenje; Modularni princip – prošireni pristup tipizacije i unifikacije na mašinske sisteme višeg nivoa kompleksnosti, složeniji mašinski sistemi se pri projektovanju raščlanjuju na šire celine, odnosno module, a oni se tako formiraju da se mogu međusobno komponovati na različite načine; modularni pristup je jedna od mogućnosti da se mala serija pretvori u veću i proizvodnja učini ekonomičnijom).

U oblasti mašinskih sistema za mehanizaciju veoma je zastupljeno korišćenje tipiziranih komponenti: motori, reduktori, kočnice, vitla, točkovi, užetnjače, doboši, kolica, itd.



Prof. dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja



Modularne konstrukcije



Crane kit - SWF

