



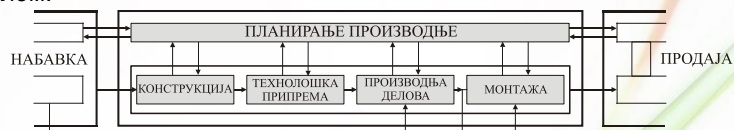
Тема:

## ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ МОНТАЖЕ

Др Дејан Лукић

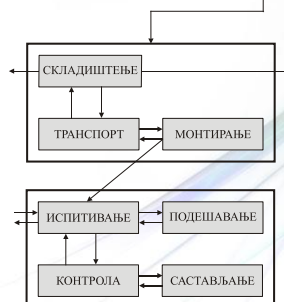
### Технолошки процеси монтаже

Процес монтаже је део процеса производње у коме се од саставних делова израђују сложени производи. Место процеса монтаже у оквиру производног система је приказано на слици, где се види да је процес монтаже повезан вишеструким везама са производњом делова, набавком, складиштем и продајом, контролом.



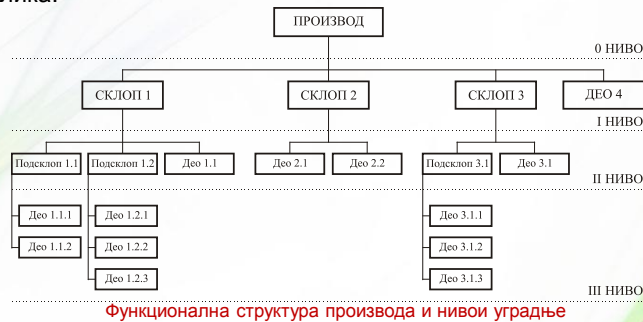
Пројектовање технолошких процеса монтаже се као и пројектовање технолошких процеса израде одвија у оквиру **технолошке припреме производње**

Предмет рада у оквиру процеса монтаже назива се **предмет монтаже или монтажна јединица**



Монтажа као интегрални део производног система

Процес монтаже је редоследно спајање **делова** у **подсклопове**, **склопове** и **производе**, слика.



Функционална структура производа и нивои уградње

При монтажи се као основи циљ поставља обезбеђивање прописаног узајамног положаја површина, делова, подсклопова и склопова у границама задате тачности. Пет основних метода монтаже, који се примењују у зависности од типа производње су:

- *Потпуна заменљивост делова, подсклопова или склопова*
- *Групна заменљивост делова*
- *Делимична и непотпуна заменљивост*
- *Компензација или подешавање*
- *Индивидуално дотеривање.*

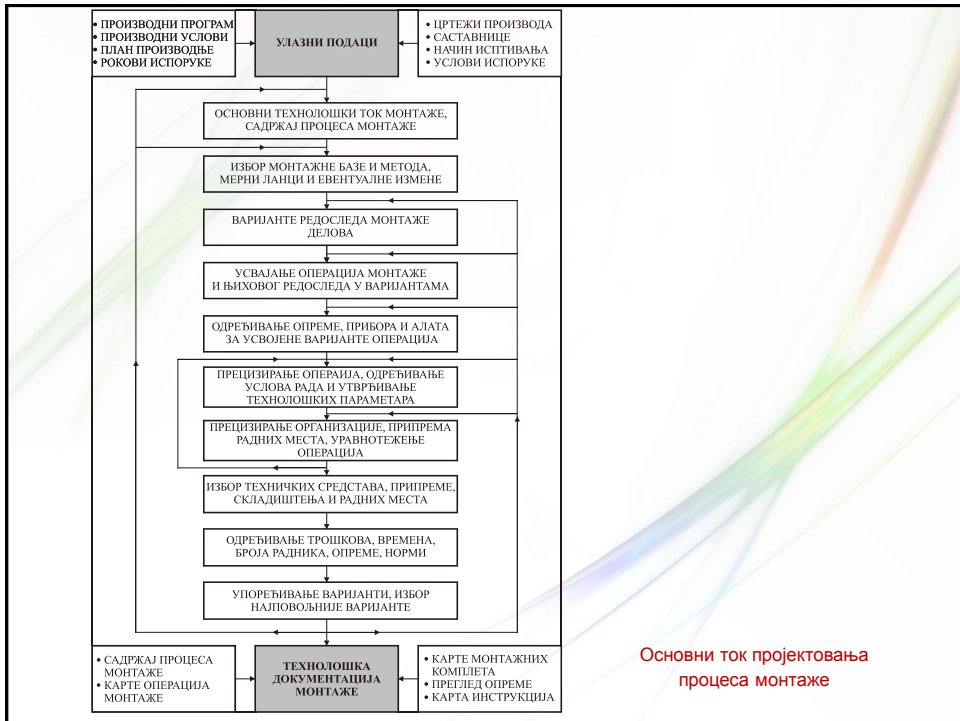
## Пројектовање технолошких процеса монтаже

Циљ пројектовања технолошког процеса монтаже је детаљни приказ процеса монтаже одређеног производа (операција, захвата...), прецизирање неопходне опреме за монтажу (машина, прибора, алата, уређаја...), површина, послужиоца, параметара монтаже, времена и трошкова монтаже.

За пројектовање се користе одговарајући литературни и искуствени подаци везани за технолоичност конструкције производа, опрему и уређаје за монтажу, нормативе за монтажу, као и примери монтаже сличних производа. На основу анализе технолоичности конструкције производа утврђује се предлог за евентуалне измене конструкције које значајно поспешују процес монтаже (ДФА методологије).

При великом обиму производње технолошки процес монтаже пројектује се врло детаљно, док је при малом обиму производње ово пројектовање у виду скраћене верзије.

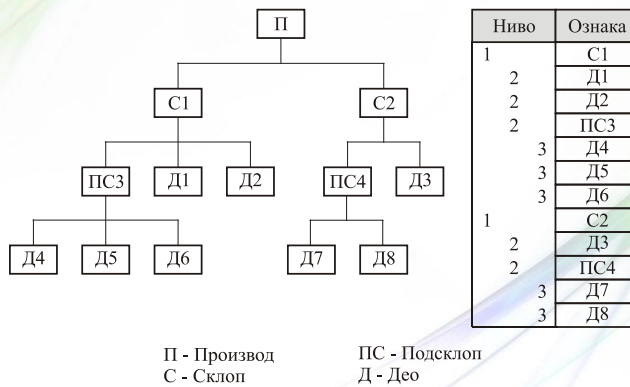
У оквиру техничких услова прецизирају се елементи тачности монтаже, квалитет спајања делова, њихова херметичност, чврстоћа споја, моменти и силе затезања код монтаже елемената са навојем, тачност уравнотежења код обртних елемената и други захтеви, који произилазе из специфичности конструкције производа.



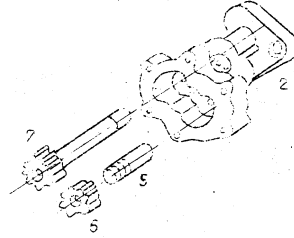
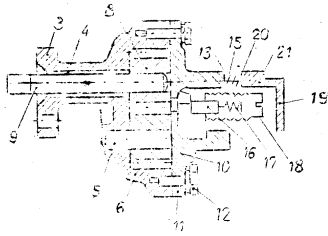
### Структурна шема и саставница производа

Постављању основног технолошког тока монтаже (технолошке шеме монтаже) претходи анализа функционалне структуре производа, која се може прегледно приказати у виду **структурне шеме** и **структурне саставнице**.

Њиховим приказом омогућује се уочавање редоследа уградње делова у подсклопове и склопове према нивоу уградње.

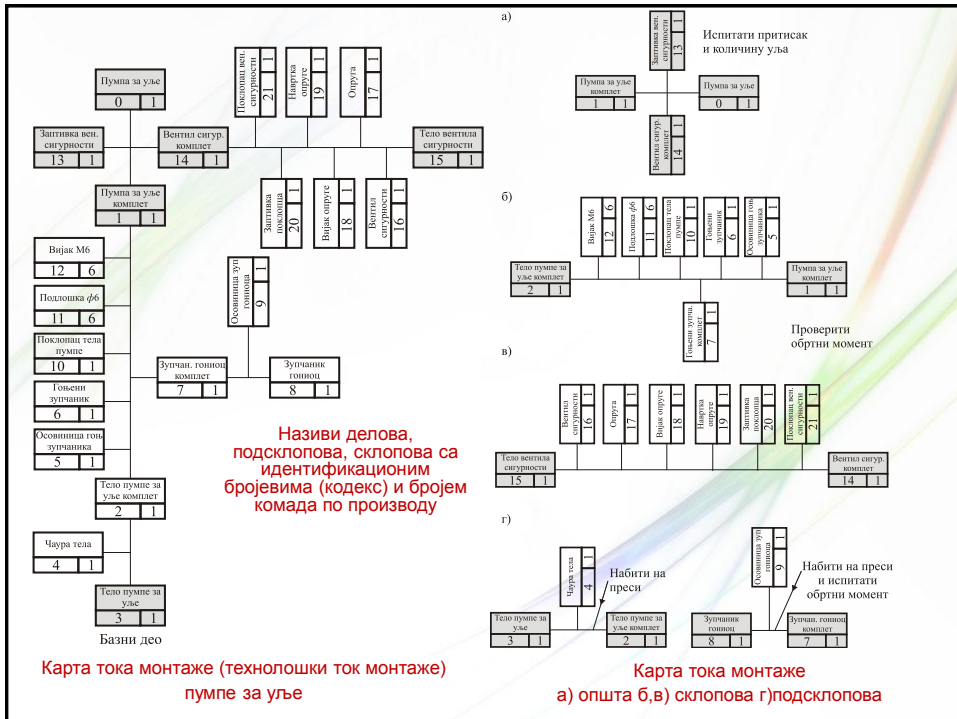


Структурна шема (лево) и структурна саставница производа (десно)

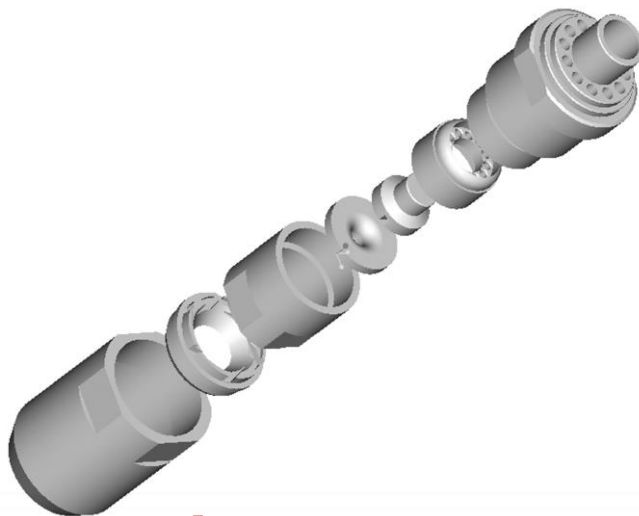


КОДЕКС БРОЈ	КОМ.	НАЗИВ
0		<b>ПУМПА ЗА УЉЕ</b>
1	1	ПУМПА ЗА УЉЕ КОМПЛЕТ
2	1	<b>Тело пумпе за уље комплет</b>
3	1	Тело пумпе за уље
4	1	Чаура тела
5	1	Осовиница гоњеног зупчаника
6	1	Гоњени зупчаник
7	1	<b>Зупчаник, гоњило комплет</b>
8	1	Зупчаник гоњило
9	1	Осовиница зупчаника гоњило
10	1	Поклопац тела пумпе
11	6	Подлошка Ø 6
12	6	Вијак М6 x 1,5
13	1	<b>ЗАПТИВКА ВЕНТИЛА СИГУРНОСТИ</b>
14	1	<b>ВЕНТИЛ СИГУРНОСТИ КОМПЛЕТ</b>
15	1	Тело вентила сигурности
16	1	Вентил сигурности
17	1	Опруга
18	1	Вијак опруге
19	1	Навртка опруге
20	1	Заптивка поклопаца
21	1	Поклопац вентила сигурности

Номенклатура (саставница) производа (пумпе за уље)



Често се, због боље прегледности и ефикасније монтаже и демонтаже, производи приказују у виду тзв. **експлозивних цртежа**, где се делови приказују одвојено, полазећи од основног, базног, дела у правцу његове осе, односно процеса монтаже.



Експлозивни цртеж дизне за угље

### **Избор базних елемената, мерни ланци и редослед монтаже**

**Базни елемент** је део, подсклоп или склоп, који се поставља у прву позицију у оквиру процеса монтаже и на који се одређеним редоследом уграђују остали делови производа.

**Избором базног елемента** обезбеђује се *тачност монтаже* и *пројектовани односи површина на деловима* који се монтирају, као и утицај на *тачност постизања мерних ланаца*.

Положај неког дела у производу, као што је раније речено, обезбеђује се одговарајућим површинама, осама или тачкама, које се називају базама, а помоћу њих се предмет монтаже поставља у одговарајући положај.

Основни примери базирања су:

- *Базни део производа поставити на необрађену површину и у једном положају извршити целокупну монтажу. Овај случај је карактеристичан за ручну монтажу једноставних производа.*
- *Базни део производа поставити на обрађену површину. Ова шема базирања примењује се при ручној монтажи у приборима који обезбеђују тачан положај монтажних елемената, а такође, и код аутоматизоване монтаже.*
- *Базни део производа постављати на различите, међусобно повезане променљиве базе.*

Ако производ има **више мерних ланаца**, онда се монтажа почиње са **најсложенијим и најбитнијим мерним ланцем**. У сваком мерном ланцу монтажа се завршава постављањем оних елемената који представљају завршне чланове.

Код мерних ланаца са *општим завршним члановима*, монтажа се почиње са делом који *највише утиче на тачност производа*. Ако су делови мерног ланца *равномерни* у погледу тачности, монтажа почиње *најсложенијим делом*.

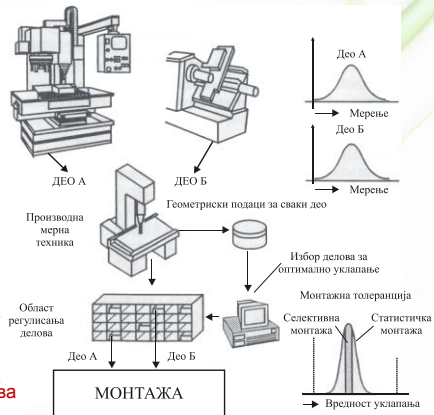
На редослед монтаже утиче и функционална међузависност делова производа, конструкциона база делова, услови монтаже кинематских преносника, постављање мало оптерећених делова на крају монтаже, димензије и маса делова, степен међузависности делова производа, итд.

### Групна заменљивост делова

У овим случајевима потребни зазор или зазор завршног члана мерног ланца, који треба да се обезбеди у процесу монтаже, врши се избором, односно, сортирањем делова склопова, слика. Тиме се обезбеђују задати услови монтаже без накнадне обраде и подешавања.

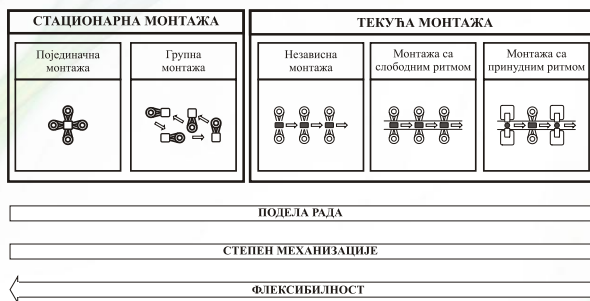
Монтажа се вржи непосредним избором претходно сортираних делова у димензионалне групе.

Метода монтаже са групном заменљивошћу делова



### Врсте монтаже

- Стационарна монтажа-на једном радном месту-без дељења у операције
- Текућа монтажа-изводи се у више операција



Такт монтаже  $t_m = \frac{K_e}{q}$

- $K_e$ -ефективни временски капацитет периода
- $Q$ -обим производње у посматраном периоду

Број радних места  $n = \frac{T_c}{t_m}$

- $T_c$ -циклус процеса монтаже



### Садржај процеса монтаже

Потребан годишњи фонд времена  $F_G$

$$F_G = [(tk_1 \cdot q_1 + tk_2 \cdot q_2 + \dots + tk_i \cdot q_i) + (T_{pz1} + T_{pz2} + \dots + T_{pzi}) \cdot ns] \cdot m$$

где су:

$tk$ -време опште монтаже производа

$q$ -годишњи обим производње производа

$T_{pz}$ -припремно-завршно време по серији

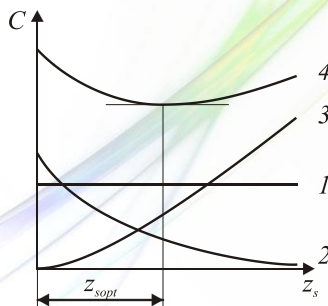
$ns$ -број серија у години

$m$ -број штандова опште монтаже

$l$ -укупни број производа

**Линија 1** представља константне трошкове монтаже производа, **крива 2** законитост промене цене монтаже која се односи на припрему и подешавање опреме за монтажу, **крива 3** трошкове због недовршене монтаже при повећању величине серија и трошкове повећаних површина, док **крива 4** представља укупну цену монтаже  $C$ .

Минимум укупне цене монтаже одређује оптималну величину серије  $Z_{sopt}$ .



Дијаграм одређивања оптималне величине серије

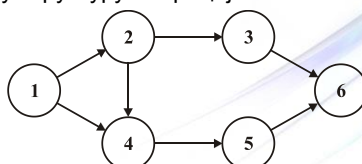
### Разрада и прецизирање операција монтаже

За пројектовање операција неопходно је претходно дефинисати технолошки ток, односно садржај процеса монтаже, како опште, тако и монтаже склопова. Исто тако, за пројектовање операција монтаже треба усвојити шему базирања и стезања производа, идејно решење садржаја операције и такт монтаже код текуће монтаже.

При пројектовању операција прецизира се њихов садржај, утврђује редослед и могућност усклађивања захвата у погледу времена трајања, завршно се бира опрема, прибори и алати, одређују режими рада, коригују нормативи времена и утврђују шеме припреме.

Време операције монтаже се смањује умањивањем саставних елемената, односно времена захвата. Основно време операције смањује се повећањем брзине кретања монтажне траке, а помоћно смањењем времена помоћних ходова, рационалним решењем процеса монтаже и коришћењем савремене ефикасне монтажне опреме. Смањење времена монтаже-мање монтажних места и мањи број радника.

Због варијантности решења појединих операција монтаже и лакшег одређивања најповољнијег решења операција у пракси се користе мрежни дијаграми-даје логичку структуру операција монтаже.



Мрежни дијаграм операције монтаже

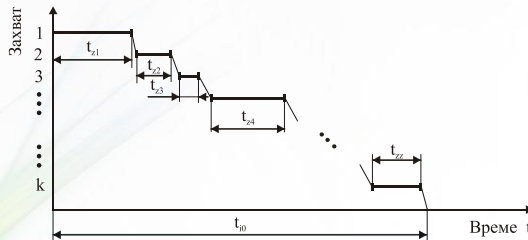
Време операције монтаже представља време једне монтажне операције и обухвата све захвате и покрете подешавања, спајања, контроле, приношења, застоја итд., односно:

$$t_n = \frac{T_{pz}}{z_s} + z_s \cdot t_k \quad t_k = t_o + t_p + t_d$$

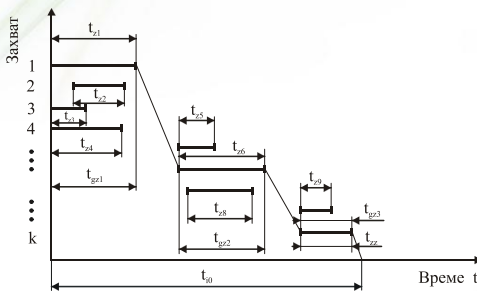
- $t_n$ -време операције монтаже за серију
- $T_{pz}$ -припремно-завршно време операције монтаже за серију
- $z_s$ -величина серије
- $t_k$ -време операције монтаже једног производа, које обухвата основно време  $t_o$ , помоћно  $t_p$  и допунско време  $t_d$

Помоћно време  $t_p$  операције монтаже обухвата:

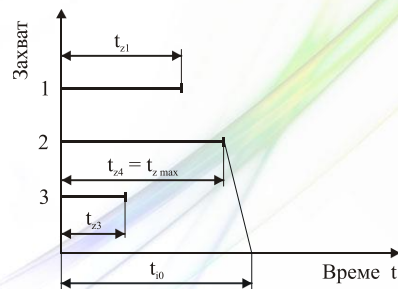
- Збирно време у операцији утрошено на ручно постављање и подешавање прибора и алата, мерење и контролу,
- Време потребно за постављање и позиционирање базног елемента,
- Укупно време у операцији потребно за приношење свих елемената, подсклопова или склопова који се спајају са базним елементом,
- Укупно време у операцији потребно за приношење елемената помоћу којих се остварује веза базног елемента, подсклопова или склопова који се монтирају на базни елемент,
- Збирно време у операцији потребно за узимање, приношење и одлагање алата, време потребно за скидање објекта монтаже,
- Време празних ходова, радника монтажера, приручних алата и машине



Редни начин извођења захвата операције монтаже



Редно-паралелни начин извођења захвата операције монтаже



Паралелни начин извођења захвата операције монтаже



## Типски и групни технолошки процеси монтаже

Типизација процеса монтаже обухвата две основне фазе:

- *Класификације производа*
- *Типизације технолошких процеса монтаже*

Типизација технолошких процеса монтаже омогућује примену нових савремених метода монтаже, скраћење рокова испоруке, примену аутоматизоване опреме и примену типских метода припреме радних места. На основу типских технолошких процеса монтаже гради се специјализована опрема за монтажу, а ови процеси монтаже примењују се у производним системима са серијском и масовном производњом са утврђеном номенклатуром производа.

Групни технолошки процеси се реализују кроз седам основних корака:

- *Избор групе производа погодних за процес групне монтаже*
- *Утврђивање групног тока монтаже и одговарајућих групних операција, са разрадом припреме за најсложеније производе*
- *Дефинисање захвата и избор погодне монтажне опреме са потребним нивоом аутоматизације*
- *Разрада конструкције неопходних прибора и алата, као и њихове припреме*
- *Прецизирање услова и норми времена за поједине операције монтаже*
- *Утврђивање техноекономских ефеката усвојених решења*
- *Израда потребне технолошке документације монтаже*

ФЛЕКСИБИЛНИ МОНТАЖНИ СИСТЕМИ

## Контрола квалитета монтаже и испитивање производа

Квалитет се обезбеђује превентивном и правовременом контролом производње у свим фазама производног процеса.

Осим контроле квалитета свих делова производа на квалитет монтаже утиче монтажна опрема и њена припрема.

Код опште монтаже и монтаже склопова проверава се:

- *Визуелни изглед делова и монтажних група*
- *Правилност положаја монтираних делова и склопова*
- *Зазори спојева*
- *Тачност узајамног положаја делова, као што су аксијално и радијално бацање, управност, паралелност и сл.*
- *Херметичност делова*
- *Квалитет спајања делова преко навоја*
- *Димензије које су дефинисане цртежом*
- *Специјални захтеви као што су уравнотеженост, момент стезања*
- *Спољашњи изглед монтираних елемената после монтаже итд.*

Средства и уређаји за контролу бирају се према захтевима у погледу тачности мерења и контроле, као и на основу димензија и масе производа.



Садржај контроле склопа предњег вешања аутомобила обухвата:

- Контролу момента затезања на месту А
- Контролу момента затезања на месту Б
- Контролу момента затезања на месту В
- Контролу аксијалног бацања на месту Г
- Контролу момента притезања на месту Д

**Завршна контрола квалитета монтаже** подразумева непосредно **испитивање** и евентуално **регулисање** производа и његових склопова после монтаже.

**Регулисањем** се подешавају међусобни положај делова и усаглашава рад појединих подсклопова и склопова, док се **испитивањем** врши провера експлоатацијских карактеристика на машинама и уређајима који омогућују испитивања у приближно истим условима као што су радни.

Све врсте испитивања могу се сврстати у ПРИЈЕМНЕ, КОНТРОЛНЕ И СПЕЦИЈАЛНЕ.

## Технолошки монтажни системи

Тренд развоја и примене монтажних система, започиње од ручних, ручно механизованих, роботизованих до високо аутоматизованих монтажних система.



СТАБИЛНОСТ ПРОГРАМА ПРОИЗВОДЊЕ - КОЛИЧИНЕ

Стабилност програма производње, захтевана производност и сложеност производа одређују степен механизације и аутоматизације монтажних система.

Тренд развоја монтажних система напушта решења која су специјализована за одређени производ и масовну производњу, круту структуру и креће се ка високом степену флексибилности која се огледа у високом степену аутоматизације радних места, модуларној структури монтажних система, ефикасној монтажи различитих производа..

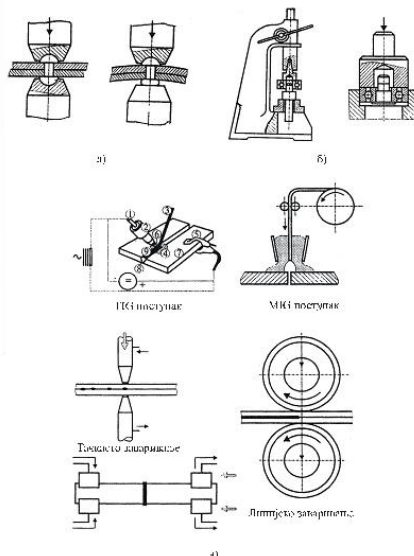
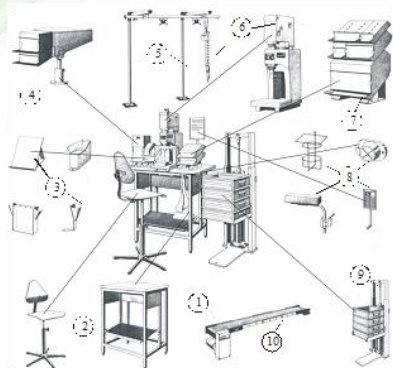


ОД → КА

## Флексибилни ручно-механизовани монтажни системи

Флексибилни ручно механизовани монтажни системи, чија се градња заснива на модуларном концепту омогућују брзо и јефтино прилагођавање различитим решењима и задацима операција монтаже.

На слици је приказан ручно механизовани монтажни систем који је пројектован избором модула фирме ВОСН.

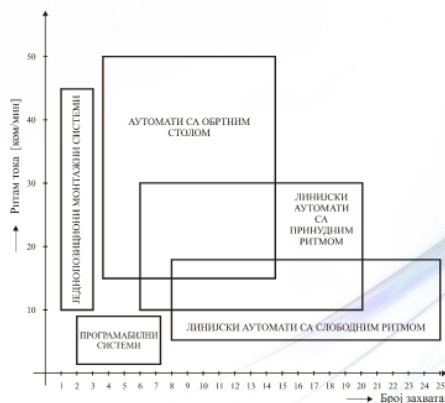


Методe и модули за спајање код ручно-механизованих монтажних система

## Аутоматизовани монтажни системи

Ови системи обухватају, пре свега, групу аутоматских наменских машина или аутомата за монтажу и групу делимично аутоматизованих наменских машина, и могу се поделити на:

- Појединачне аутомате
- Аутомате са обртним столом
- Линијске трансфере
- Програмабилне системе



Подела аутоматизованих монтажних система

Основу развоја аутоматизованих монтажних система чини модуларни концепт, који се састоји од:

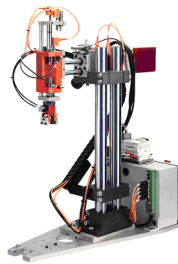
1. Основних модула и
2. Надградних модула (за позиционирање, складиштење, спајање, контролу присуства, испитивање функционалности и сл.

• **ОСНОВНОГ МОДУЛА СА ЕЛЕМЕНТИМА:**

- o Основног постолја
- o Транспорта у оквиру монтажних система
- o Погона
- o Уређаја за управљање надградним модулима

• **НАДГРАДНИХ МОДУЛА ЗА:**

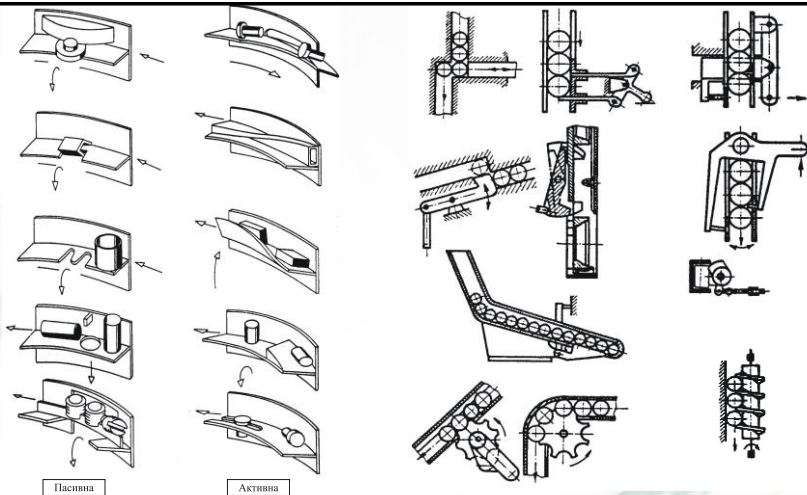
- o Позиционирање делова за монтажу
- o Спајање
- o Контролу присуства
- o Испитивање функционалности



Аутомат за монтажу (DEMCO)

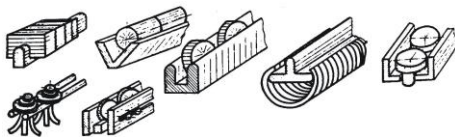
а) Основни модул

б) Манипулатор као надградни модул

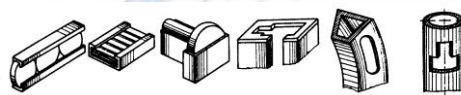


Примери активне и пасивне оријентације делова

Надградни модули за издвајање делова из складишта



Транспорт оријентисаних делова клизањем и котрљањем

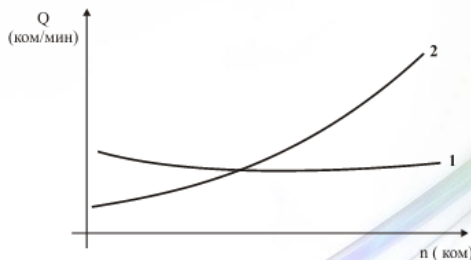


Складиштење оријентисаних делова према облику

## Роботизовани монтажни системи

Индустријски роботи представљају основно флексибилно средство за аутоматизацију монтажних процеса у машиноградњи. Применом робота постиже се повећање производности и квалитета, повећање услова рада и флексибилности производње. Примена робота омогућује искључивање људи из процеса монтаже код којих су услови рада тешки, монотони и опасни по живот.

Осим у операцијама монтаже, као што су заваривање, фарбање, транспорт и складиштење делова и склопова, припрема и померање делова при монтажи на пресама, закивањем и слично, роботи се примењују и на операцијама техничке контроле и испитивања производа. Роботи се користе и у операцијама галванизације, скидања заостале струготине и прања делова и склопова пре монтаже.



Утицај  $Trz$  и броја делова ( $n$ ) на производност при  
1) ручној монтажи  
2) роботизованој монтажи

У зависности од усвојеног технолошког тока, робота и периферне опреме и уређаја, могу се јавити разни случајеви роботизованог процеса монтаже.



Слика а представља шему монтаже једноставних производа, са 3-5 делова, на појединачном роботизованом монтажном систему, који није повезан са другим транспортним системом.

Делови из бункера или магацина 1 у позиционираним положају преносе се помоћу робота 2 у монтажни прибор 3. Монтирани производи преносе се помоћу робота 2 у амбалажу 4.

При монтажи сложенијих производа, са 5-10 делова, у роботизованом монтажном систему поставља се и магацин изменљивих хватаљки и монтажних алата 5, слика б.

Ако се при монтажи предвиђа упривисање, закивање или електролучно заваривање, онда се у роботизованом монтажном систему, према слици в, мора обезбедити одговарајућа опрема. У том случају монтажа се почиње у прибору 3, затим се производ радним органом робота преноси на технолошку опрему 6 и даље враћа на завршетак монтаже у прибору 3.

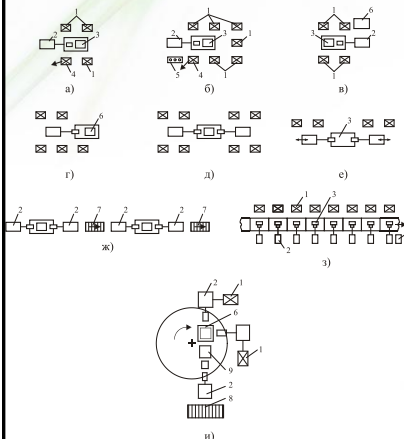
Монтажа једноставних производа може бити у потпуности завршена у радној зони технолошке опреме 6 слика г, на пример на машинама за заваривање.

За повећање производности монтаже често се роботизовани монтажни систем опрема са два и више робота, слика д. При великим димензијама производа 3 роботи могу бити покретни у зони монтаже, слика е.

Код монтаже сложених производа, са већим бројем склопова, роботизовани технолошки системи могу имати флексибилну транспортну везу 7, слика ж.

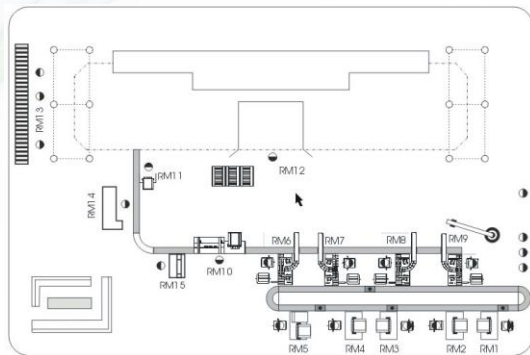
У масовној производњи, односно монтажи, роботизовани монтажни системи, према слици з, чине делове монтажне траке, дуж које су распоређени роботи 2 и складишта за делове производа. У неким случајевима на неким деловима монтажне траке могу бити постављени потребни технолошки уређаји.

Роботизовани монтажни систем на бази карусел уређаја, односно кружног стола, са преносом монтажних производа на траку 8, приказан је на слици и. По периферији стола распоређени су магацини 1 за делове, а у средишту стола, на непокретном делу, технолошка опрема 6 и уређаји 9 за контролу производа.





Захваљујући модуларном концепту развоја монтажних система, како ручно механизованих, тако и аутоматизованих, односно роботизованих, у пракси се успешно граде сложени **флексибилни монтажни системи**, чија је градња прилагођена и захтевима типских и групних технолошких процеса монтаже.



#### ВАРИЈАНТА III - ЛЕГЕНДА

RM 1 Предмонтажа статорског подскопа	RM 9 Завршна монтажа мотора (само за моторе осне вентиле 132 мм)
RM 2 Предмонтажа статорског подскопа	RM 10 Испитивање мотора
RM 3 Предмонтажа статорског подскопа	RM 11 Постављање напдне табле
RM 4 Предмонтажа статорског подскопа	RM 12 Фарбање мотора
RM 5 Предмонтажа роторског подскопа	RM 13 Паковање мотора
RM 6 Завршна монтажа мотора	RM 14 Стругање прирубице
RM 7 Завршна монтажа мотора	RM 15 Дорада мотора
RM 8 Завршна монтажа мотора	

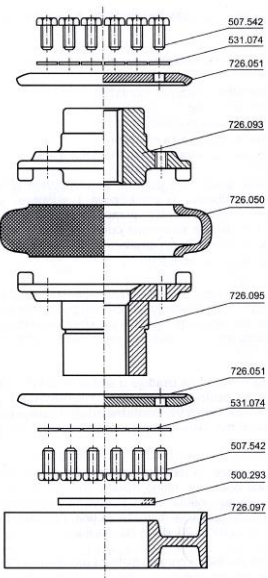
### Основна технолошка документација процеса монтаже

Основна технолошка документација процеса монтаже обухвата:

- Садржај технолошког процеса монтаже
- Карте операције монтаже
- Карте монтажних комплета, односно склопова
- Преглед опреме за монтажу
- Карта инструментација

ФТИ НОВИ САД ИНСТИТУТ ЗА ПРОЈЕКТОВНО МАШИНСТВО		КАРТА ОПЕРАЦИЈЕ МОНТАЖЕ		МОНТАЖНА ЈЕДИНИЦА			
				Назив	Опис	Опис извода	Кодови на пројекту
Назив	Опис	Опис извода	Пројектор	Опис пројекта	Видео снимак	Датум	Лист
Опис	ОБИС И СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	Рисун места	Д. БОВИЋ ЗА УГРЉИЊУ		Уређаје, опрему, опрема и материјал	Примено	Омента
Име			Име	Име	Име	Име	Име
Проектант	Контролисано	Објект	Име				





MAŠINSKI FAKULTET BANJA LUKA		KARTA OPERACIJE MONTAŽE		MONTAŽNA JEDINICA					
				SPOJNICE		14K200-48		Kontrolna po proizvodu	
Proizvod PROIZVODNJA SPOJNICA		Odbjeljenje MONTAŽA		Oznaka postupa TP 005		MG 1		1	
Oper. Zahvat		OPIS I SKICA OPERACIJE		Proizvod PERSIFLEKS SPOJNICA		Oznaka proizvoda		PS	
				DUELOVI ZA UGRADNJU					
				Naziv		Oznaka		Količina po sklopu	
				Uređaji, pribori, stari i mjenja		Vrijeme (min)		T <sub>u</sub> T <sub>i</sub>	
10	1	MONTAŽA SKLOPA LJEVE STRANE SPOJNICE (MONTAŽA PS - 1.1) postavlja poz. 726.093 na trn postavlja poz. 726.050 na poz. 726.093 uvrta poz. 507.542 na poz. 531.074 koje poz. 726.051 u poz. 726.093		40012	završtanj postolbka prsten gribova lijeva gribova desna	507542 531074 726051 726023 726050	12 12 2 1 1		
	2	MONTAŽA SKLOPA DESNE STRANE SPOJNICE (MONTAŽA PS - 1.2) postavlja poz. 726.095 na trn postavlja poz. 726.051 na poz. 726.095 uvrta poz. 507.542 na poz. 531.074 koje poz. 726.051 u poz. 726.095							
	3								
	4								
	5								
	6								
Izradio		Kontrolisao		Odobrio		Izmjena		25	3,85