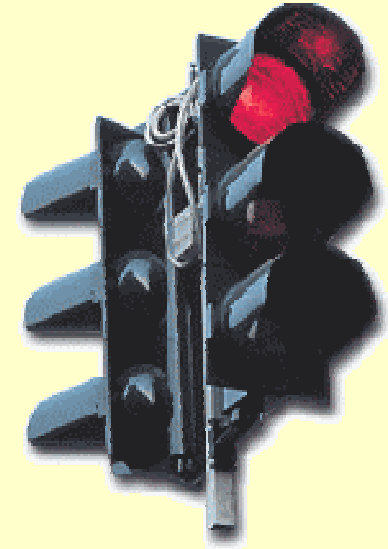
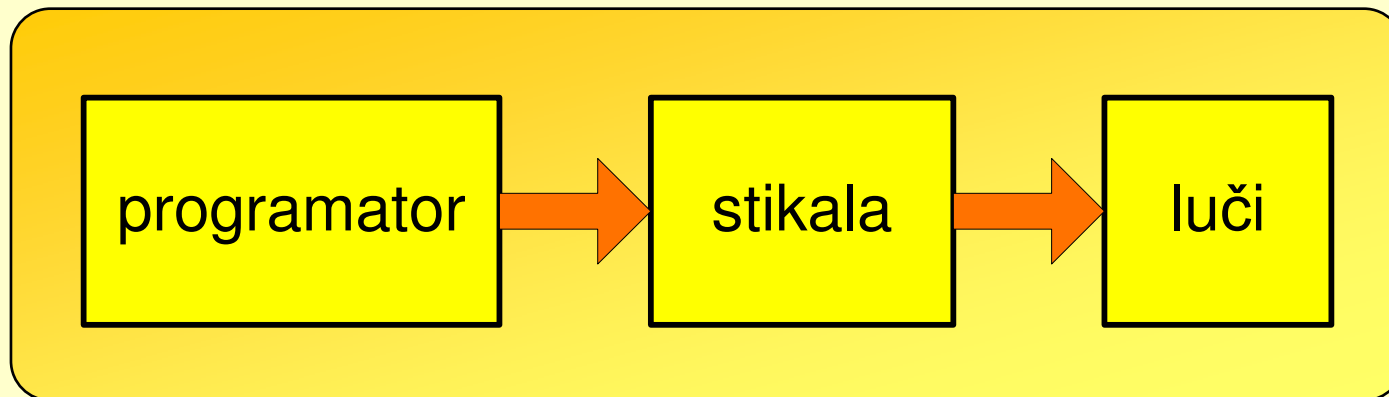


# Odprtoznančno vodenje (krmiljenje)

- *Semafor*



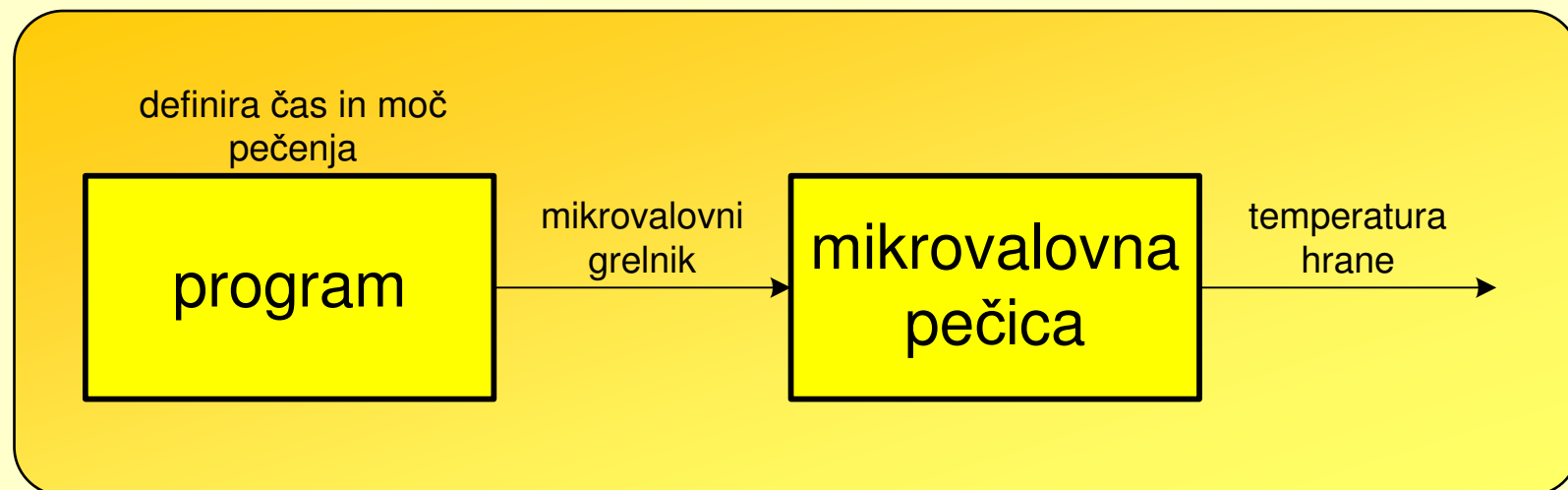
*shema semaforja*



- *mikrovalovna pečica*



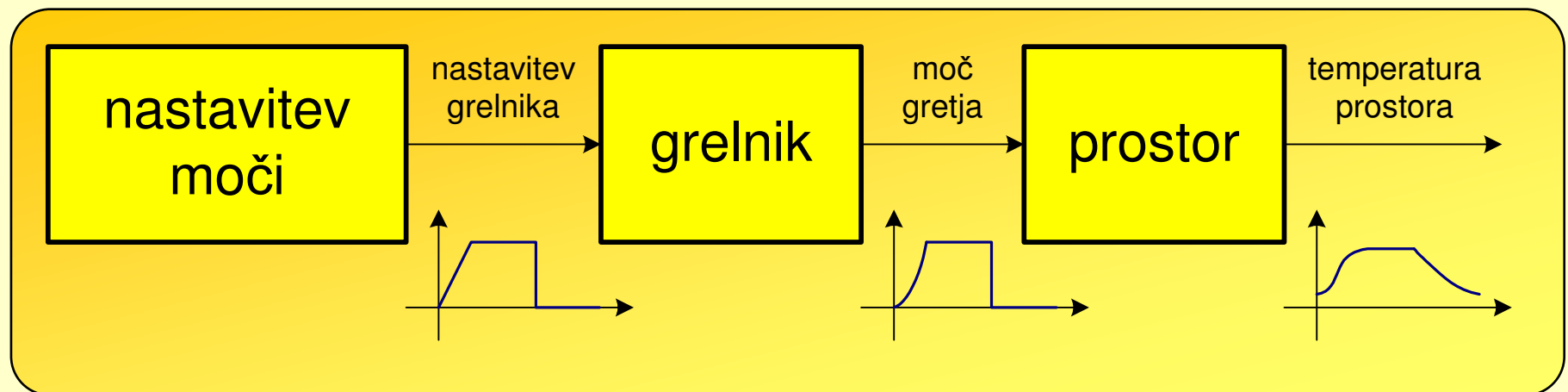
## *shema mikrovalovne pečice*



- *Grelnik z nastavljlivo močjo*



*shema grelnika*

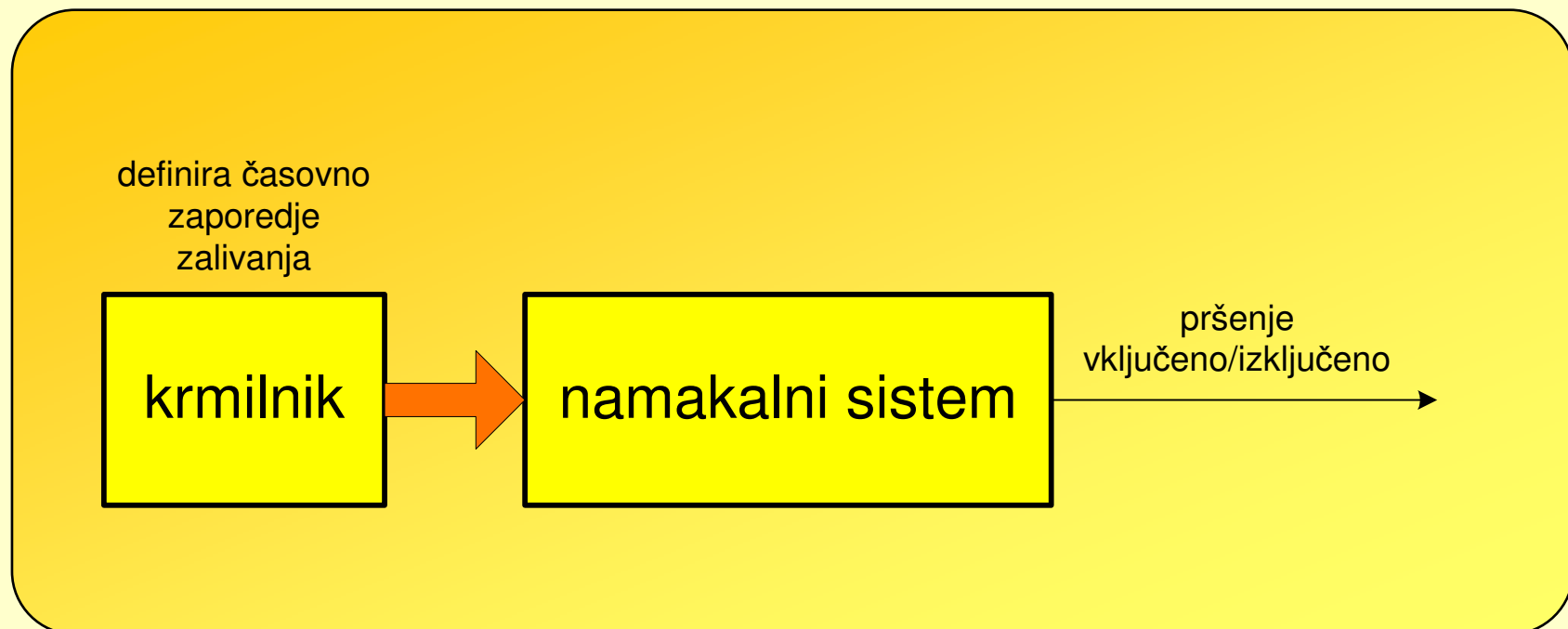


## Odprtozančno vodenje

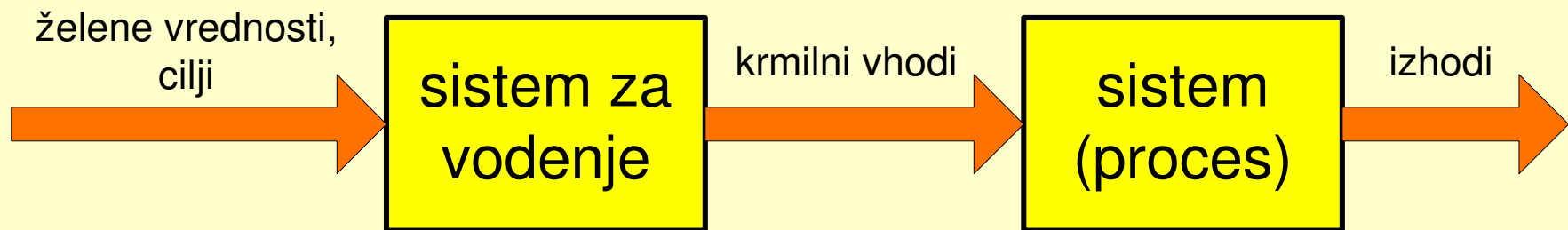


- *Namakalni sistem*

### *shema namakalnega sistema*



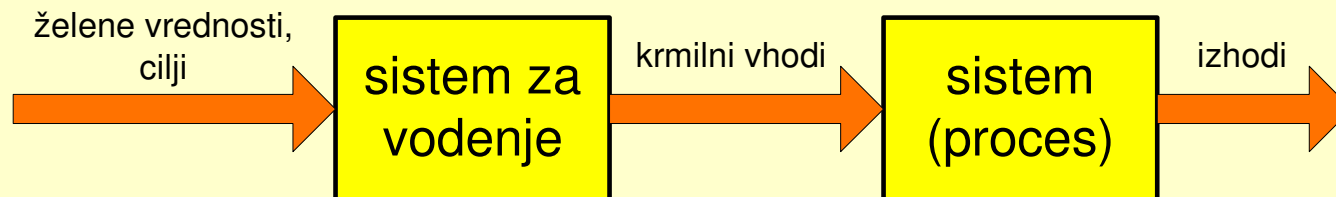
# Osnovni principi odprtozančnega vodenja



*Odprtozančno vodenje = krmiljenje*

## Osnovni principi odprtozančnega vodenja

- **Osnovne značilnosti krmiljenja**
  - *Sistem vodimo ne da bi preverjali, kaj se resnično dogaja na izhodu*
  - *Predpostavljamo, da bodo **razmere** ves čas delovanja **ostale enake** (ni motenj)*
  - *Običajni cilj krmiljenja je vzpostavitev neke **sekvence dogodkov** (govorimo o sekvenčnem vodenju) ali **sprememba nekega stanja***

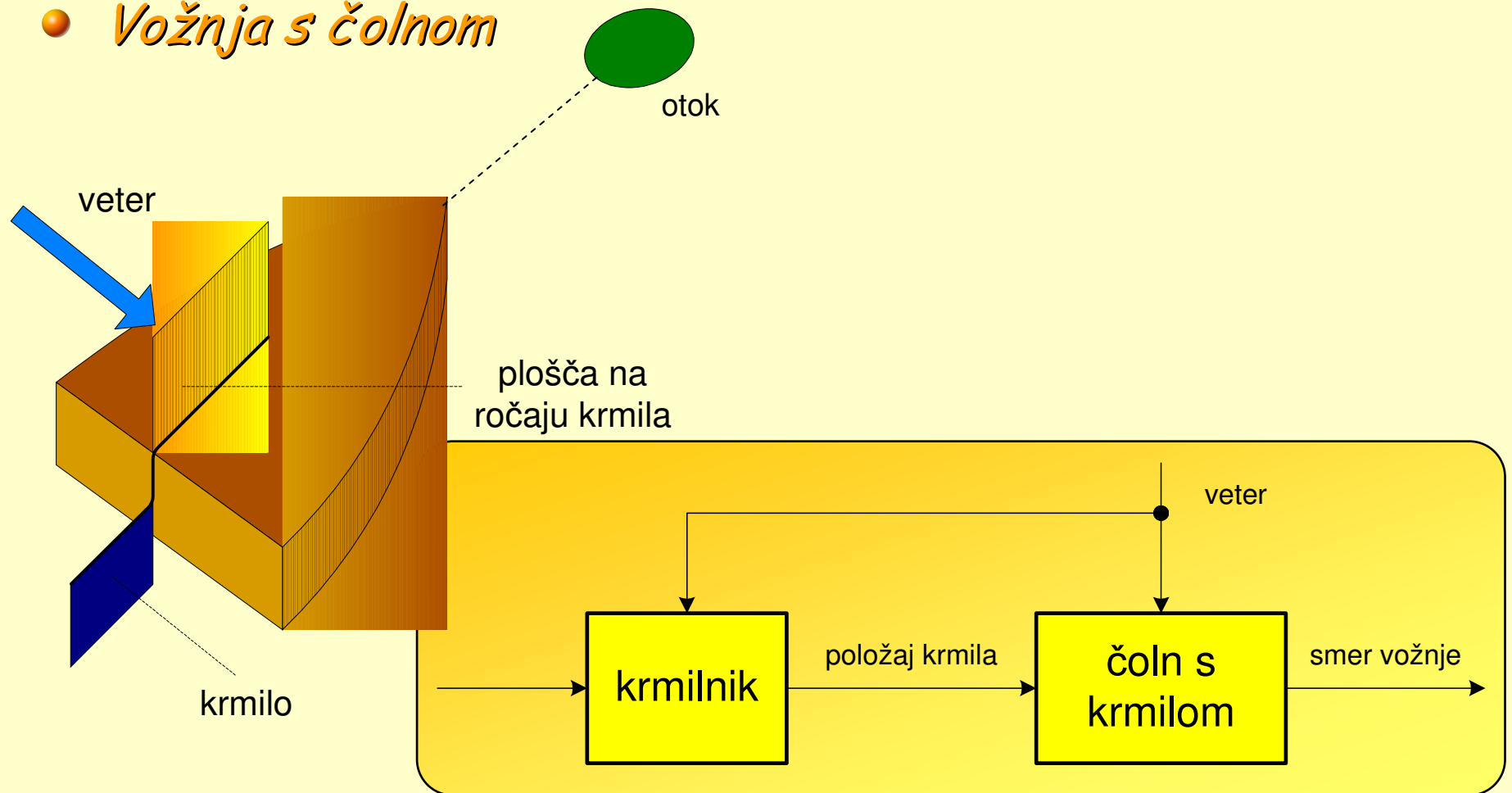


## Osnovni principi odprtozančnega vodenja

- *Glavni izrazi in povezani pojmi*
  - *Odprtozančno vodenje*
  - *Krmiljenje*
  - *Sekvenčno vodenje*
  - *Programirano vodenje*
  - *Krmilnik*
  - *Sekvenčni avtomat*
  - *Programator*

# Krmiljenje z upoštevanjem motnje

- *Vožnja s čolnom*



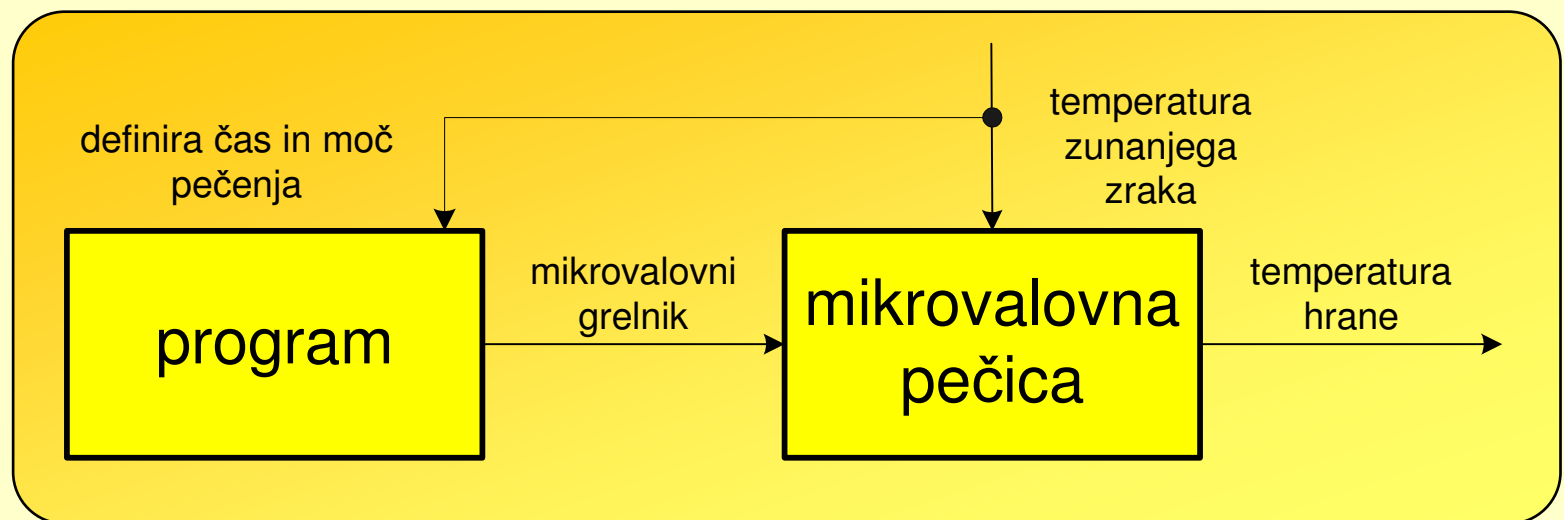


## Krmiljenje z upoštevanjem motnje



- Mikrovalovna pečica

*merimo temperaturo zunanega zraka*

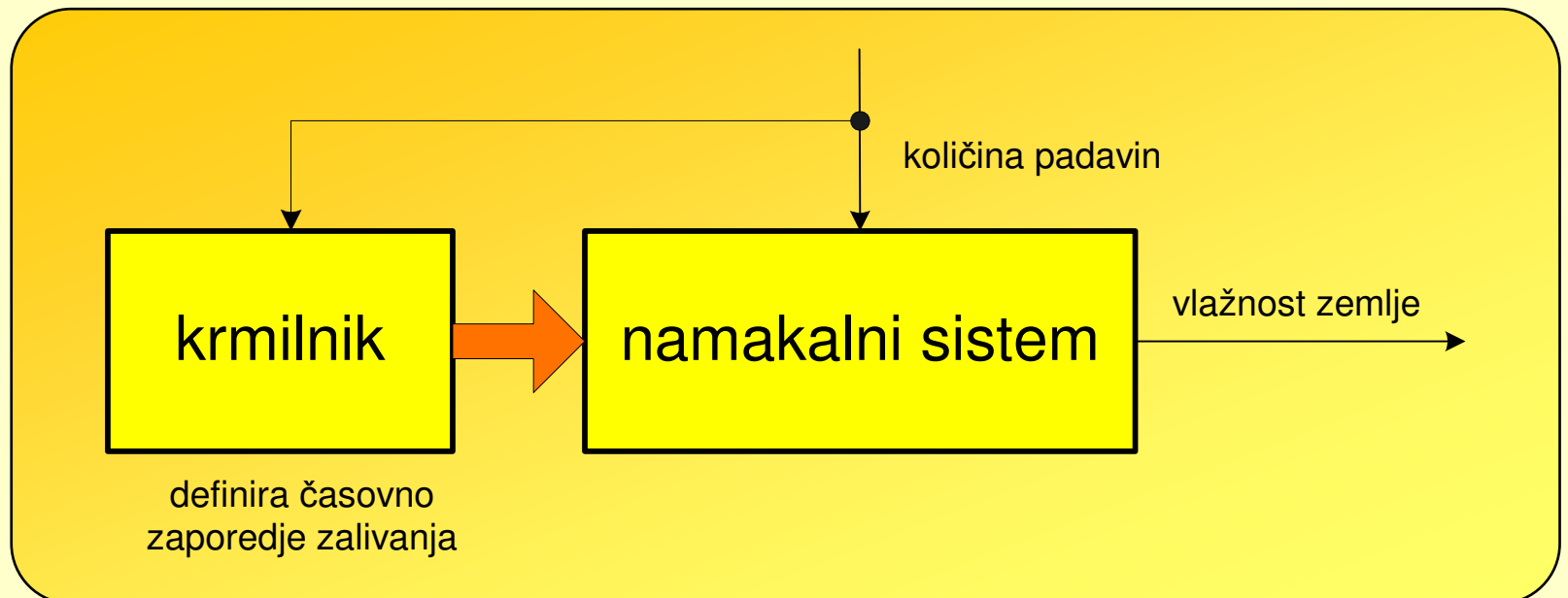


## Krmiljenje z upoštevanjem motnje

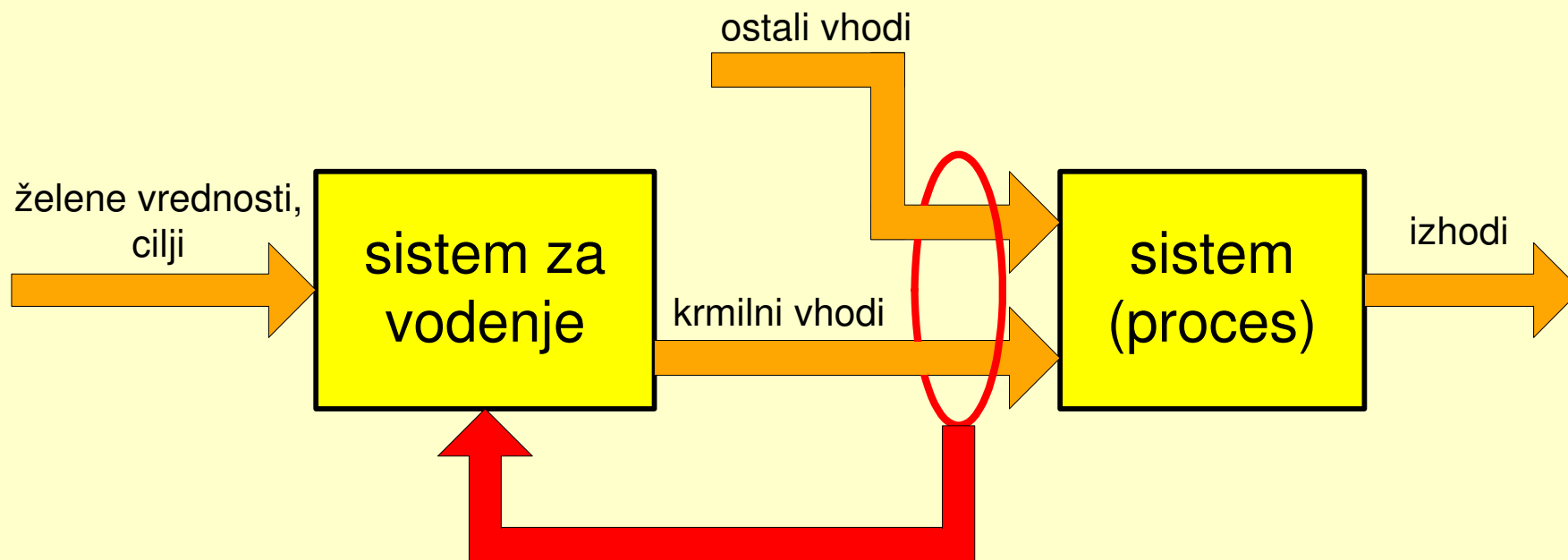


- *Namakalni sistem*

*Merimo količino padavin*

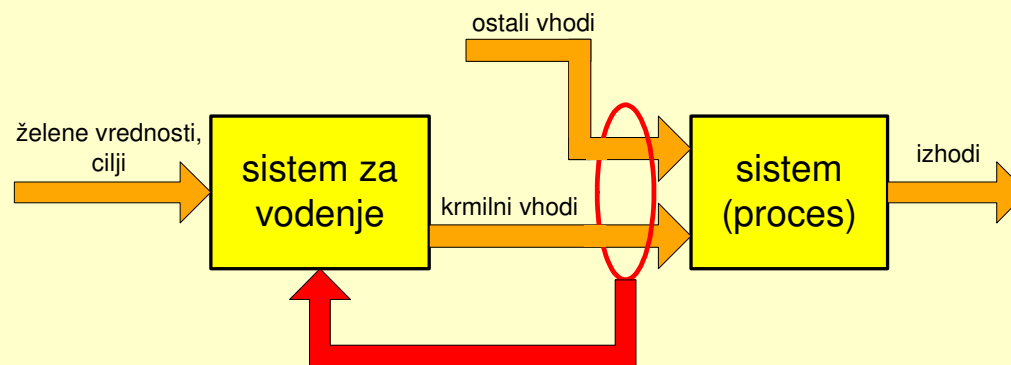


# Osnovni principi OZ vodenja z upoštevanjem motnje



## Osnovni principi OZ vodenja z upoštevanjem motnje

- **Osnovne značilnosti krmiljenja z upoštevanjem motnje**
  - *Osnovni krmilni vhod določimo tako, da pri nemotenem delovanju procesa dobimo želeno delovanje na izhodu*
  - *Motnje oziroma vhode, na katere ne moremo vplivati, merimo*
  - *Predvideni vpliv motnje na proces (izhod procesa) izničimo (kompenziramo) tako, da za ustrezno velikost popravimo (spremenimo) krmilni vhod*

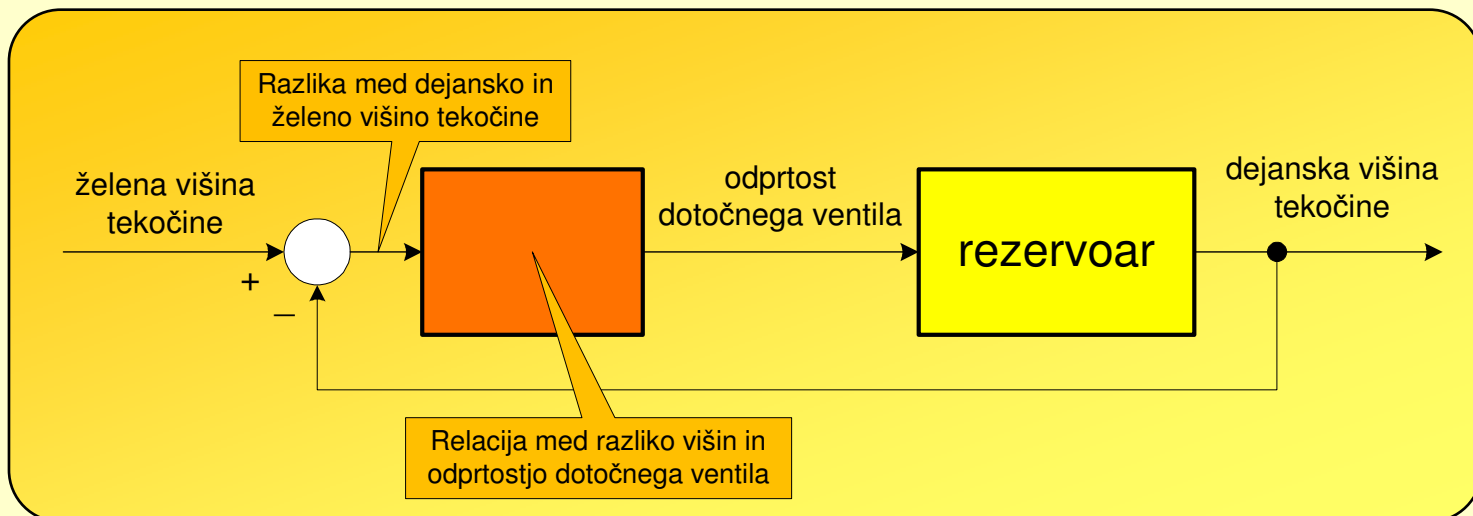
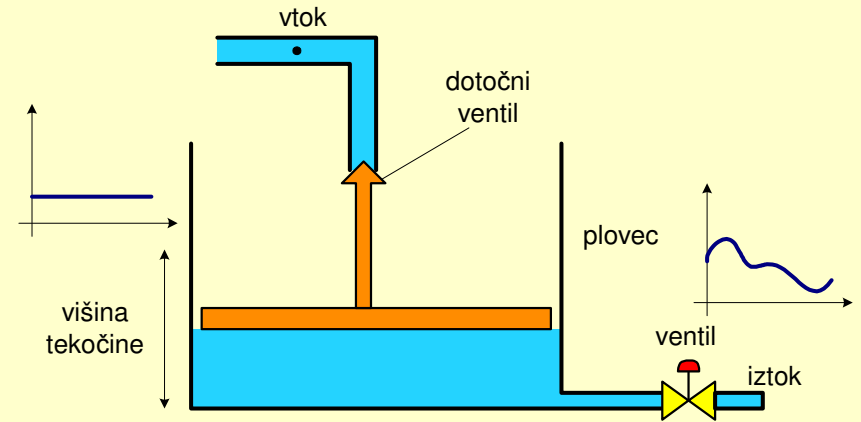
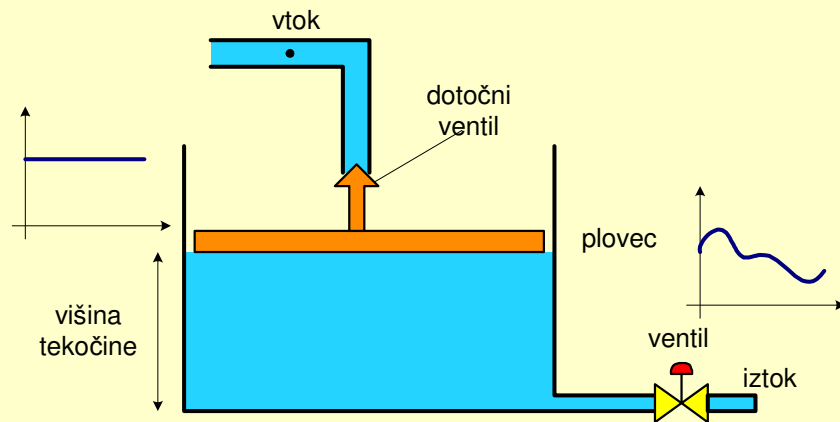


## Osnovni principi OZ vodenja z upoštevanjem motnje

- *Glavni izrazi in povezani pojmi*
  - *Odprtozančno vodenje z upoštevanjem motnje*
  - *Krmiljenje z upoštevanjem motnje*
  - *Kompenzacija motnje*
  - *Uravnavanje razmerja*
  - *Vnaprejšnje vodenje*

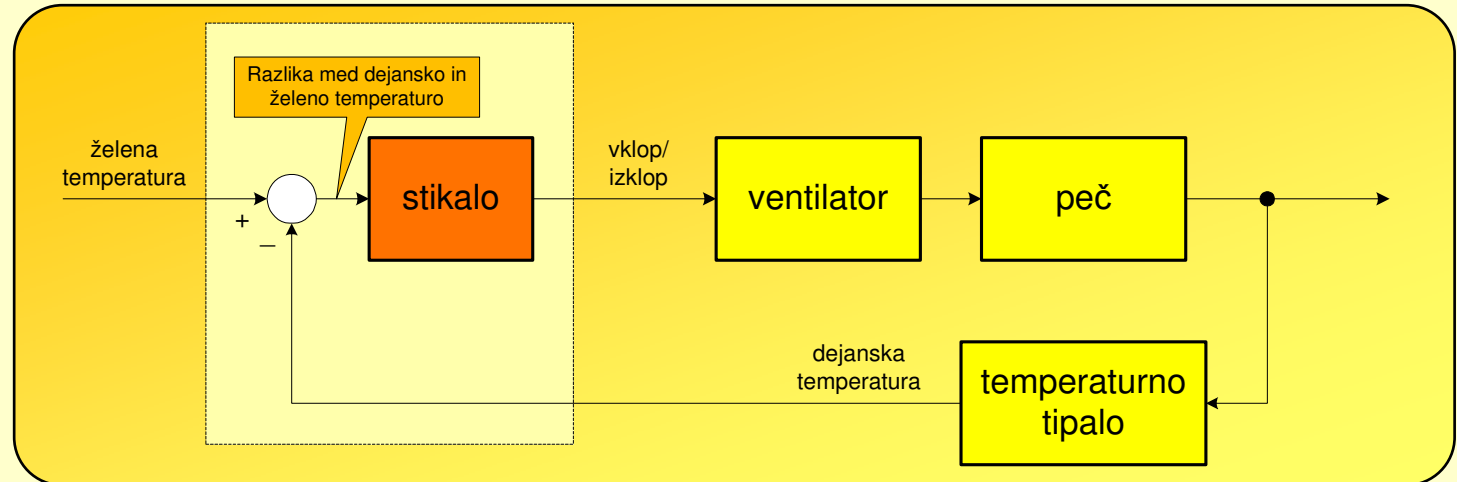
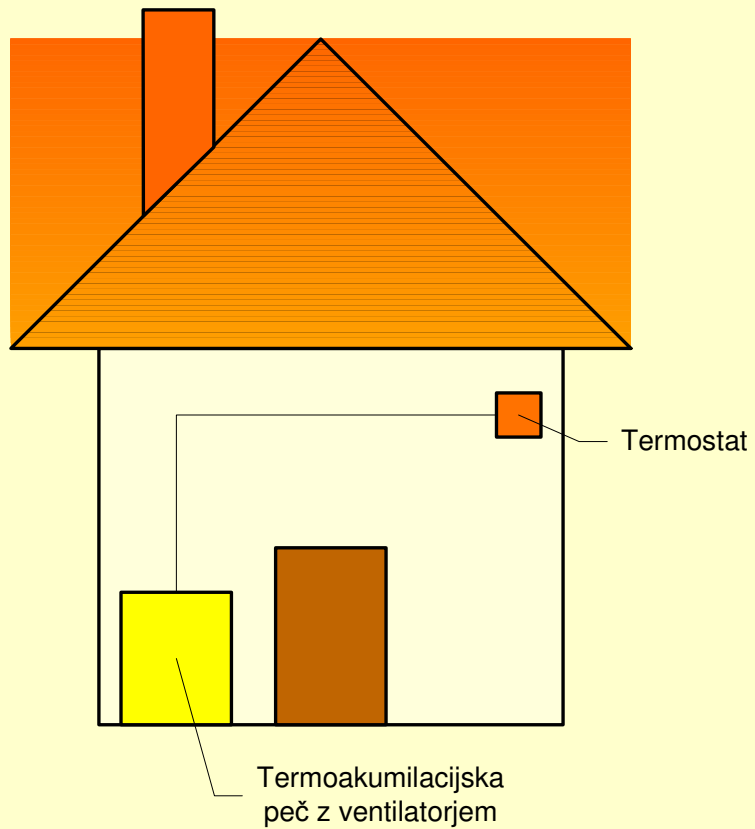
# Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- Vzdrževanje nivoja tekočine v posodi



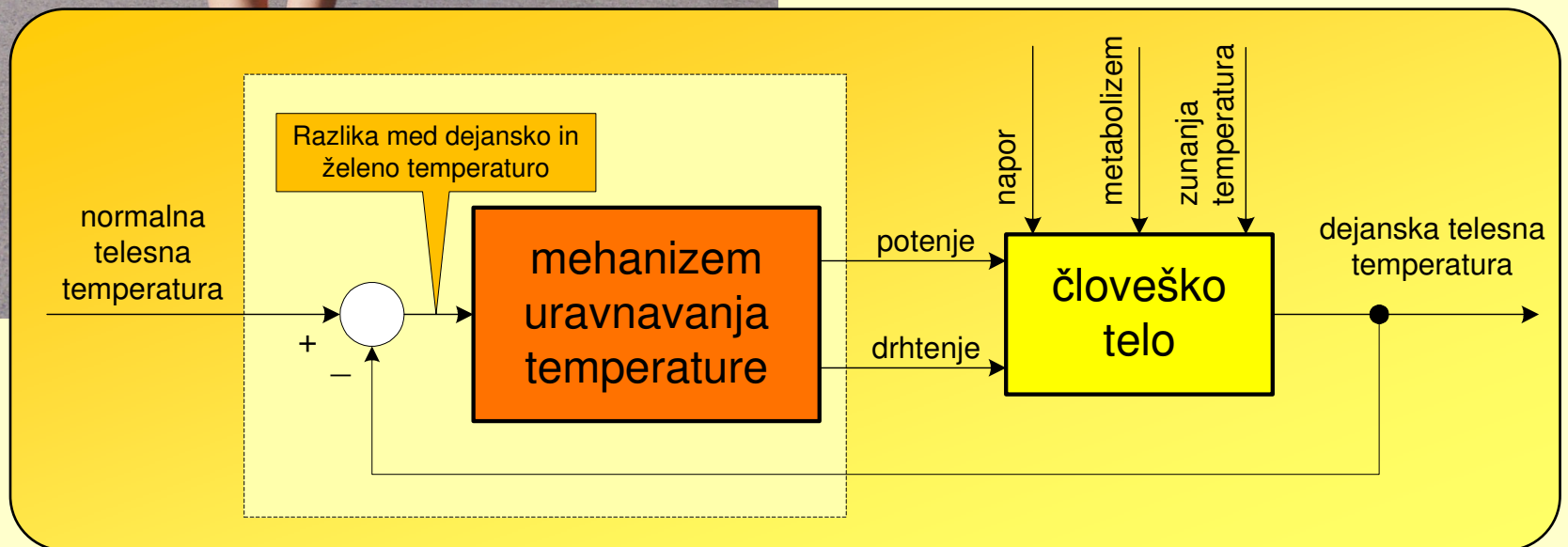
# Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- *Ogrevanje stanovanja*



## Zaprtozančno vodenje (regulacija)

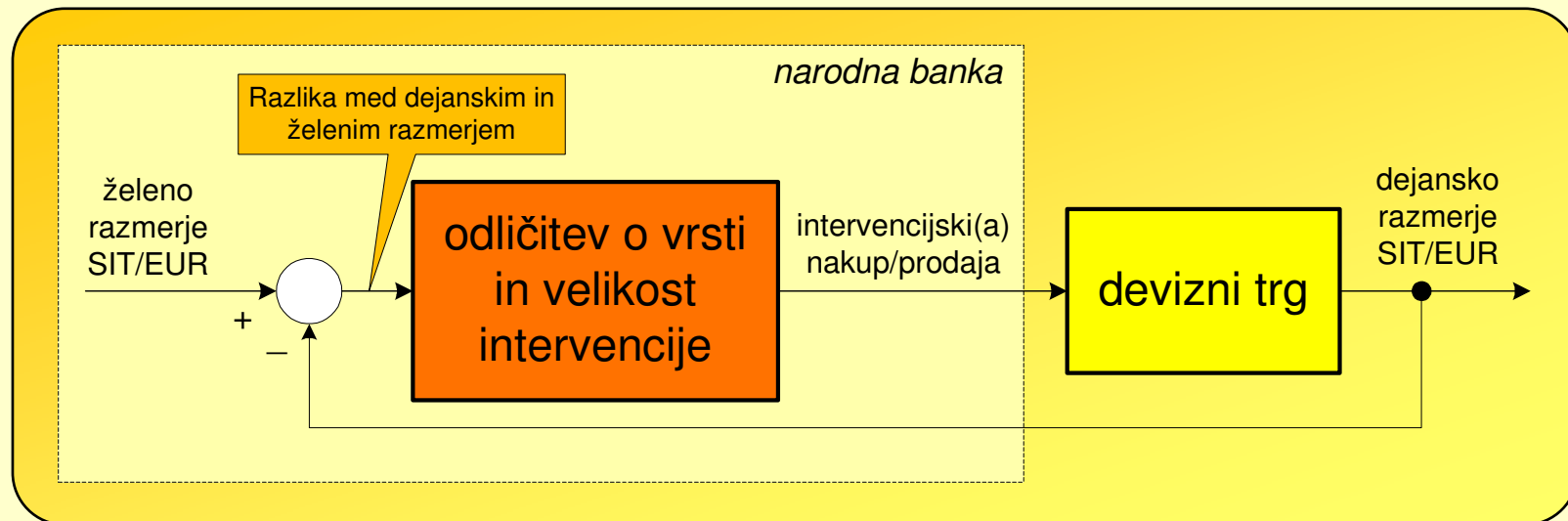
- *Uravnavanje temperature človeškega telesa*





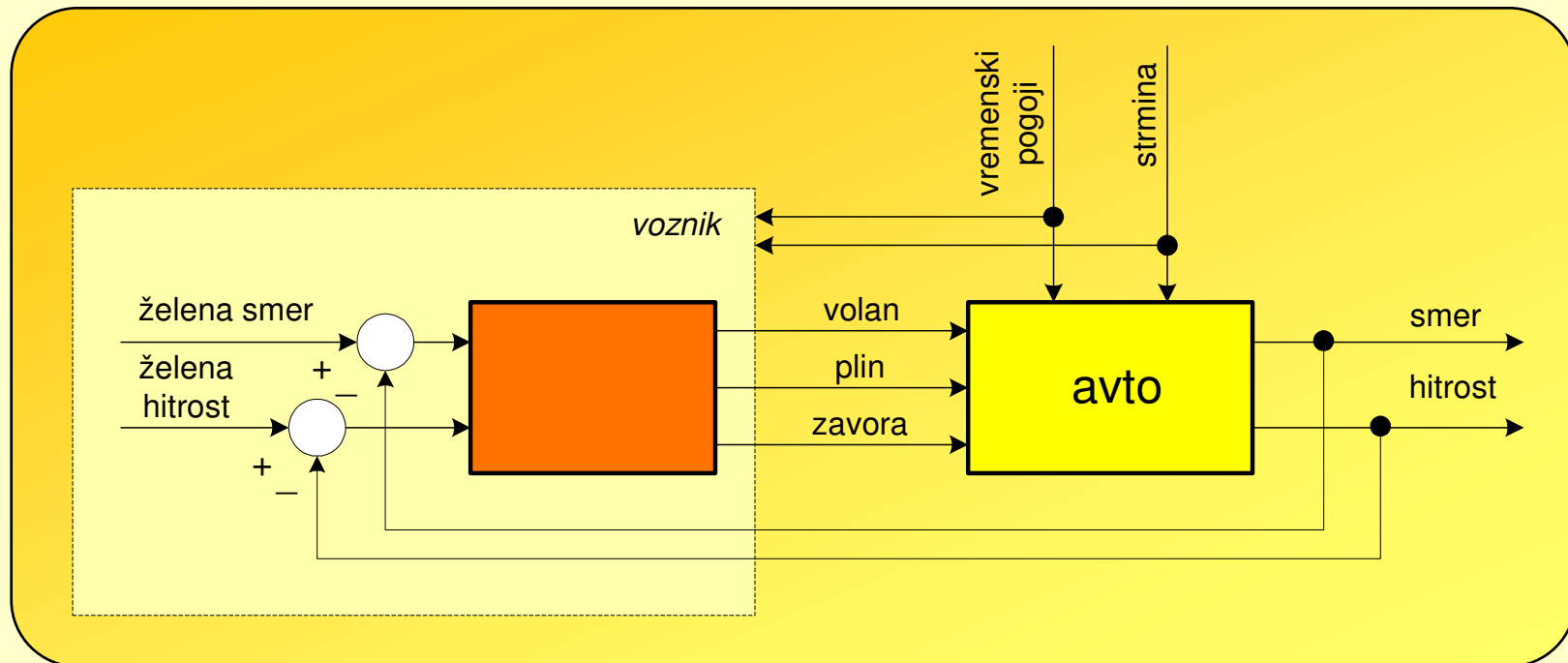
## Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- *Uravnavanje valutnega razmerja na deviznem trgu*



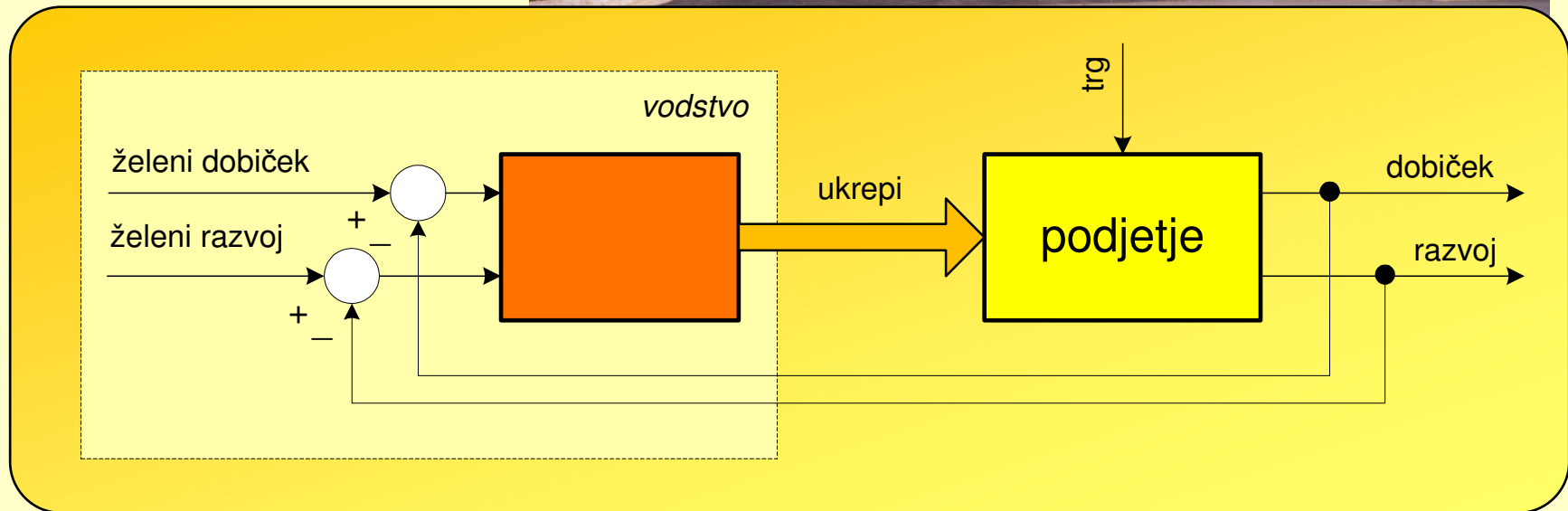
# Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- *Vožnja avtomobila*



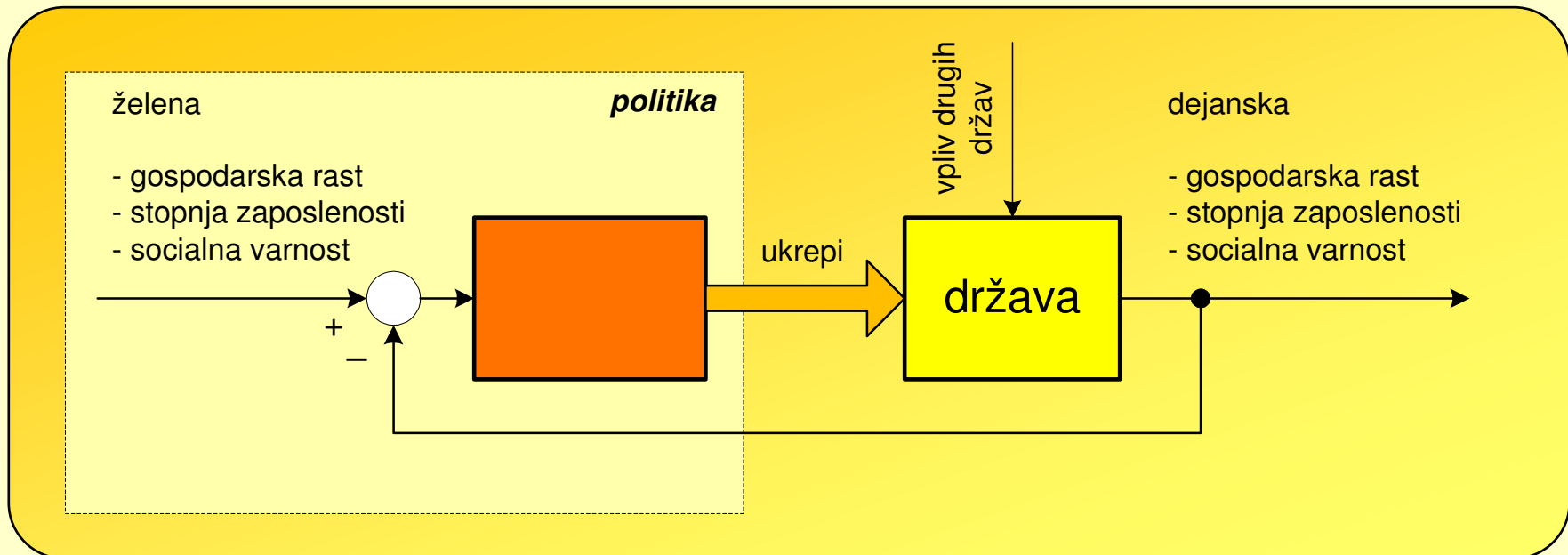
# Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- *Vodenje podjetja*

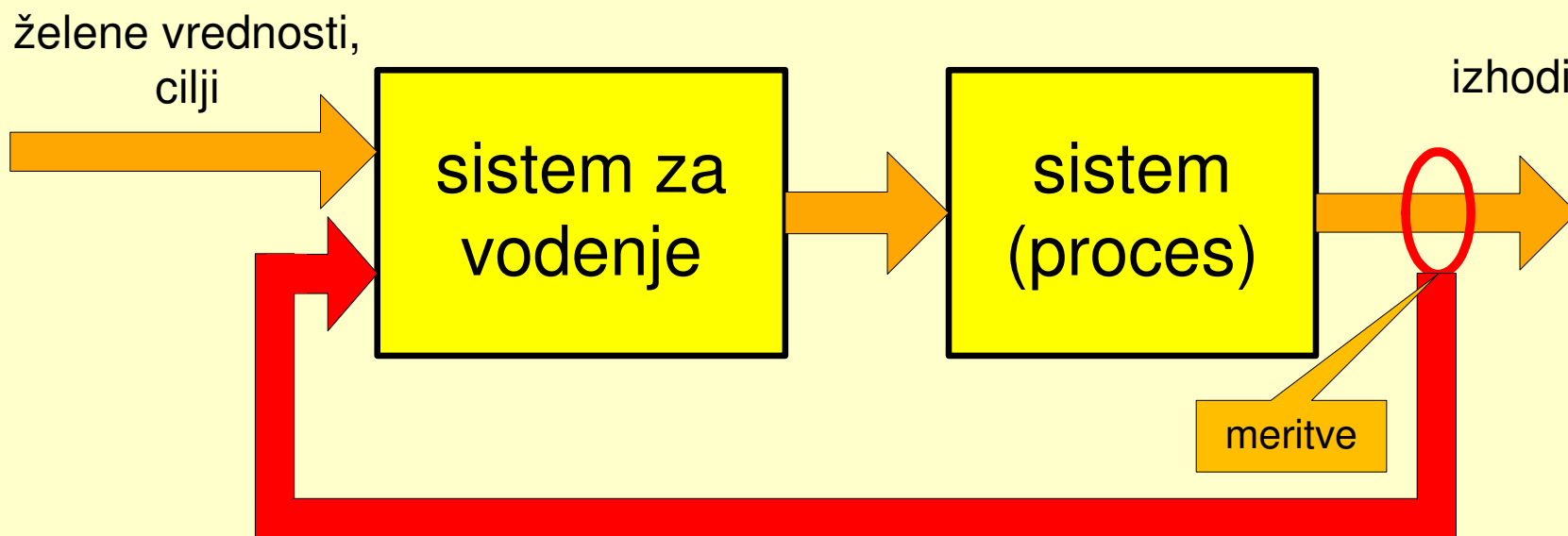


# Zaprtozančno vodenje (regulacija)

- *Vodenje države*

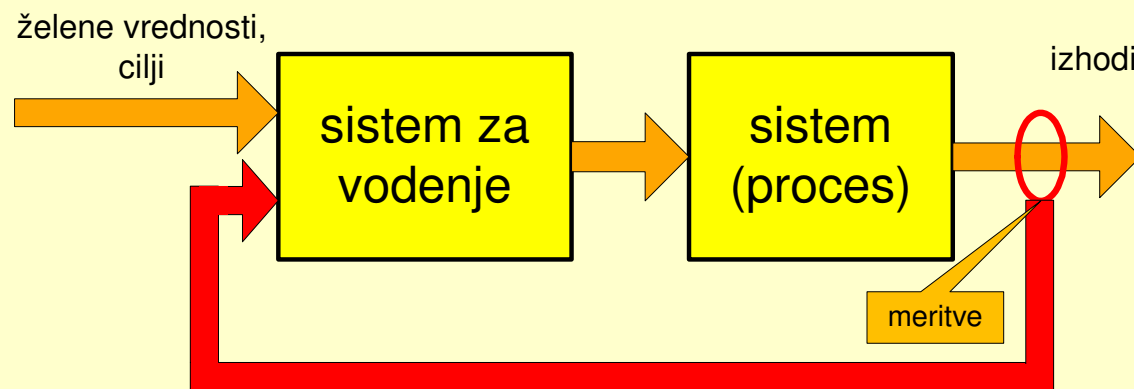


# Osnovni principi ZZ vodenja



## Osnovni principi ZZ vodenja

- *Osnovne značilnosti zaprtozančnega vodenja*
  - *Merimo dejansko stanje (izhod iz procesa)*
  - *Dejansko stanje primerjamo z želenim stanjem*
  - *Ukrep, ki ga izvedemo na procesu je odvisen od razlike med dejanskim in želenim stanjem izhoda*



- *Glavni izrazi in povezani pojmi*
  - *Povratna zanka*
  - *Zaprta zanka*
  - *Povratnoznančno vodenje*
  - *Zaprtoznančno vodenje*
  - *Regulacija*
  - *Odstopanje od želene vrednosti*

# Vrste vodenja

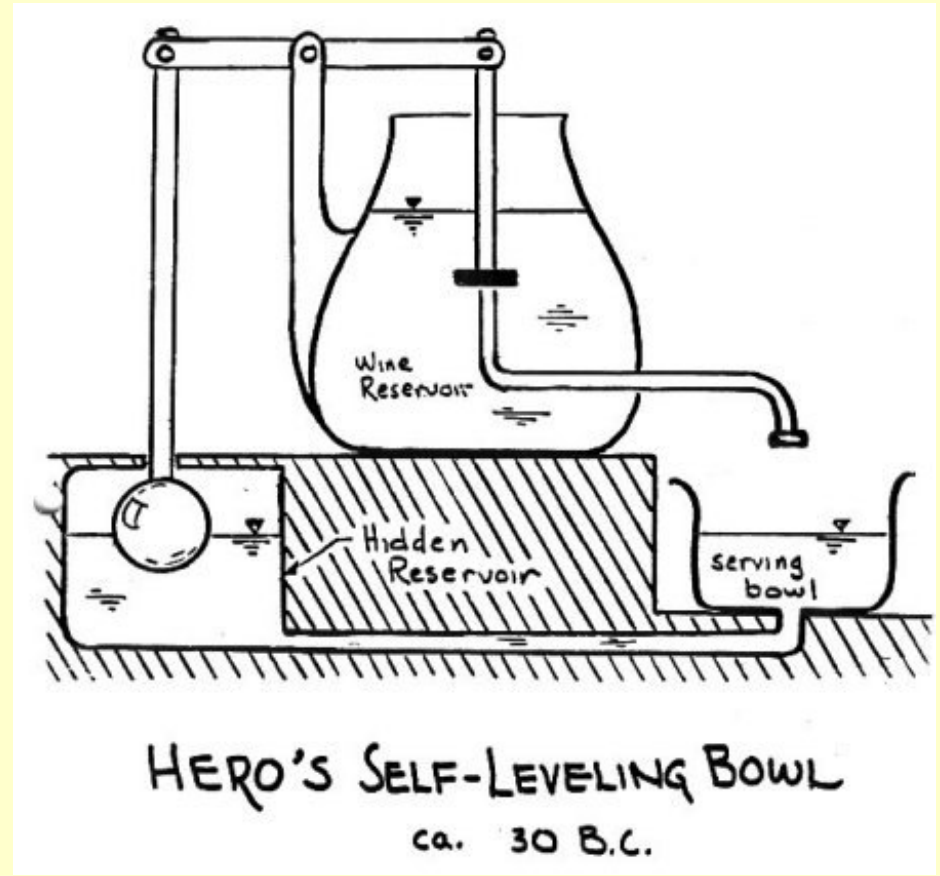
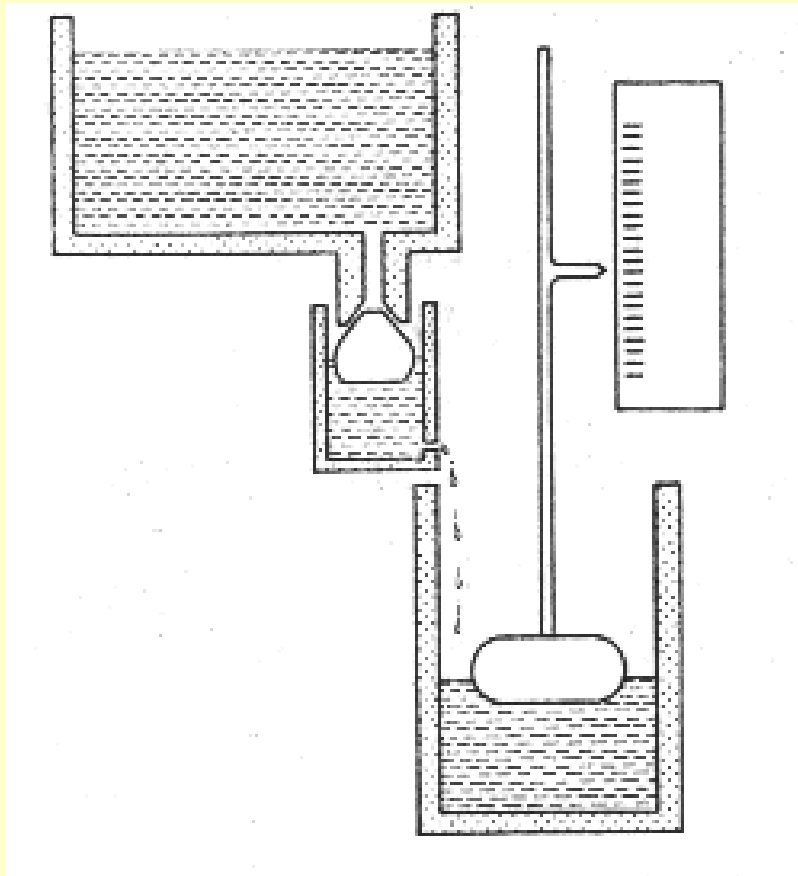
- *Avtomatsko: odloča in ukrepa avtomat/stroj*
- *Ročno: odloča in ukrepa človek*
- *Kombinirano: nekatere odločitve in ukrepe izvede avtomat, druge človek; človek nadzira delovanje avtomata*
  
- *Primeri 1: semafor, avto, dvigalo, generator, vodenje zahtevnejših industrijskih procesov, devizni trg, hladilnik.*
- *Primeri 2: regulacija temperature v hiši (kamin, centralna kurjava na plin/nafto), držanje ravnotežja na kolesu, regulacija tlaka v "ekspres-loncu", pralni stroj, podjetje, letalo; [cilj, želena vrednost, izhod, vhod, motnja, vrsta vodenja]*



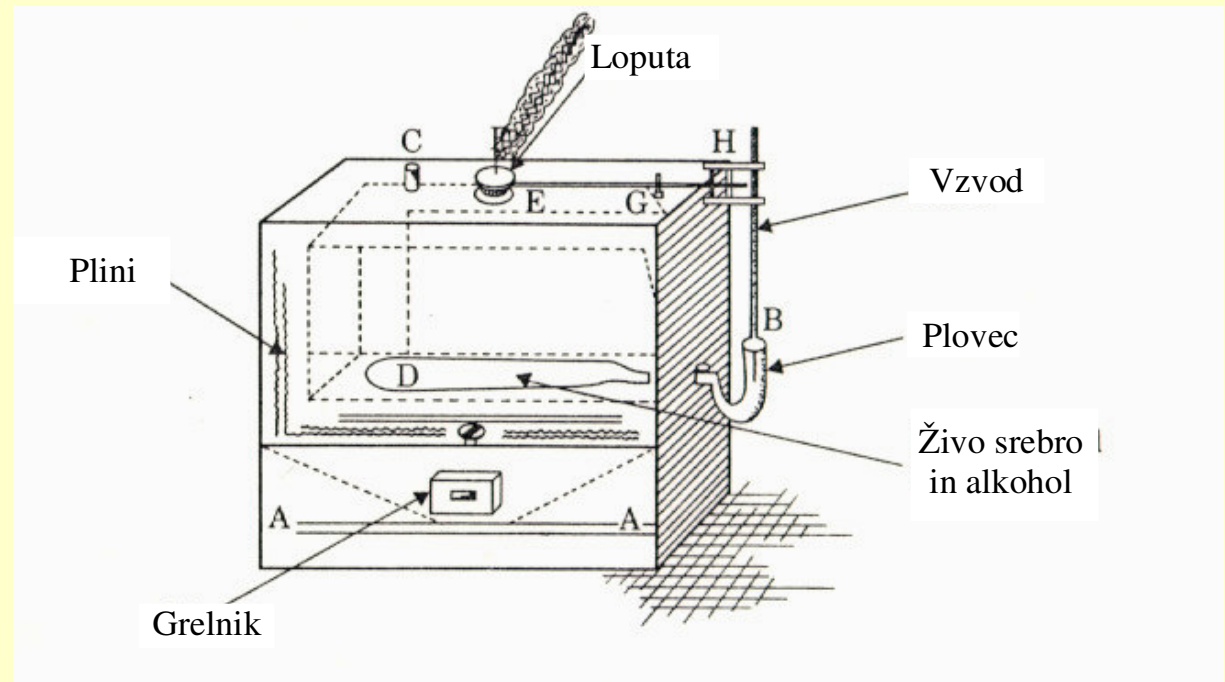
# Avtomatika

- *Grščina: avtomatos (Αυτοματος) = ki deluje samostojno*
- *O avtomatskem vodenju govorimo kadar se...*
  - *procesi zbiranja informacij o stanju sistema in okolice*
  - *priprave ukrepov in odločanja ter*
  - *izvedbe ukrepov*
- *...vršijo brez posredovanja človeka*

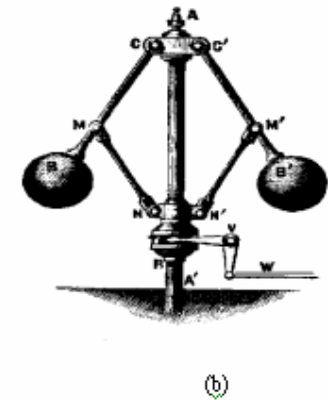
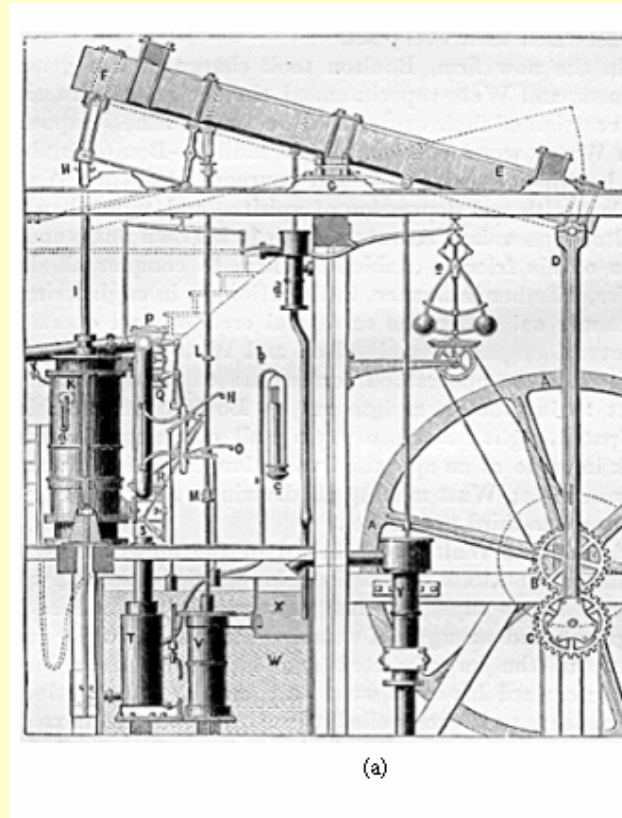
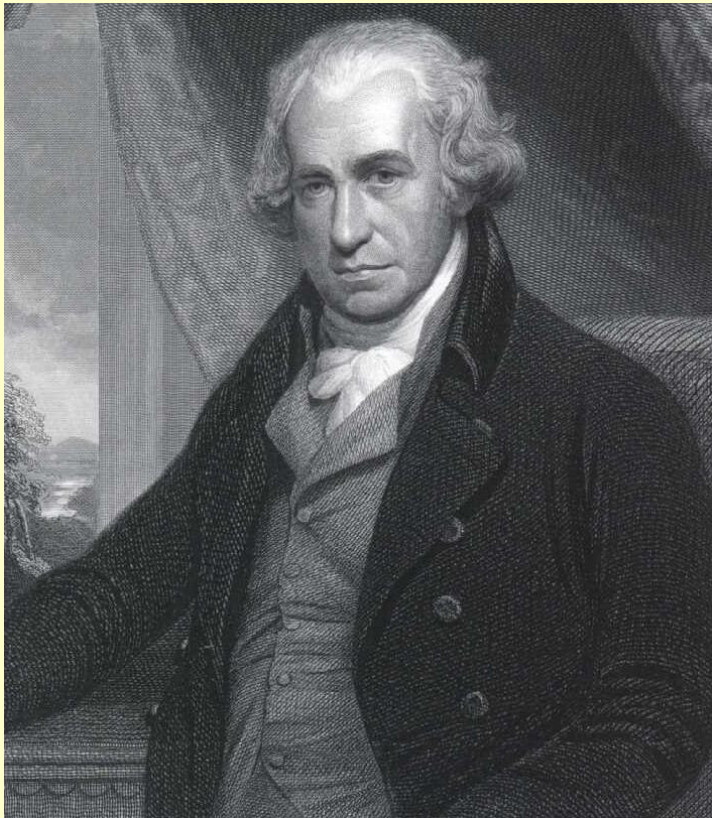
- **Zgodovina:**
  - *Vodne ure - Arabci, Grki; Ktesibios (270 BC)*



- *Temperaturna regulacija - Cornelius Drebbel (1624)*



- *Centrifugalni regulator - James Watt (1788)*

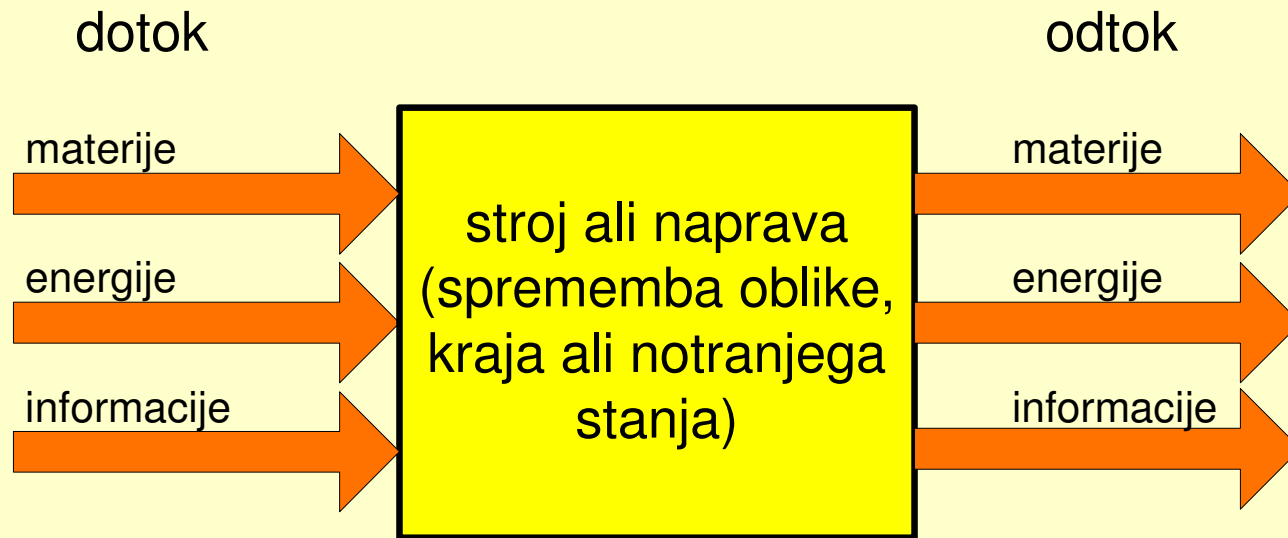


# Tehnični sistemi in procesi

- *Proces: dinamični sistem*
- *Tehnični proces:*
  - *Tehnični proces je skupek soodvisnih potekov v nekem sistemu, ki rezultirajo v transformaciji, transportu ali skladiščanju materije, energije ali informacije.*
  - *Tehnični proces je proces **spreminjanja** oblike, notranjega stanja ali kraja materije, energije ali informacije, ki se odvija v sistemu ali napravi zgrajeni in vodeni s strani človeka.*



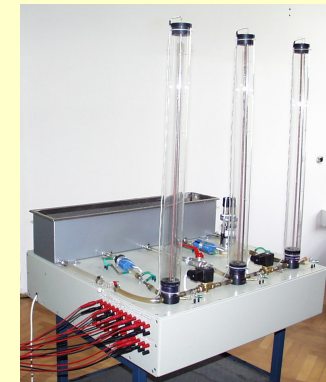
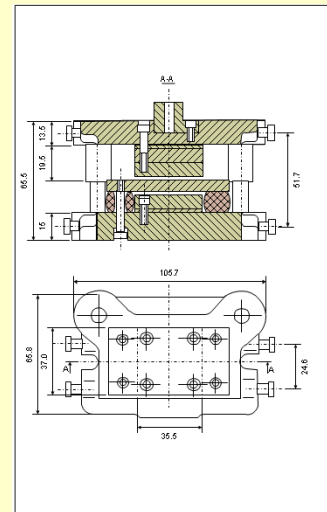
## Tehnični sistemi in procesi



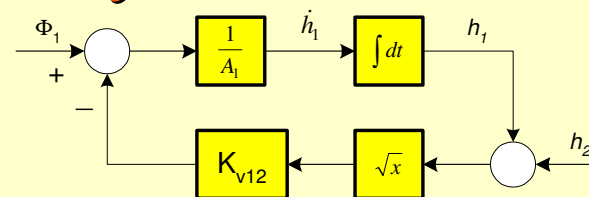
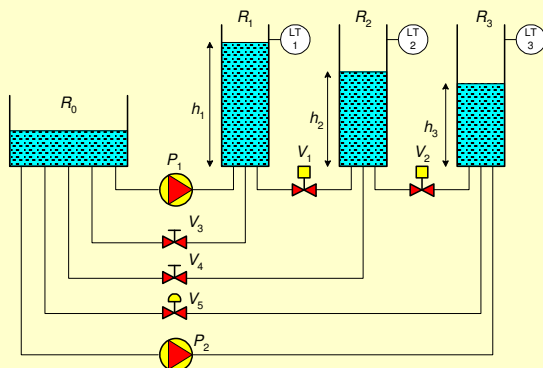
- *Nekaj tipičnih tehničnih procesov:*
  - *Proizvodnja cementa*
  - *Proizvodnja avtomobilov*
  - *Distribucija električne energije*
  - *Skladiščenje nafte*
  - *Čiščenje odpadnih voda*

# Predstavitev tehničnih procesov

- *Risba, maketa, fotografija*
- *Tehnična risba*
- *Besedni opis*
- *Procesna shema*
- *Matematični model*
- *Bločni diagram*
- *Diagram prehajanja stanj*



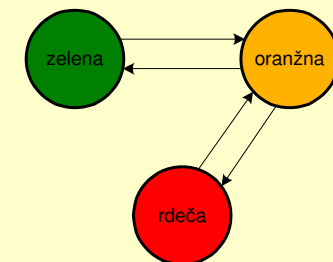
Sistem treh posod je laboratorijska naprava, ki je sestavljena iz rezervoarjev R1, R2 in R3 ter večjega rezervoarja R0. Medsebojno so povezani s cevnimi povezavami. Na povezavi med R0 in R1 sta vgrajena črpalka P1, opremljena z merilnikom diferencialnega tlaka DPT1, in merilnik pretoka FT1. Podobno sta na povezavi med R0 in R3 črpalka P2 z merilnikom DPT2 in merilnik pretoka FT2. Na cevnih povezavah je vgrajenih še več ventilov, ki omogočajo rekonfiguracijo naprave in simulacijo napak na cevnih povezavah. Povezavi med R1 in R2 ter med R2 in R3 lahko prekinemo z dvopoložajnim ventiloma V1 oz. V2. Zvezno nastavljeni ventil V5 je vgrajen med R0 in vmesno točko povezave R0-R3 med črpalko P2 in merilnikom pretoka FT2. Na ceveh med R1 in R0 ter med R0 in R2 sta ročna ventila V3 oz. V4. Rezervoarji R1, R2 in R3 so opremljeni z merilniki nivoje tekočine h1, h2 in h3.



$$\dot{h}_1 = \frac{1}{A_1} (k_{1F}(h_{1stat}(\omega_1) - h_1) + k_{2F}\sqrt{h_{1stat}(\omega_1) - h_1} - k_{V1}\sqrt{\rho g(h_1 - h_2)})$$

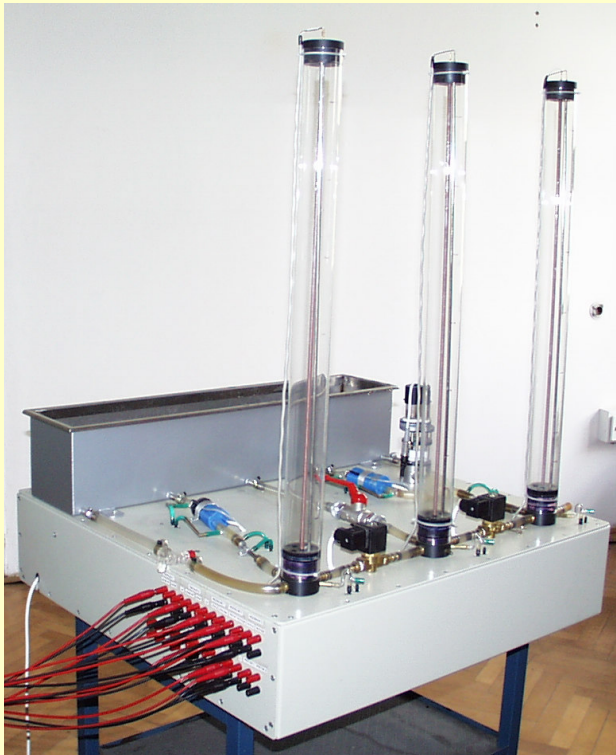
$$\dot{h}_2 = \frac{1}{A_2} (k_{V1}\sqrt{\rho g(h_1 - h_2)} + k_{V2}\sqrt{\rho g(h_3 - h_2)} - k_{V4}\sqrt{\rho g h_2})$$

$$\dot{h}_3 = \frac{1}{A_3} (f_{1F}(s_5)(h_{3stat}(s_5) - h_3) + f_{2F}(s_5)\sqrt{h_{3stat}(s_5) - h_3} - k_{V2}\sqrt{\rho g(h_3 - h_2)})$$



## Predstavitev tehničnih procesov

- ***Risba, maketa, fotografija***
  - *fizičen izgled naprav, njihova oblika, njihov raspored, topologija,*
  - *omogoča analizo in sintezo s stališča vgrajenosti v okolje, prostorskih omejitev, estetskih zahtev itd.*

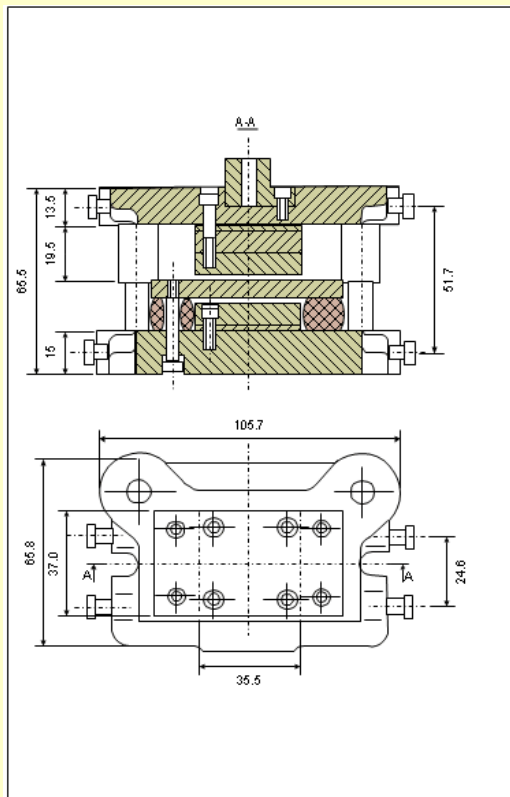


*Fotografija sistema treh posod*



# Predstavitev tehničnih procesov

- **Tehnična risba**
  - poleg informacije o grafični podobi in dimenzijah tudi informacija o zgradbi in konstrukcijskih podrobnostih procesa,
  - resnično razmerje dimenzij.



*Del tehnične risbe*

- ***Besedni opis***

- *omogoča predstavitev procesa z različnih vidikov,*
- *opis fizičnega izgleda procesa, povezav njegovih sestavnih delov, mehanizma delovanja itd.*

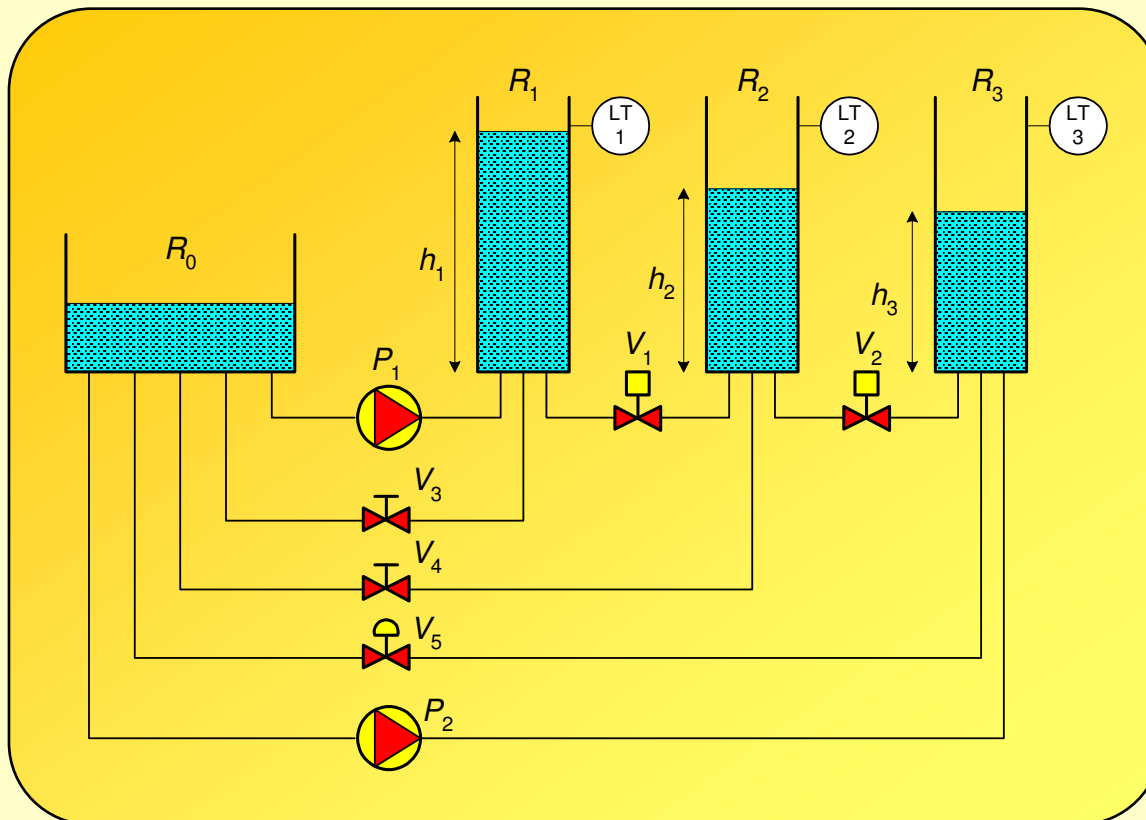
Sistem treh posod je laboratorijska naprava, ki je sestavljena iz rezervoarjev R1, R2 in R3 ter večjega rezervoarja R0. Medsebojno so povezani s cevnimi povezavami. Na povezavi med R0 in R1 sta vgrajena črpalka P1, opremljena z merilnikom diferencialnega tlaka DPT1, in merilnik pretoka FT1. Podobno sta na povezavi med R0 in R3 črpalka P2 z merilnikom DPT2 in merilnik pretoka FT2. Na cevni povezavi je vgrajenih še več ventilov, ki omogočajo rekonfiguracijo naprave in simulacijo napak na cevni povezavi. Povezavi med R1 in R2 ter med R2 in R3 lahko prekinemo z dvopoložajnim ventiloma V1 oz. V2. Zvezno nastavljeni ventil V5 je vgrajen med R0 in vmesno točko povezave R0-R3 med črpalko P2 in merilnikom pretoka FT2. Na ceveh med R1 in R0 ter med R0 in R2 sta ročni ventila V3 oz. V4. Rezervoarji R1, R2 in R3 so opremljeni z merilniki nivojev tekočine  $h_1$ ,  $h_2$  in  $h_3$ .

*Opis sistema treh posod*

# Predstavitev tehničnih procesov

- **Procesna shema**

- potrebno se je držati standardov in priporočil z danega področja,
- oznake posameznih procesnih elementov povedo, kakšna je njihova vloga.



*Procesna shema sistema treh posod*

- *Matematični model*

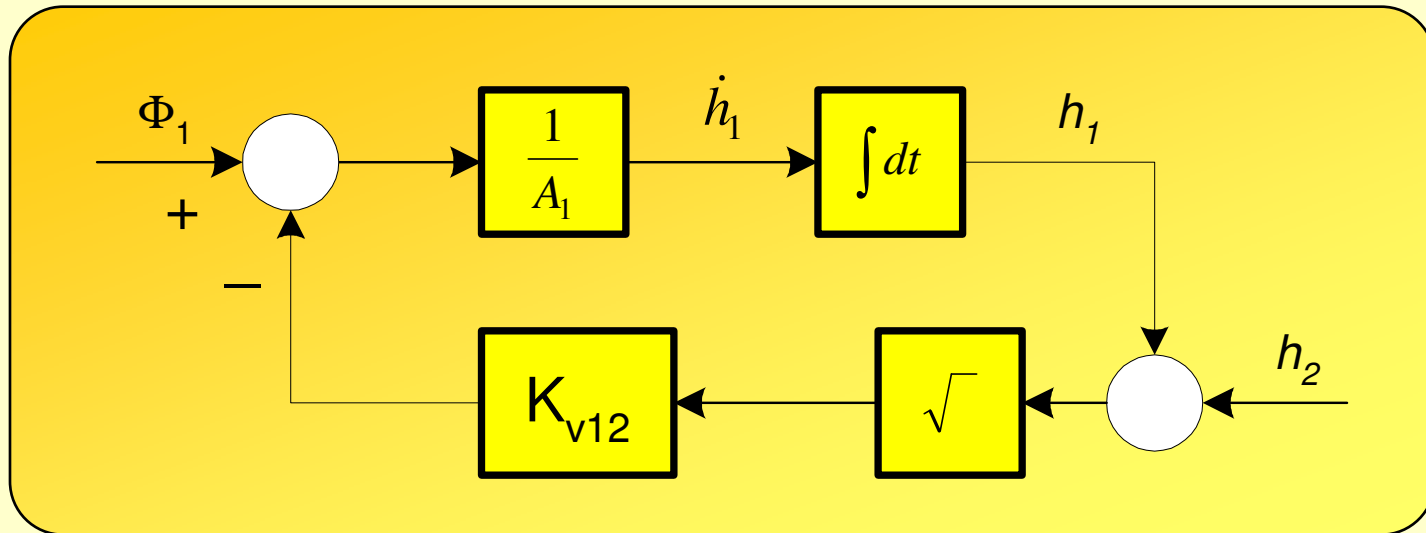
$$\dot{h}_1 = \frac{1}{A_1} \left( k_{1F} (h_{1stat}(\omega_1) - h_1) + k_{2F} \sqrt{h_{1stat}(\omega_1) - h_1} - k_{V1} \sqrt{\rho g (h_1 - h_2)} \right)$$

$$\dot{h}_2 = \frac{1}{A_2} \left( k_{V1} \sqrt{\rho g (h_1 - h_2)} + k_{V2} \sqrt{\rho g (h_3 - h_2)} - k_{V4} \sqrt{\rho g h_2} \right)$$

$$\dot{h}_3 = \frac{1}{A_3} \left( f_{1F}(s_5) (h_{3stat}(s_5) - h_3) + f_{2F}(s_5) \sqrt{h_{3stat}(s_5) - h_3} - k_{V2} \sqrt{\rho g (h_3 - h_2)} \right)$$

*Matematični model sistema treh posod*

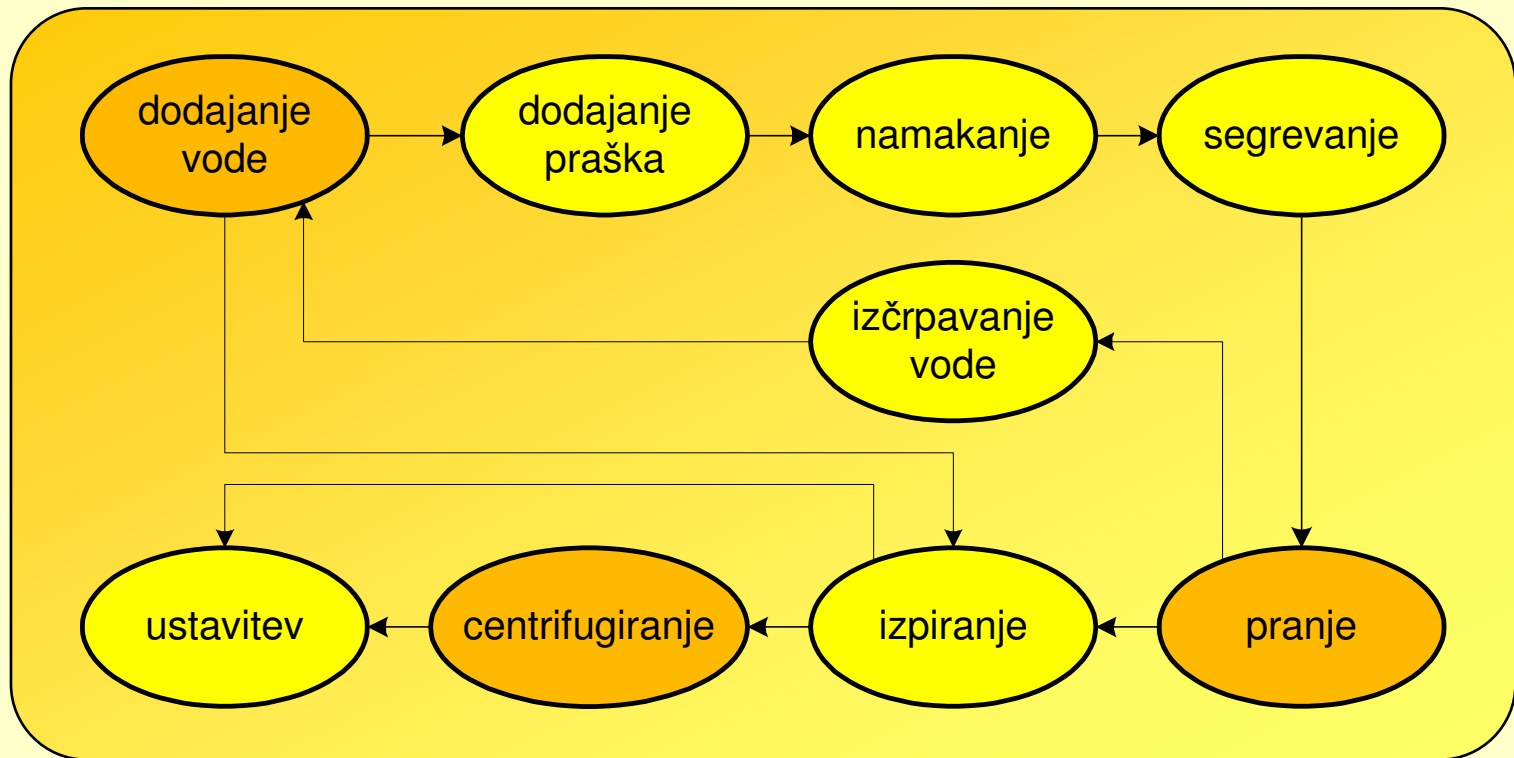
- *Bločni diagram*



*Bločni diagram dela sistema treh posod*

## Predstavitev tehničnih procesov

- **Diagram prehajanja stanj**
  - opis prehajanja med časovno sledečimi si stopnjami v postopku izvajanja procesa pri procesih sekvenčne narave.



*Diagram prehajanja stanj za proces pranja perila*

## Predstavitev tehničnih procesov

- *Primeri*
  - *Diagram prehajanja stanj za semafor*

