

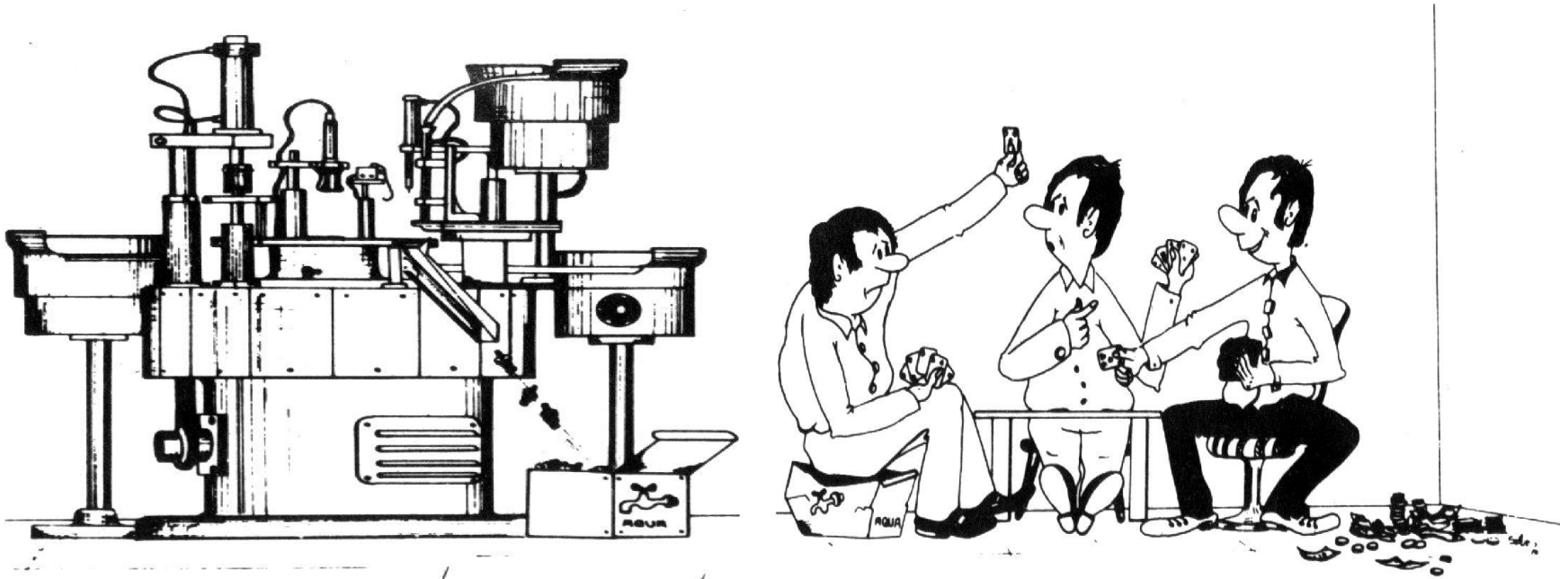
# Avtomatizirana montaža

## Vsebina poglavja:

- Kaj so avtomatizirani montažni sistemi?
- Zakaj avtomatizacija montaže?
- Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov.
- Izvedbe avtomatiziranih montažnih sistemov.
- Komponente za avtomatizacijo.

)

# Kaj so avtomatizirani montažni sistemi?



So sistemi v katerih je izvajanje montažnega procesa, krmiljenje in nadzor procesa montaže avtomatizirano, samodejno! Lahko vključujejo tudi ročno delo, ki je podrejeno avtomatiziranemu procesu.

# Zakaj avtomatizacija montaže?

Avtomatizacija montaže je eno izmed področij vlaganja kapitala za povečanje produktivnosti in večanje dobička, pomeni razvoj ali nakup visoko produktivnega namenskega stroja ali sistema z visoko stopnjo investicijskega rizika.

Montažni stroji in sistemi so po svoji funkciji namenski stroji tudi takrat, ko so grajeni modularno ter so fleksibilni. Njihova življenjska doba je enaka življenjski dobi izdelave izdelka; s prenehanjem montaže stroj izgubi svojo vrednost. Vrednost ohranijo le standardizirane komponente, ki jih je mogoče uporabiti pri gradnji novih montažnih sistemov. Potrebno je poudariti, da vrednost komponent najpogosteje ne presega 50% investicijskih stroškov.

# Zakaj avtomatizacija montaže?

Razloge za racionalizacijo in s tem za avtomatizacijo postopka montaže lahko strnemo v:

- tehnično - ekonomske,
- sociološke.

Cilji:

- sestavljanje izdelkov in
- sestavljanje kakovostnih izdelkov.

Potrebna izdelava analize, ki bo jasno opredelila primernost investicije - naloga predlagateljev investicije.

# Tehnično-ekonomski razlogi uvajanja avtomatizacije montaže:

- Povečanje obsega montaže. ✓
- Sestavljanje kakovostnih izdelkov z enakomerno visoko kakovostjo in zmanjšanje izmeta. ✓
- Zagotavljanje dobavnih rokov. ✓
- Možnost za zmanjšanje stroškov (zmanjšanje direktnega dela vloženega v montažo, zmanjšanje posrednega dela - stroškov za servisiranje, šolanje delavcev itd.). ✓
- Zagotavljanje in povečanje deleža na trgu. ✓
- Zmanjšanje vpliva delavcev na proces montaže. ✓

## Sociološki razlogi uvajanja avtomatizacije montaže:

- zmanjšanje neatraktivnih montažnih opravil, ✓
- odprava zdravju škodljivih delovnih mest, ✓
- odprava dela v taktu stroja, ✓
- povečanje zadovoljstva delavcev. ✓

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatizacije

Ovira je pomanjkanje kapitala oziroma investicijskih sredstev ter tveganje vlaganja razpoložljivega kapitala.

Noben proizvodni inženir ne more pričakovati, da bo uspešno delal na uvajanju in vodenju avtomatizirane montaže, če ne upošteva, da je avtomatizacija le ena od oblik proizvodnje ter alternativa ročni montaži in da so montažni stroji in sistemi specializirane naprave pri katerih je tveganje realnost.

Razen tega avtomatizacija montaže nima tradicije, tako da pogosto ni dovolj znanja za pravilen nakup in uvajanje.

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatizacije

Uspešno uvajanje avtomatizacije montaže pričinja z obravnavanjem procesa montaže kot dela računalniško vodene proizvodnje z ustreznim tokom informacij in materiala.

*CIA, CIM sistemi*

*Computer integrated manufacturing assembly*

Proces montaže mora biti obravnavan kot podsystem integrirane računalniške proizvodnje, kjer se posamezne montažne funkcije opravljajo ročno ali avtomatizirano in je povezan z ostalimi podsystemi preko informacijskega sistema ter z avtomatiziranim in krmiljenim tokom materiala.

Takšen sistem se je sposoben prilagajati tako notranjim kot zunanjim spremembam, pretočni časi so zmanjšani na minimum, skrajšana je tudi vezava kapitala v materialu itd.



# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatizacije

Pred pričetkom razvoja avtomatiziranega montažnega sistema, si je treba odgovoriti na nekaj vprašanj, ki bistveno vplivajo na uspešnost uvajanja avtomatizacije montaže v proizvodnjo:

①

➤ Ali so komponente, ki jih v mehanizirani in avtomatizirani montaži želimo sestavljati, primerne za avtomatizirano strego, avtomatizirano montažo? ✓

②

➤ Je količina izdelkov dovolj velika, da bo prenesla velik vložek kapitala? ✓

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatizacije

- 3) ➤ Je oblika modela in konstrukcije izdelka stabilna? Je predvidena življenjska doba modela dovolj dolga? ✓
- 4) ➤ Lahko zagotavljamo usklajeno strego komponent s kontrolirano kvaliteto pred montažo in izdelkov po montaži? ✓
- 5) ➤ Koliko direktnega dela lahko z uvedbo mehanizacije in avtomatizacije prihranimo in koliko indirektnega dela višje stopnje bo potrebno dodati za nadzor in vodenje? ✓

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatizacije

6 V kakšnem obsegu pri uvajanju avtomatizacije montaže lahko računamo na razpoložljive kapacitete v konstrukciji, v orodjarni, vzdrževanju ter pri preskusni proizvodnji oziroma uvajanju.

7 Ali je smiselna testna montaža ter pilotna proizvodnja pri dragih sestavnih delih? Premajhna količina izdelkov v poskusnih serijah pomeni nepopolno odpravo napak. To pomeni prenos odpravljanja napak v proizvodnjo in s tem porabo časa ter pogosto iskanje krivcev za zastoje v proizvodnji.

8 Je znanje vzdrževalcev in delavcev pri montaži in uvajanju ustrezno.

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov

PRIMER

Količina izdelkov naj bo dovolj velika, da prenese velik vložek kapitala!

Primer:

Stroški investicije so 210.000 €.

Dovoljen strošek na kos je 0,55 €. Če predvidimo vračanje investicije v dveh letih (leto 280 delovnih dni) je potrebno na dan narediti:

$$\text{Število kosov na dan} = \frac{\text{Strošek investicije}}{\text{Št. let amortizacije} \cdot \text{Št. del. dni} \cdot \text{Strošek na kos}}$$

$$\ast \text{Št. Kosov na dan} = \frac{210.000}{2 \cdot 280 \cdot 0.55} = 681 \text{ kos / dan}$$

V primeru, da stroj dela 7,5 ur na dan, je takt stroja cca 40 sek.  $\ast$

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov

Količina izdelkov naj bo dovolj velika, da prenese velik vložek kapitala!

Če je investicija 500.000 € in takt stroja 23 s/kos, koliko izdelkov moramo narediti na leto pri dovoljenih stroških na kos 0,55 € in kakšna je doba amortizacije.

$$\text{Število kosov} = \frac{\text{Strošek investicije}}{\text{Dovoljen strošek na kos}} = 909\,090 \text{ kosov}$$

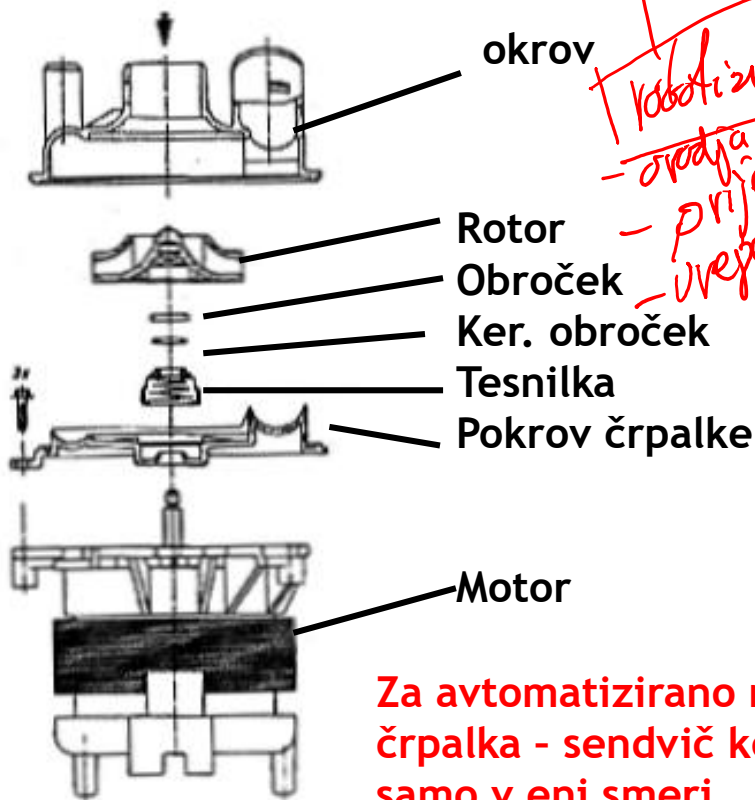
$$\text{Doba vračanja} = \frac{909\,090 \cdot 23}{3600 \cdot 7,5 \cdot 280} = 2,76 \text{ let}$$

*povračilo investicije*

Stroj, ki ima takt 2,5 sek naredi na min 24 kosov in na leto okrog 3 milijone kosov, ki jih je treba prodati.

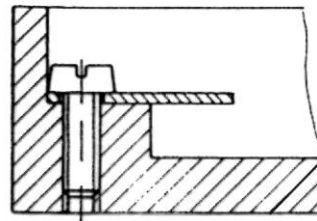
# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov

Sestavni deli, podsestavi, izdelki naj bodo primerni za avtomatizirano strego in montažo.

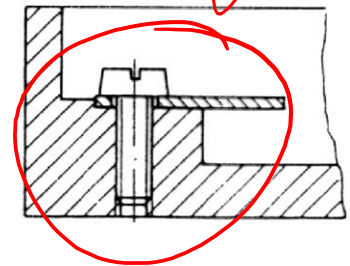


*robotizirana  
- orodja  
- prijemala  
- uveljavitev kosov*

Vijak je preblizu stene, vijaknik nima dostopa



Za vijaknik je dovolj prostora

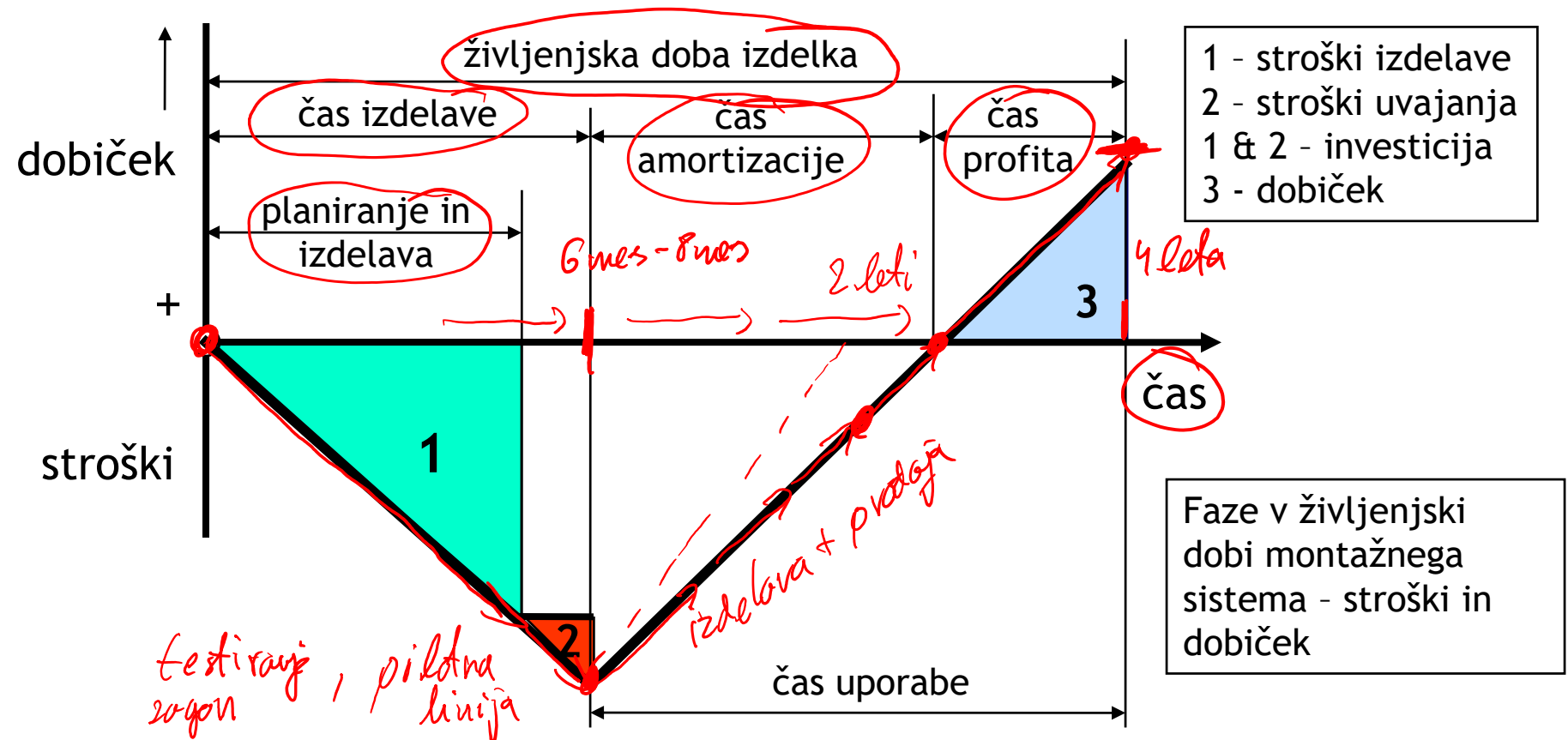


DFA  
Design for assembly

Za avtomatizirano montažo oblikovana črpalka - sendvič konstrukcija, dodajanje samo v eni smeri

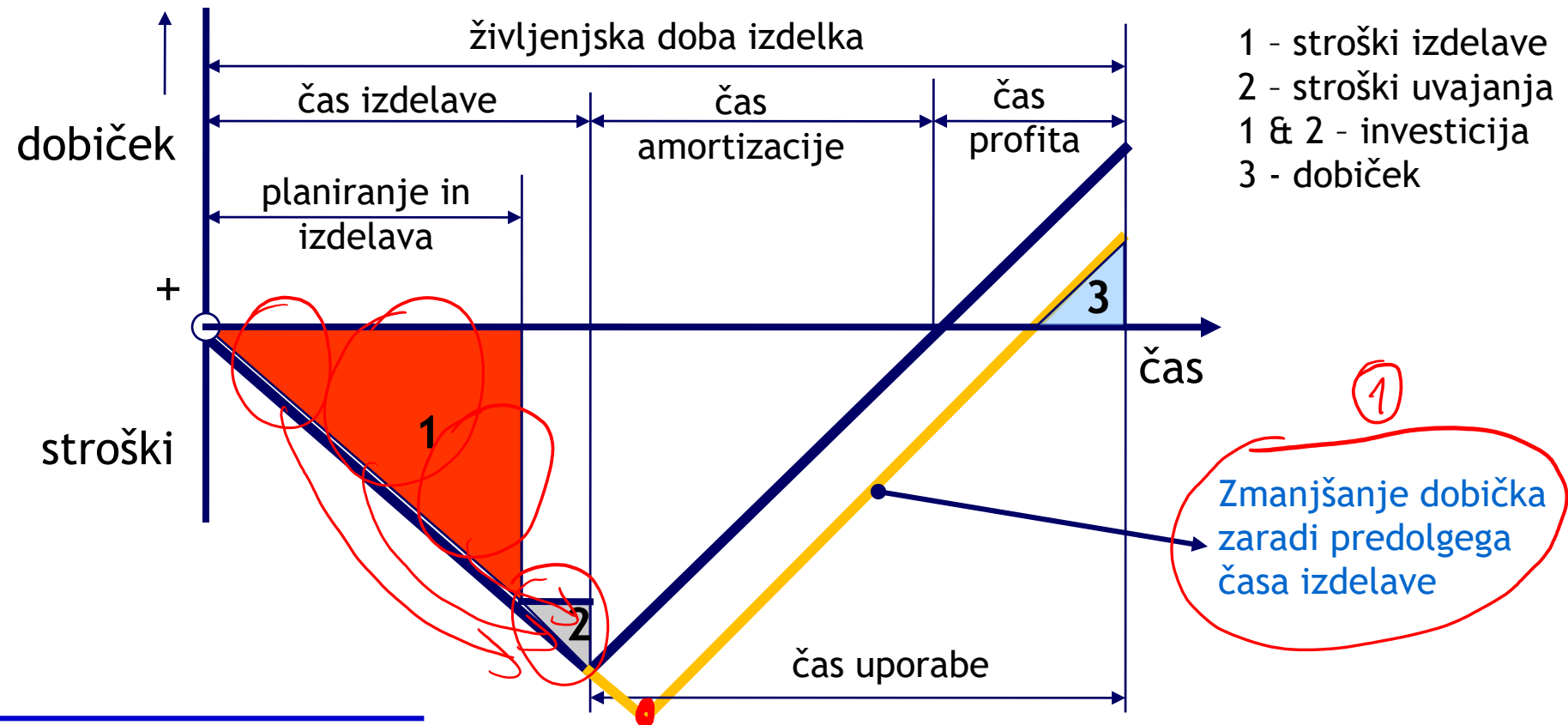
# Diagram uvajanja novega *Pomembno* avtomatiziranega montažnega sistema

Izdelek naj se ne spreminja, življenjska doba naj bo dovolj dolga.



# Diagram uvajanja novega *Povzeto* avtomatiziranega montažnega sistema

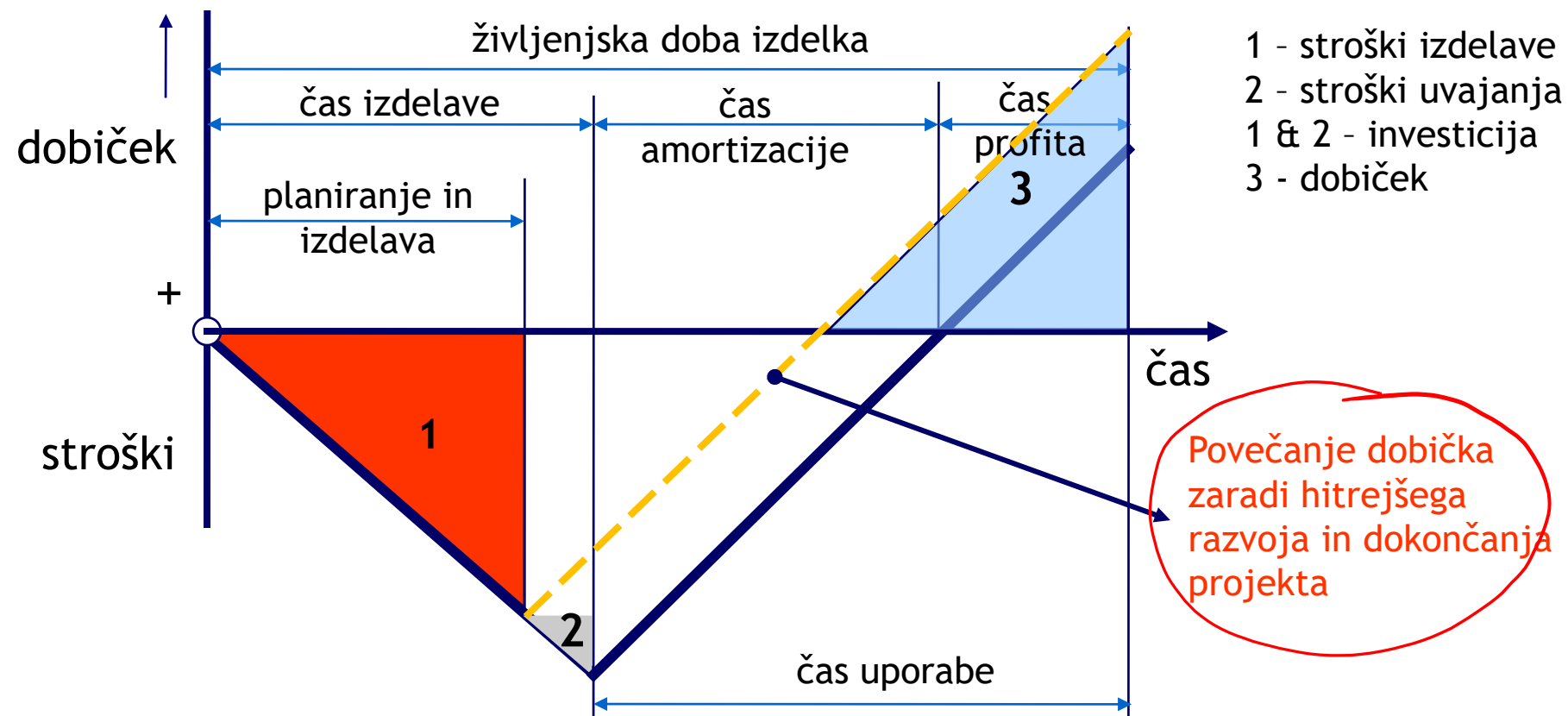
Izdelek naj se ne spreminja, življenjska doba naj bo dovolj dolga.





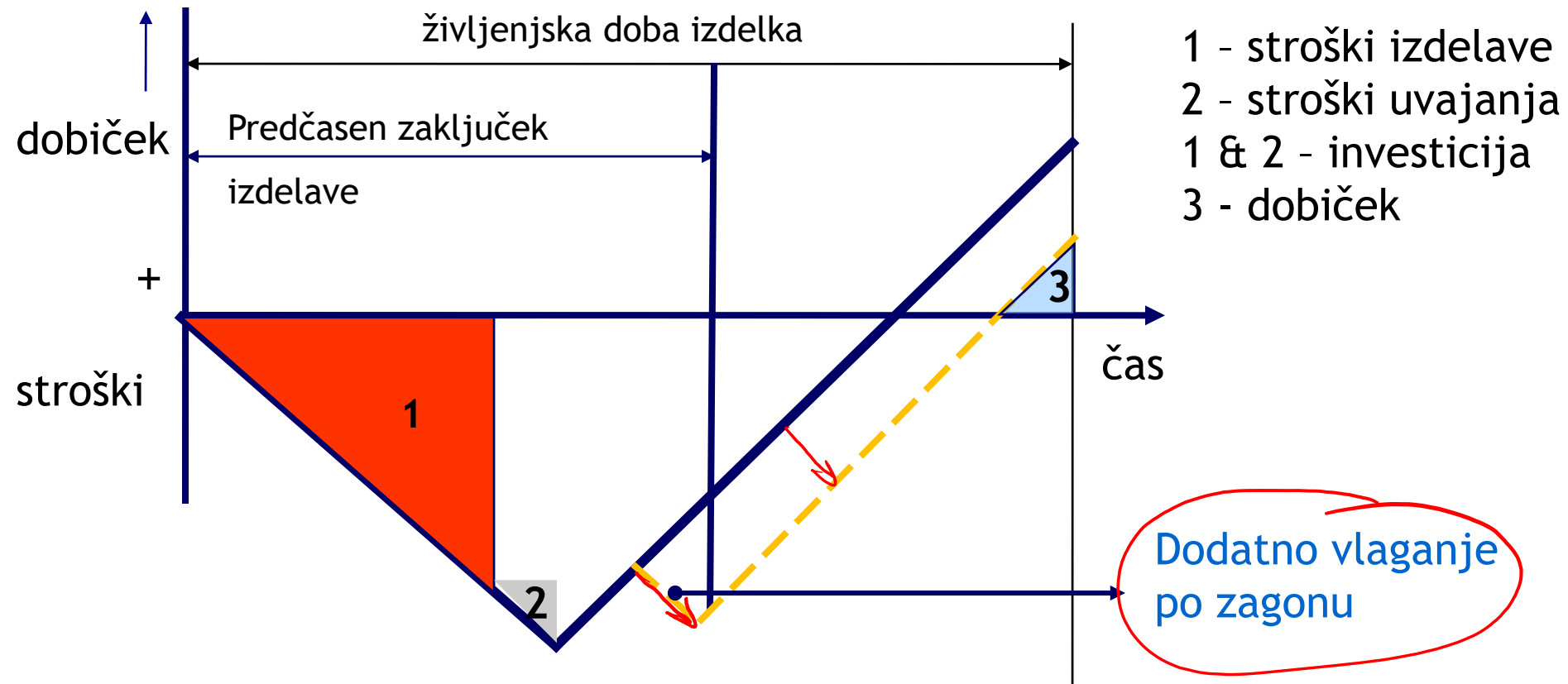
# Diagram uvajanja novega *poravnano* avtomatiziranega montažnega sistema

Izdelek naj se ne spreminja, življenjska doba naj bo dovolj dolga.



# Diagram uvajanja novega *parnembo* avtomatiziranega montažnega sistema

Izdelek naj se ne spreminja, življenjska doba naj bo dovolj dolga.



# Usklajene aktivnosti strega pred in po montaži



Zagotoviti je treba usklajeno strego pred in po montaži:

- ✓ Koordinirana strega pred in po montaži - med dobavitelji in kupci.
- ✓ Največ zastojev zaradi pomanjkanja, neustreznih in nekvalitetnih sestavnih delov.
- ✓ Urediti sestavne dele že pri izdelavi. ✓ iz stroja na poletu
- ✓ Visoko produktivni stroji izdelajo do 10 000 kosov na dan, ki jih je treba odpeljati. logistični sistemi

# Pogoji za uspešno uvajanje *Pamembur* avtomatiziranih montažnih sistemov

Opredelitev koliko neposrednega dela bo z avtomatizacijo prihranjenega in koliko novega bo potrebno:

- Z avtomatizacijo se zmanjša število delavcev v neposredni montaži.
- Zmanjša se število preddelavcev in vodij skupin.
- Poveča se število delavcev z višjo izobrazbo za programiranje in vzdrževanje.

*digitalni dvojčki*

*IT sistemi  
vizualizacija*

*ERP  
MES  
SCADA*

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov



*Pomenbur*

Opredelitev razpoložljivosti kapacitet v konstrukciji  
in orodjarni:

- Kljub temu, da se stroji kupijo, pri nakupu in instalaciji potrebujemo strokovnjake.
- Priprava prostora, priprava priključkov za zrak, elektriko.
- Strokovnjaki za definiranje problema in pogajanje.
- Domača izdelava - pogosto nerealno planiranje kapacitet.

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov

*Pomembno*

Zagotovitev časa za odpravljanje napak pri zagonu:

- Poskusni zagon je strošek, zato ga je treba planirati.
- Noben montažni stroj ne deluje takoj, napake v sestavnih delih in stroju se odkrijejo po zadostnem obsegu montaže.
- Stroj naj se preskusi pri izdelovalcu.

# Pogoji za uspešno uvajanje avtomatiziranih montažnih sistemov

*Pomenljivo*

Analiza in zagotovitev potrebnega znanja  
vzdrževalcev in delavcev pri montaži:

- Potrebna so šolanja.
- Poiskati strokovnjake v podjetju ali skleniti pogodbe.
- Pregledati reference.

# Vrste avtomatiziranih montažnih sistemov



## Togi montažni avtomati

Namenski stroji za montažo določenega izdelka, katerega življenjska doba je dovolj dolga.

### Vrste togih avtomatov:

- Enopostajni avtomati.
- Krožni avtomati.
- Linijski avtomati.



## Fleksibilni avtomatizirani montažni sistemi

Namenjeni za montažo variantnih izdelkov ali skupine izdelkov. Omogočajo preurejanje in prilagajanje.

### Vrste fleksib. avtom. montažnih sistemov:

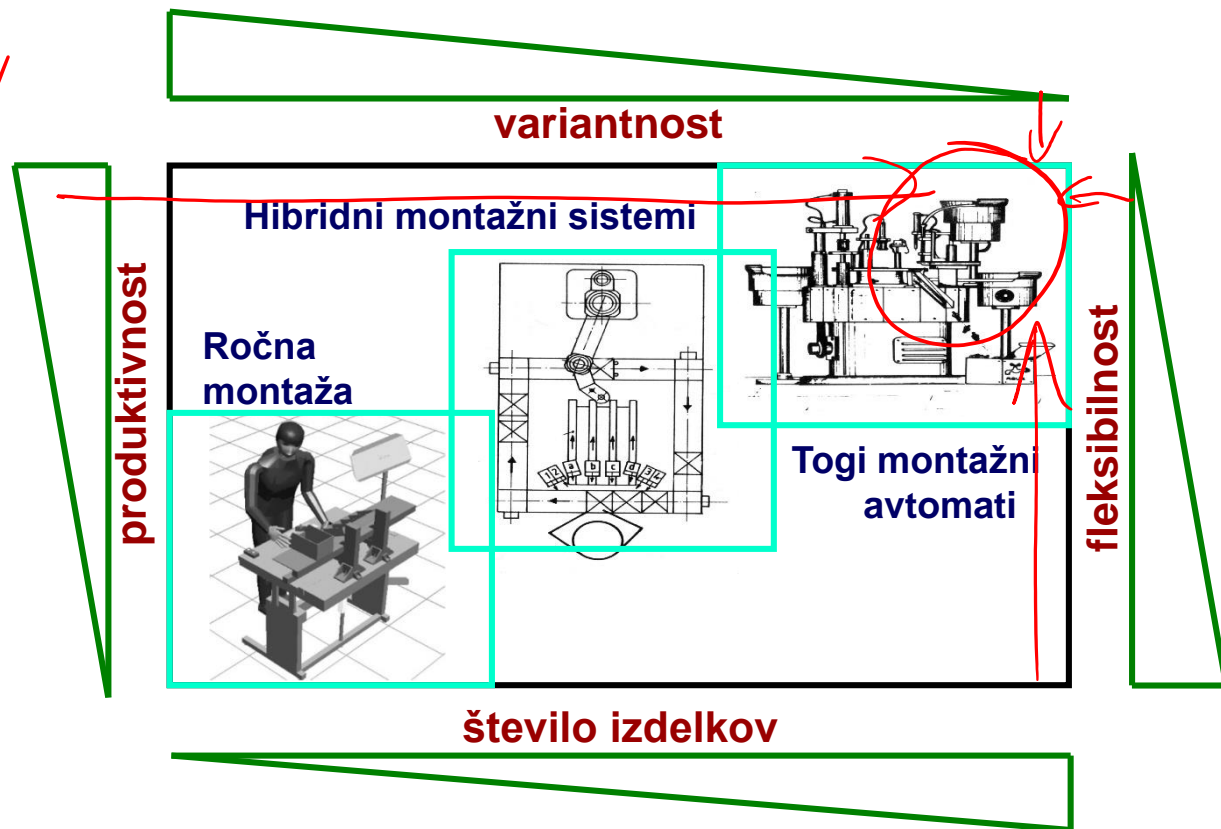
- Robotizirane montažne celice.
- Robotizirane montažne linije.
- Montažni sistemi s paletnim transportom z ali brez ročnih mest (hibridni).
- Sistemi z avtomatično krmiljenimi vozički.



# Vrste avtomatiziranih montažnih sistemov - Togi sistemi

Togi avtomatizirani montažni sistemi so namenjeni za montažo določenega izdelka, njihove značilnosti so:

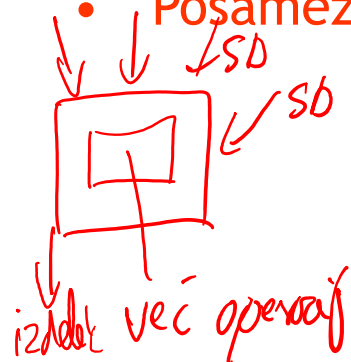
- velika kapaciteta, ✓
- takti so kratki, ✓ *lahko tudi do 2 s*
- zanesljivost procesa, ✓
- nizki stroški montaže *na* ✓  
**izdelek**
- niso prilagodljivi, namenjeni za montažo določenega izdelka v celi njegovi življenjski dobi ✓
- sistemi z več montažnimi mesti so med seboj povezani s togim sinhronim prenosom, ✓
- za skrajšanje montažnih časov se optimirajo predvsem strežni gibi ✓
- časi na posameznih mestih morajo biti čim bolj usklajeni ✓
- občutljivost na motnje, pri zaustavitvi ene enote se ustavi celotni sistem. ✓



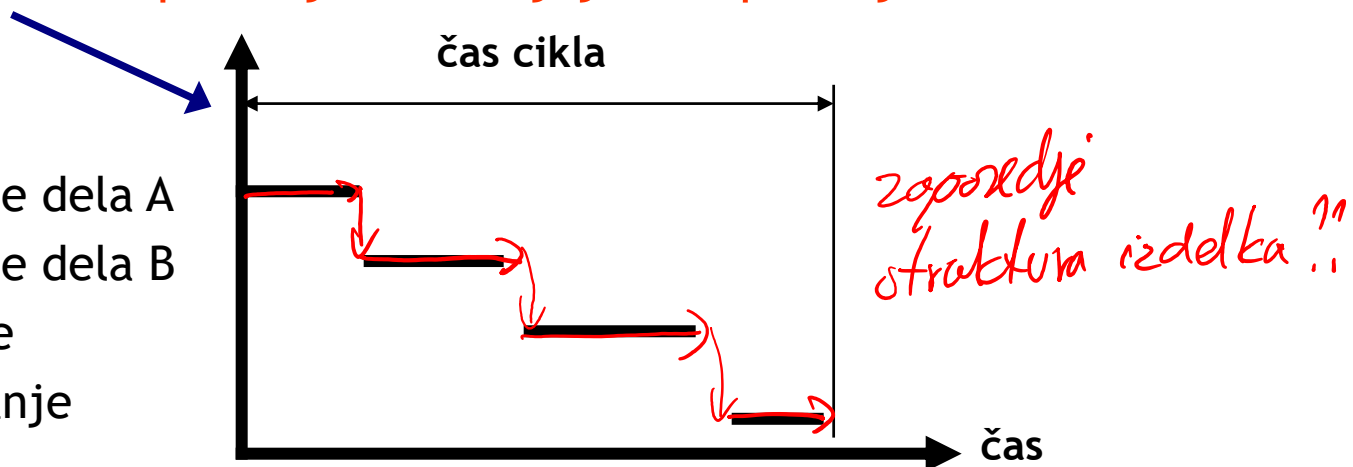
# Togi avt. montažni sistemi - Enopostajni avtomati

Značilnosti:

- Montažne operacije potekajo na enem mestu, velika kapaciteta.
- Za sestavljanje dimenzijsko manjših izdelkov z dvema, tremi ali največ štirimi sestavnimi deli.
- Montažne enote za kovičenje, privijanje, lotanje, varjenje.
- Naprave za posamično avtomatizirano kontrolo.
- Odvzemanje običajno ni natančno definirano (izpihovanje).
- Namenjeni za predmontažo podsklopov - sestavljanje izven linije večjih montažnih sistemov .
- Kapaciteta avtomata je omejena s številom sestavnih delov.
- **Posamezne montažne operacije se izvajajo v zaporedju.**



Dodajanje dela A  
Dodajanje dela B  
Privijanje  
Izmetavanje



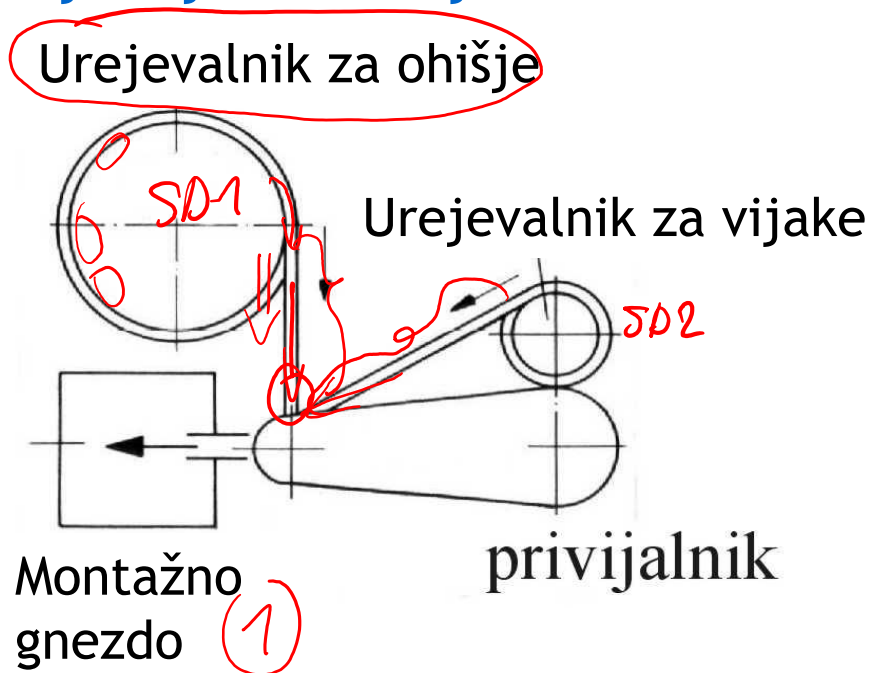
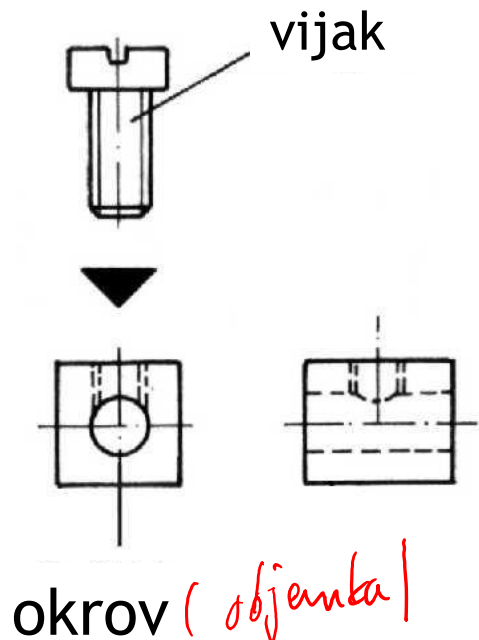
$$t_{\text{montaže}} = t_{\text{dodajanje sestavnih delov}} + t_{\text{montažnih operacij}} + t_{\text{odvzemanje izdelka}}$$

# Togi avt. montažni sistemi - Enopostajni avtomati *celica*

Zgradba enopostajnih avtomatov največkrat enostavna:

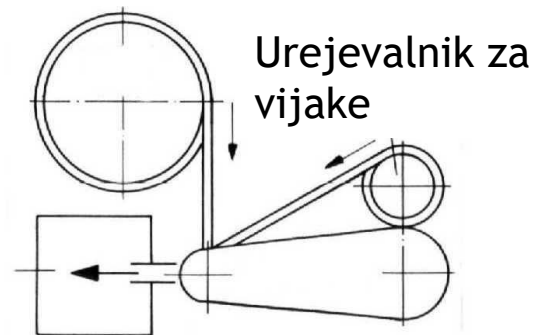
- avtomatizirana enota za izvajanje montažne operacije - vijahniki, kovičniki, merilniki,
- urejevalnik z dodajalnikom,
- montažno gnezdo,
- izpihovalnik - enota za odzemanje.

PRIMER - montažni avtomat za sestavljanje objemke in vijaka



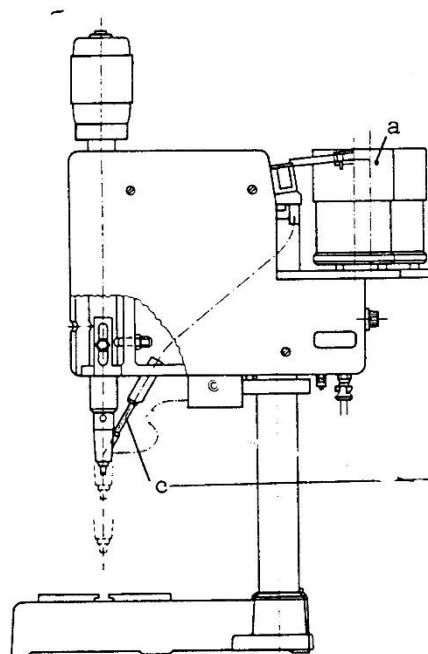
# Togi avt. montažni sistemi - Enopostajni avtomati

Urejevalnik za ohišje

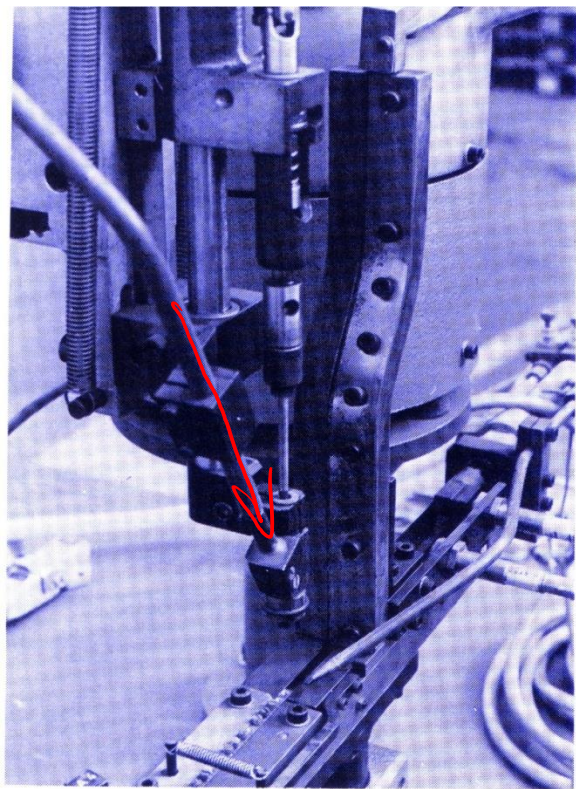
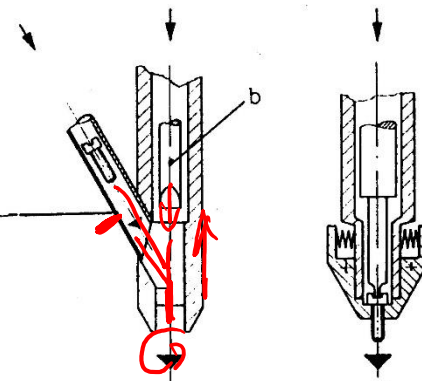


privijalnik

Montažno gnezdo

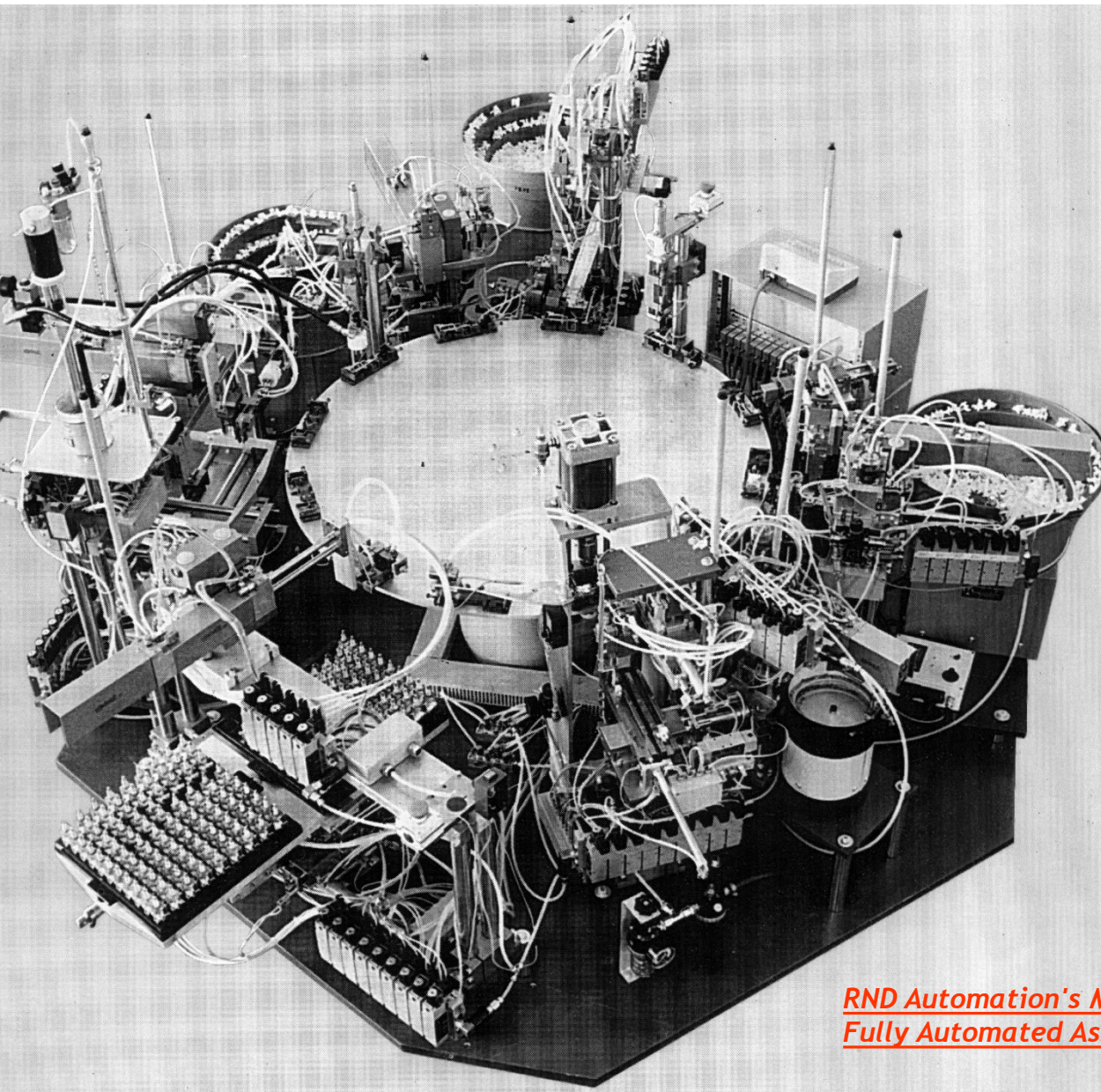


*princip delovanja!  
koraki*



# Krožni avtomati

Video: Assembly Automation



*Povzeto*

- namenjeni za montažo velike količine izdelkov v strojni in elektromehanski industriji
- za izdelke manjših dimenzij z večjim številom sestavnih delov.
- Montažne enote so razporejene v zaporedju okrog delilne mize, ki nosi sestave od ene do druge montažne postaje.
- Dodajanje in odvzemanje je na isti strani, lahko tudi na istem montažnem mestu.

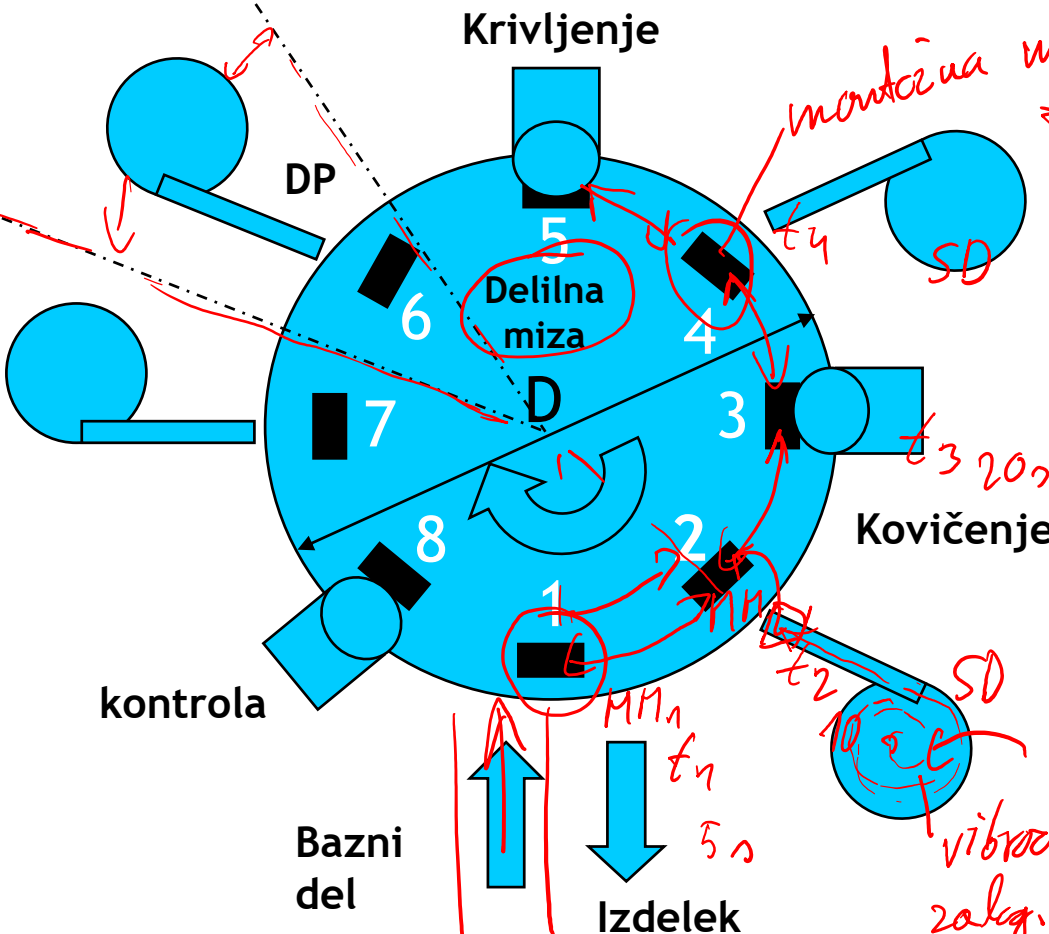
RND Automation's Multi-Axis Rotary Assembly Machine  
Fully Automated Assembly Line

# Krožni avtomati

Zgradba:

- Delilna miza z montažnimi gnezdi.
- Montažne enote
- Urejevalniki in dodajalniki.

*POMEMBNO !!*  
 - zgradba  
 - delovanje



*montažna mesta  
 \* postavitve SD, BD  
 \* gnezdo*

*Balansiraj  $t_1, t_2, \dots$*

-  ME za urejanje in dodajanje SD
-  ME za kovičenje, varjenje, lotanje, kontrolo
-  Montažno gnezdo
- DP - delovni prostor ME
- 1 do 8 Montažna mesta

# Togi avtomatizirani montažni sistemi - Krožni avtomati

Različne montažne enote:

1 - manipulator

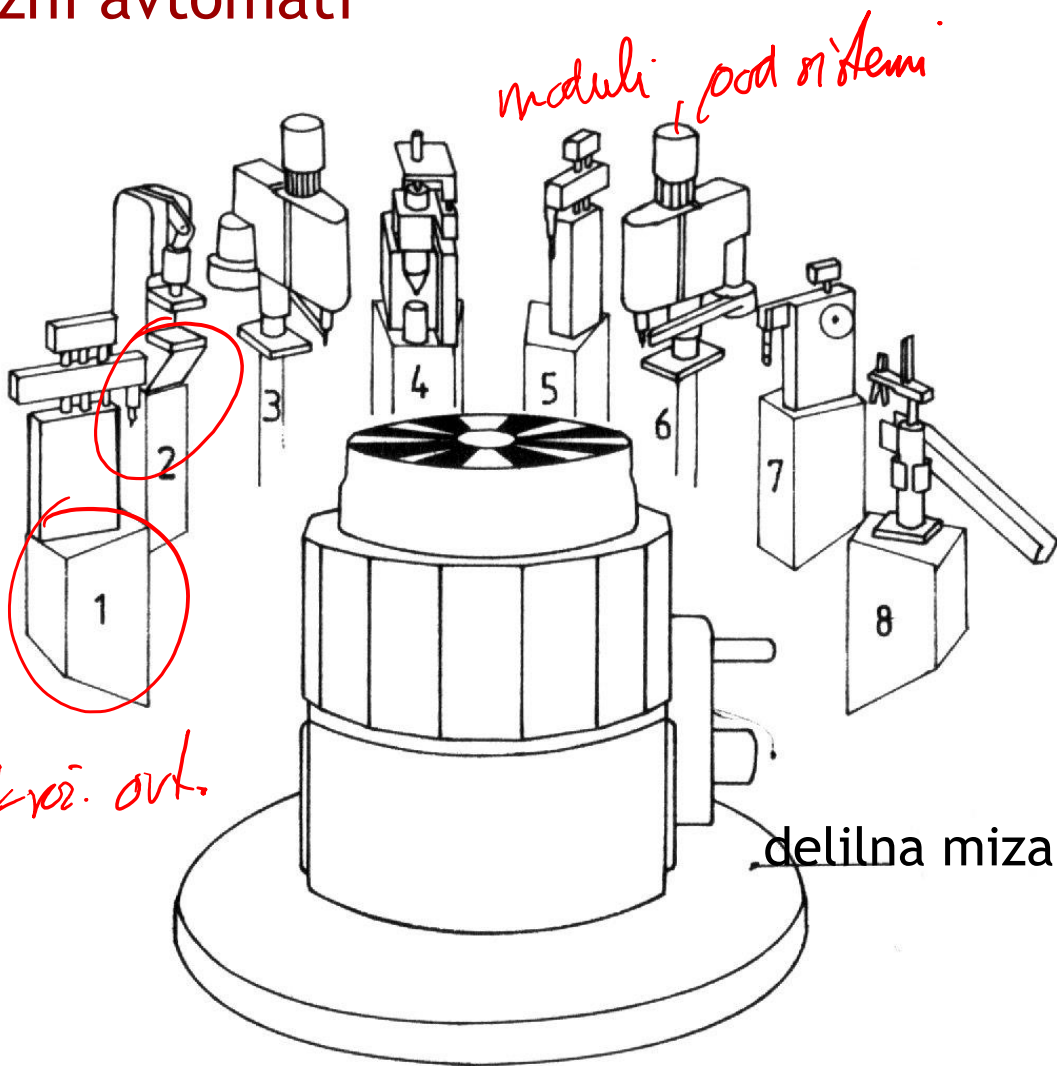
2, 4 - stiskalnica

3, 6 - vijačnik

5 - enota za nanašanje  
lepila

7 - kontrolna enota

8 - enota za odzemanje



# Krožni avtomati

Značilnosti:

*Pomembno*

- Montažna mesta so razporejena ob delilni mizi v zaporedju montažnih mest.
- Skoraj nemogoče je vključiti paralelna montažna mesta.
- Število montažnih mest in s tem montažnih enot in sestavnih delov je med 2 in 24, običajno le največ 12.
- Premer mize do 1500 mm, pri tem je pri delitvi 24 le 300 mm koristne razdalje za posamezno montažno enoto.
- Pri zasnovi upoštevati vrsto montažne enote, kontrolne, privijalne enote zahtevajo manj prostora kot dodajalne z urejevalniki.
- Na število mest vpliva tudi postavitve enot.
- V primerjavi z linijskimi avtomati so stroški izdelave nižji.
- Primerni za izdelke manjših dimenzij z več sestavnimi deli.
- Pogon delilne mize je obremenjen z montažnimi silami in maso.
- Neposredna vključitev in ergonomsko oblikovanje ročnih mest je težko.



# Krožni avtomati - Delilne mize

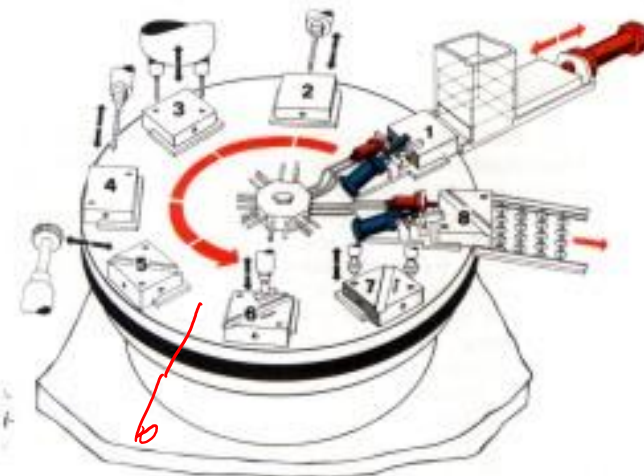
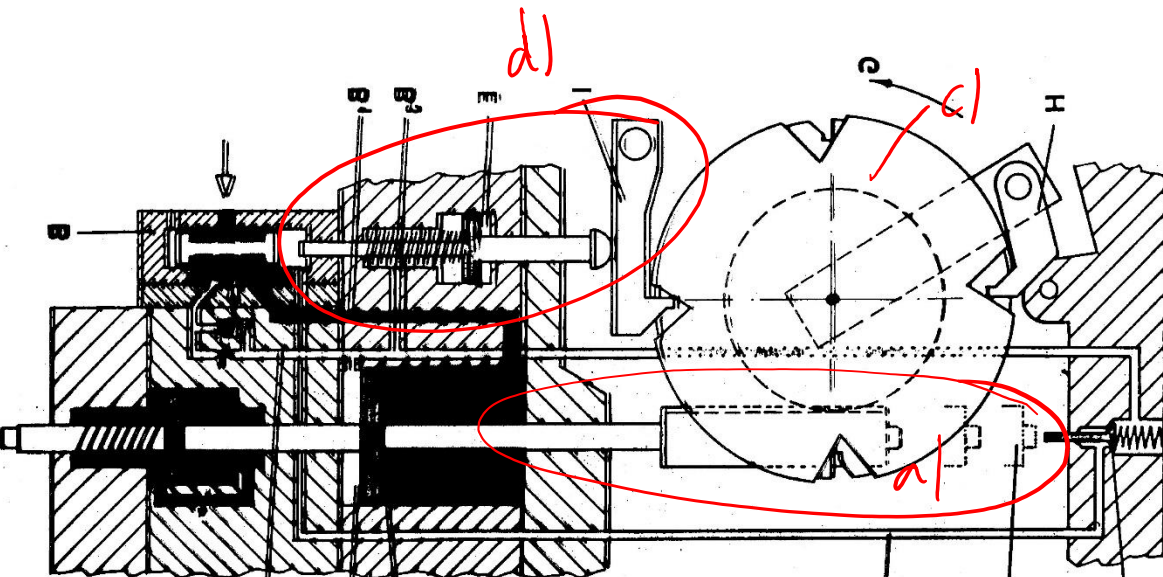
Delilne mize so standardne enote z električnim, pnevmatičnim ali hidravličnim pogonom.

gotda energije pogoni!  
za secije obravnavite

# Krožni avtomati - Delilne mize

Pnevmatične delilne mize - največkrat ima delilna miza <sup>b1</sup> vrzelno ploščo, <sup>c1</sup> varovalno zaskočko in <sup>a1</sup> podajalno zaskočko.

Enostavna integracija v elektropnevmatična krmilja, premik mize za 15° je okrog 1 sek, sunkovito gibanje, pri večjih masah lahko tudi hidravlične mize, drugače s hidravlično zavoro.



- pozicijski valj
- čiščenje hladilcev
- koraki

- sorovaje pri obremenitvah

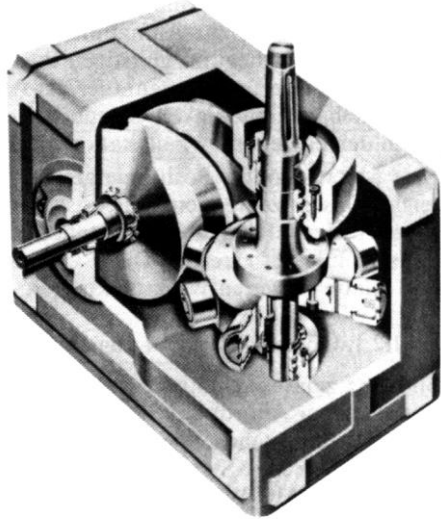


# Krožni avtomati - delilne mize

Delilne mize z malteškim križem in delilne mize s krivuljo imajo električni pogon, zvezno gibanje motorja spreminja poseben mehanizem (malteški križ oz. krivulja) v prekinjano gibanje.

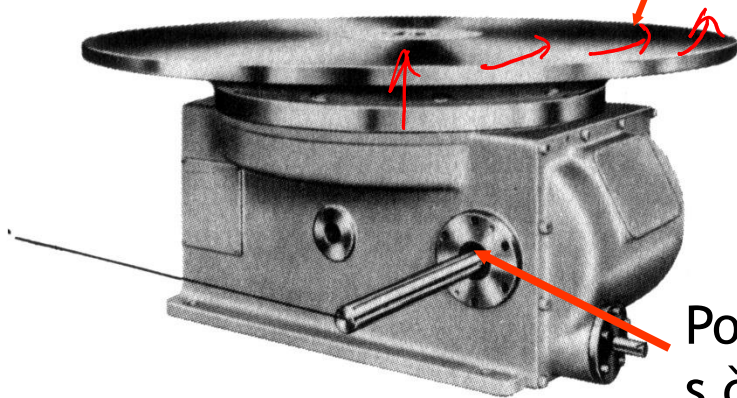
Gibanje je v primerjavi z delilnimi mizami z aretirnimi elementi mehkejše, niso občutljive na večje mase, problem so zaustavitve pri prekinitvah oziroma, če se delovni cikel podaljša, potrebno je posebno krmilje ali varovanje z mejnimi stikali.

# Delilna miza s krivuljo z delitvijo 8

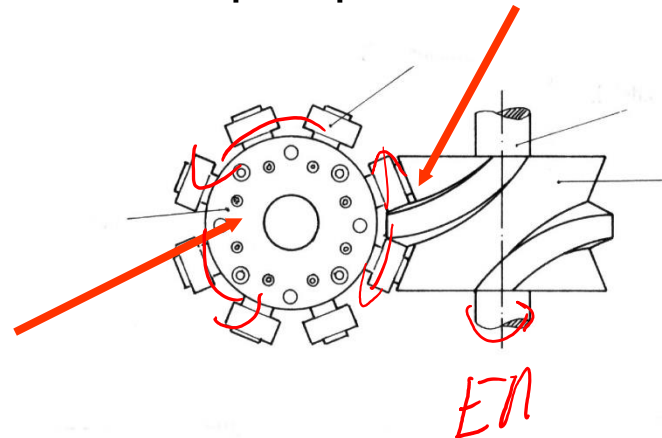


Plošča za gnezda

Krivulja nameščena pod ploščo



Pogonska gred s čepi



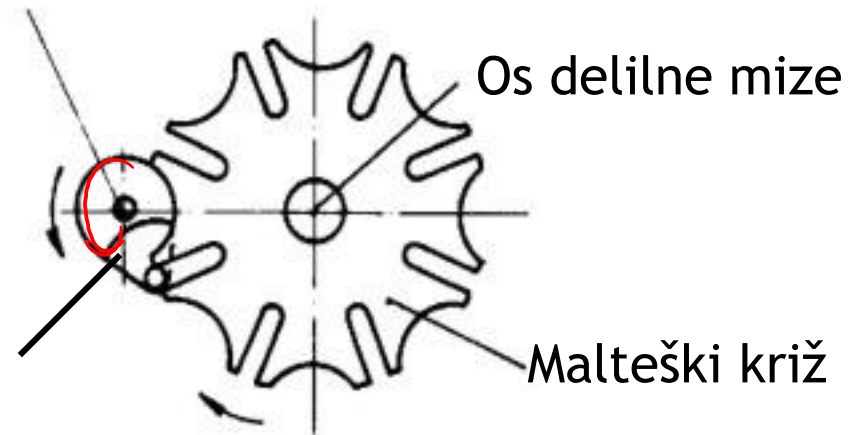
# Delilna miza z malteškim križem



Mehanizem z malteškim križem:  
<https://www.youtube.com/watch?v=yhOGR0FwSwo>

Pogonska gred

Pogonska plošča s čepom



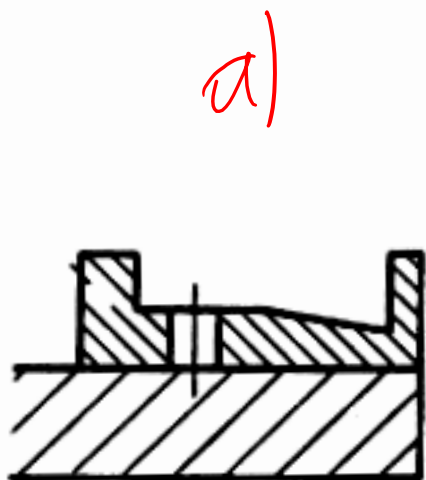
## Krožni avtomati - montažna gnezda

Montažna gnezda (MG) so pozicionirni in vpenjalni pripomočki, v katera položimo bazni del (BD):

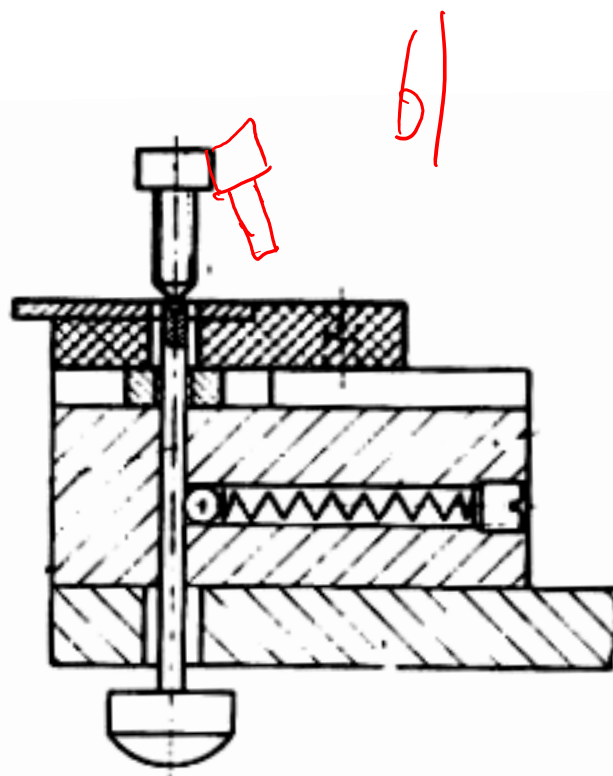
- Montažna gnezda, ki služijo samo za prenašanje,
- Pripomočki, ki opravljajo še dodatne montažne naloge, kot so centriranje in vpenjanje.

Montažna gnezda so tako lahko enostavne pozicionirne naprave ali kompleksne naprave s krmiljenimi pozicionirnimi in vpenjalnimi elementi.

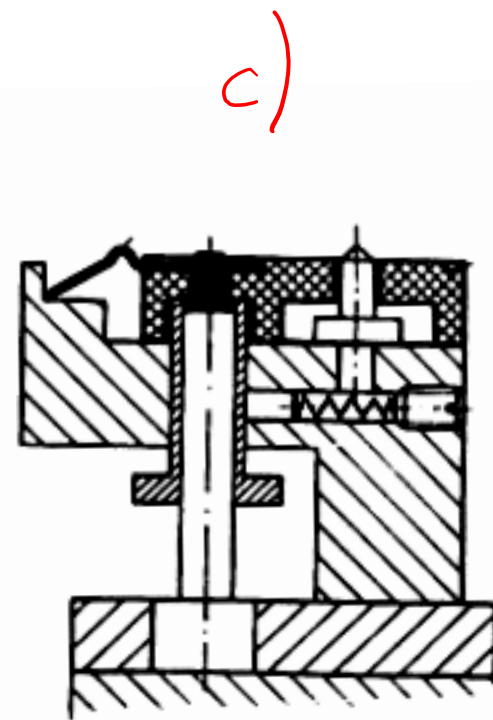
# Krožni avtomati - montažna gnezda



Enostavno montažno gnezdo



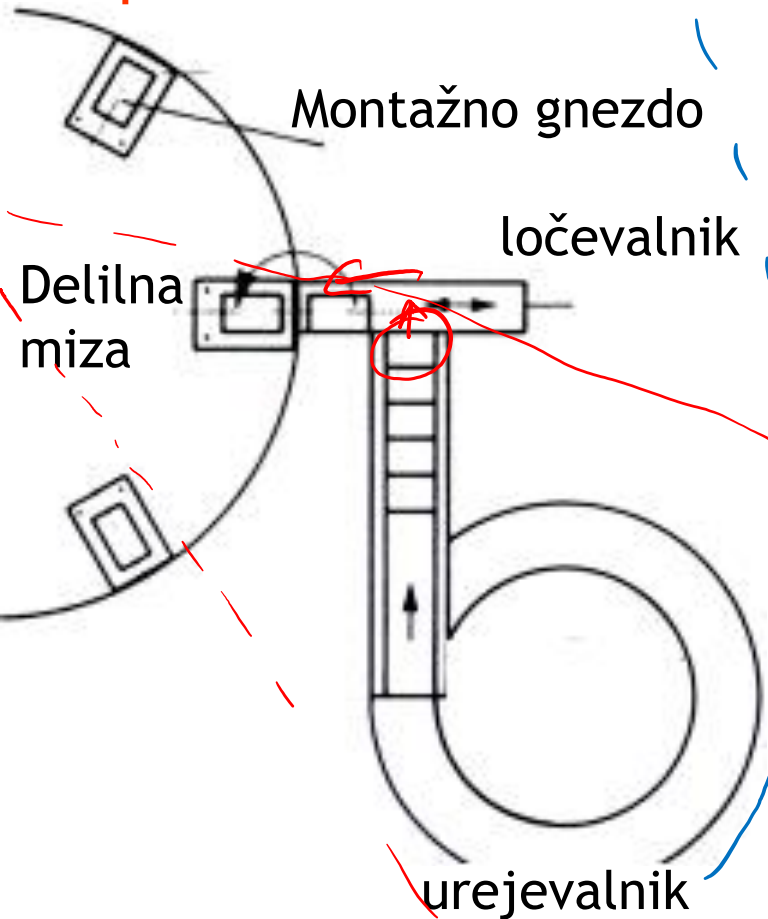
Sestavljeno montažno gnezdo s krmiljenim vodilom za vstavljanje vijaka



Sestavljeno montažno gnezdo s podporo pri kovičenju

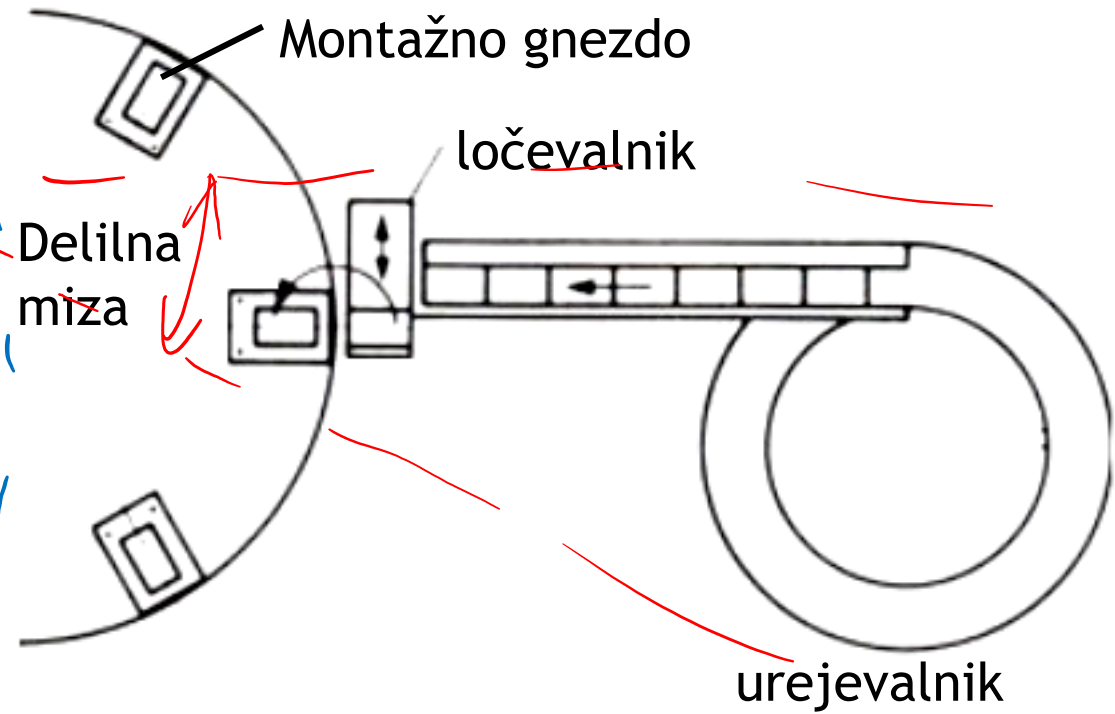
# Postavitve dodatnih in urejevalnih enot

Tangencialna  
postavitev



— prostor (Tloris)  
— kolokalne naprave  
inamur

Pravokotna  
postavitev





# Kapaciteta krožnega montažnega avtomata

Kapaciteto sistema določa takt montažnega avtomata.

Takt določa montažno mesto z najdaljšim delovnim ciklom  $t_{MMmaks}$  in čas potreben za premik mize  $t_{premik\_mize}$ :

$$t_{takt} = t_{MMmaks} + t_{premika\ mize}$$

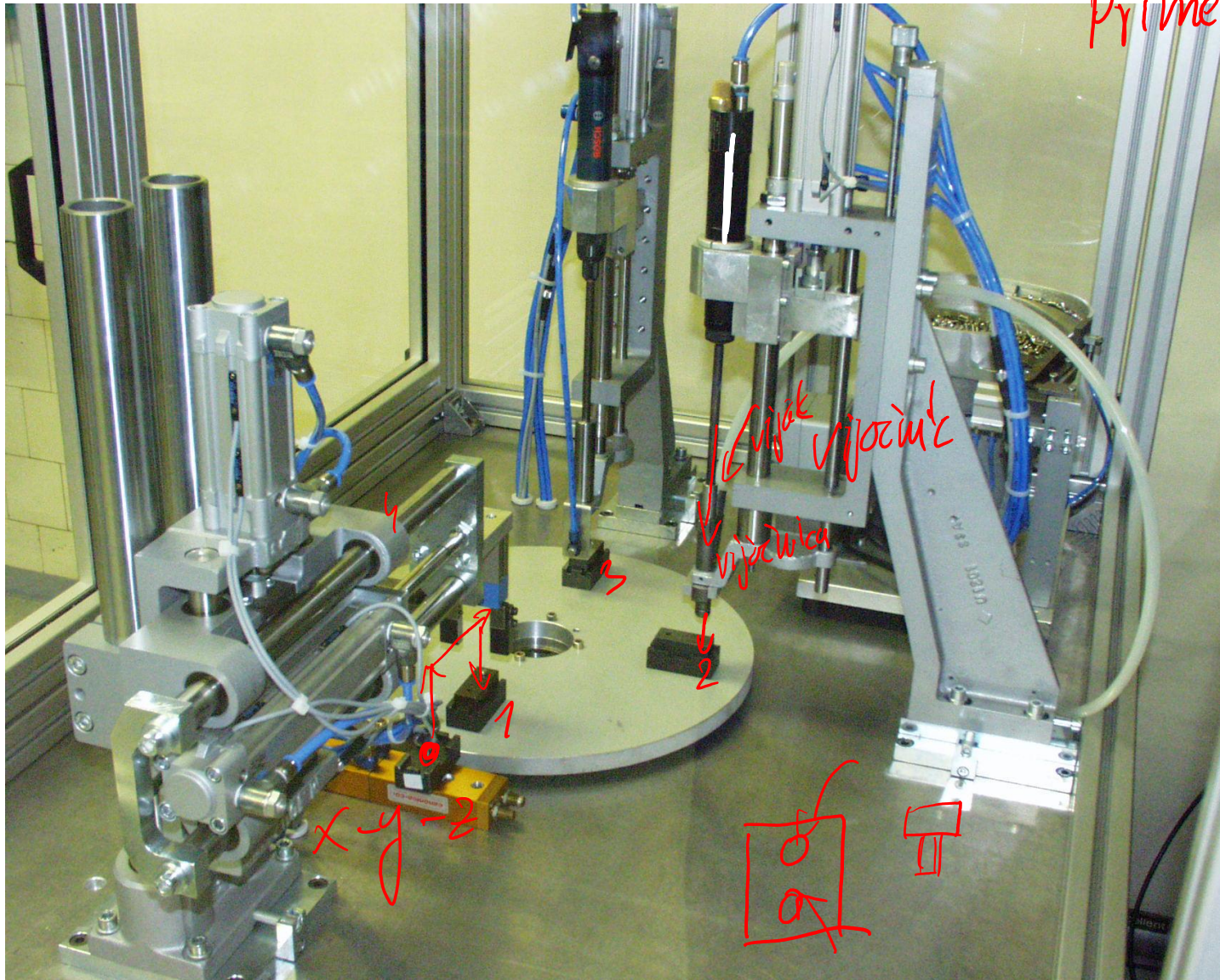
Takt ne sme biti prekratek!!!! - lahko zmanjša zanesljivost sistema. *kolavna izvedbe* *20<*

Pri večjem številu sestavnih delov lahko proces montaže razdelimo na več krožni avtomatov. Zanesljivost delovanja se s tem poveča.

# Togi avtomatizirani montažni sistemi -

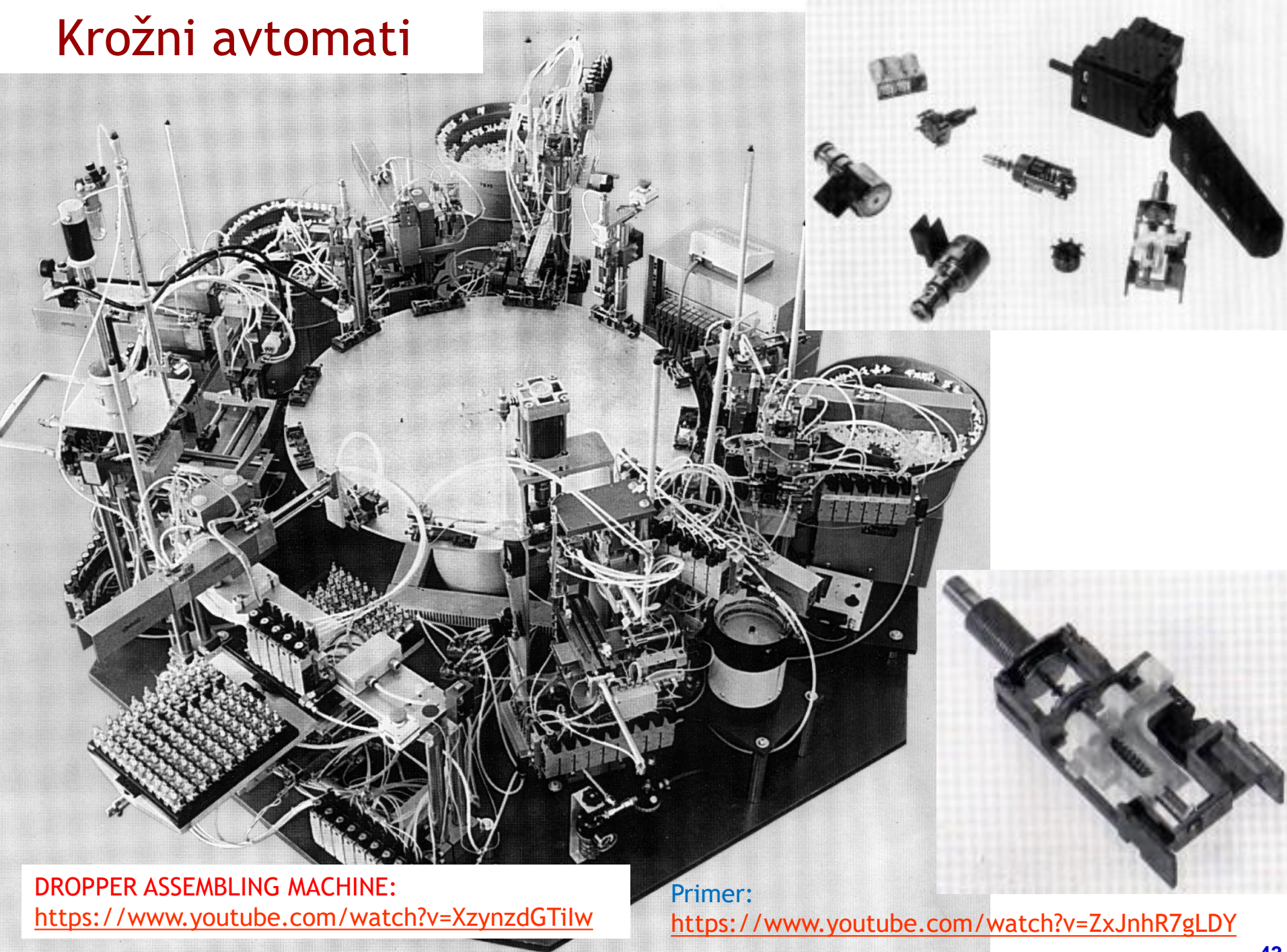
## Krožni avtomati

Primer



- Delilna miza kot enota za prenos objektov montaže med montažnimi mesti oziroma enotami
- Montažna gnezda za pozicioniranje baznega dela
- Montažne enote: privijalniki, kontrolne enote, enote za vstavljanje, itd.
- Enote za dodajanje in odzemanje
- Urejevalne enote

# Krožni avtomati

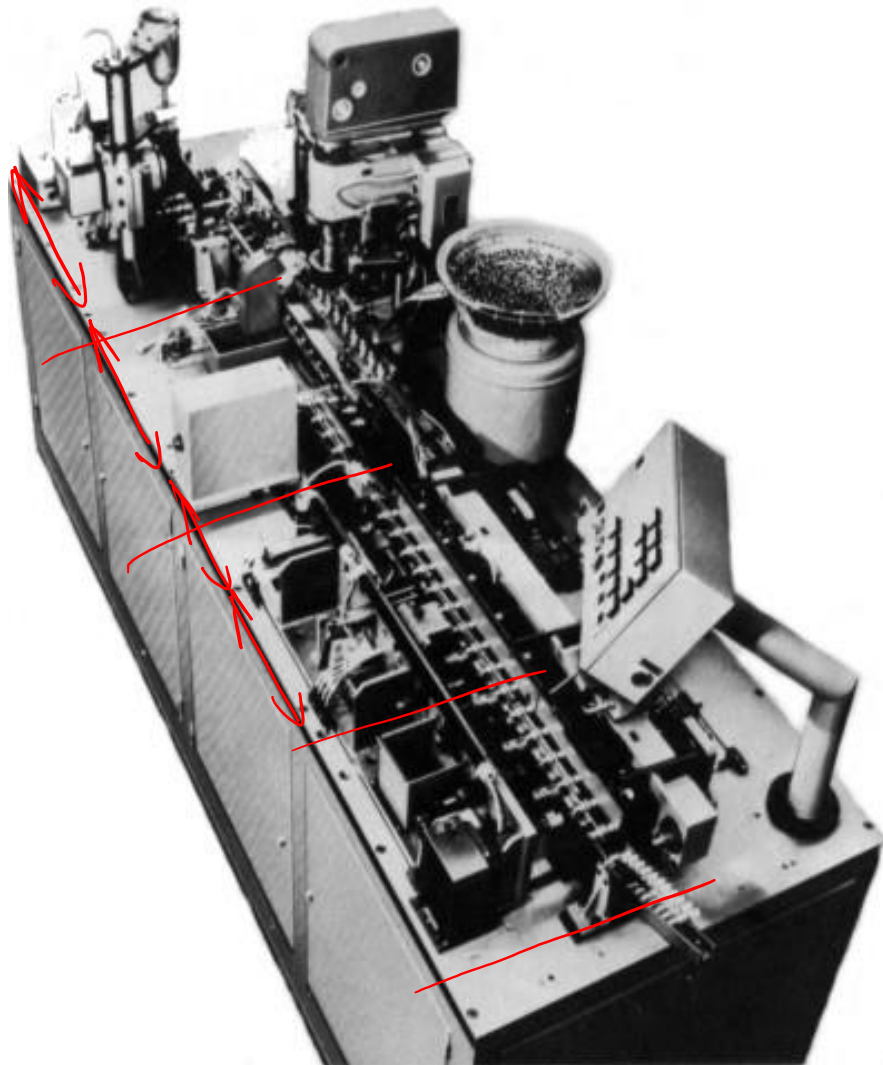


**DROPPER ASSEMBLING MACHINE:**  
<https://www.youtube.com/watch?v=XzynzdGTilw>

**Primer:**  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZxJnhR7gLDY>

# Togi avtomatizirani montažni sistemi -

## Linijski avtomat



### Značilnosti:

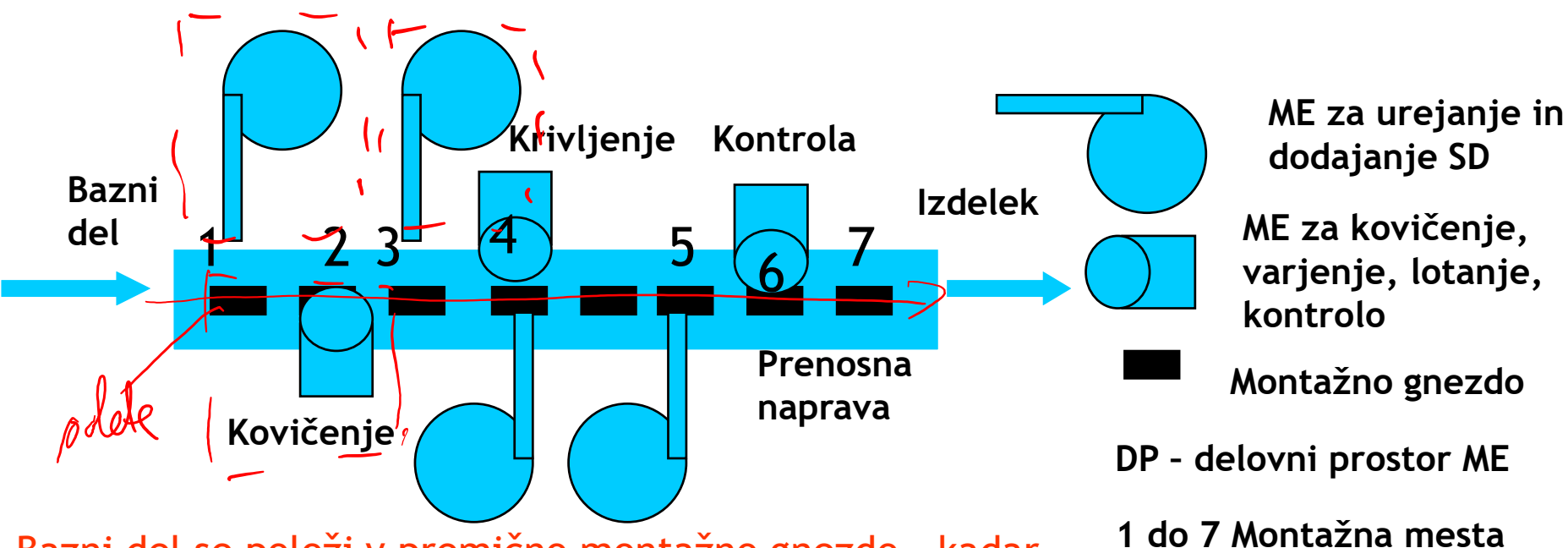
*Panembur*

- Namenjeni so za montažne sisteme z več montažnimi mesti (10 do 60).
- V primerjavi s krožnimi avtomati zavzemajo manj prostora, so pregledni in montažna gnezda lahko dostopna.
- Montažna mesta so nameščena na obeh straneh linije.
- Dimenzije izdelkov so lahko večje.
- Pri povezovanju z verigami je nujno dodatno pozicioniranje.
- Primerni še posebno za polnilne linije.

# Linijski avtomati

Zgradba: *parmembr*

- Osrednji del linijskega montažnega avtomata predstavlja **prenosni sistem oz. naprava** - s potiskanjem, z nošenjem, s prijemanjem, z ali brez prenosnih montažnih gnezd (palet).
- Montažne enote nameščene vzdolž transferja.



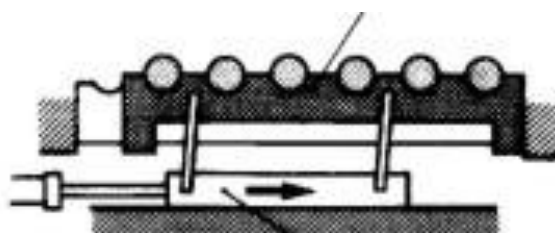
Bazni del se položi v premično montažno gnezdo - kadar bazni del ni dovolj tog

# Linijski avtomati - načini prenosa objektov sestavljanja pri montaži

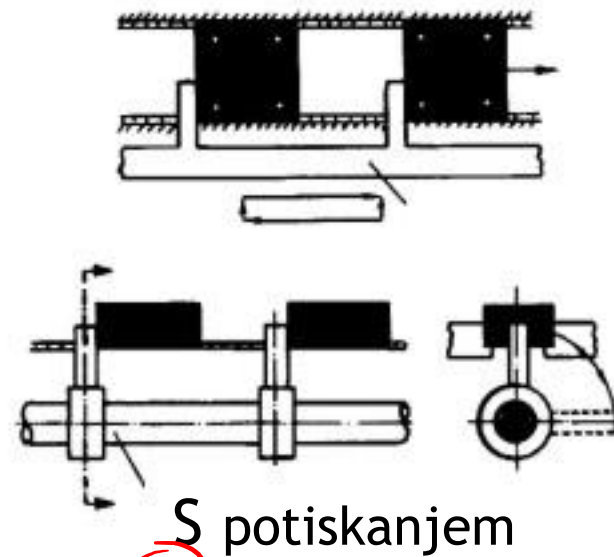
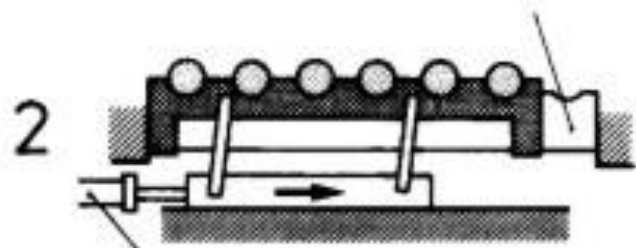
S prijemanjem ①



Z dviganjem ③



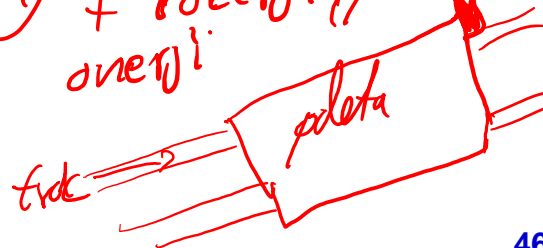
Kulisa



S potiskanjem

②

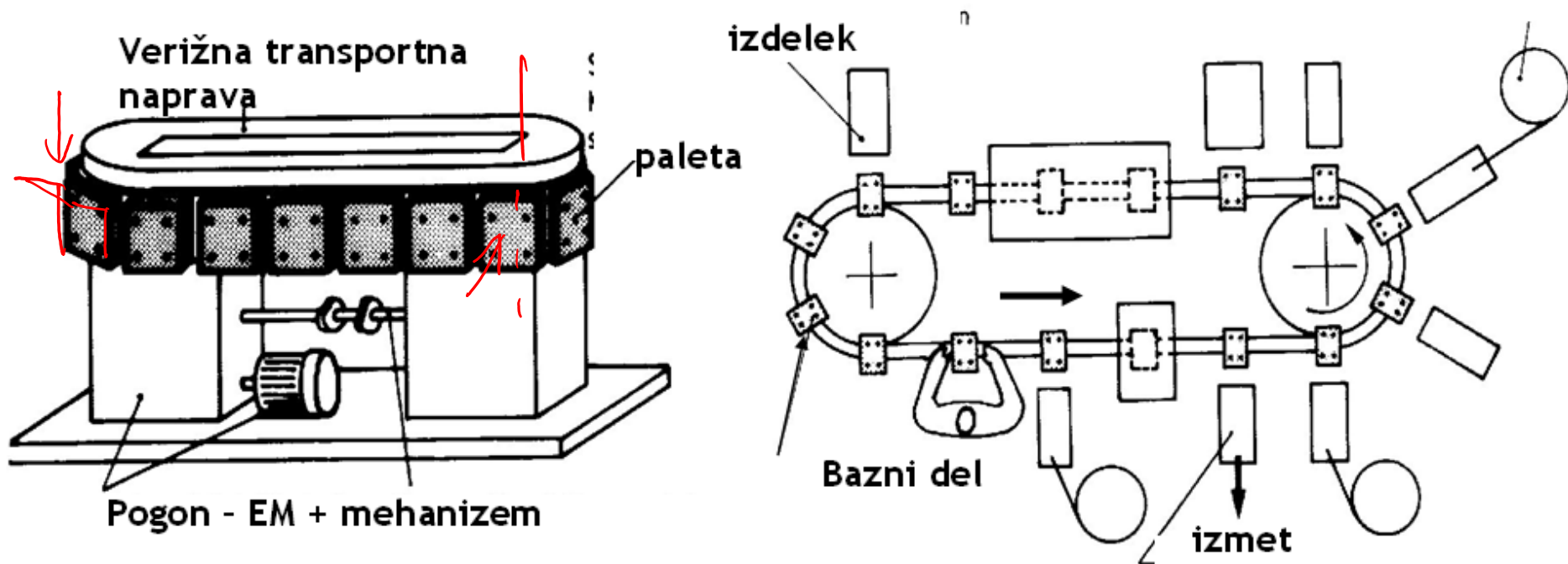
④ tekoči tok + pokerni, posicijonerji



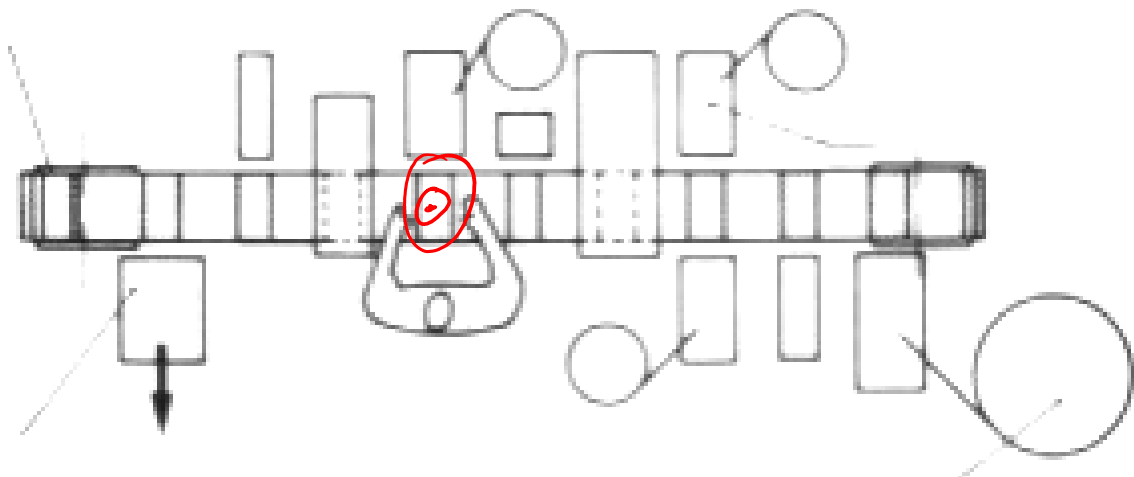
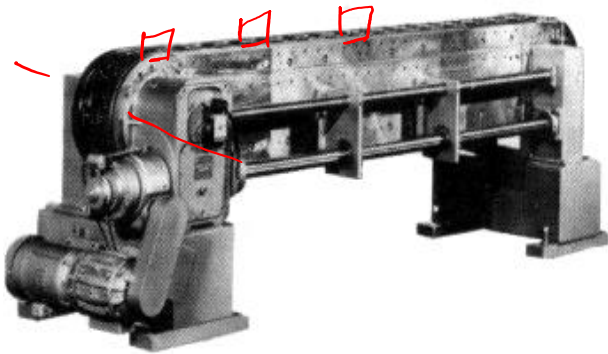
# Linijski avtomati - načini prenosa objektov sestavljanja pri montaži

Linijski transferji z verigami so standardizirane enote z električnim pogonom, ki zvezno gibanje z ustreznim mehanizmom (malteški križ, krivulja) spreminjajo v prekinjano. Lahko so s horizontalno ali vertikalno osjo. Paleta, ki nosijo montažna gnezda, so pritrjene na členih galove verige.

<https://www.youtube.com/watch?v=iWVPgJvo9eE>



# Togi avtomatizirani montažni sistemi - Linijski avtomati - prenosni sistem





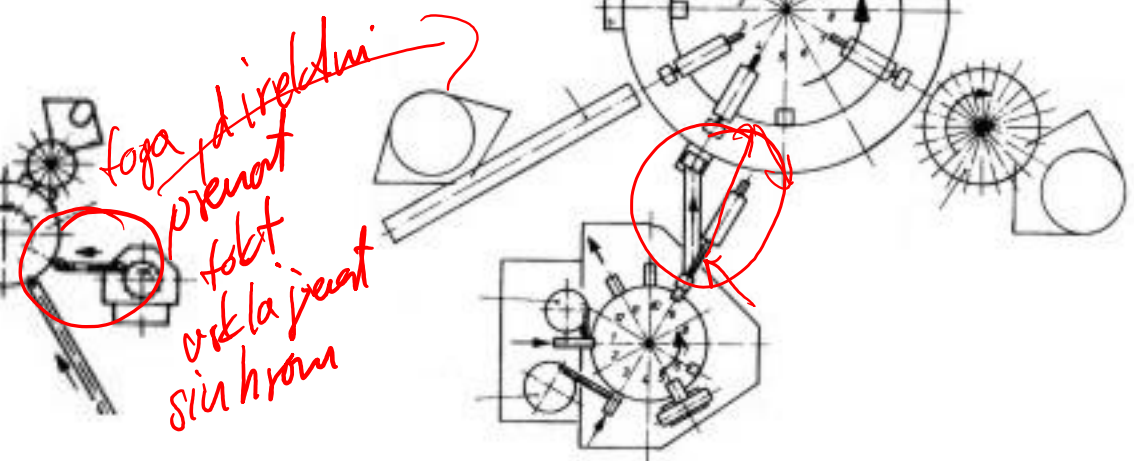
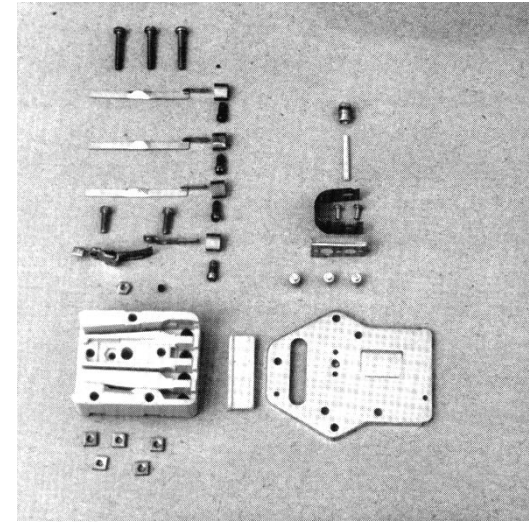
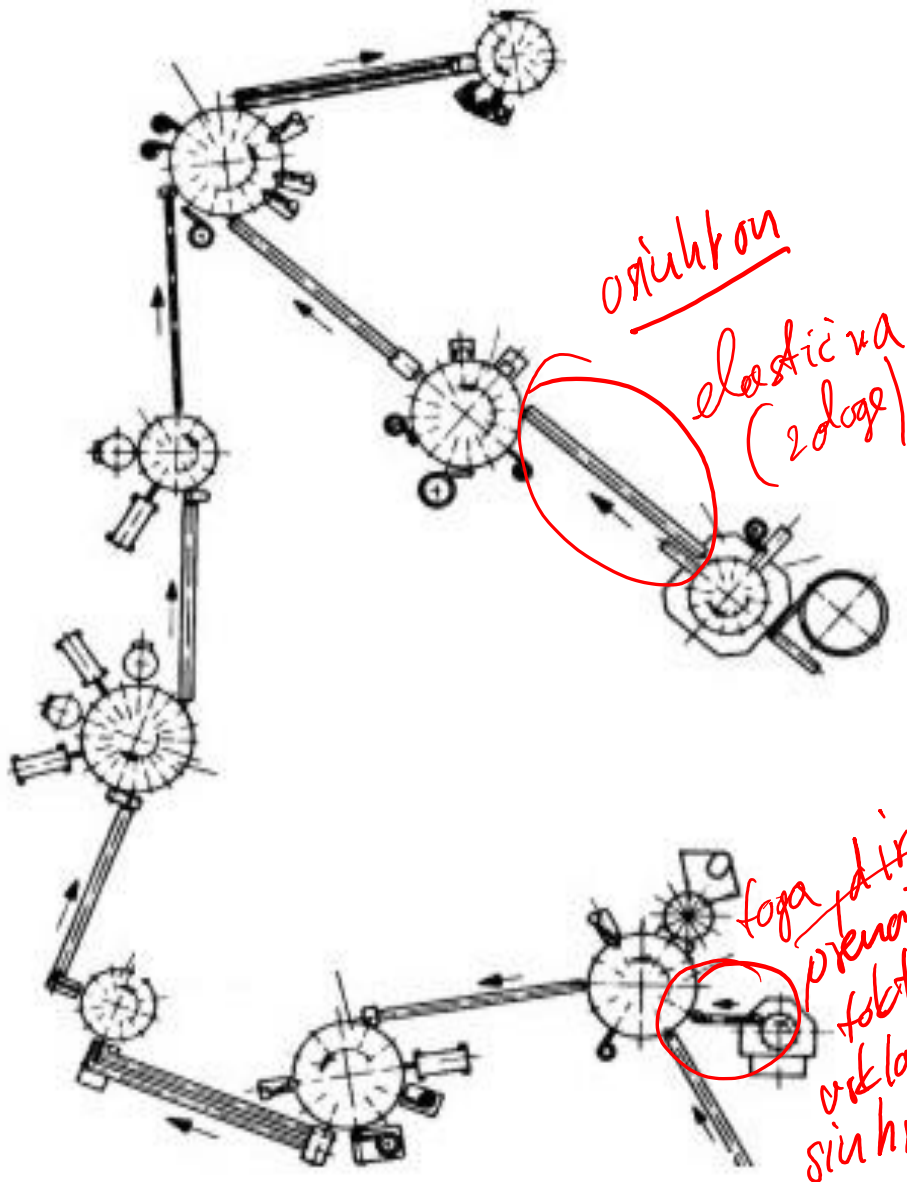
# Kapaciteta linijskega montažnega avtomata

Pri določanju kapacitete sistema je treba določiti takt linijskega montažnega avtomata. Takt določa montažno mesto z najdaljšim delovnim ciklom  $t_{MMmaks}$  in čas potreben za premik gnezda  $t_{premik\ gnezda}$ . Takt je tako:

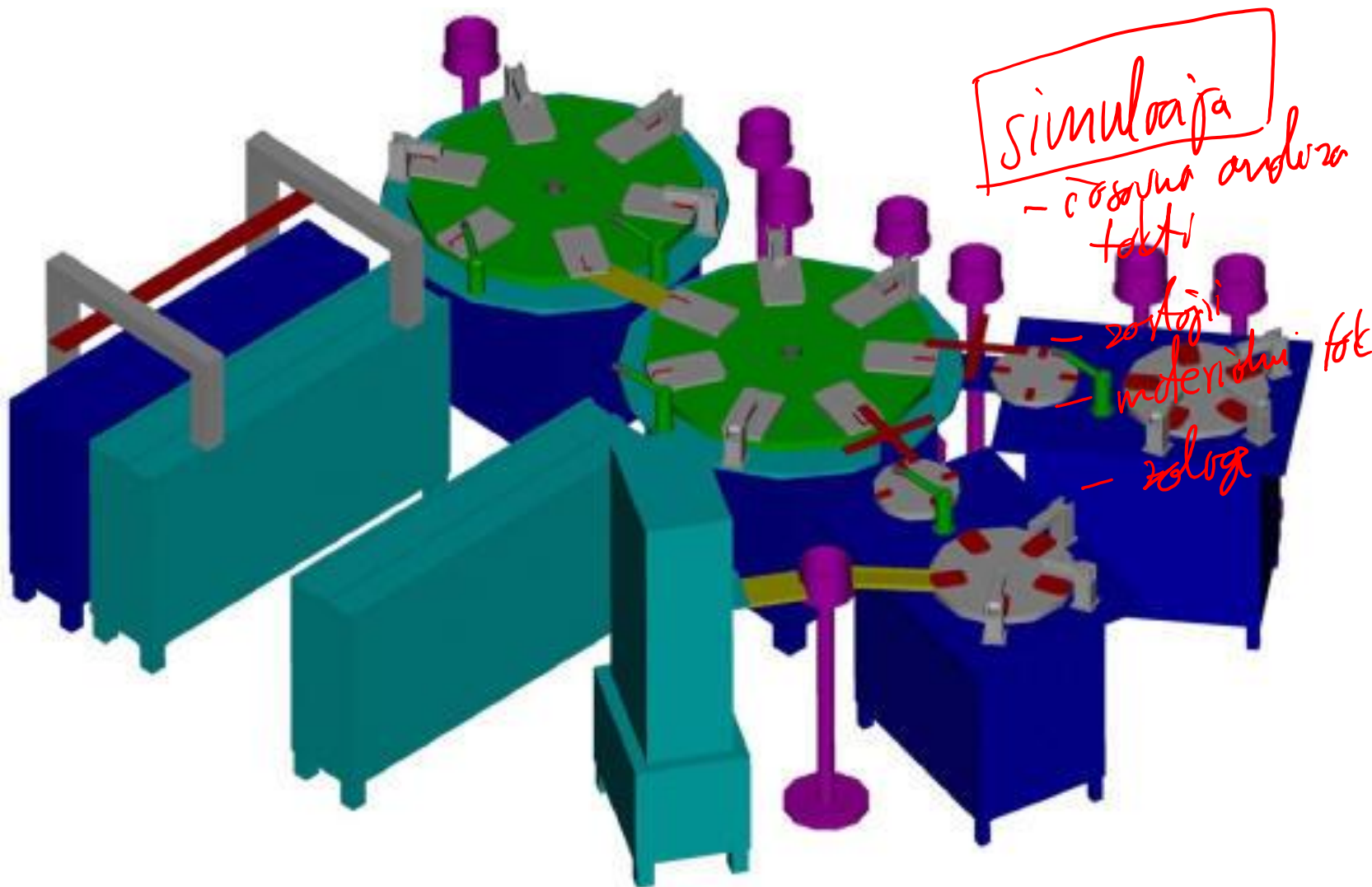
$$t_{takt} = t_{MMmaks} + t_{premika\ gnezda}$$

# Togi avtomatizirani montažni sistemi -

Krožni avtomati - primer povezovanja

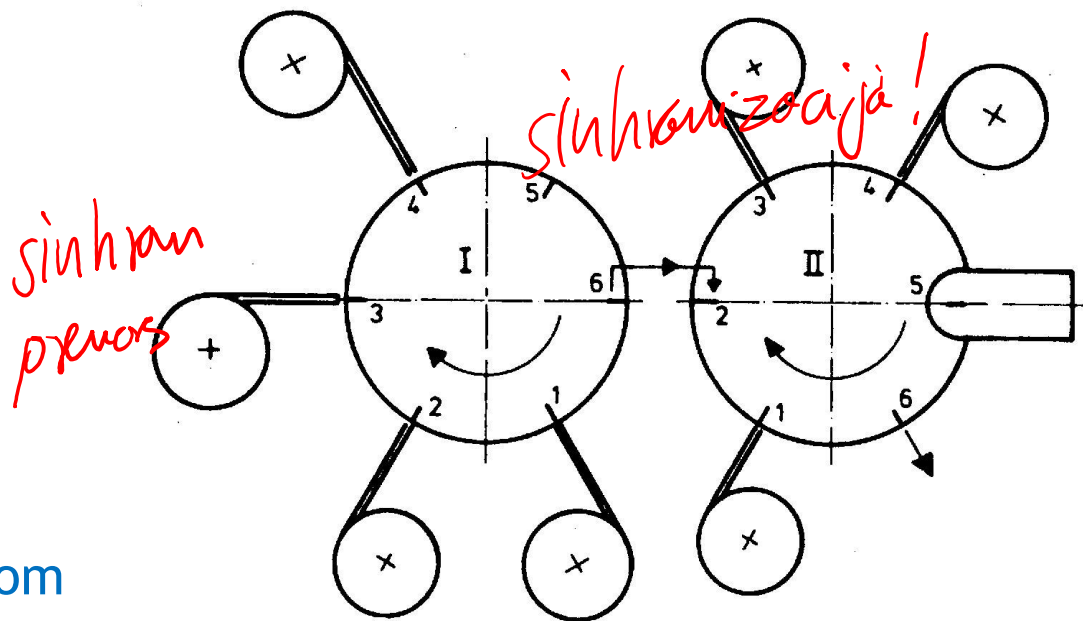


# Zgradba in razporeditev krožnih avtomatov v sistem (preverjanje delovanje s simulacijo)

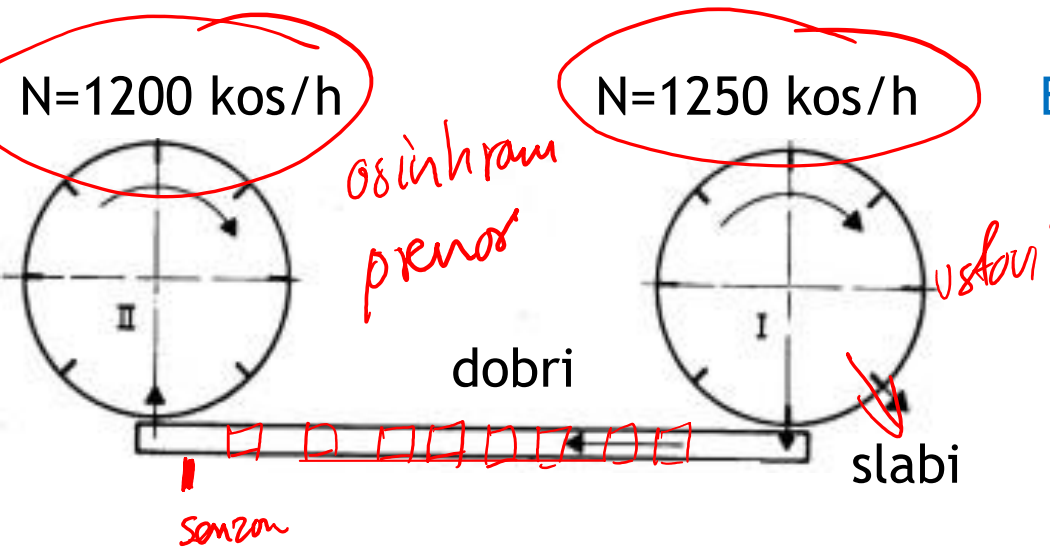


# Togi avtomati - povezovanje

Toga povezava z manipulatorjem



## Elastična povezava s trakom



## Elastična povezava s paletami



# Togi avtomati - vključitev ročnih mest

Tudi v visoko avtomatizirani proizvodnji je veliko opravil, ki jih je treba opravljati ročno. Pri krožnih in linijskih avtomatih je delavec neposredno vezan na takt stroja, kar ga obremenjuje tako fizično kot psihično.

Delovno mesto naj bo oblikovano tako, da mu je delo olajšano, takt pa mu mora biti prilagojen. Da je monotonija odpravljena, opravljajo delavci dostikrat zelo kompleksne montažne naloge. Pri planiranju montažnih strojev z integriranim ročnim delom se izogibamo nalogam direktnega vlaganja.

# Togi avtomati - vključitev ročnih mest

Kombinirana montaža delavec-stroj je primerna za povezane montažne sisteme. Pri planiranju tovrstnih sistemov razlikujemo dva koncepta:

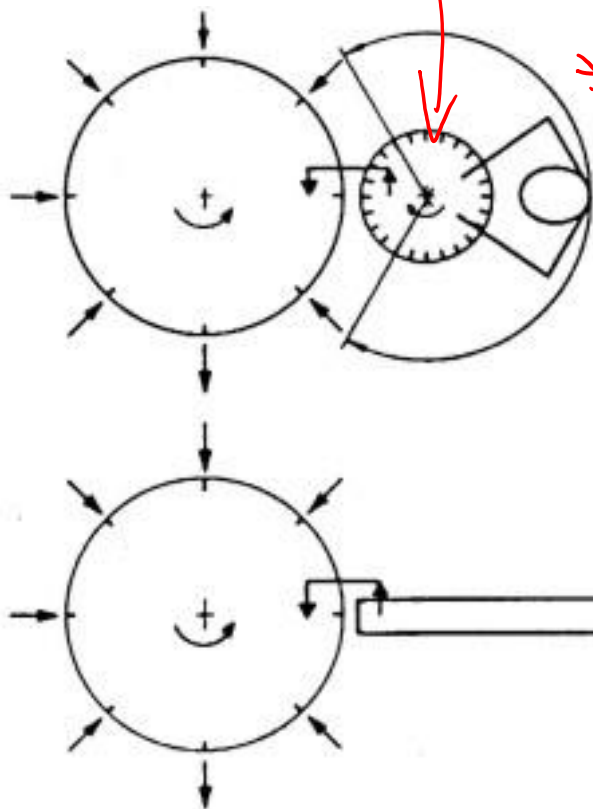
- ① -montažne sisteme, kjer so pretežno ročna delovna mesta z relativno majhnim številom avtomatiziranih delovnih mest. Težišče planiranja je na oblikovanju ročne montaže, ki prevzema večje obremenitve. Takt avtomatiziranih montažnih mest je podrejen taktu ročnih montažnih mest,
- ② - montažne sisteme s pretežno avtomatiziranim potekom dela, z velikim številom visoko avtomatiziranih delovnih mest in posameznimi ročnimi mesti. Težišče planiranja je na oblikovanju montažnih avtomatov.

# Togi avtomati - vključitev ročnih mest

- Montažna operacija še ni avtomatizirana.
- Avtomatizacija predraga.
- Ročna kontrola
- Urejanje ročno

POMEMBNO

Satelitska delilna miza



\* <sup>1</sup> Ročno delovno mesto v okviru montažnega avtomata lahko namestimo ob pomožno delilno mizo, kot satelitsko postajo, tako da delavcu ni potrebno postavljati delov neposredno na osrednji avtomat. Delavec ima dovolj prostora, ritem dela si lahko deloma prilagodi, na centralni delilni mizi pa lahko izkoristimo večje število montažnih gnezd.

Noževni

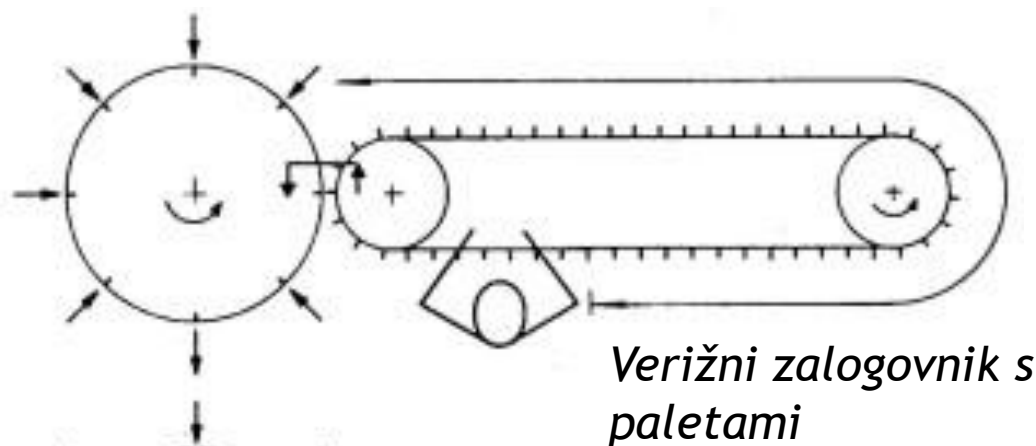
Prosta dolžina traku

\* <sup>2</sup> Sistemi z dodajalnim trakom so primerni predvsem za dodajanje daljših sestavnih delov, ki jih delavec ureja ročno.

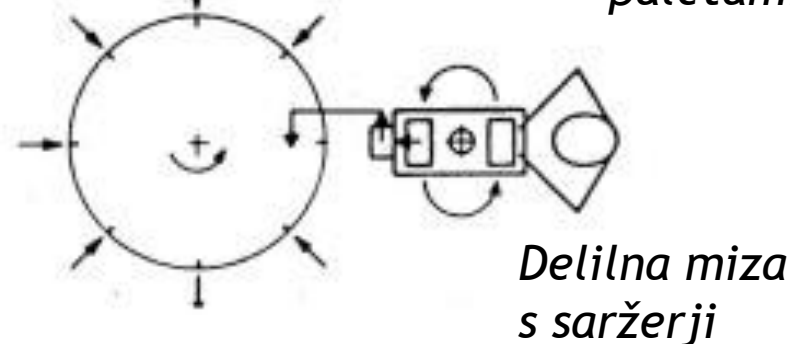
# Togi avtomati - vključitev ročnih mest

- Montažna operacija še ni avtomatizirana.
- Avtomatizacija predraga.
- Ročna kontrola
- Urejanje ročno

*Pamerno*



Verižni zalogovnik s paletami



Delilna miza s saržerji

*način*

③

Krožni transporter zagotavlja dovolj veliko zalogo sestavnih delov, ki so vloženi v palete.

↓

④

Delavec lahko ureja dele in jih vlega v zalogovnik - saržer. Sestavne dele prelaga od satelitskega ročnega montažnega mesta strežna enota.



# Togi avtomati - vključitev ročnih mest

Posamezne izvedbe ročnih delovnih mest je mogoče vključiti med montažne avtomate, za montažne operacije, ki jih ni mogoče avtomatizirati. S sodobnimi sistemi, s transportom z avtomatično krmiljenimi vozički je integracija ročnega in avtomatiziranega dela dobila nove oblike organiziranja montaže.