

Inženjersko projektovanje

Prof.dr Darko Bajić
Mašinski fakultet Podgorica
darko@ucg.ac.me

Zadatak nauke o konstruisanju je da istražuje razvoj procesa konstruisanja u odnosu na međusobnu povezanost bitnih elemenata, a zadatak konstruktorske prakse je realizacija procesa konstruisanja.

Cilj nauke o konstruisanju je pronalaženje i razvijanja smjernica, postupaka, metoda i operacija kojima su opisane radnje što ih konstruktor mora naučiti i pri konstruisanju sprovoditi uz obavezno algoritmovanje procesa konstruisanja sa ciljem moguće primjene računara.

Osnovni zadatak NAUKE O KONSTRUISANJU

1. Istraživanje procesa konstruisanja s ciljem da se pronađu zakonitosti konstruktorske djelatnosti.
2. Razvijanje propisa i postupaka koji omogućuju da se proces konstruisanja racionalno savlada.

Nauka o konstruisanju treba da:

- ✓ dâ pouzdanu osnovu za savladavanje konstruktorskih zadataka,
- ✓ pruži sliku povezanosti bitnih stvari potrebnih za rešavanje zadataka i
- ✓ pokaže kako se istim postupcima mogu rešavati različiti konstruktorski zadaci.

Za konstruktora je primarno interesantan tehnički proizvod koji će prema nekom unaprijed zadatom postupku ili prema postupku koji treba tek odrediti, izvršiti određenu promjenu stanja.

- Zadatak inženjera konstruktora je da pojedine proizvode osmisli tako da njihova kasnija realizacija bude korisna i ekonomski opravdana.
- Radi se o postupcima koji jedno stanje, prema želji i potrebi, prevode u drugo željeno stanje. S druge strane, riječ je o razvijanju i zamišljanju proizvoda koji treba da služe predviđenoj svrsi, jer svi tehnički proizvodi služe nekoj namjeni.
- Objekte nauke o konstruisanju čine, prije svega, tehnički proizvodi koje treba razviti kao nove ili iste dalje razvijati.
- Konstruisanje je dio tehničke pripreme proizvoda. Svaki tehnički proizvod prolazi kroz 4 faze.

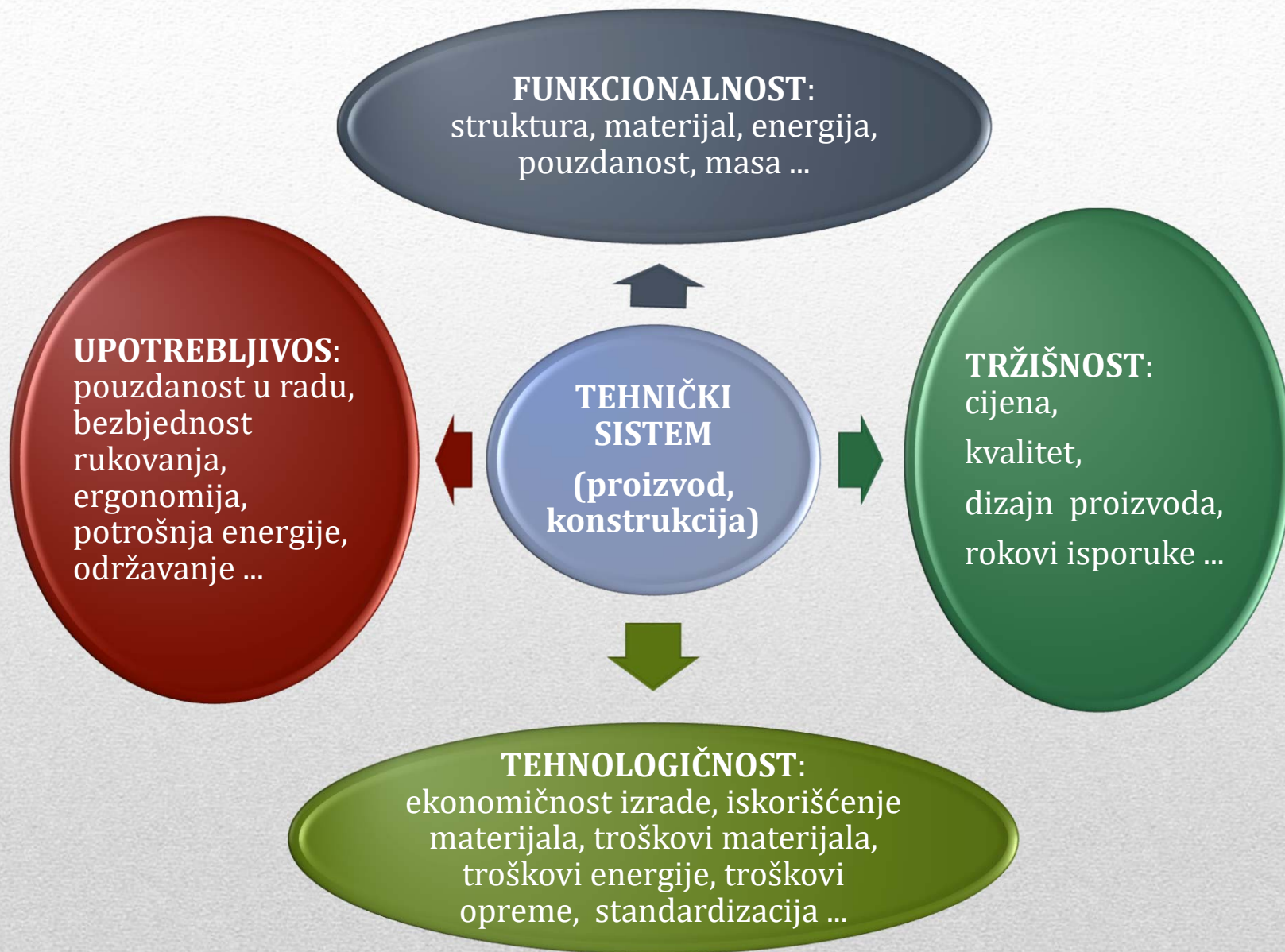


- **Razvoj** konstrukcije mora voditi računa o interesima potrošnje i interesima proizvodnje.
- **Izrada** (proizvodnja) obuhvata ono područje procesa u kojem se osnovni materijal korišćenjem tehničkih sredstava prerađuje u tehnički proizvod. Sam proces mora biti prije realizacije pažljivo pripremljen. Za tu pripremu potrebne su sledeće vrste radova:
 - ✓ ekonomske,
 - ✓ organizacione,
 - ✓ proizvodne i
 - ✓ tehničke.
- **Primjena** tehničkog proizvoda podrazumjeva da isti u predviđenom radnom vijeku vrši predviđenu radnju i zadatak.
- **Reciklaža** omogućava da po isteku projektovanog radnog vijeka tehničkog sistema, materijal od kog je izrađen bude ponovo iskorišćen za izradu drugih elemenata i proizvoda.

Prema ISO 14 040:1997 životni ciklus proizvoda predstavljen je kroz 5 faza.



Osnovne karakteristike koje treba da zadovolji tehnički sistem



Razvoj proizvoda

- Razvoj privrede je moguć ako :
 - a) sačuvate postojeće tržište i
 - b) eventualno ga proširite.
- Tržište diktira uslove poslovanja i zahtjevi su sve složenije u pogledu:
 - a) kvaliteta,
 - b) produktivnosti,
 - c) dizajna (estetike) i
 - d) brzine osvajanja novih proizvoda.
- Istorijski posmatrano razvoj proizvoda i njihova proizvodnja doživjela je promjene, od malobrojnih i jednostavnih do brojnih i strožijih.
- **Inovativnost je karakteristika savremenog proizvoda.**
- Stanje na današnjem tržišti i potrebu razvoja novih proizvoda diktira:
 - ✓ zahtjev kupca i
 - ✓ globalizacija tržišta.

- Konkurentno tržište zahtijeva:
 - ✓ skraćenje vremena proizvodnje,
 - ✓ povećanje kvaliteta proizvoda,
 - ✓ smanjenje cijene proizvoda,
 - ✓ skraćenje radnog vijeka (životni ciklus) proizvoda.
- Istraživanje i razvoj su važni elementi u procesu stvaranja novog proizvoda.
- Neophodno postojanje strategije razvoja proizvoda u cilju:
 - ✓ skraćenje vremena proizvodnje,
 - ✓ povećanje kvaliteta proizvoda,
 - ✓ smanjenje cijene proizvoda.
- Globalne strategije:
 - ✓ Integralni razvoj proizvoda (ili proizvoda i procesa),
 - ✓ Simultano/konkurentno inženjerstvo (Simultaneous Engineering/Concurrent Engineering),
 - ✓ Total Quality Management

Integralni razvoj proizvoda

- Obuhvata sve radnje: od identifikacije potreba tržišta do lansiranja proizvoda na tržište.

- Primjena integralnog razvoja proizvoda u mašingradnji omogućava uštedu:

- ✓ do 35% smanjenje cijene proizvoda,
- ✓ 50-80% vremena, računajući od početka razvoja do primjene proizvoda,
- ✓ 30% troškova za obezbjeđenje kvaliteta proizvoda.

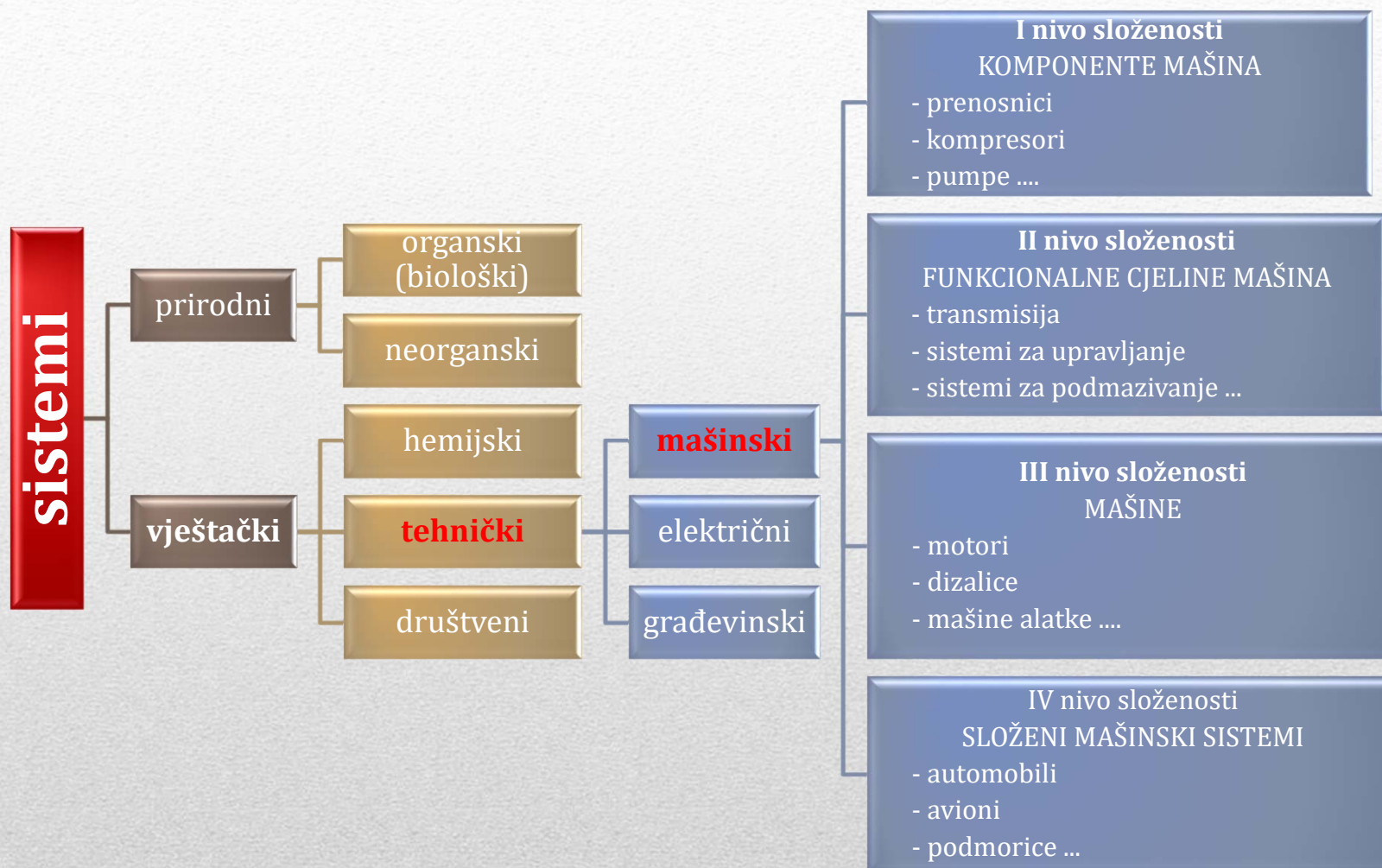


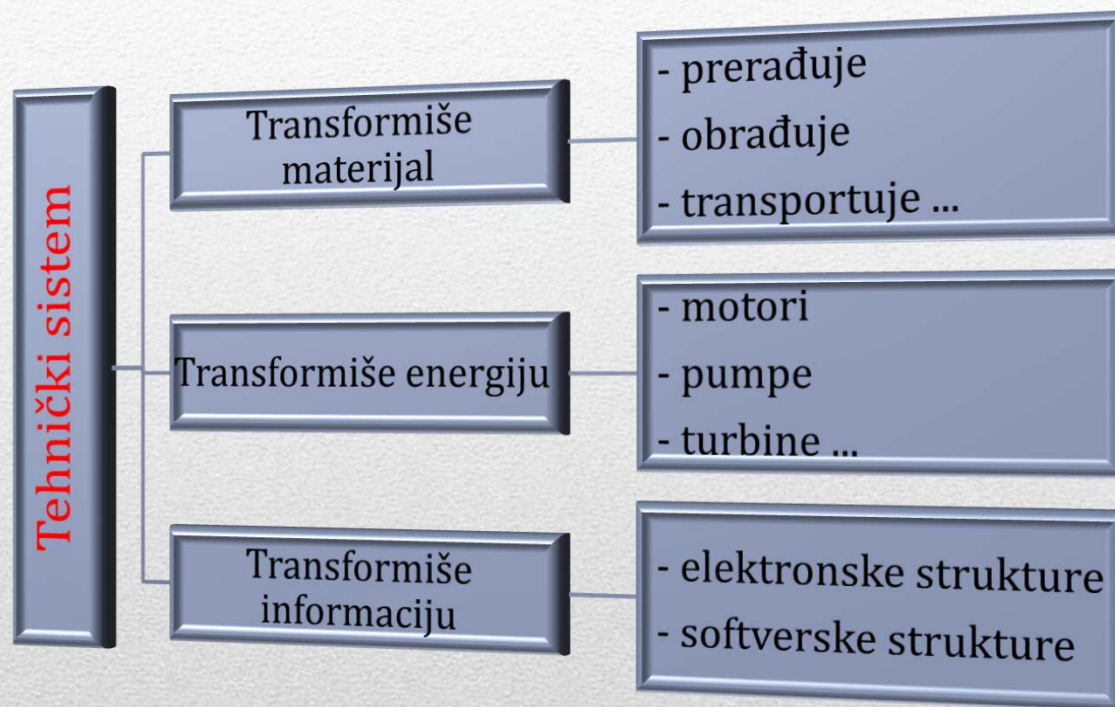
- Integralni razvoj proizvoda podrazumijeva intenzivnu primjenu CA sistema (Computer-Aided) čime se postiže, između ostalog:
 - ✓ Smanjenje vremena razvoja proizvoda,
 - ✓ Smanjenje troškova razvoja proizvoda,
 - ✓ Veća produktivnost,
 - ✓ Kvalitet i pouzdanost proizvoda.

TEHNIČKI SISTEM

- **Teorijska osnova nauke o konstruiranju počiva na teoriji sistema.**
- Sistemsko inženjerstvo počiva na dvije oblasti:
 - sistem (tehnički sistem) i
 - metode (analize i sinteze).
- Predmet našeg interesovanja je **tehnički proizvod** koji ćemo nadalje promatrati kao **tehnički sistem (TS)**.
- Razmatrajući tehnički sistem, pokušavamo otkriti njegove unutrašnje zakonitosti, koji čine, pored ostalog, **sastav i svojstva**.
- Postoje mnogi sistemi kao što su: sistem upravljanja, sistem regulacije, planetarni, električni, brojni, biološki sistem itd. Svi sistemi imaju neke zajedničke funkcije. Sastoje se od velikog broja elemenata koji su na određeni način međusobno postavljeni.
- Sistem je određeni ograničeni dio stvarnosti koji ima:
 - određen odnos prema okruženju,
 - svoju strukturu i
 - svoju funkciju.
- **Funkcija je uvijek uslovljena strukturom, a zavisna od okruženja.**







TREND RAZVOJA AUTOMOBILA KAO TEHNIČKOG SISTEMA

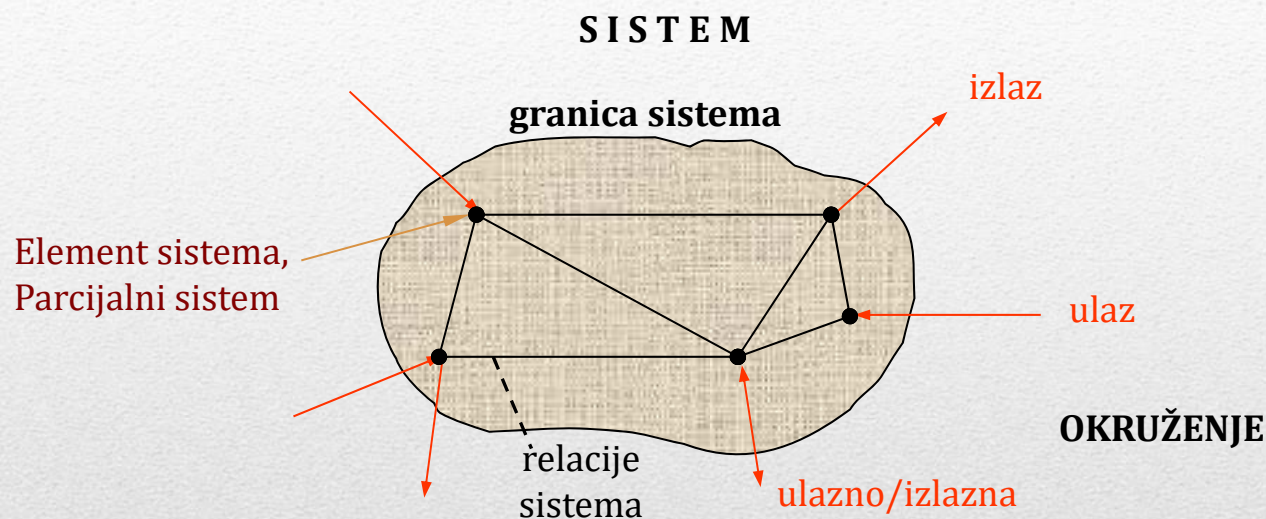


1885. godina – u Nemačkoj (Manhajm)
Karl Benc patentira svoju motornu trokolicu



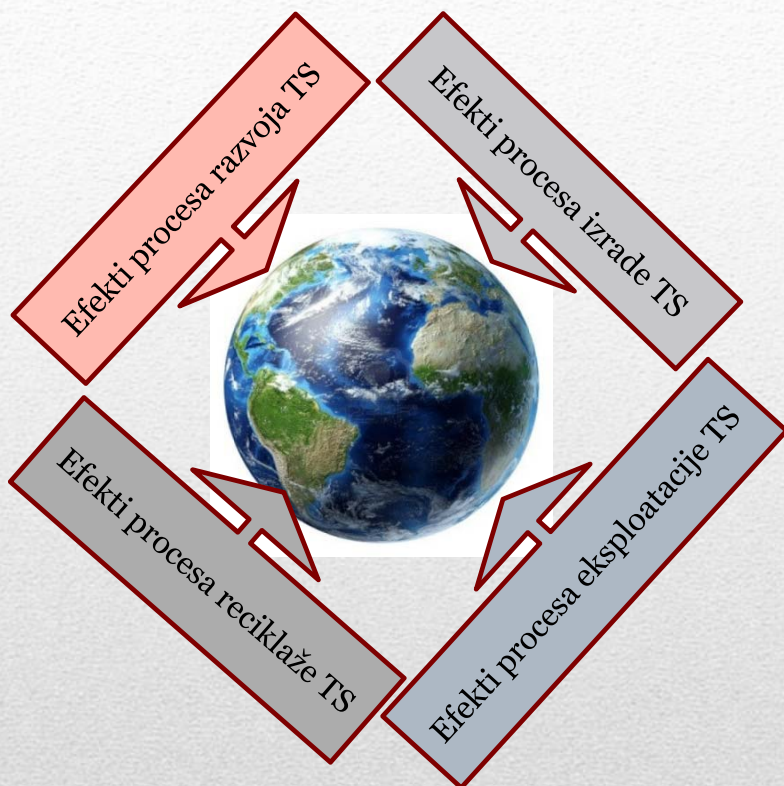
Model automobila budućnosti

- Pojam strukture govori o tome da elementi sistema postoje u poretku koji je određen brojem relacija između elemenata.
- **Elementi i njihove relacije sačinjavaju strukturu sistema.**



- Odnos sistema prema okruženju je takav da su krajevi sistema, unutar granice sistema, međusobno povezani unutrašnjom strukturom sistema.
- Sistemi sami stvaraju relacije između unutrašnje strukture i okruženja.
- Odnos sistema prema okruženju je dvojak, može biti jednosmjernan prema vani ili prema unutra, ali i dvosmjernan (**ne može se vršiti istovremeno**).
- Unutar svakog sistema stoje ulazi i izlazi funkcionalno povezani relacijama. Ova činjenica omogućuje da se odnosi između ulaza i izlaza opišu.

- **TS mora biti u harmoniji sa svojim okruženjem – prirodom.**



Efekti procesa reciklaže TS:

- Razdvajanje materijala za vraćanje u stanje pogodno za ponovnu upotrebu.
- Obezbijediti da štetne materije i toksični materijali u procesu reciklaže ne dospiju u eko sistem.
- Da se štetne materije skladište na propisan način.

Efekti procesa razvoja TS:

- Obezbijediti uslove maksimalnog smanjenja negativnog uticaja.
- Obezbijediti ergonomiju korišćenja TS.
- Uvođenje zakonskih ograničenja koja uslovljavaju korišćenje pojedinih tehno-ekoloških inovacija ...

Efekti procesa izrade TS:

- Eksploatacija prirodnih bogatstava kako bi se došlo do potrebnog materijala (drvo, uglj, ruda, nafta, prirodni gas, ...) za izradu TS.
- Kontaminacija vode, zemlje i vazduha.

Efekti procesa eksploatacije TS:

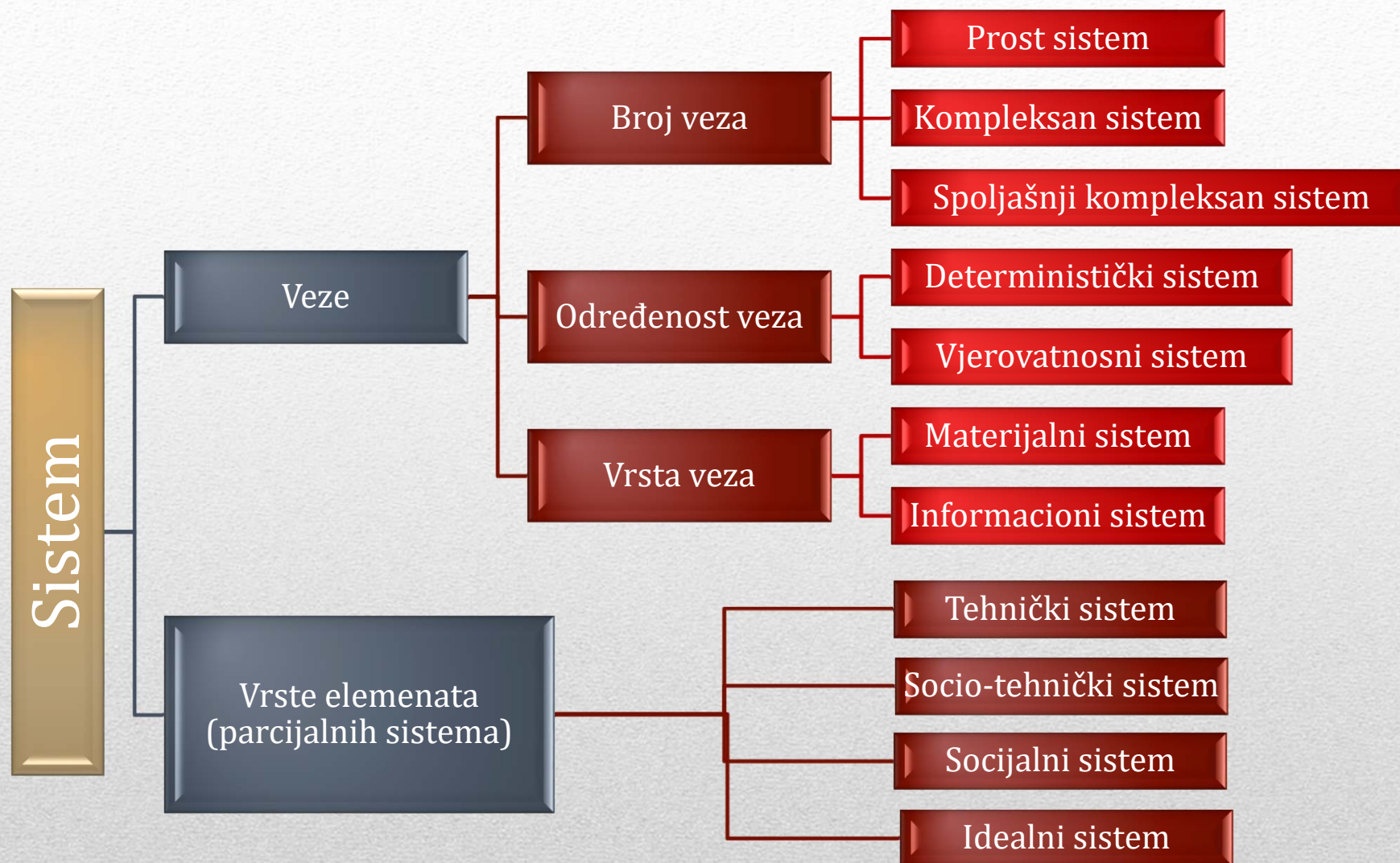
- Globalno zagrijavanje sagorijevanjem fosilnih goriva u termoelektranama – dobijanje potrebne energije.
- Stvaranje efekta staklene bašte i probijanjem ozonskog omotača.
- Radioaktivnost (nuklearne elektrane) kontaminiraju i direktno ugrožavaju živi svijet.
- Otpadne ne prečišćene vode.
- Pesticidi koji se koriste u poljoprivredi.

Tehnički sistem – sječenje hljeba

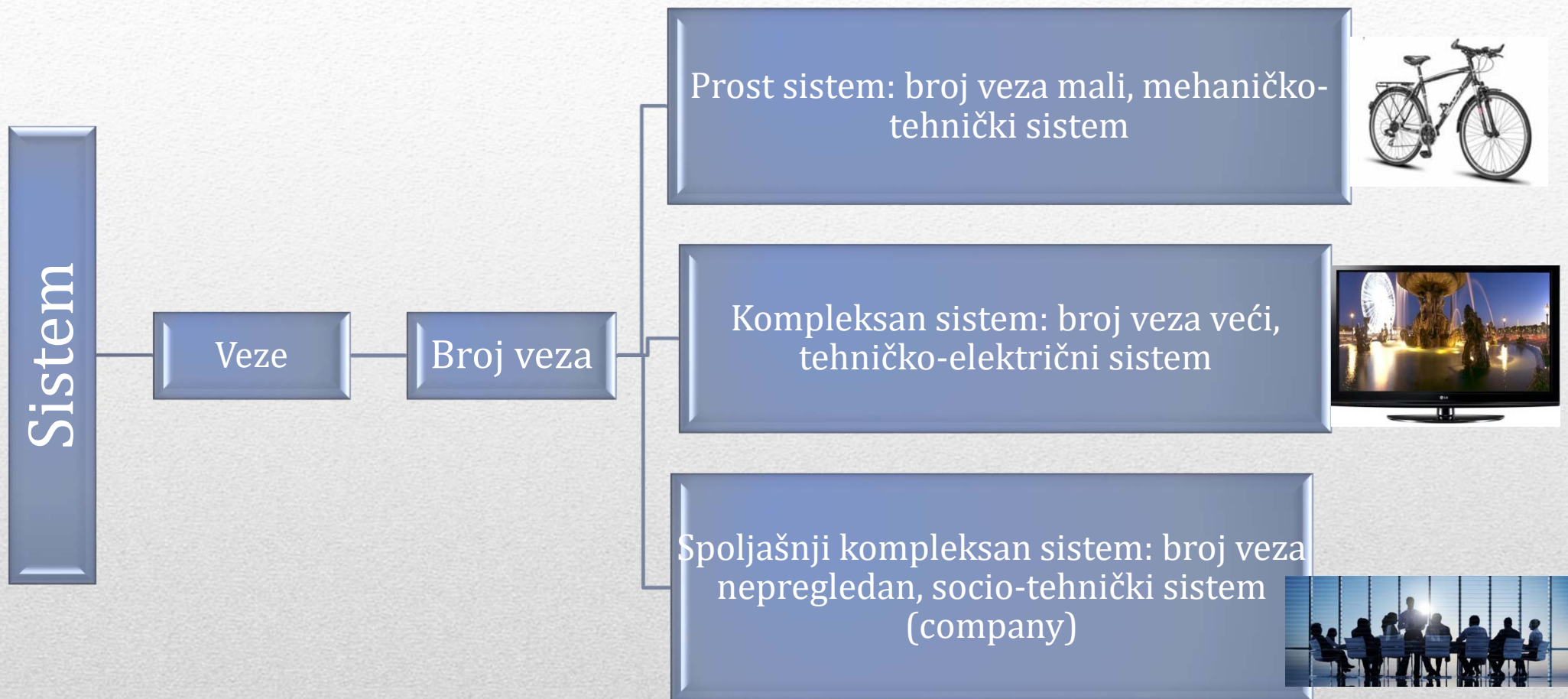
- Sastoji se od:
 - mašina za sječenje hljeba
 - čovjek – operater.
- Hljev – radni materijal na ulazu (cijeli komad), na izlazu (kriške).
- Razlika između ulaznih i izlaznih veličina predstavlja funkciju sistema – **sječenje hljeba**.
- Elementi sistema: čovjek i mašina za sječenje – višestruka međusobna veza.
- Čovjek: donosi i odnosi hljev, podešava debljinu rezanja, uključuje i isključuje mašinu...
- Postoji transformacija energije, materijala, signala.

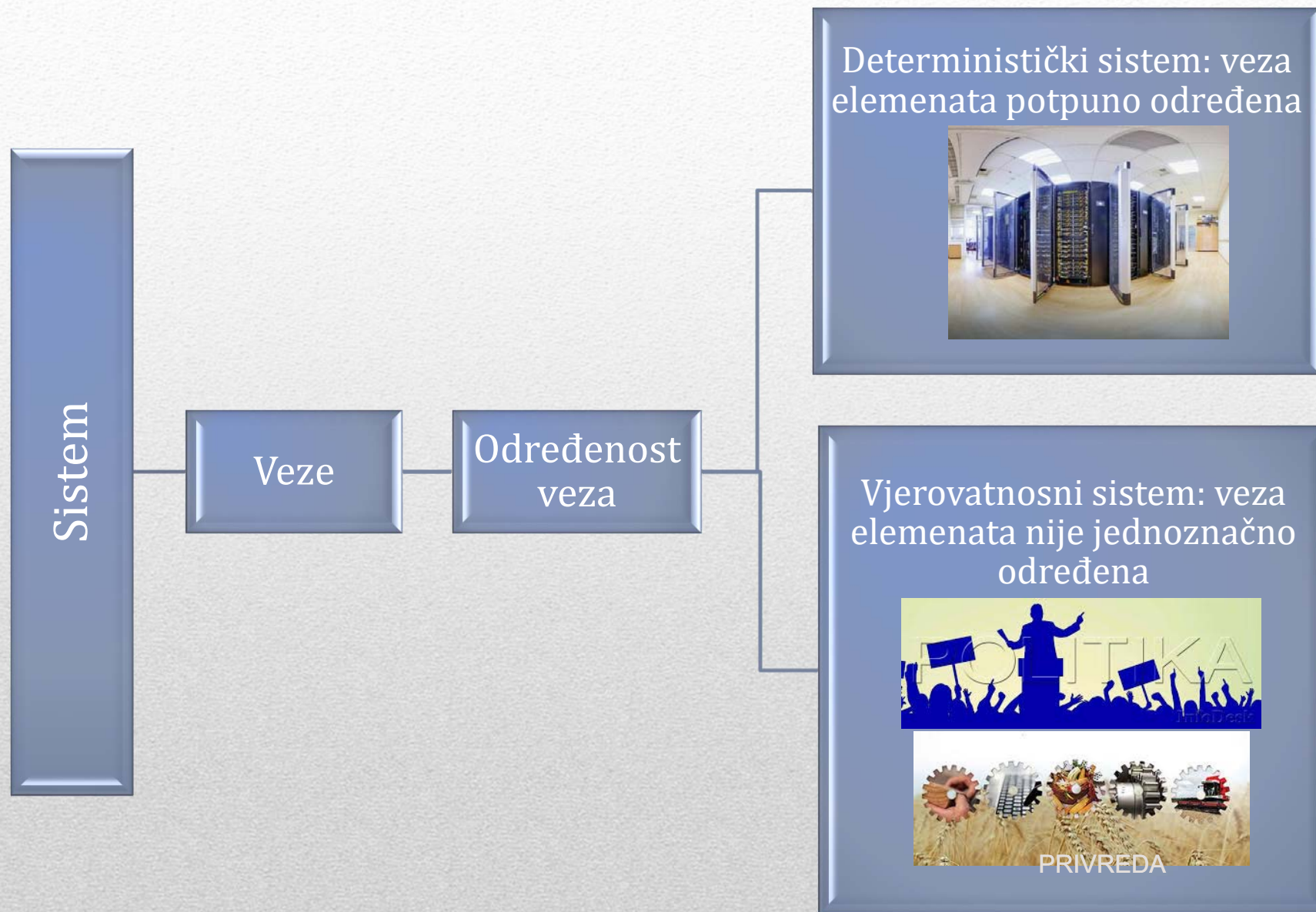


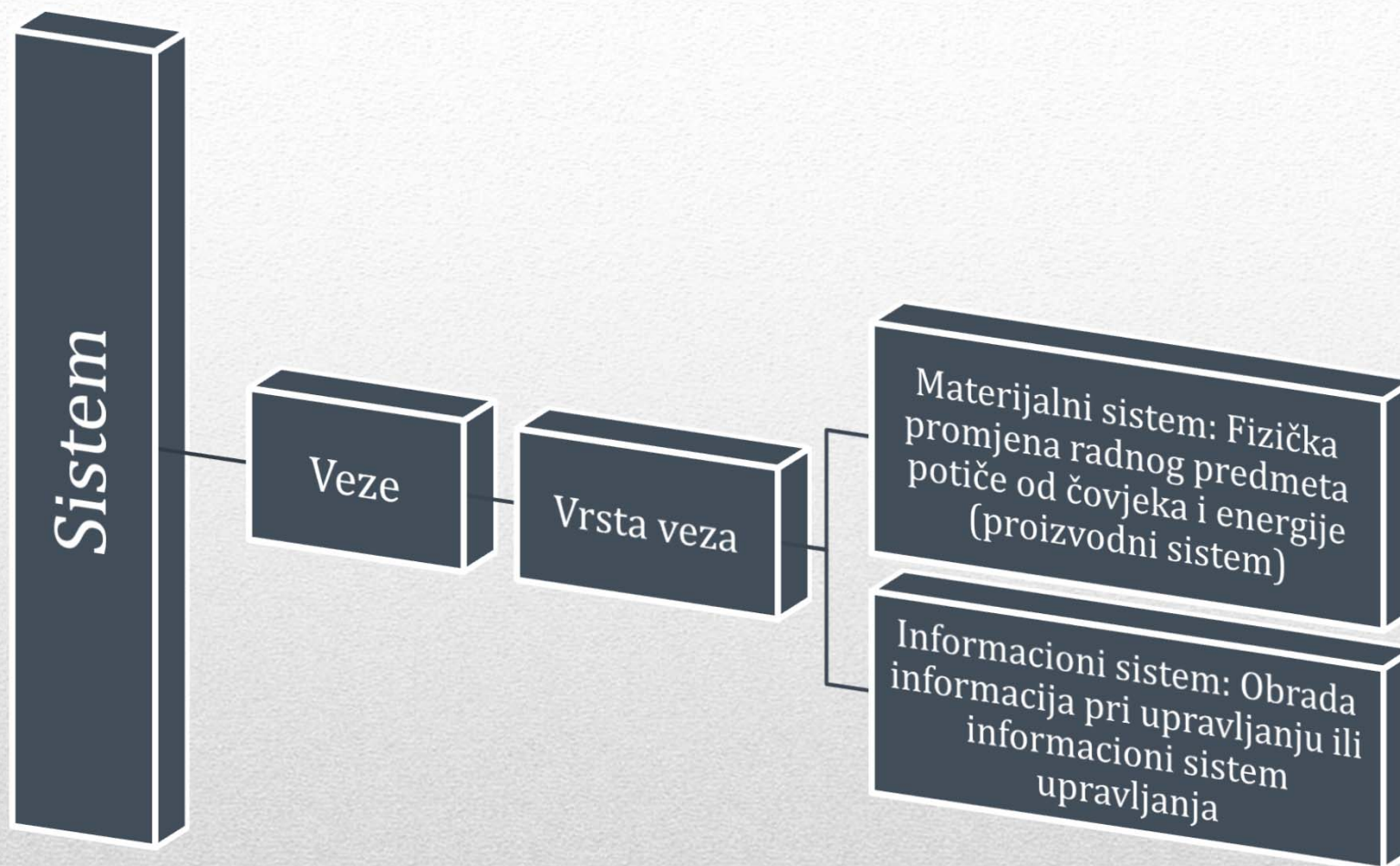
- Za „sastavne dijelove“ tehničkog sistema važe sledeća objašnjenja:
 - ❖ **Element (parcijalni sistem)** – Svaki element se posmatra kao parcijalni sistem globalnog sistema, a svaki parcijalni sistem se raščlanjuje na elemente.
 - ❖ **Granice sistema** – određene su u zavisnosti od korišćenog modela. Funkcije granice sistema mogu biti:
 - ✓ granica sa drugim sistemom ili sistemima,
 - ✓ definicija oblasti kompetencije, odgovornosti i isporuke,
 - ✓ objašnjenje veza sa okolinom i drugim sistemima – funkcionalnih, ekoloških, fizičkih....,
 - ✓ apstrakcija datog sistema na **Black Box** u cilju jednostavnijeg iznalaženja alternativnog ili alternativnih rešenja.
 - ❖ **Okolina sistema** – Okolina sistema je sve ono što ne pripada tom sistemu.
 - ❖ **Veze (relacije)** – To su veze između elemenata sistema na bazi njihovih karakteristika (hijerarhijske veze, tokovi veza (energija, materija i informacija)). Za tehnički sistem - veze koje definišu funkciju, položaj kretanja, sile
 - ❖ **Input/Output** – Ulazno/izlazne veličine definišu relacije između sistema i okoline a samim tim i funkciju sistema.
 - ❖ **Osobine** – Sistem, njegovi elementi, međusobne veze posjeduju osobine (prostorne, vremenske, cijenu, pogodnost transporta). Najvažnija osobina je **funcija** kojom vršimo opis i klasifikaciju sistema.

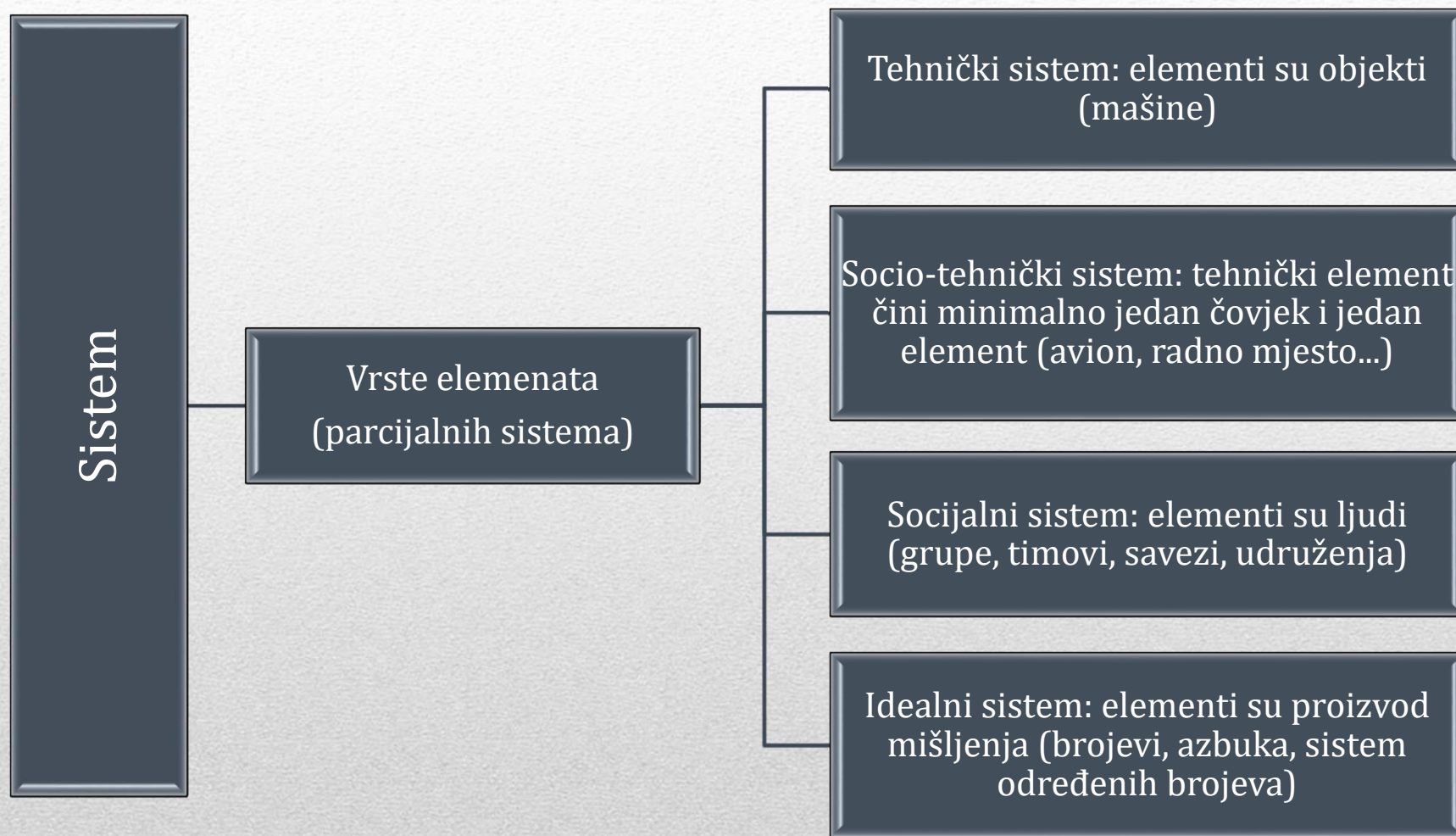


Podjela sistema prema vrstama veza i broju elemenata

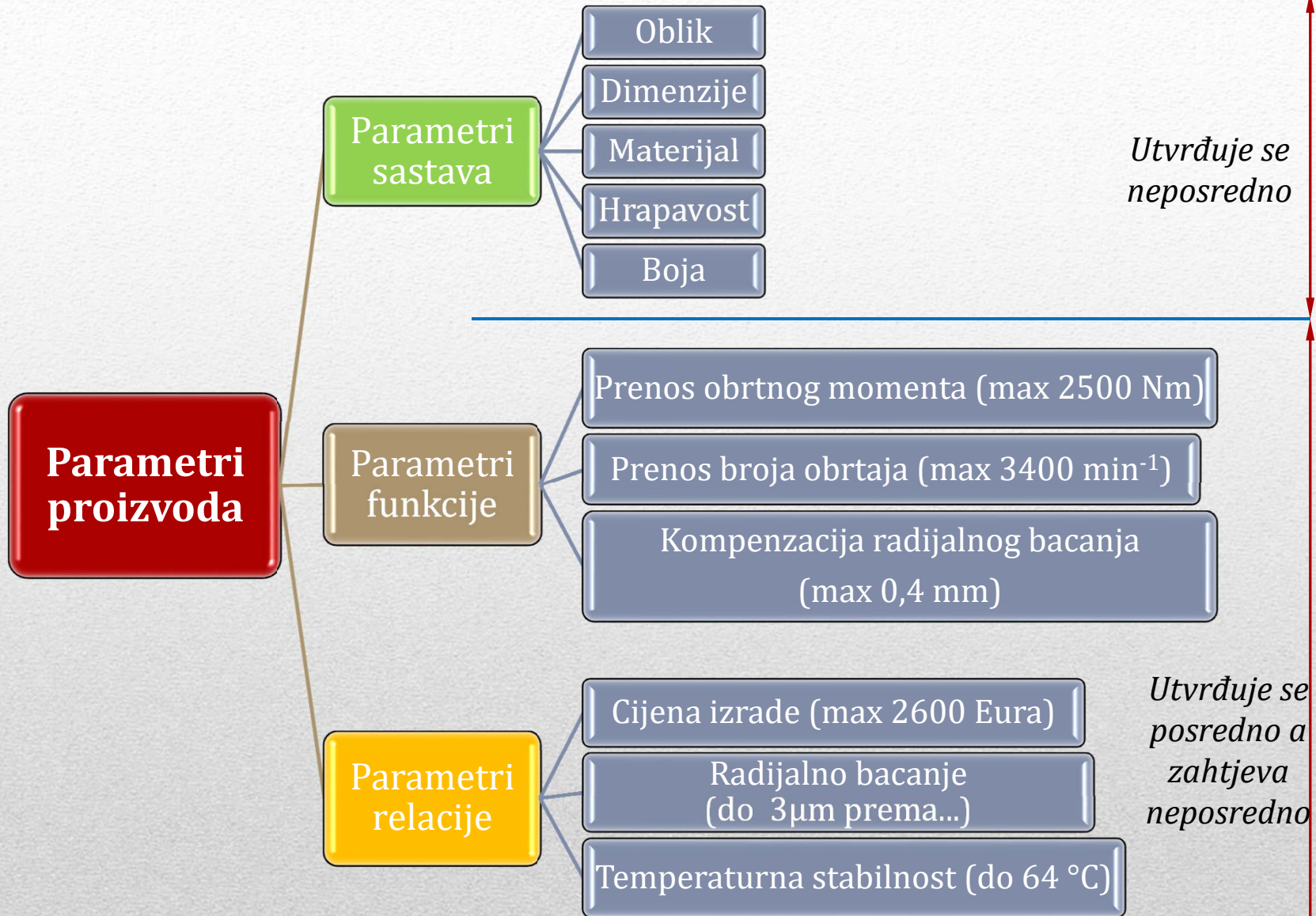








- **Tehnički sistem se može definisati i kao materijalni objekat definisane geometrije koji izvršava određenu funkciju.**
- Tehnički sistemi se najčešće nazivaju TEHNIČKI PROIZVODI i predstavljaju stvarne sisteme sa kojim se čovjek svakodnevno sreće i koje koristi.
- **Grupe tehničkih sistema koji su sličnih osobina mogu se konstruisati na isti način.**
- Osobine ili parametri tehničkih sistema je sve ono što se se konstatuje kontrolom, mjerenjem, ispitivanjem, vizuelnim pregledom itd.
- Prema standardu DIN 2330, parametri tehničkog sistema se dijele u tri grupe:
 1. Parametri sastava – parametri koji se mogu precizno ustanoviti (oblik, materijal, boja...). Ovo su ključni parametri za osobine proizvoda i mogu se kvantitativno definisati.
 2. Parametri funkcije – željeni cilj nekog proizvoda (brzina translatornog kretanja, broj obrtaja, ugib....)
 3. Parametri relacije – parametri proizvoda koji su u vezi sa drugim značajnim sistemima ili ljudima (buka, hrapavost, napon, deformacija....)
- **Parametri sastava i parametri relacije = parametri stanja (prikazuju stanje objekta)**
- **Razlika stanja na ulazu i stanja na izlazu definiše funkciju sistema.**

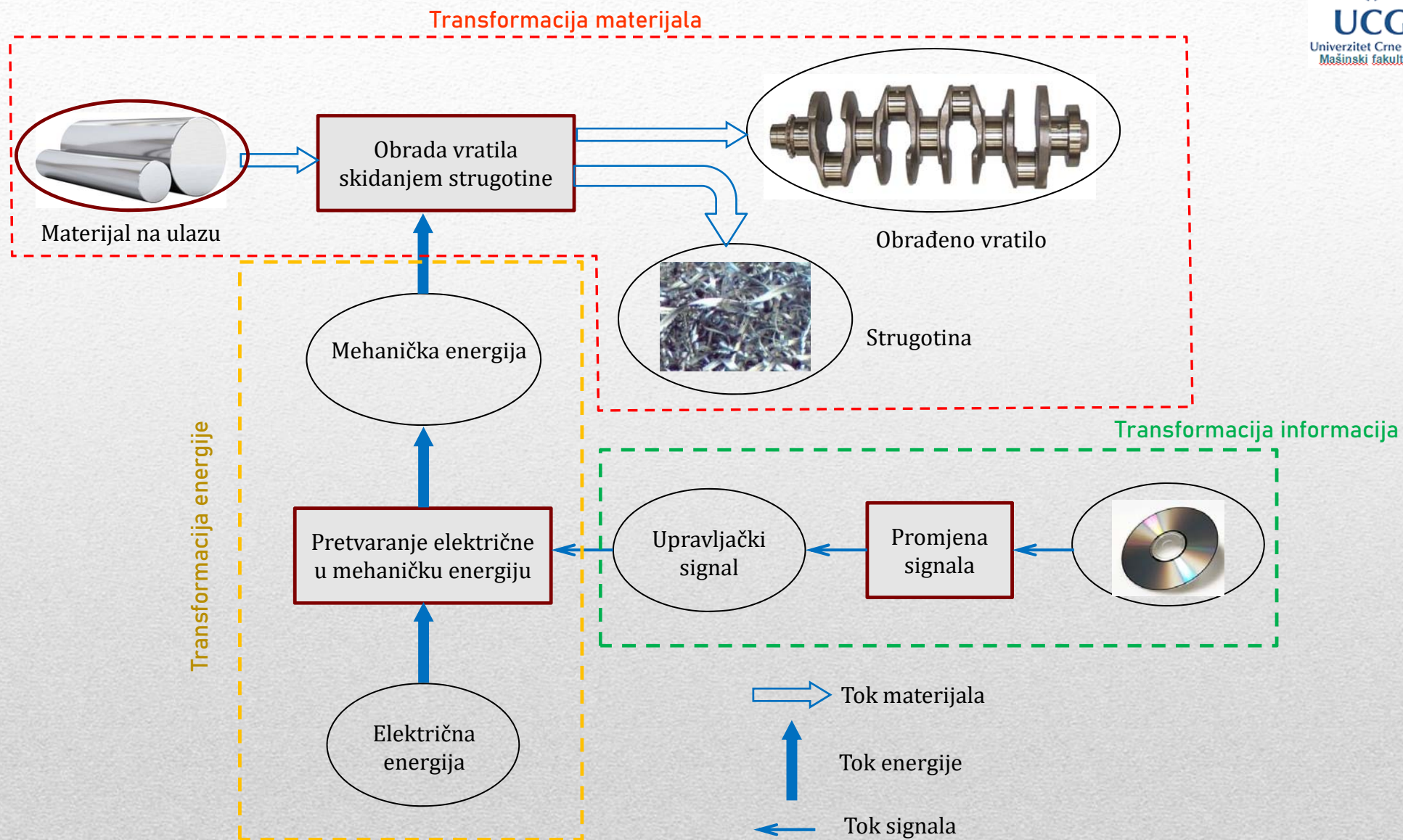


Razvrstavanje parametara proizvoda prema DIN 2330

- Podjela tehničkih sistema se vrši prema nizu kriterijuma!

Klasifikacija tehničkih sistema prema vrsti glavne funkcije

- Za transformaciju **energije** i **materije** moraju biti ispunjeni osnovni zakoni fizike koji definišu proces.
- Za transformaciju **informacija** zadužen je čovjek i on definiše uslove.
- Primjer CNC (Computer Numerical Control)-alatna mašina:
 - Ukupna funkcija je dobijanje elementa potrebnog oblika postupkom skidanja strugotine.
 - Glavna transformaciona veličina je MATERIJAL.
 - Sporedne veličine su energije (ostvarenje obrtnog kretanja) i informacija (program CNC mašine sadrži podatke o obliku elementa).



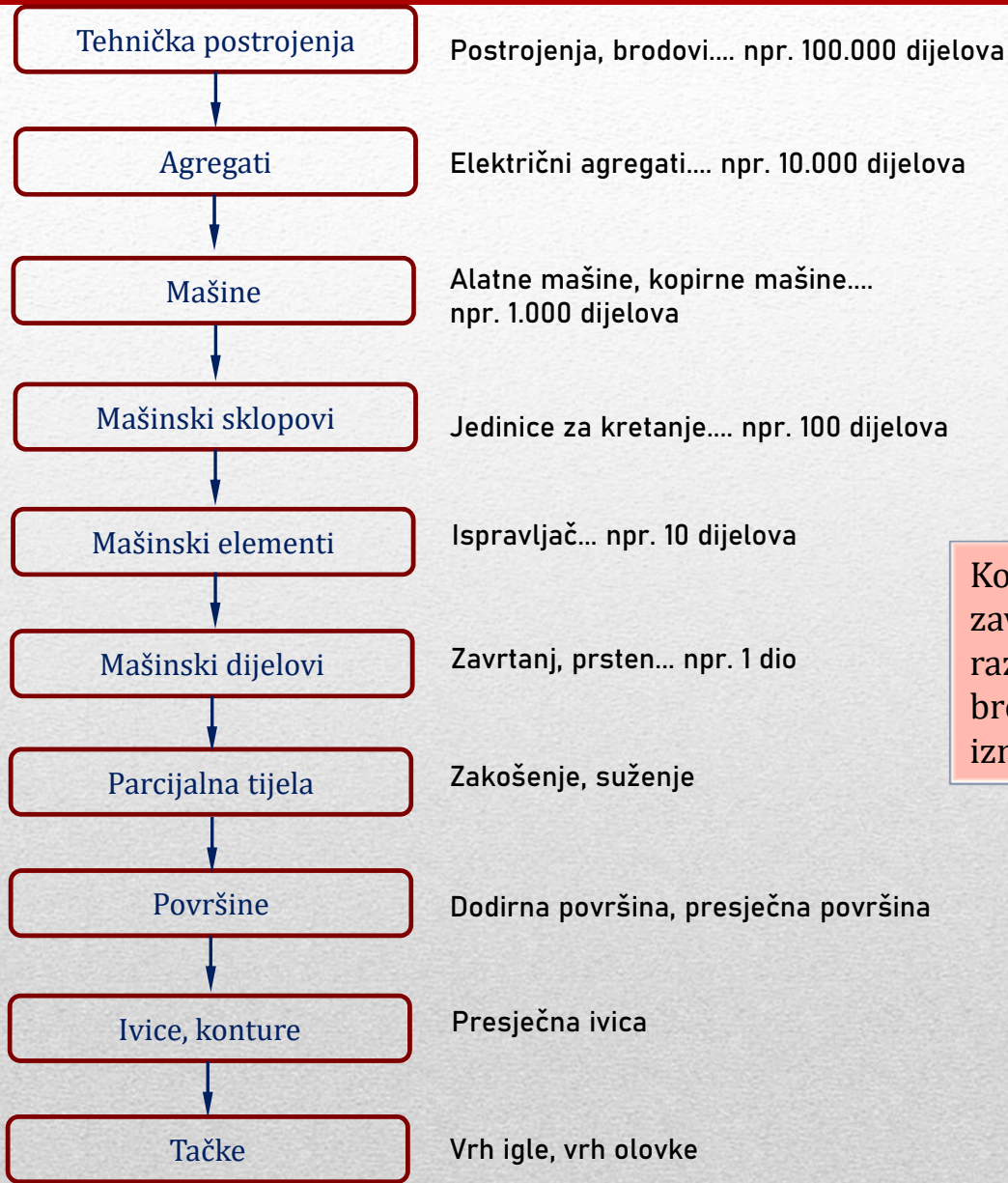
Strukturni algoritam – strukturna funkcija CNC alatne mašine

Način transformacije glavne funkcije	Produkt transformacije	Mašinski element	Tip uređaja
TRANSFORMACIJA ENERGIJE	Mehanička energija	Zupčanik, vratilo spojnica ...	Prenosnik
	Pneumatska energija	Klip, zupčanik ...	Motor SUS, zupčasta pumpa
	Hidraulična energija	Lopatica	Turbina, kompresor ...
	Toplotna energija	Cjevovod	Izmjenjivač toplote
	Električna energija	Elektromagnet	Elektromotor
TRANSFORMACIJA MATERIJE	Čvrste materije	Sito, filter, čekić, lopatice ...	Mašine za prosijavanje, za filtriranje, mlinovi, mješalice ...
	Tečne materije	Zupčanik, klip, cjevovod	Zupčasta pumpa, klipna pumpa,
	Gasovite materije	Strujna lopatica, držač	Ventilator, rezervoari, boce za skladištenje gasa
TRANSFORMACIJA INFORMACIJE	Energetske informacije	Zupčanik, klip, cjevovod, električni prekidač, software ..	Indukcioni mjerač broja obrtaja, sigurnosni ventil, mjerač brzine, računar
	Informacije vezane za materiju	Zupčanik, pismo	Mjerni uređaj, štampač

Klasifikacija tehničkih sistema prema glavnoj funkciji i prema produktu transformacije

Inženjersko projektovanje

Klasifikacija tehničkih sistema prema kompleksnosti, strukturi tokova i strukturi gradnje



Kompleksnost sistema zavisi od broja i raznovrsnosti elemenata, broja i vrste relacija između ovih elemenata.

- Prema strukturi gradnje, tehnički sistemi se dijele na:
 - agregate i
 - mašine (aparate),koji se dalje dijele na sastavne elemente i komponente.
- Prema strukturi tokova koji se odvijaju, tehnički sistemi se dijele u odnosu na proizvod transformacija materije, energije ili informacije. Struktura tokova zavisi od strukture funkcije.

Klasifikacija tehničkih sistema prema području modeliranja

- Bitna područja:
 - Funkcija (funkcionalne mogućnosti rešenja),
 - Fizika (fizičke mogućnosti rešenje),
 - Oblik (mogućnost rešenje preko oblika).

Izabrana parcijalna funkcija koja omogućava

$$F_{\text{težine}} = F_{\text{podizanja}}$$

Izabran fizički princip djelovanja

$$F_2 = F_1 \frac{a_1}{a_2}$$

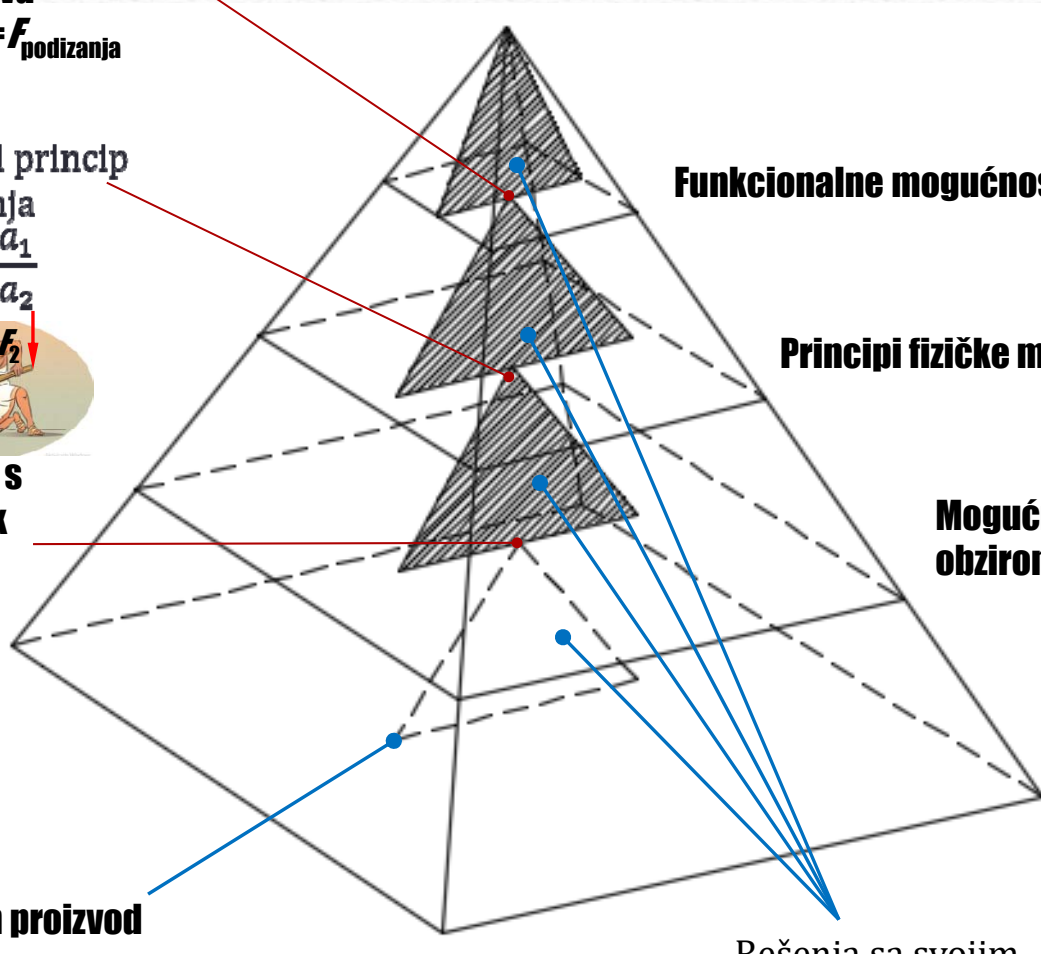


Izabrano rešenje s obzirom na oblik



Konačan proizvod

**ZAHTJEVI
- podići teret -**



Funkcionalne mogućnosti rešenja

Principi fizičke mogućnosti rešenja

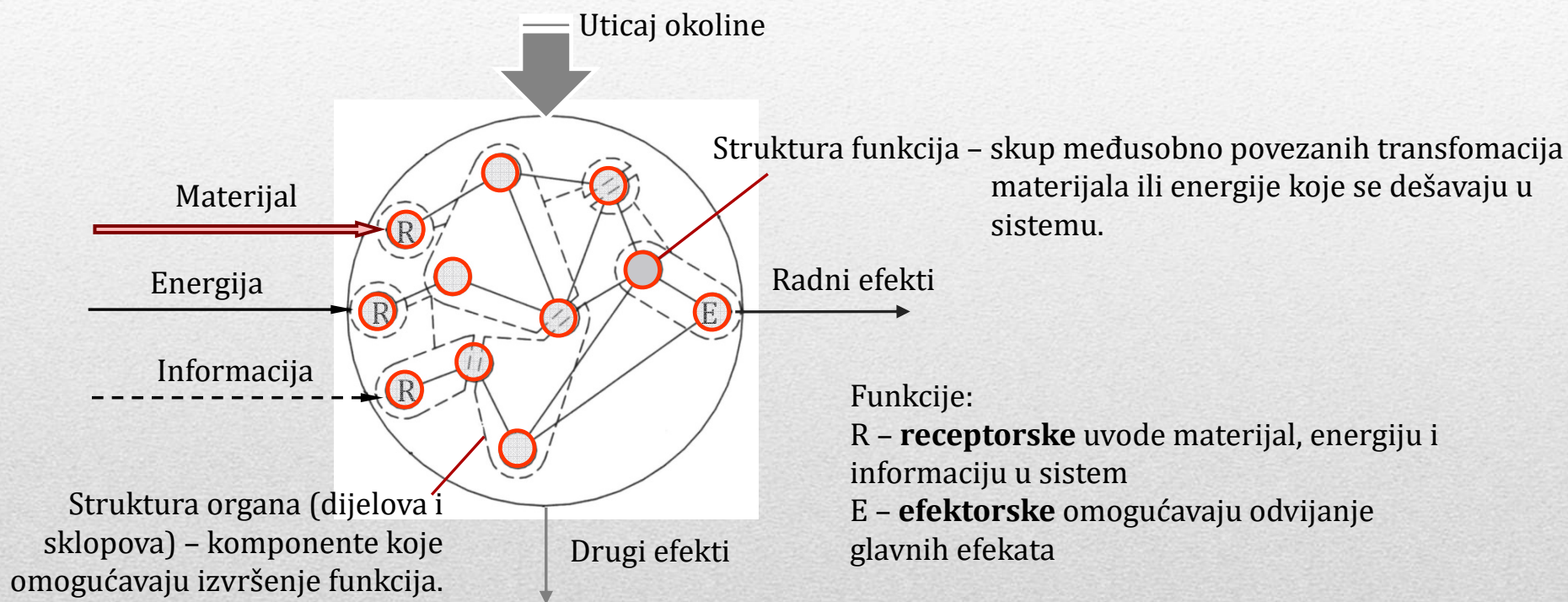
Mogućnosti rešenja s obzirom na oblik i materijal

Mogućnosti rešenja s obzirom na izradu i montažu

Rešenja sa svojim ograničenjima koja su razrađena od strane konstruktora

Hijerarhijsko modeliranje tehničkih sistema u području funkcije, fizičkog efekta i oblika

Apstraktni model tehničkog sistema



- Strukturu funkcija čine:
 - radne (glavne i pomoćne) funkcije – definišu transformaciju materijala ili energije (npr. transformacija mehaničke energije obrtnog momenta i ugaone brzine (glavne funkcije) vrše zupčanici; vratila i ležajevi prenos momenta i sile (pomoćne funkcije),
 - sekundarne (sporedne) funkcije – omogućavaju realizaciju radnih funkcija (npr. podmazivanje, zaptivanje i hlađenje kod reduktora),
 - propulzivne funkcije – omogućavaju početak realizacije glavnih funkcija (početak rada motora SUS se ostvaruje pomoću elektroprekidača) i
 - kontrolne funkcije.

SVOJSTVO TEHNIČKOG SISTEMA

- Ako se tehnički proizvodi javljaju kao objekti razvojnog procesa konstruiranja, tada se isti mogu prikazati kao tehnički sistemi (TS).
- Svojstva TS mogu biti potpuno opisana karakteristikama svakog pojedinog sistema.

$$\mathbf{KoSv(TS) = \{O,F,S\} \text{ (Okolina, Funkcija, Struktura)}}$$

KoSv(TS) – Količina Svojstava Tehničkog Sistema
{O,F,S} - Okolina, Funkcija, Struktura)

- TS može postojati kao:
 - konkretni materijalni predmet ili
 - kao potpuno apstraktan (materijalno ne egzistira već samo u mašti).

POJAM OKOLINE

- **Apsolutno izolovan sistem od okoline postoji samo teorijski.**
- Realno, uvijek postoji samo relativna izolacija, jer je svaki sistem sa svojom okolinom u odnosu koji je definisan ili koji se može definisati.



- Ograničenje tehničkog proizvoda u odnosu na okolinu:
 - a) čista crna kutija (black box)
 - b) graničnim elementima
- Odnosi s okolinom koji djeluju na sistem označavaju se kao **inputi** (ulazne veličine). Oni sadrže parcijalne veličine: $U = U_1, U_2, \dots, U_n$.
- Suprotno djeluje sistem na okolinu izlaznim veličinama: $I = I_1, I_2, \dots, I_n$. Označavaju se kao **outputi** (izlazne veličine).
- Količina svih odnosa s okolinom odgovara, povezivanju dvije parcijalne veličine: $\Sigma = U \cdot I$.
- Svaki TS preuzima ulazne veličine okoline i predaje izlazne veličine okolini. Iz tog odnosa sa okolinom može se izvesti **funkcija (tehnička funkcija) svakog tehničkog sistema**.
- Funkcija TS je objektivno svojstvo koje se može formulisati kvalitativno i kvantitativno pomoću određenog broja parametara i u području odnosa okoline $U \cdot I$.

POJAM TEHNIČKE FUNKCIJE

Tehnička Funkcija (TF) je svojstvo TS koje se koristi sa određenim ciljem da izvjesnu količinu ulaznih veličina U_F prevede u izlazne veličine I_F pod određenim uslovima U_N i O_N .

- Proces prevođenja U_F u I_F može biti izražen simbolički pomoću dodijeljenog **operatora količine** - Z_F koji odgovara TS. Matematički izraz TF:

$$I_F = Z_F(U_F)$$

- TF opisuje proces koji realizuje TS, a sastoji se od određenog broja operacija. Najvažnija svojstva TF su:
 - funkcija se sastoji od odnosa s okolinom i definisana je operatorom Z_F ,
 - između funkcije i strukture TS postoje odnosi,
 - pri određivanju funkcije, apstrahira se od funkcionalno irelevantnih veličina U_N i O_N ,
 - između veličine U_F , O_F i U_N , O_N postoje ipak odnosi koji mogu biti važni za tok funkcije ili za ponašanje TS.

TF opisuje proces koji realizuje TS, a sastoji se od određenog broja operacija.

OBLICI OPISA TF

- Pri razradi, analizi i sintezi TS prolazi se kroz razne stepene razvoja (apstraktne faze), pa će se za opis funkcija morati koristiti razna sredstva.

Naziv: Opis toka prevođenja ulaznih u izlazne veličine najbolje dolazi do izražaja pomoću riječi koja označava radnju, a ista mora biti definisana tako da joj svaki stručnjak, daljnji korisnik, daje isto značenje.

Primjer: Kod toka struje ulazne i izlazne veličine kvalitativno i kvantitativno su jednake, djeluju na različitim mjestima. Njihov karakter je karakter električne struje.

Verbalni opis nije vezan ni na kakvu spoljnu formu.

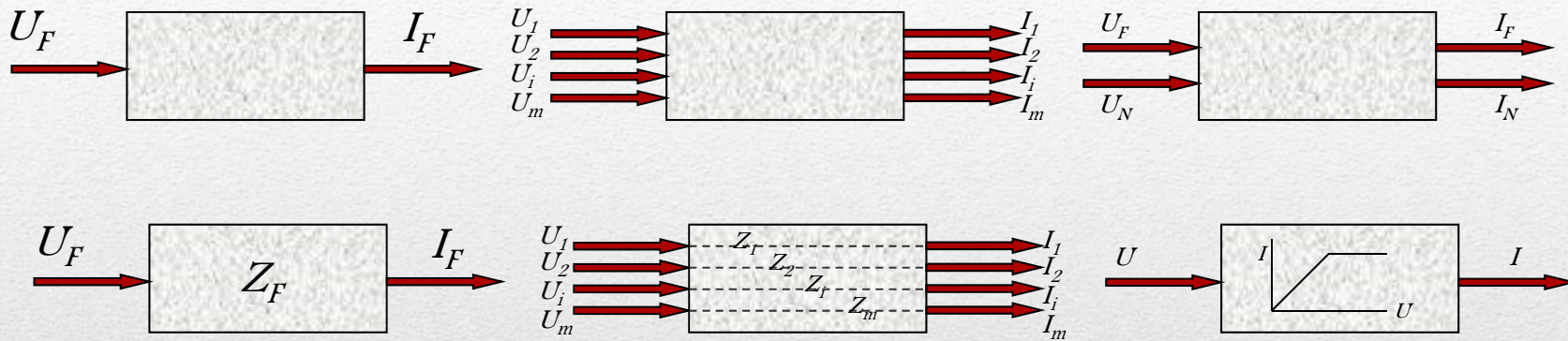
Primjer: Količina vode od 20 m³/s mora biti iz mjesta A dovedena potrošaču na mjestu B u istoj količini.

Tabele vrijednosti: Prema odgovarajućem matematičkom poimanju TF sadrži odgovarajuće ulazne i izlazne veličine.

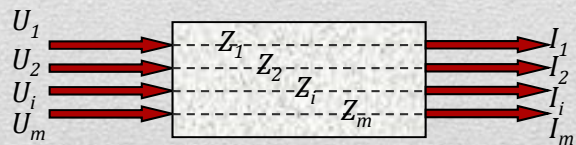
Dijagram: Grafički, jasniji oblik prikazivanja nego što je to tabela vrijednosti.

Matematičke jednačine: Riječ je o odgovarajućoj formulaciji jednačine $I_F = Z_F(U_F)$.

Blok-shema: Proizvod se simbolizuje pravougaonikom kao crna kutija (black box). Kao ulazne U i izlazne I veličine ili njihove parcijalne veličine unose se kao U_i i I_i . Možemo koristiti operatore količine, odnosno njihovim parcijalnim elementima.



Matrice: Ako postoji veći broj ulaznih i izlaznih veličina i važe uslovi kao prema slici (združene veličine U_i i I_i nezavisne su od ostalih ulaznih i izlaznih veličina).

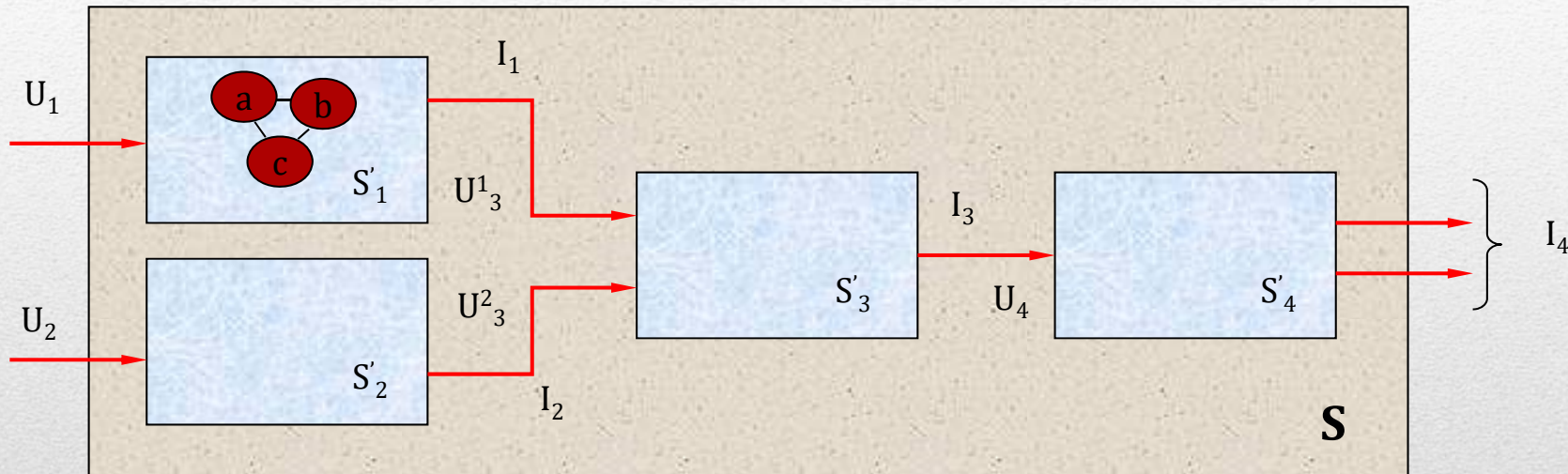


Najopštiji slučaj tehničke funkcije je kada su sve I veličine zavisne od svih U veličina.



STRUKTURA TS

- Svaki sistem, pa tako i TS ima svoju karakterističnu strukturu.
- Svaki TS može na osnovu vlastite strukture izvršavati mnogo funkcija koje se nalaze u određenoj relaciji.



- TS više nije prikazan kao **crna kutija** (*black box*), već kao tzv. **bijela kutija** (*white box*).
- U unutrašnjosti sistema **S** vidljiva su četiri parcijalna sistema, od S'_1 do S'_4 , od kojih svaki u zavisnosti od definicije ima:
 - jednu okolinu,
 - jednu strukturu i
 - jednu funkciju.

- Za TS važi: **struktura TS odgovara njegovoj unutrašnjoj građi**. Struktura je određena brojem elemenata TS i njihovim odnosima.

ELEMENTI STRUKTURE

- Struktura (**S** sa prethodnog slajda) može biti opisana kao:
 - geometrijsko-materijalni aspekt (konkretno područje) ili
 - funkcionalni aspekt (apstraktno područje).
- Konkretno područje karakteriše ugradni elementi, a apstraktno funkcionalni elementi. Kao osnovni elementi iz grupe ugradnih elemenata je pojedinačni dio dobijen obradom materijala, bez potrebne povezanosti s drugim elementima.

UGRADNA GRUPA

- Osnovni ugradni element je pojedinačni dio dobijen obradom materijala, bez potrebne povezanosti s drugim elementima.
- Ugradna grupa je ograničena, funkcionalno samostalna grupa međusobno povezanih pojedinačnih elemenata (dijelova).

- Način povezivanja:
 - ✚ rastavljiv,
 - ✚ nerastavljiv,
 - ✚ pokretan i
 - ✚ nepokretan.
- **Ugradni elementi i pojedinačni dijelovi kao i ugradne grupe mogu imati strukturne elemente. Strukturu pojedinačnog dijela karakterišu i njegovi geometrijsko-materijalni parametri.**
- Između strukturnih elemenata, nebitno da li su funkcionalni ili ugradni, postoje određene relacije. Kakve su to relacije, u ovoj fazi još uvijek nije poznato.
- Za potrebe razvoja procesa konstruisanja postoje dvije vrste relacija:
 - poredak i
 - povezivanje.

Poredak su relacije između dva ugradna elementa (elemenata sistema) koji opisuju relativne geometrijske položaje.

Povezivanja su takve relacije između ugradnih elemenata (elemenata sistema) koje omogućavaju prenos energije /informacija ili materijala između dva elementa.

- Tehnički proizvod posmatran kao sistem može biti prikazan, kako je ranije konstatovano, kao tzv. **crna kutija** (black box).
- Odnosi s okolinom predstavljaju ulazne veličine U (input) i izlazne veličine I (output) kojim sistem djeluje na okolinu.



PODSJEĆANJE: Tehnička funkcija (TF) je svojstvo TS da određenu količinu ulaznih veličina prevede pod određenim uslovima na određenu količinu izlaznih veličina.

- Uopšteno, svaki TS na osnovu svoje strukture može ispunjavati veći broj funkcija (parcijalne funkcije) koje se međusobno nalaze u određenim relacijama.
- Kod svakog TS postoji prenos ili pretvaranje energije, materijala i signala. Svaki od ovih procesa mora biti određen podacima o: kvalitetu, kvantitetu i troškovima.

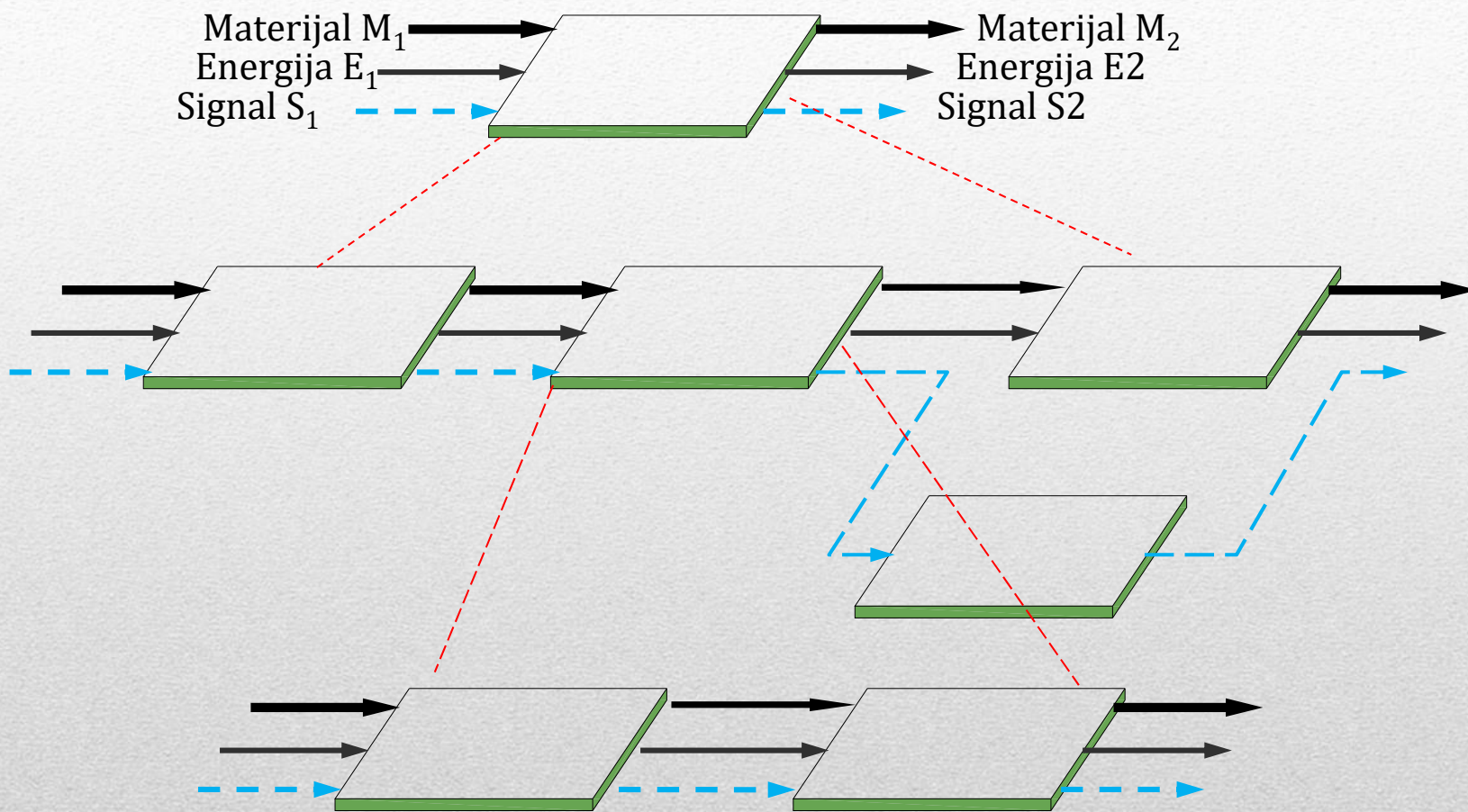


Konstrukcija kao sistem u kojem se vrši pretvaranje energije, materijala i signala

- Traženo rešenje konstrukcije u kojoj se vrši pretvaranje energije, materijala i signala mora postojati, ako se posmatra kao sistem jednoznačne povezanosti između ulaza i izlaza s mogućnošću reprodukcije.
- Povezanost između ulaza i izlaza je zapravo željena ili prinudna promjena količina, kvaliteta i troškova energije, materijala i signala na ulazu u količinu, kvalitet i troškove, energije, materijala i signala na izlazu.
- ***Željeno ili prinudno dešavanje koje se zbog izvršenja zadatka odvija u uzročnoj zavisnosti između ulaza i izlaza, nazivamo funkcijom.***
- Ako je zadatak dovoljno precizan, a to znači da su sve veličine i svojstva u odnosu na ulaz i izlaz poznate, može se postaviti **ukupna funkcija**.
- Ukupna funkcija se u većini slučajeva može rastaviti na **parcijalne funkcije** koje predstavljaju parcijalne zadatke unutar ukupnog zadatka.
- **Povezivanje parcijalnih funkcija u ukupnu funkciju dovodi do funkcionalne strukture koja zbog izvršenja ukupne funkcije može biti varijabilna.**



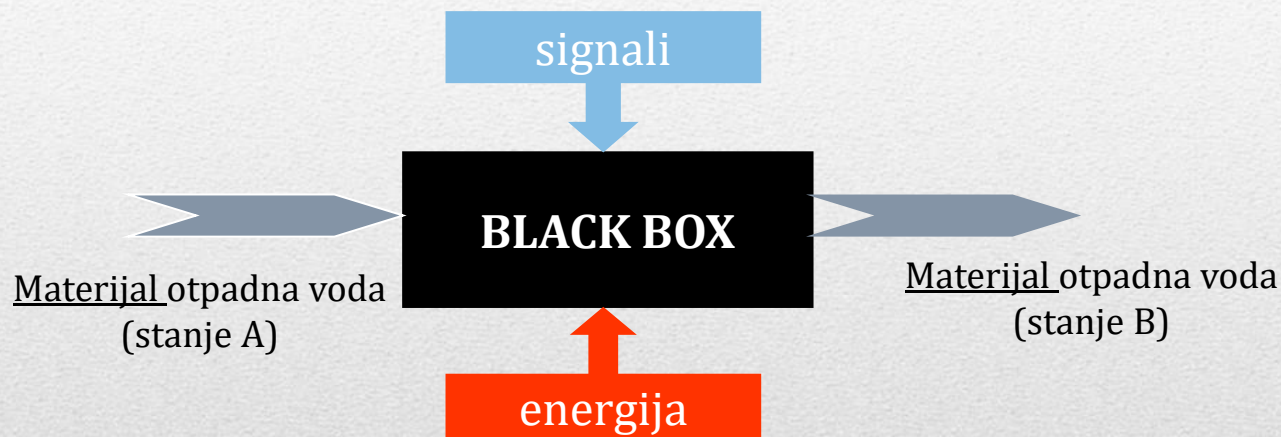
- Funkcije su povezane u strukturi hijerarhijski.
- Parcijalne funkcije prvog nivoa, koje se u zavisnosti od složenosti zadatka mogu da dijele na parcijalne funkcije drugog nivoa, ove opet na parcijalne funkcije trećeg nivoa itd ...



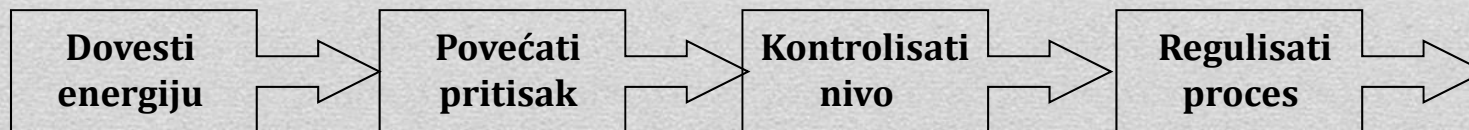
Opšti slučaj formiranja funkcionalne strukture

- Da bi se iz ukupne funkcije dobile parcijalne i njihovim povezivanjem funkcionalna struktura, potrebno je naučiti misliti pomoću ili putem funkcija.

Primjer: Treba koncipirati familiju automatskih pumpi određenog kapaciteta za otpadne vode, koje zbog ekoloških razloga treba prije puštanja u rijeku očistiti. Ukupna funkcija imala bi sledeći oblik.



UKUPNA FUNKCIJA = 4 PARCIJALNE FUNKCIJE



- Da bi se zadatak oko koncipiranja familije automatskih pumpi određenog kapaciteta metodički riješio, potrebno je za svaku parcijalnu funkciju naći odgovarajuće rešenje.
- Za svaku parcijalnu funkciju postoji veći broj mogućih rešenja.

Dovedena energija može biti:

- ✓ električna,
- ✓ toplotna (motor s unutrašnjim sagorijevanjem),
- ✓ hidraulička,
- ✓ pneumatska itd.

Pritisak vode može se povećati pumpama različitih izvedbi:

- ✓ klipne,
- ✓ centrifugalne,
- ✓ vrtložne itd.

Postoji veći broj mogućih rešenja.

Ako pomoću sistema klasifikacije izradimo tzv. **morfološku kutiju**, dodavajući svakoj parcijalnoj funkciji moguća rešenja i međusobnim spajanjem pojedinih rešenja po sistemu snošljivosti, možemo dobiti za postavljeni zadatak veći broj mogućih varijanti rešenja.

Parcijalne funkcije		Principi rešenja		
		1	2	3
1.	Dovesti energiju	Elektromotor	Motor SUS	Pneumatski motor
2.	Povećati pritisak	Centrifugalna pumpa	Jednokanalna pumpa	Vrtložna pumpa
3.	Kontrolisati nivo	Plovak	Živina sklopka	Kutija pod pritiskom
4.	Regulisati proces	Varijator (regulator broja obrtaja)	Električna sklopka	Ventil za regulaciju

V1: 1.1-2.3-3.2-4.2

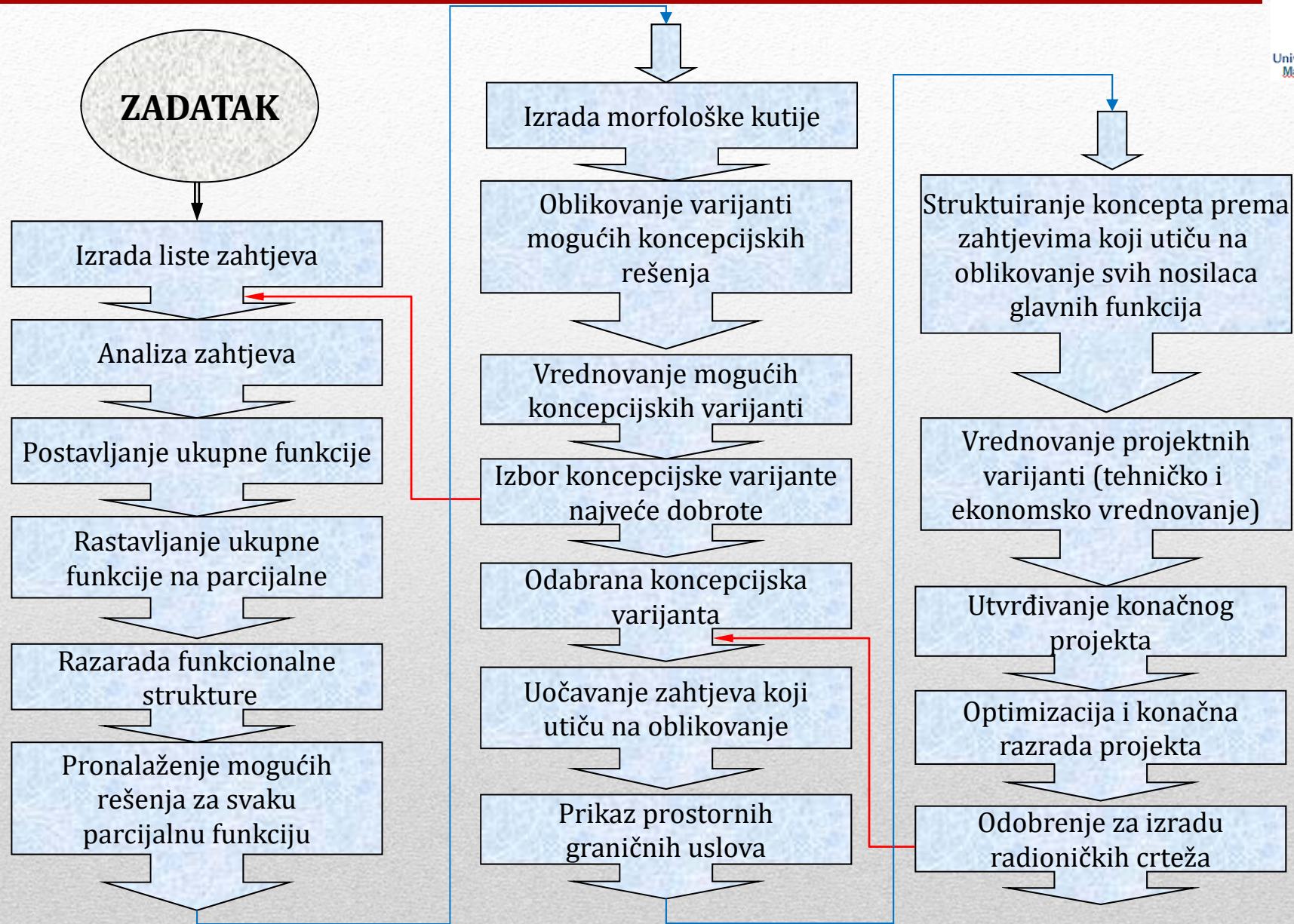
V2: 1.2-2.2-3.3-4.2

V1

V2

Kompjuteri se mogu upotrijebiti u svakoj od navedenih faza metodičke konstruktivne razrade, tako da svaka faza **koncipiranje - projektovanje - razrada radioničkih crteža** ima svoje specifičnosti.

Algoritam konceptijske razrade prikazan je na sledećoj slici.



Cilj proučavanja procesa konstruisanja nije samo razrada metoda, postupaka, operacija ili uputstava koji omogućavaju da se djelatnost konstruisanja opiše, nauči i optimalno sprovodi, već i to ***da se dijelovi procesa kao i proces u cjelini opiše pomoću algoritama kako bi se omogućila upotreba računara.***

Radovi na ovom području nastavljaju se u tri pravca:

- pronalaženje principijelno novih metoda,
 - razvijanje novih metoda kombinacijom poznatih metoda i
 - poboljšanje uspješnosti poznatih metoda.
-
- Sve metode za traženje i pronalaženje novih ili boljih tehničkih rešenja, razlikuju se međusobno po komplikovanosti, ostvarenom efektu u procesu traženja rešenja kao i u specifičnosti svoje namjene.
 - Većina autora dijeli proces konstruiranja na faze (etape, odnosno radne korake).

Pod pojmom "konstruisanje" treba podrazumjeti sve one radnje koje su potrebne da se neki proizvod (uređaj ili postrojenje) koncipira, projektuje, proračuna i konstruktivno razradi do te mjere da njegova tehnološka razrada i radionička izrada mogu biti izvedene.

Ekodizajn

- Značajne činjenice:
 - 20% svjetske populacije koristi 80% svjetskih resursa,
 - resursi (enegija i sirovine) su dostupni samo u ograničenim količinama
- Značaj ekodizajna:
 - pomaže u smanjenju potrošnje resursa pri proizvodnji (izradi) tehničkog sistema,
 - uzima u obzir sve etape životnog ciklusa tehničkog sistema,
 - minimizira uticaj tehničkog sistema na eko sistem.

ENERGIJA je osnovni resurs za održivost života na Zemlji.

- Činjenica:
 - prosječno domaćinstvo u EU godišnje troši oko 6 000 kWh električne energije.
- Predviđanja na nivou EU za 2030. godinu su zabrinjavajuća:
 - 5% od ukupnih potreba EU će rešavati iz sopstvenih izvora,
 - značaj obnovljivih izvora energije (vjetar, sunce, voda) i dalje će biti minoran,
 - emisija CO₂ i dalje će da raste,
 - **povećan uvoz i korišćenje fosilnih goriva** !?!

Šta je ekodizajn?

Postupak koji povezuje (spaja) tehnologiju i organizaciju na način da se resursi koriste efikasno i sa najmanjim štetnim dejstvom na životnu sredinu i najvećom koristi za sve učesnike u lancu stvaranja i korišćenja proizvoda. To je „pametno“ korišćenje resursa koje podrazumijeva niz aktivnosti i postupaka.

Motivi za sprovođenje ekodizajna su:

- ekološki,
- ekonomski i
- društveni.

Ekodizajn se može tumačiti kao dizajn sa inteligentnijom povezanošću sa prirodom.

ECOnomija(+**ECO**logija)+ **DESIGN** =**ECODESIG**

Ekološki	Ekonomski	Društveni
Očuvanje životne sredine i resursa za buduće generacije	Stvaranje uslova za inovativne proizvode, poboljšanje kvaliteta i optimizacija funkcionalnosti	Društveno korisni uslovi
Redukcija korišćenja neobnovljivih izvora energije	Nova tržišta i stvaranje novih segmenata potrošnje	Siguran posao
Smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu	Izgradnja povjerenja i kredibiliteta kod stakeholders i bolji rejting kompanije	Ekonomska stabilnost
	Ušteta usled smanjenja korišćenja materijala i enegrije	Politička stabilnost

Martin Charter (The Centre for Sustainable Design, UK – **Centar za održivi dizajn**) i Ursula Tischner (Econcept, Germany – **Agencija za održivi dizajn**) definisali su Ekodizajn na sledeći način: **„Ekodizajn su održiva rešenja proizvoda, usluga, kombinacija ili promjena sistema koja minimizuju negativne, a maksimizuju pozitivne održive uticaje (ekonomske, ekološke, socijalne i etičke) kroz i izvan životnog ciklusa postojećih proizvoda i rešenja, pritom zadovoljavajući postojeće socijalne zahtjeve i potrebe.“**

Literatura:

E. Oberšmit: *Nauka o konstruisanju, metodičko konstruisanje i konstruisanje pomoću računara*, Zagreb 1985.godine

M. Ognjanović: *Razvoj i dizajn mašina*, Mašinski fakulte Beograd, 2007.

G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K.H. Grote: *Engineering Design 3rd Ed.*, Springer-Verlag London, 2007.

V. Miltenović: *Razvoj proizvoda, strategija, metode, primena*, Niš, 2003

N. Zrnić, M. Đorđević: *Dizajn i ekologija - održivi razvoj proizvoda*, Mašinski fakultet Beograd, 2012.