



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA

Predmet: **Osnovi mašinskih tehnologija**

Nastavnik: *Prof. dr Marin Gostimirović*



TEHNOLOGIJA OBRADE SKIDANJEM MATERIJALA

Novi Sad, šk. 2014/2015. god.

OBRADNI SISTEM

Uvodno razmatranje

- ★ **Obradni sistem** je elementarna funkcionalna celina proizvodnog ili tehnološkog sistema i neposredni je stvaralac proizvoda.
- ★ Sastoji se iz više međuzavisnih objekata i procesa koji omogućuju transformaciju priprema (sirovine ili poluproizvoda) u izradak odgovarajuće forme, dimenzija i kvaliteta



OBRADNI SISTEM

Predmet obrade

- ★ ***Predmet obrade*** je objekat obradnog sistema koji se transformacijom u obradnom procesu pretvara u proizvod.
- ★ Predmet obrade se na ulasku u obradni sistem naziva *pripremak*, koji predstavlja polazni materijal, odnosno sirovinu ili poluproizvod određenog oblika i dimenzija spreman za obradu.
- ★ Postavljen u položaj za obradu i tokom samog procesa obrade, predmet obrade se naziva *obradak*.
- ★ Po završetku procesa obrade predmet obrade se naziva *izradak*.
- ★ Na izlazu iz obradnog sistema predmet obrade predstavljao *gotov deo ili konačni proizvod*.
- ★ Predmet obrade karakterišu:
 - *vrsta materijala;*
 - *geometrijske i tehnološke karakteristike obratka;*
 - *tip pripremk;*
 - *dodaci za obradu;*
 - *obradljivost.*

OBRADNI SISTEM

Predmet obrade

Materijal predmeta obrade

- ★ *Materijal predmeta obrade*, kao i njegovo stanje, ima veoma važnu ulogu kako na funkcionalne karakteristike proizvoda tako i na proces izrade dela.
- ★ Smatra se da konstruktorima u mašinogradnji stoji na raspolaganju desetine hiljada inženjerskih materijala u više različitih stanja.

Uobičajena podela materijala:

- ★ *Metalni materijali* ➤ Obuhvataju metale i njihove legure. Uglavnom se koriste legure i to: *Legure gvožđa* čine čelik (legura gvožđa sa manje od 1,7 % ugljenika) i liveno gvožđe (ugljenika od 2,5÷4 %) i imaju široku primenu kod izrade različitih mašinskih delova. *Legure obojenih metala* (mesing, bronza, Al-legure itd.) koriste se u specifičnim slučajevima, vezano za funkciju ili estetiku dela.
- ★ *Nemetalni materijali* ➤ U mašinstvu se posebno koriste *polimeri i keramički materijali*. Polimeri su visoko obradljivi materijali svim postupcima obrade rezanjem, dok se keramika uglavnom se obrađuje nekonvencionalnim postupcima obrade.
- ★ *Kompozitni materijali* ➤ Mogu biti raznih vrsta i sastoje se od svih inženjerskih materijala, čineći *smešu dva ili više materijala*. Predstavljaju materijale budućnosti, ali se jako teško obrađuju.

OBRADNI SISTEM

Predmet obrade

Geometrijske i tehnološke karakteristike obratka

- ★ *Geometrijske karakteristike obratka* definisane su tehničkom dokumentacijom posmatranog dela, a to su: *konfiguracija, gabaritne dimenzije, tolerancije, kvalitet izrade* i sl.
- ★ *Tehnološke karakteristike obratka* vezane su za: *uslove prihvatanja i stezanja obratka; obradljivost materijala; zahteve traženog kvaliteta obrade; mogućnosti izrade željenog oblika; sposobnosti obrade svih površina* i dr.

Vrsta pripremk

- ★ Prema načinu dobijanja pripremk i njihovom obliku, koriste se *šipkasti profili, odlivci, otkovci, otpresci* i sl.
- ★ *Izbor vrste pripremk* zavisi od: *tipa proizvodnje; oblika i dimenzija predmeta obrade; vrste materijala; funkcije i uslova eksploatacije dela; metode obrade radnog predmeta* itd.
- ★ *Najpovoljnija vrsta pripremk* biće ona koja ima minimalnu zbirnu cenu nabavke i troškova njene obrade

OBRADNI SISTEM

Predmet obrade

Dodatak za obradu

- ★ **Debljina sloja materijala** koji se uklanja pri obradi da bi se dobio izradak određenog oblika, mera i kvaliteta obrađene površine.
- ★ Dodatak za obradu mora biti racionalno određen kako bi se **uklonile greške nastale izradom pripremk**a, ali sa minimalnom količinom skinutog materijala.
- ★ Na **vrednost dodatka za obradu** utiče: *način izrade pripremk*a; *njegova konfiguracija i vrsta materijala*; *tip proizvodnje*; *postupak obrade*; *tačnost i kvalitet obrade* itd.

Izbor pripremk

Baza podataka prizmatičnih delova

Naziv pripremk Ploča A11

Širina 200

Debljina 180

Visina 25

Vrsta materijala C 60

Dodatak za obradu 2,5

Naziv: Ploča A11
Dimenzije: 200x180x25 mm
Materijal: C 60
Dodatak za obradu: 2,5 mm

Cancel OK

OBRADNI SISTEM

Predmet obrade

Obradljivost materijala

- ★ *Obradljivost materijala* je kompleksan pojam koji definiše sposobnost obrade materijala obratka ekonomičnim metodama.
- ★ Sistematsko ispitivanje obradljivosti materijala se sprovodi preko *skupa funkcionalnih karakteristika procesa obrade*, a ne postoji jednoznačna ocena obradljivosti materijala već se ista ceni na osnovu: *brzine obrade; troškova obrade; trošenja alata; dinamičko-toplotnog stanja procesa; kvaliteta i tačnosti obrađene površine* i sl.

Među faktore sa najvećim uticajem na obradljivost materijala spadaju:

- ★ *Metalurške karakteristike materijala obratka* – hemijski sastav; mehaničke karakteristike; fizička svojstva; mikrostruktura materijala; naponsko stanje i dr.
- ★ *Tehnološke karakteristike procesa* – vrsta proizvodne operacije; tribološke i geometrijske karakteristike alata; vrednosti elemenata režima obrade itd.
- ★ *Tehničko-ekonomske karakteristike proizvoda* – konfiguracija, mere, tačnost i kvalitet obrade; vreme i troškovi obrade i sl.

OBRADNI SISTEM

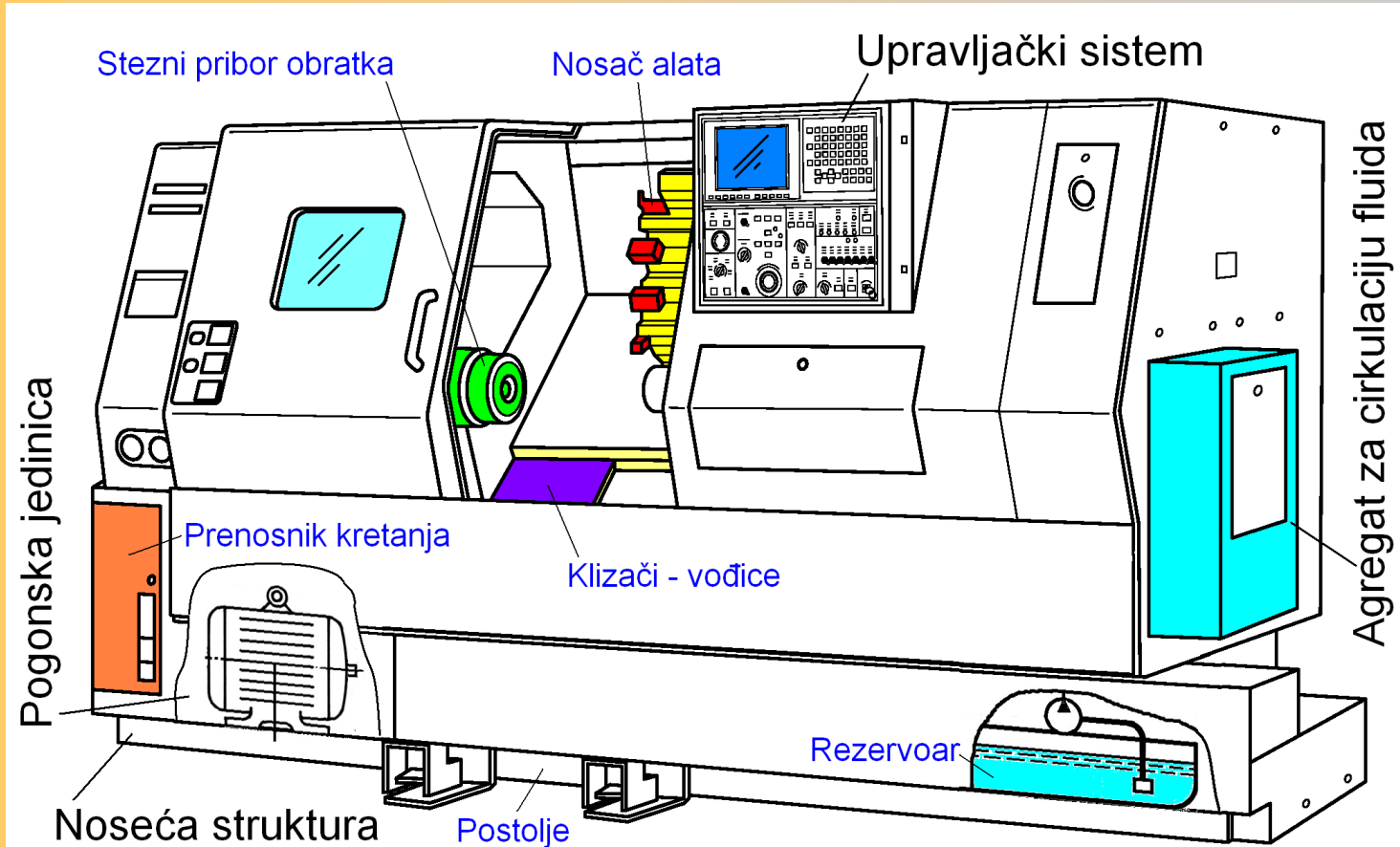
Mašina alatka

- ★ **Mašina alatka** je sredstvo rada na kojoj se obavlja proces obrade radnog predmeta, tj. izrada delova različitih oblika, dimenzija i kvaliteta.
- ★ Da bi ostvari svoju namenu mašina alatka mora da **ispuni određene zahteve**, tj. da: *prihvati obradak i alat; tačno pozicionira alat u odnosu na obradak; obezbedi odgovarajuća osnovna kretanja između alata i obratka; sprovede potrebnu cirkulaciju radnog fluida; obezbedi stabilan, tih i ekološki rad* itd .
- ★ Prvi počeci razvoja mašina alatki za obradu skidanjem materijala datiraju još iz Kamenog doba. Prve **industrijski osmišljene mašine alatke** pojavile su se tek u XV veku i to su bile bušilice za topovske cevi. J. Wilkinson 1775. godine investira izradu prvog struga, da bi do kraja XIX veka usledio razvoj gotovo svih klasičnih mašina za obradu rezanjem.
- ★ **Nekonvencionalne mašine alatke** uglavnom su realizovane polovinom XX veka, a razvoj današnjih savremenih mašina alatki za obradu skidanjem materijala usledio je od 1952.
- ★ Mašine alatke se razlikuju po *obliku, nameni, strukturi, konstrukciji, dimenzijama i karakteristikama*. Mašine alatke mogu se **klasifikovati** prema različitim kriterijumima. Najčešće se dele prema: **metodi obrade** (postupci obrade rezanjem, oblikovanjem, fizičko-hemijskim odnošenjem i sl.); **vrsti obrade** (okruglo, ravno, profilno, unutrašnje i dr.), **nameni** (univerzalne i specijalne) ; **konstrukciji** (horizontalne ili vertikalne, jednovretene ili viševretene, kratkohodne ili dugohodne itd.); **tipu proizvodnje** (pojedinačna, serijska ili masovna); **stepenu automatizacije** (klasične, automatske, numeričke, fleksibilne i sl.) itd

OBRADNI SISTEM

Mašina alatka

Opšta struktura mašine alatke



OBRADNI SISTEM

Mašina alatka

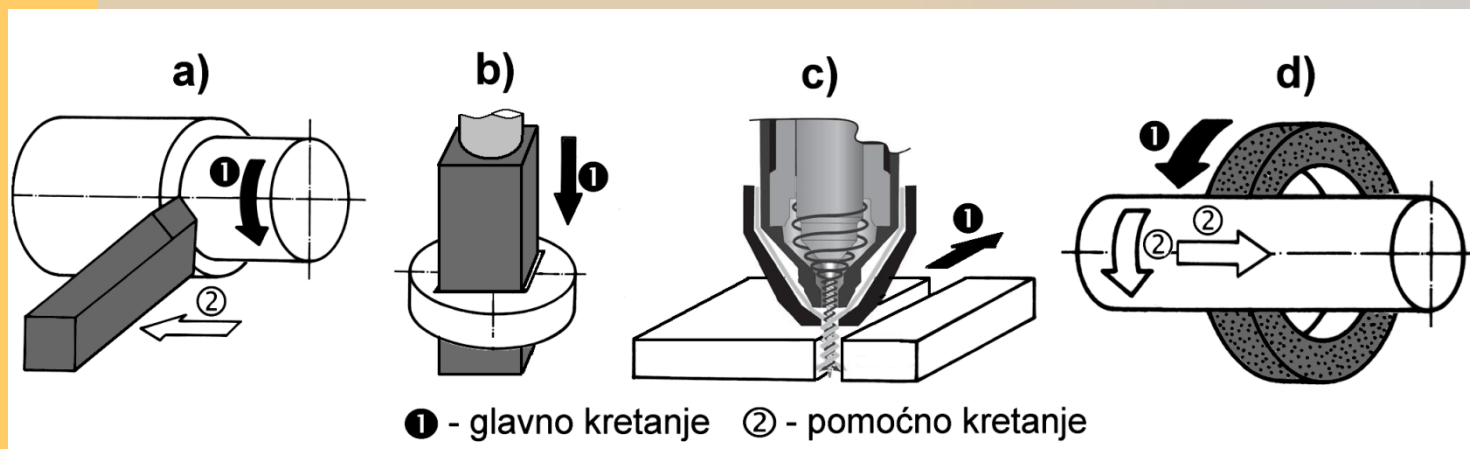
Kretanja kod MA

★ **Osnovna kretanja** ➤ Kretanja koja se izvode tokom obrade:

Glavno kretanje ➤ Predstavlja kretanje na mašini alatki sa kojim se direktno obezbeđuje skidanje materijala. Određeno je vrednošću *brzine rezanja*.

Pomoćno kretanje ➤ Ima zadatak da obezbedi kontinualno odvijanje procesa skidanja viška materijala. Određeno je vrednošću *pomaka*.

★ **Sporedna kretanja** ➤ Dopunska kretanja kojima se pre početka ili u prekidima obrade radni predmet i alat dovode u tačan međusobni položaj (hodovi primicanja, odmicanja ili podešavanja alata u odnosu na obradak).



OBRADNI SISTEM

Mašina alatka

Savremene numerički upravljane MA

- ★ Kod savremenih CNC mašina alatki sva karakteristična **kretanja** i niz funkcija mašine se **ostvaruju pomoću sistema za upravljanje**.
- ★ U poređenju sa klasičnom mašinom alatkom, **NC mašina** *skraćuje zadržavanje delova u proizvodnji; povećava kapacitet proizvodnje; omogućuje veći stepen iskorišćenja opreme; smanjuje troškove proizvodnje; eliminiše škart i dr.*
- ★ **Numerički upravljana mašina alatka** ➤ Mašina sa upravljačkom jedinicom koja omogućuje programsko upravljanje svim radnjama pri obradi dela. Koristi se:
 - *računarsko numeričko upravljanje (Computer Numerical Control – CNC);*
 - *direktno numeričko upravljanje (Direct Numerical Control – DNC).*
- ★ Adaptivno upravljani obradni sistem:
 - *granično adaptivno upravljanje (Adaptive Control Constraint – ACC);*
 - *optimalno adaptivno upravljanje (Adaptive Control Optimization – ACO).*
- ★ **CNC obradni centar (CNC Machining Center)** ➤
- ★ **Fleksibilni obradni modul (Flexible Machining Module – FMM).**

OBRADNI SISTEM

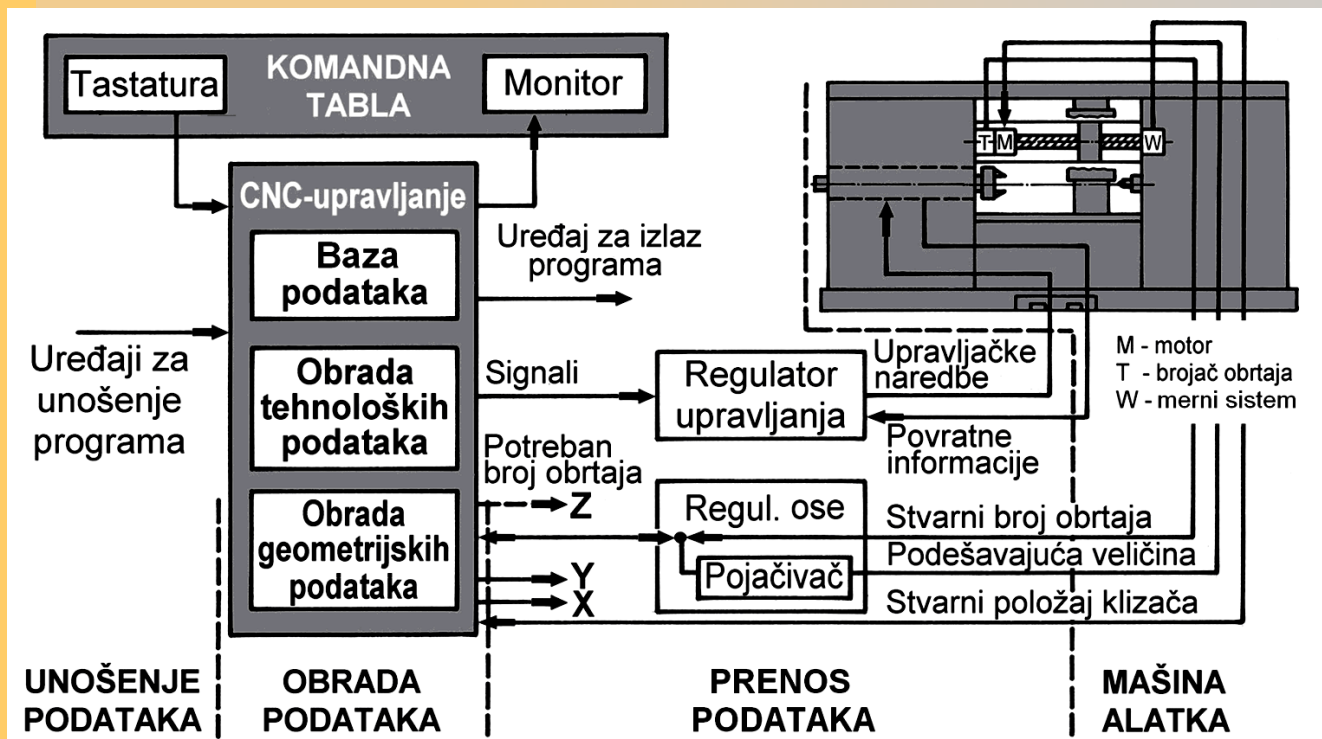
Mašina alatka

Princip rada CNC MA

- ★ CNC mašina alatka ima ugrađen računar koji se koristiti za programiranje rada mašine ili za unošenje gotovog računarskog programa. Ovde se prvenstveno govori o dve grupe informacija:

- *Geometrijski podaci*

- *Tehnološki podaci*

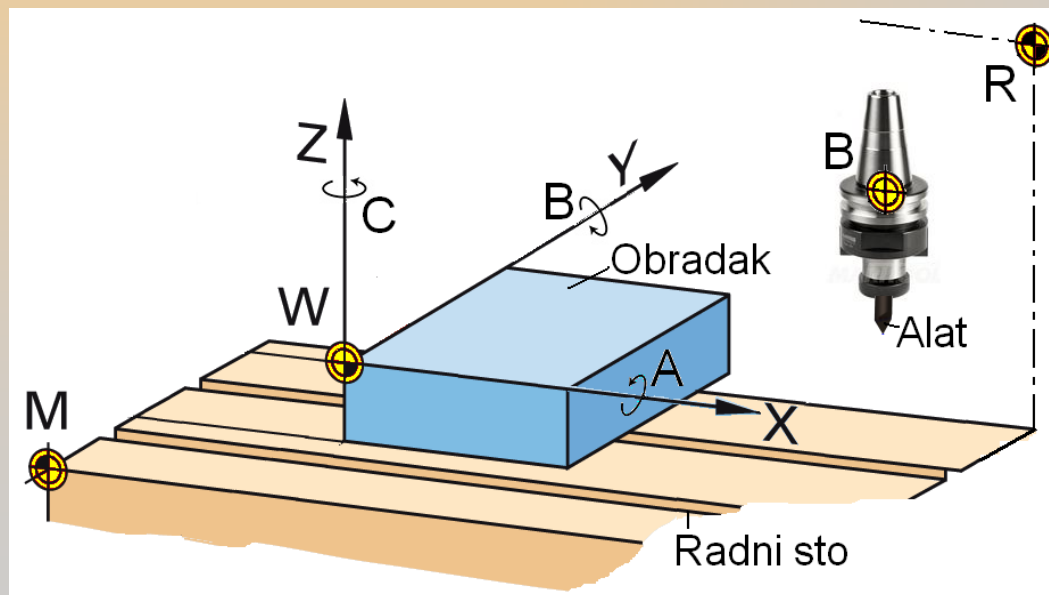


OBRADNI SISTEM

Mašina alatka

Princip rada CNC MA

- ★ Osnovni preduslov za programiranje rada mašine alatke je definisanje **koordinatnih sistema i karakterističnih tačaka** radnog prostora mašine.
- ★ Uglavnom je u primeni primarni **Dekartov pravougli koordinatni** sistem sa pravolinijskim i rotacionim kretanjima (X, Y i Z, odnosno A, B i C).
- ★ Početak osnovnog koordinatnog sistema se **naziva nulta tačka mašine alatke M** i u odnosu na istu se definišu: **radni prostor mašine R** (referentna tačka), **nulta tačka obratka W** i **startna tačka alata B**

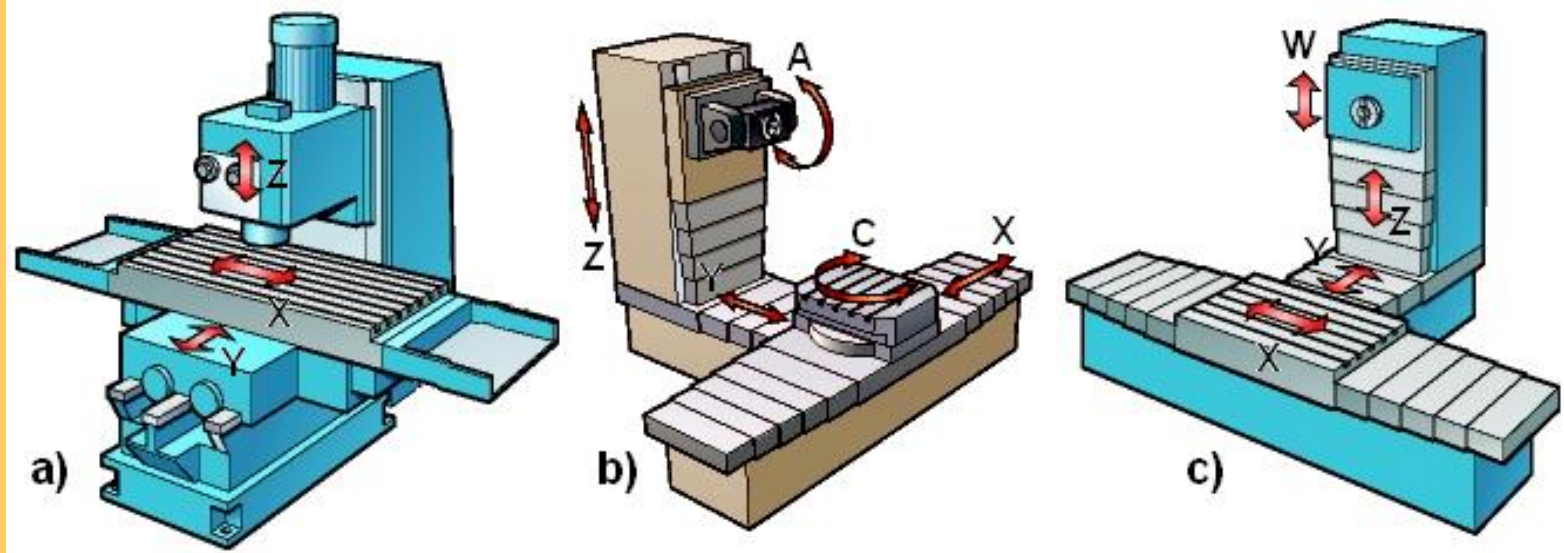


OBRADNI SISTEM

Mašina alatka

Princip rada CNC MA

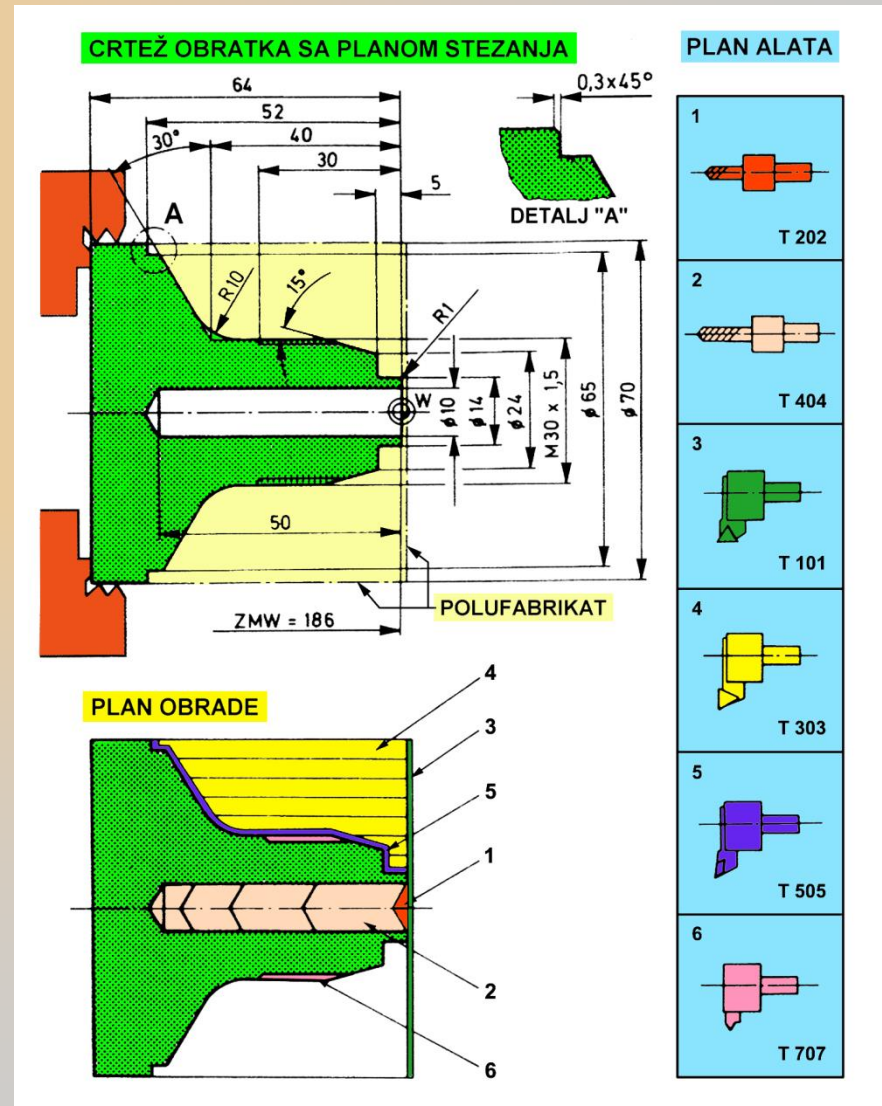
- ★ Numeričko upravljanje mašina alatki realizuje se u pravcu **jedne ili više NC osa**.
- ★ Pri tome se u nekim slučajevima realizuju kretanja organa mašine alatke u pravcu **istovetnih NC osa**, npr. kretanje stola sa obratkom i nosača alata u pravcu dve paralelne ose.
- ★ **Primeri numeričkog upravljanja mašine alatke** sa 3 NC ose (X, Y i Z translacija), sa 5 NC osa (tri translacije i dve rotacije A i B) i sa 4 linearne NC ose.



OBRADNI SISTEM

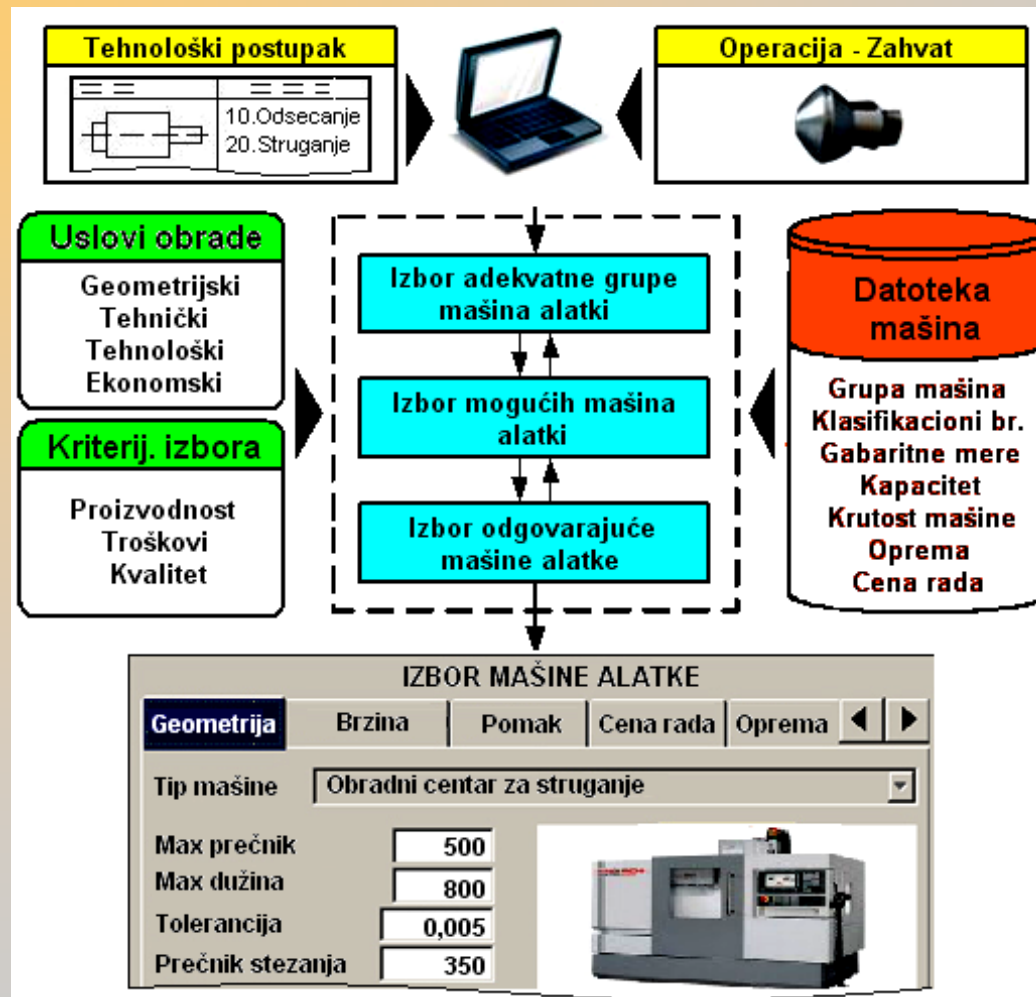
Mašina alatka

Plan obrade na CNC mašini



OBRADNI SISTEM

Izbor mašine alatke



OBRADNI SISTEM

Alat

- ★ *Alat* je bitan elemenat obradnog sistema sa kojim se vrši promena stanja predmeta obrade u procesu proizvodnje.
- ★ Svojim karakteristikama i oblikom, kao i kinematikom relativnog kretanja, *alat definiše izgled, dimenzije i kvalitet* obrađenih površina proizvoda.
- ★ Alat predstavlja *posebno važan segment obradnog procesa*, pošto od njega u najvećoj meri zavise tehno-ekonomski efekti obrade (rentabilnost i kvalitet obrade).
- ★ U tehnologiji obrade skidanjem materijala, koristi se *veliki broj različitih alata*.
- ★ Kod postupaka obrade rezanjem (struganje, bušenje, glodanje, brušenje itd.) koriste se *rezni alati*. Ovi alati se odlikuje svojim geometrijskim oblikom i materijalom od koga su izrađeni.
- ★ Kod nekih nekonvencionalnih postupaka obrade koriste se *alati za upuštanje*, tj. preslikavanje svoje konfiguracije u obradak. Međutim, kod jednog broja nekonvencionalnih postupaka praktično ne postoji fizički prisutan alat, ali su prisutne razne vrste mlaznika, dizni, maski i dr

Alat

Geometrija reznog alata

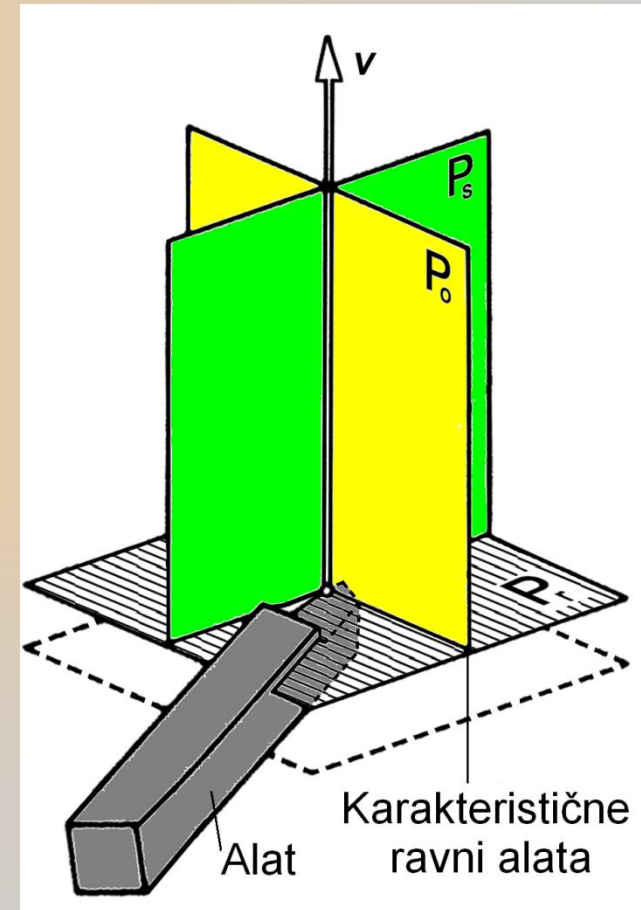
- ★ Geometrijski gledano svi alati za obradu rezanjem se sastoje iz *steznog i reznog dela alata*.
- ★ ***Stezni deo alata*** predstavlja telo ili dršku alata preko koga se obezbeđuje pravilno postavljanje i pouzdano stezanje alata u odgovarajući pribor mašine.
- ★ ***Rezni deo alata*** predstavlja rezni klin alata koji svojim oblikom omogućuje proces rezanja, a sastoji se od jedne ili više reznih ivica koje karakteriše:
 - *Grudna površina* sa kojom alat napada materijal obratka i preko koje klizi skinuti materijal (strugotina).
 - *Glavna i pomoćna leđna površina* alata koje su okrenute površini koja trenutno nastaje pri obradi.
 - *Sečivo (glavno i pomoćno)* koje nastaje presekom grudne i leđne površine.
 - *Zaobljenje vrha alata* koji je najistureniji deo alata na kome se spajaju glavno i pomoćno sečivo.

OBRADNI SISTEM

Alat

Geometrija reznog alata

- ★ Da bi se definisala geometrija alata uvodi se posebni referentni sistem reznog alata koji obrazuju tri karakteristične ravni sa koordinatnim početkom smeštenim u tački sečiva u kojoj se žele odrediti uglovi alata:
- ★ Osnovna ravan P_r
- ★ Ravan rezanja P_s
- ★ Ortogonalna ravan P_o

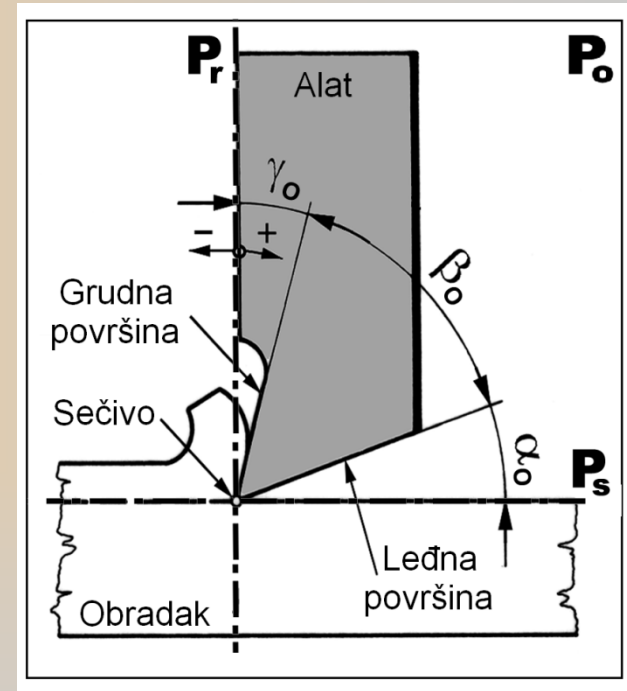
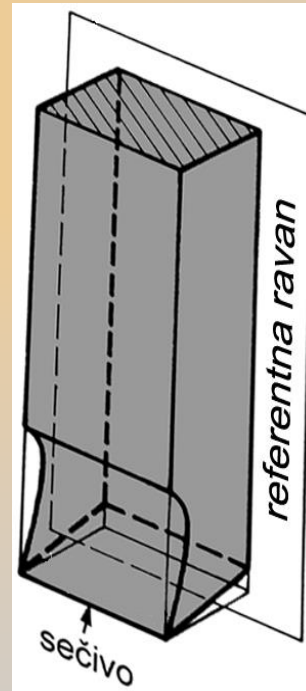


OBRADNI SISTEM

Alat

Geometrija reznog alata

- ★ Referentni sistem omogućuje da se na relativno lak i jasan način **definišu svi potrebni uglovi reznog dela alata**, kako po položaju tako i po vrednosti.
- ★ **Karakteristični uglovi** u ortogonalnoj ravni P_o jednostavnog reznog klina alata za ortogonalno rezanje su:
 - ★ *Grudni ugao γ .*
 - ★ *Leđni ugao α .*
 - ★ *Ugao reznog klina β*

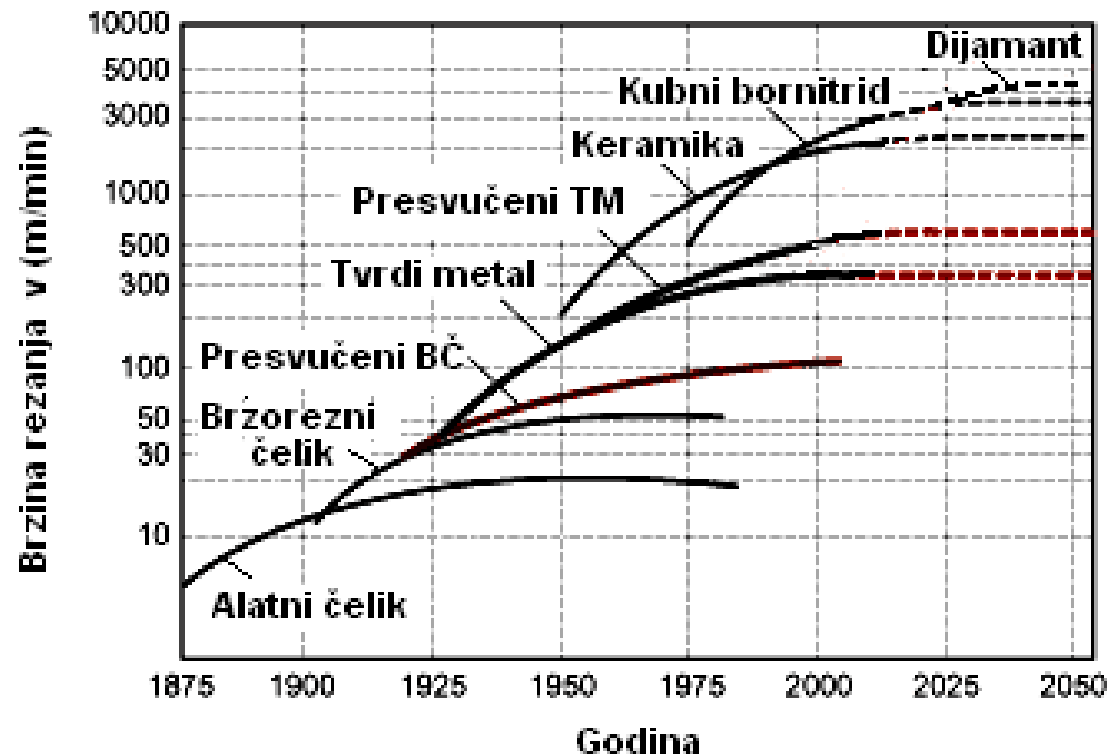


OBRADNI SISTEM

Alat

Materijal reznog alata

Kako je alat pri obradi rezanjem pod stalnim dejstvom visokih mehaničkih i toplotnih opterećenja, isti se izrađuje od vrlo tvrdih, tj. na habanje, toplotu i udare otpornih materijala. Danas se rezni alati najčešće izrađuju od sledećih materijala

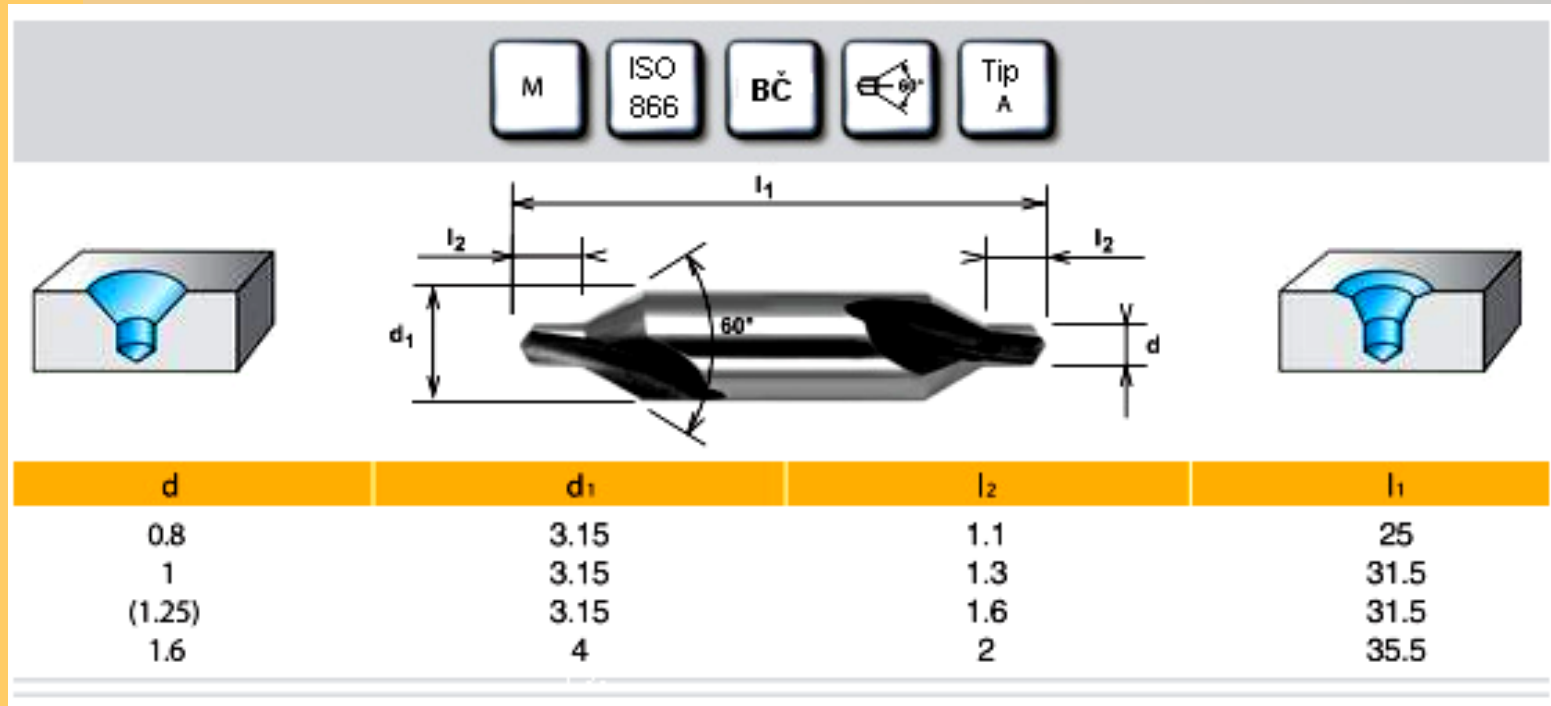


OBRADNI SISTEM

Alat

Standardizacija reznog alata

Izuzetno važno pitanje savremene proizvodnje, jer omogućuje izbor tehnološki odgovarajućeg, a ekonomski najpovoljnijeg reznog alata za pojedine zahvate procesa obrade.



OBRADNI SISTEM

Alat

Standardizacija reznog alata

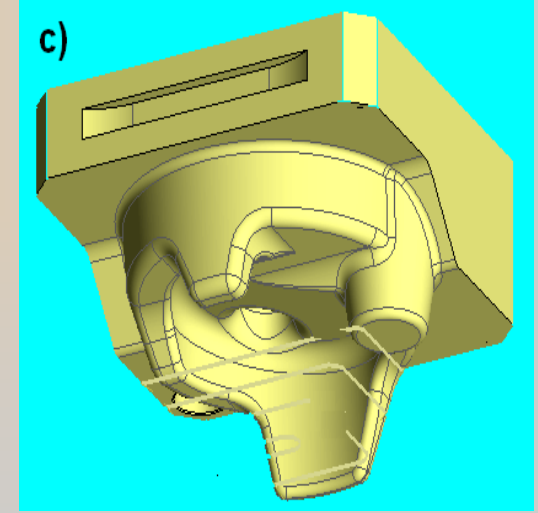
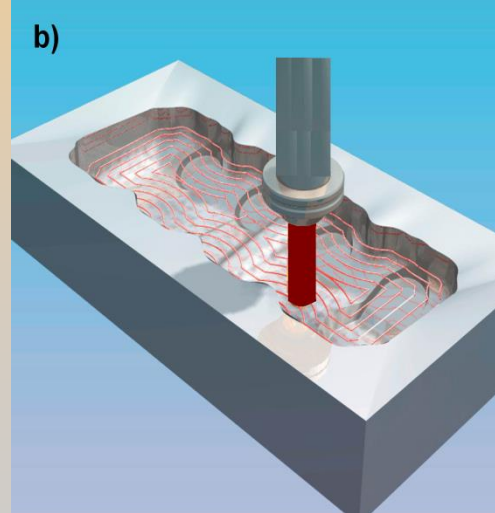
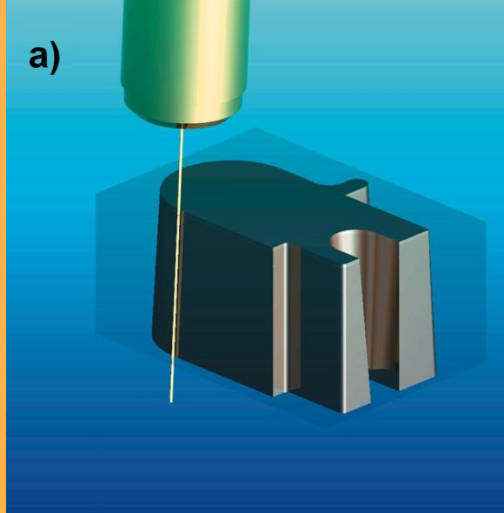
A	P	H	W	20	04	02	T	R	- A 27																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12																												
1 Oblik rez. pločice			2 Leđni ugao			3 Tolerancije																															
<div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>M</div><div>O</div><div>P</div></div>			<div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>F</div><div>G</div><div>N</div></div>			<div><div></div><div></div><table><thead><tr><th></th><th>d</th><th>m</th><th>s</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>± 0,025</td><td>± 0,005</td><td>± 0,025</td></tr><tr><td>C</td><td>± 0,025</td><td>± 0,013</td><td>± 0,025</td></tr><tr><td>E</td><td>± 0,025</td><td>± 0,025</td><td>± 0,025</td></tr><tr><td>F</td><td>± 0,013</td><td>± 0,005</td><td>± 0,025</td></tr><tr><td>G</td><td>± 0,025</td><td>± 0,025</td><td>± 0,05-0,13</td></tr><tr><td>H</td><td>± 0,013</td><td>± 0,013</td><td>± 0,025</td></tr></tbody></table></div>					d	m	s	A	± 0,025	± 0,005	± 0,025	C	± 0,025	± 0,013	± 0,025	E	± 0,025	± 0,025	± 0,025	F	± 0,013	± 0,005	± 0,025	G	± 0,025	± 0,025	± 0,05-0,13	H	± 0,013	± 0,013	± 0,025
	d	m	s																																		
A	± 0,025	± 0,005	± 0,025																																		
C	± 0,025	± 0,013	± 0,025																																		
E	± 0,025	± 0,025	± 0,025																																		
F	± 0,013	± 0,005	± 0,025																																		
G	± 0,025	± 0,025	± 0,05-0,13																																		
H	± 0,013	± 0,013	± 0,025																																		
6 Deb. ploč.			7 Radijus			8 Oblik ivice		9 Smer rez.																													
<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>			<div><div></div><table><tbody><tr><td>02</td><td>r = 0,2</td></tr><tr><td>04</td><td>r = 0,4</td></tr><tr><td>08</td><td>r = 0,8</td></tr><tr><td>12</td><td>r = 1,2</td></tr><tr><td>16</td><td>r = 1,6</td></tr><tr><td>24</td><td>r = 2,4</td></tr></tbody></table></div>			02	r = 0,2	04	r = 0,4	08	r = 0,8	12	r = 1,2	16	r = 1,6	24	r = 2,4	<div><div>E</div><div>F</div><div>T</div><div>S</div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>																	
02	r = 0,2																																				
04	r = 0,4																																				
08	r = 0,8																																				
12	r = 1,2																																				
16	r = 1,6																																				
24	r = 2,4																																				

OBRADNI SISTEM

Alat

Alati za nekonvencionalne postupke obrade

- ★ Kod nekonvencionalnih postupaka obrade, u nekim slučajevima **ne postoji fizički prisutan alat** ili se radi o veoma **jednostavnom alatu**. S druge strane, kod obrade sa upuštanjem gde alat preslikava svoju konfiguraciju u obradak, alat može da ima **veoma složen oblik** i presudan uticaj na ekonomičnost obrade



OBRADNI SISTEM

Pribor

- ★ **Pribor** predstavlja posebno proizvodno sredstvo koje **omogućuje** postavljanje, pozicioniranje i stezanje predmeta obrade i alata na mašini alatki.
- ★ Pribor **obezbeđuje** i potrebno vođenje alata u odnosu na obradak.
- ★ Pribor se **koristi u procesu montaže ili kontrole** delova, sklopova i proizvoda.
- ★ U kategoriju pribora **mogu se uvrstiti svi dopunski uređaji** za rukovanje, manipulaciju ili transport radnih predmeta.

Uloga

- ★ ispravno postavljanje, orijentisanje, stezanje, ali i skidanje predmeta obrade.
- ★ efikasno i racionalno izvođenje procesa obrade.
- ★ brza izmenljivost obratka i alata.
- ★ mogućnost proširenja zahvata obrade mašine alatke.
- ★ olakšanje rada izvršioca, tj. primena radnika niže kvalifikacije.
- ★ povećanje produktivnosti i kvaliteta obrade itd.

OBRADNI SISTEM

Pribor

Klasifikacija

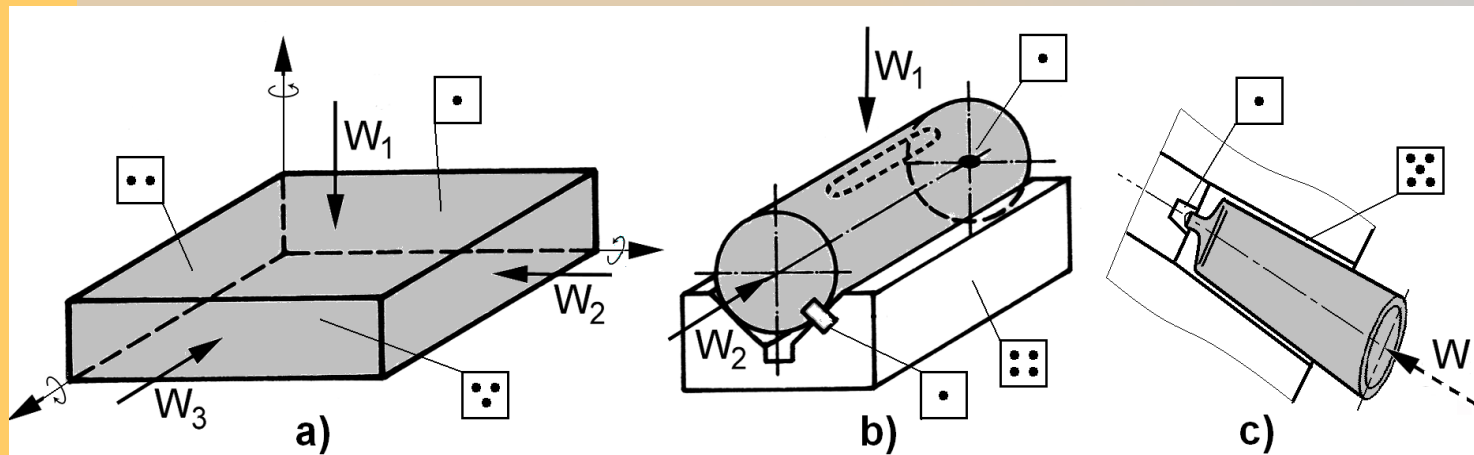
- *Standardni* (univerzalni) *pribori* opšte namene koji su prilagođeni različitim delovima i alatima.
- *Specijalni* (namenski) *pribori* posebno projektovani i izrađeni za određeni obradak ili alat, tj. prilagođeni individualnom zahvatu obrade.
- *Grupni* (tipski) *pribori* koji se koriste za pozicioniranje i stezanje svih radnih predmeta grupne ili tipske tehnologije preko jednog pribora sa više izmenljivih ili podešljivih elemenata.
- *Modularni* (fleksibilni) *pribori* koji omogućuju brzo i lako sastavljanje i rastavljanje odgovarajućeg pribora korišćenjem standardnih i tipiziranih elemenata ili sklopova.

OBRADNI SISTEM

Pribor

Pozicioniranje

- ★ **Pozicioniranje i centriranje** po tačno definisanim elementarnim površinama, jednoznačno određivanje položaja predmeta obrade i predstavlja osnov projektovanja i primene pribora.
- ★ Kako bi predmet obrade imao tačno definisani položaj u procesu obrade, neophodno je oduzeti sve **stepene slobode kretanja** koje može da ima u prostoru.
- ★ Da bi se radni predmet mogao pravilno obraditi, nije uvek potrebno ograničiti svih šest stepeni slobode.

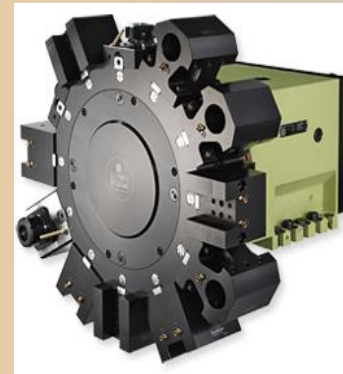


Slika 2.15 Primeri standardnih pribora

a) stezna glava sa čeljustima; b) stezač za alat sa morze konusom; c) revolver glava;
d) stezna čaura; e) obrtni šiljak; d) nepokretna lineta; e) paralelna stega; f) podeoni aparat

OBRADNI SISTEM

Standardni pribor



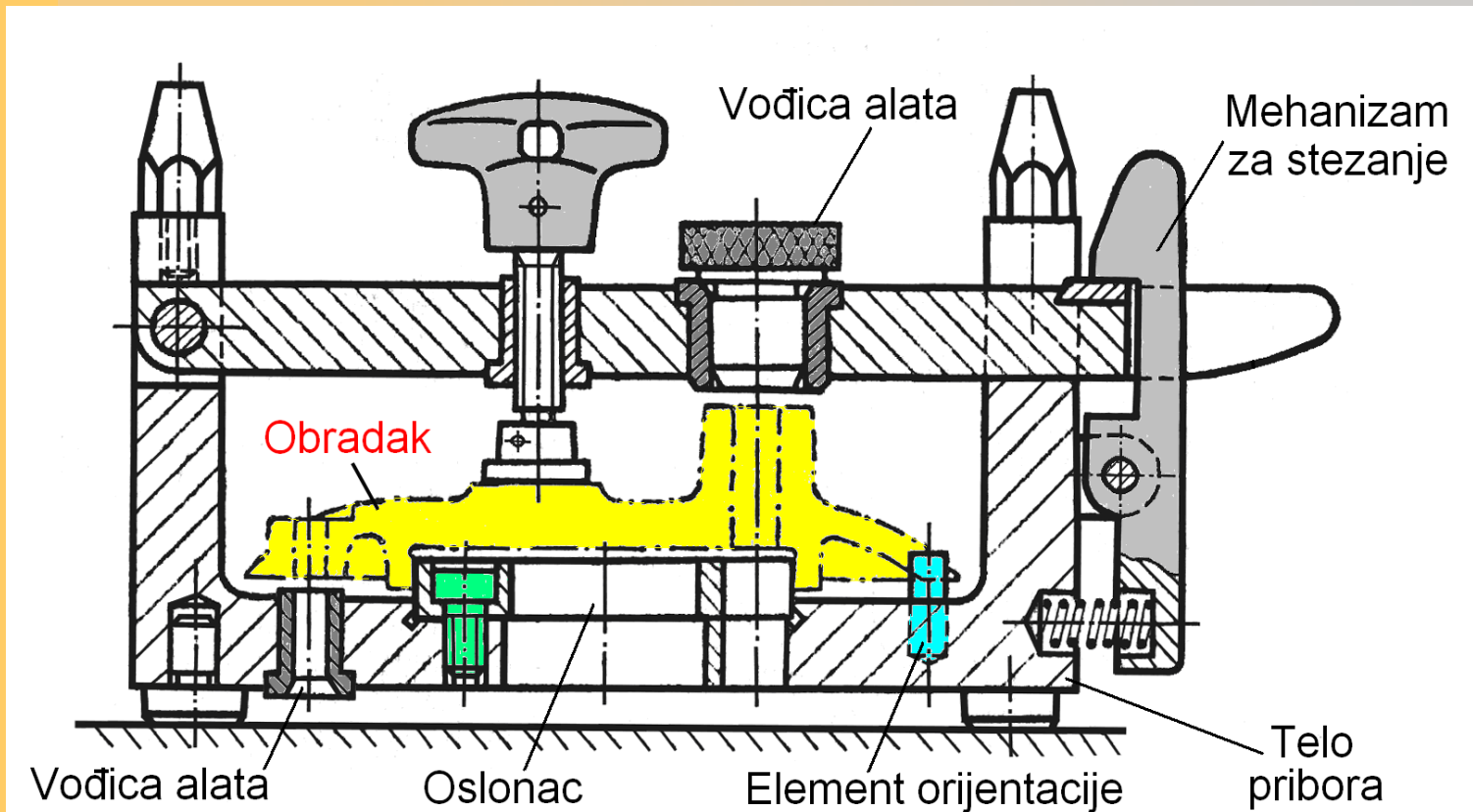
Primeri standardnih pribora

a) stezna glava sa čeljustima; b) stezač za alat sa morze konusom; c) revolver glava;
d) stezna čaura; e) obrtni šiljak; d) nepokretna lineta; e) paralelna stega; f) podeoni aparat

OBRADNI SISTEM

Specijalni pribor

Da bi specijalni pribor mogao da prihvati i stegne određeni obradak mora da ima sledeće osnovne elemente: *telo pribora*; *elemente za pozicioniranje*; *mehanizme za stezanje* i *elemente za spajanje i nadogradnju*



OBRADNI SISTEM

Specijalni pribor

Telo

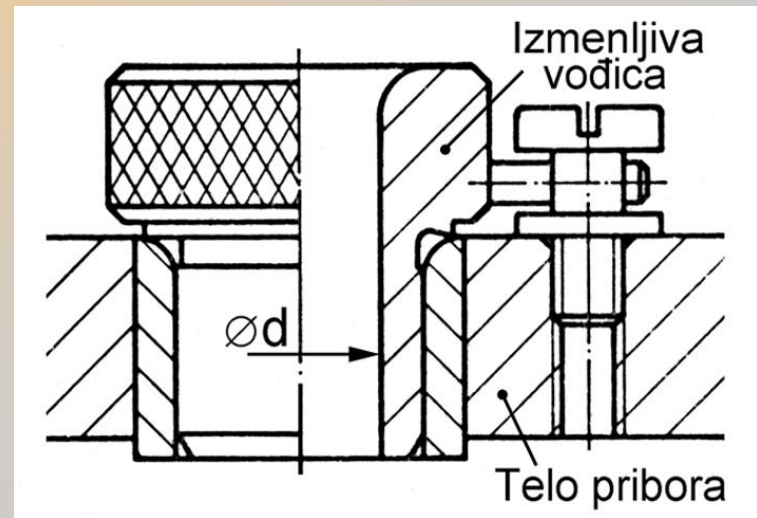
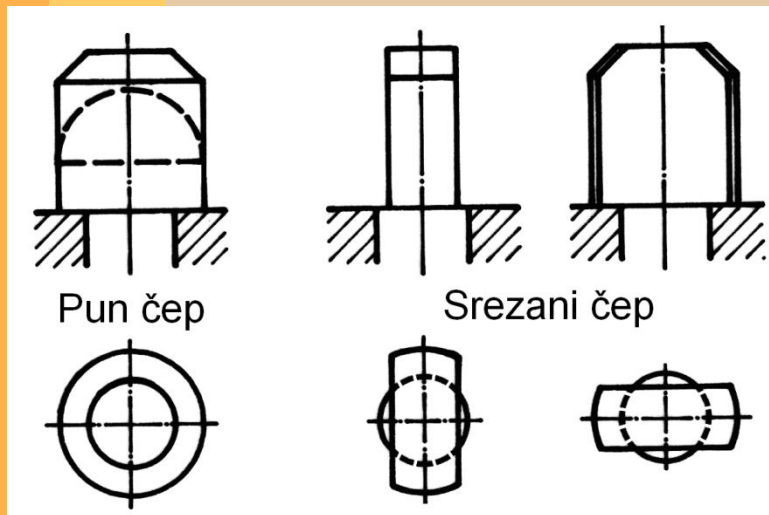
- ★ ***Telo pribora*** ima zadatak da prihvati i objedini sve elemente pribora u jednu funkcionalnu celinu. Shodno tome, telo pribora mora da **obezbedi**: *laku manipulaciju priborom; sigurno postavljanje pribora u radni položaj mašine alatke; pouzdan smeštaj predmeta obrade u pribor; efikasno odvođenje produkata obrade; estetski izgled* i sl.
- ★ ***Telo pribora*** može da sadrži i **dodatne elemente** za mehanizovanje ili automatizovanje postupaka rukovanja sa priborom, a to su obično: *klizne vođice, obrtne ploče, podeoni sistemi, servo motori, pneumetske ili hidraulične komponente* i sl.
- ★ ***Telo pribora*** najčešće se **izrađuje** rezanjem, livenjem, zavarivanjem ili sklapanjem raznih elementarnih profila ili standarnih elemenata

OBRADNI SISTEM

Specijalni pribor

Elementi za pozicioniranje (oslanjanje, orijentisanje i centriranje)

- ★ **Elementi za pozicioniranje** definišu tačan položaj radnog predmeta u procesu obrade.
- ★ Elementi za **oslanjanje** služe za pravilno oslanjanje obratka u priboru i mogu biti kruti i podešljivi.
- ★ Elementi za **orijentisanje i centriranje** služe da obezbede tačan položaj obratka.
- ★ Elementi za **podešavanje i vođenje alata** koriste se za uspešnu i tačnu realizaciju proizvodnih zahvata.

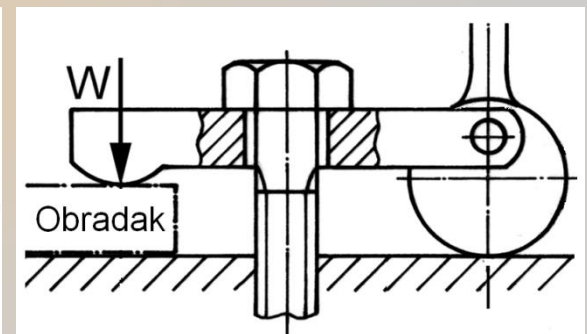
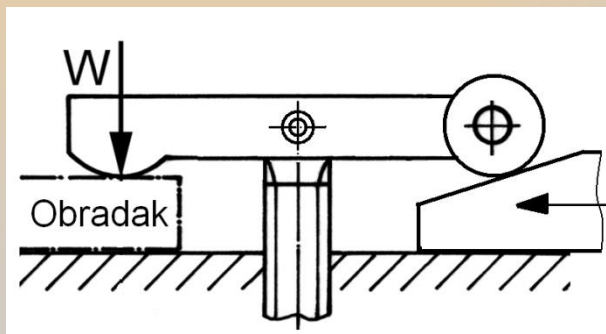
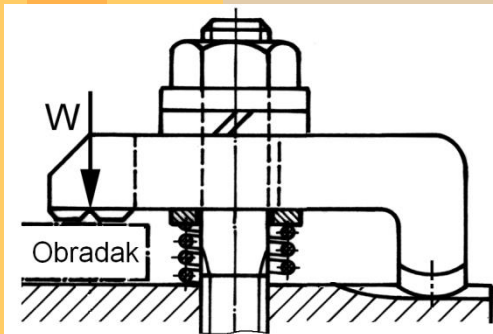


OBRADNI SISTEM

Specijalni pribor

Mehanizmi za stezane

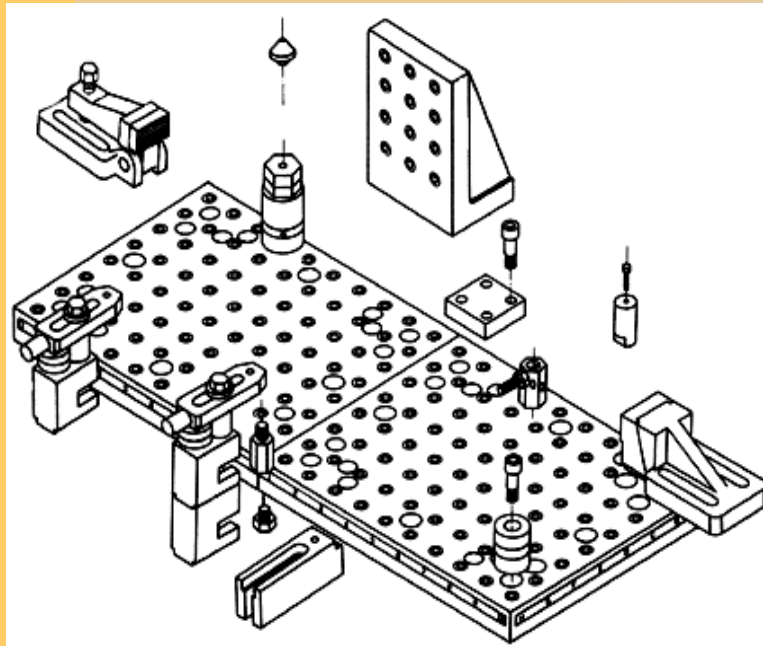
- ★ **Mehanizmi za stezanje** treba da obezbede čvrsto i stabilno naleganje radnog predmeta uz naslone pribora, kako bi pri procesu obrade zadržao fiksiran položaj.
- ★ Sile stezanja moraju biti tolike da kompenzuju dejstvo svih sila koje deluju na radni predmet u toku obrade, a da pri tome ne deformišu obradak.
- ★ Mehanizam stezanja ostvaruje se korišćenjem pre svega mehaničkih elemenata: *zavrtnjevi, poluge, opruge, čaure, klinovi, ekscentri* itd.



OBRADNI SISTEM

Modularni pribor

- ★ **Modularni pribor** obuhvata garnituru različitih standardnih elemenata, kao što su: tela pribora; elementi za pozicioniranje i stezanje obratka; elementi za vođenje alata; elementi nadogradnje; vezni i manipulacioni elementi itd.
- ★ Modularni elementi **omogućuju** gradnju pribora za: različite oblike i dimenzije predmeta obrade, sve tipove proizvodnje, široki spektar zahvata obrade i dr

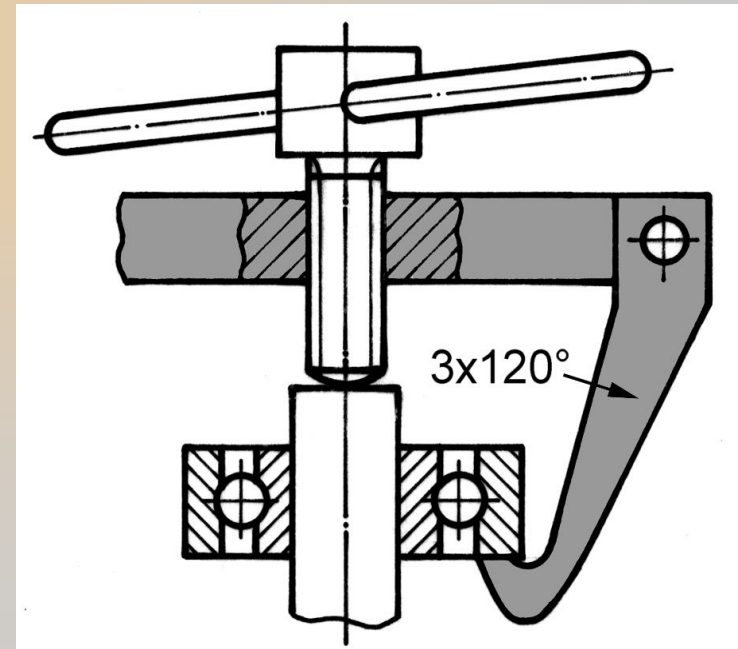
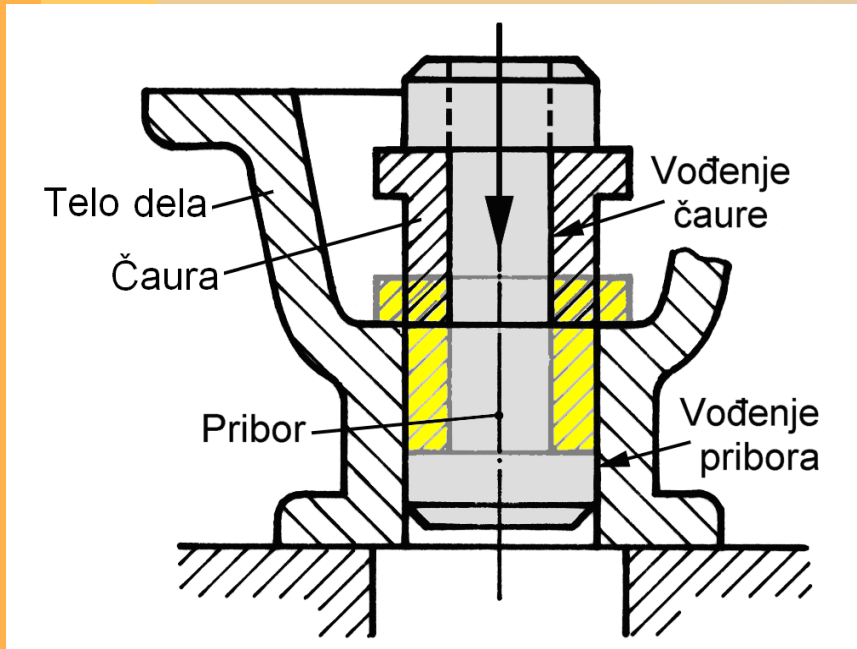


OBRADNI SISTEM

Pribor za montažu

Primer pribora u procesu montaže ili demontaže proizvoda

a) pribor za montažu čaure; b) pribor za skidanje ležajeva



OBRADNI SISTEM

Merilo

- ★ **Kvalitet proizvodnje** je jedna od najznačajnijih aktivnosti preduzeća
- ★ **Praćenje i obezbeđenje kvaliteta** se propisuje međunarodnim standardima (serija ISO 9000) koji zahtevaju stalna unapređenja sposobnosti procesa proizvodnje.

Prema ovim standardima kontrola procesa proizvodnje obuhvata:

- ★ *Kontrolu kvaliteta izrade proizvoda* gde se proverava poklapanje stvarnih i nominalnih vrednosti kvaliteta izrade radnog predmeta (tačnost i kvalitet obrađene površine).
- ★ *Kontrolu sposobnosti proizvodne opreme* gde se prema unapred utvrđenim kriterijumima utvrđuje tačnost i stabilnost tehnološkog sistema.

Kontrola kvaliteta proizvoda:

- ★ Prema sistemu kvaliteta ova **kontrola obuhvata**: *utvrđivanje kvaliteta ulaznog materijala i polufabrikata; kontrolisanje obratka u toku proizvodnog procesa i verifikaciju gotovog proizvoda*
- ★ Kontrole kvaliteta izrade proizvoda može se **razvrstati prema**: *nameni* (ulazna, međufazna i završna), *mestu* (proizvodna i laboratorijska), *postupku* (elementarna i kompleksna), *nivou automatizacije* (ručna, mehanizovana i automatska) itd.

Merilo

Osnovi merenja i kontrole

U proizvodnim tehnologijama, **merenjem i kontrolom se određuju** *tačnost izrade* (dimenzije, oblik i položaj površina obratka) i *kvalitet obrađene površine* (hrapavost i stanje površinskog sloja).

Merjenje ➤ Predstavlja utvrđivanje apsolutne (numeričke) vrednosti posmatrane mere. Merenje je spor postupak provere tačnosti ili kvaliteta predmeta obrade i koristi se u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji.

Kontrola ➤ Proces utvrđivanja da li je određena mera izrađena u okviru propisane tolerancije nominalne vrednosti. Kontrola je znatno brži postupak provere kvaliteta predmeta obrade, a koristi se u serijskoj i masovnoj proizvodnji.

- ★ Pri merenju i kontroli nastaju određene **greške**: *lične greške i greške merila*.
- ★ U tehnologiji obrade materijala **uglavnom se mere ili kontrolišu**: *dužine, uglovi i površine*. Zbog svoje specifičnosti izdvajaju se merenje i kontrola: *navoja i ozubljenja*, a posebno se posmatra kontrola *kvaliteta obarađene površine*
- ★ **Izbor merila zavisi** od: *organizacionog oblika kontrole kvaliteta; nivoa tačnosti izrade proizvoda; tipa i obima proizvodnje; konstruktivnih karakteristika predmeta obrade; ekonomičnosti primene metoda i sredstava merenja* itd.

Merenje i kontrola dužina

- ★ **Dužina** je veličina koja definiše najkraće rastojanje između dve tačke.
- ★ Osnovna mera za dužinu je **metar** (rastojanje koje u vakuumu pređe svetlost za vreme $1/299792458$ s).
- ★ Osnova **podela merila** za dužinu je na: *jednostruka* i *višestruka*.

Jednostruka merila za dužinu

- ★ Sredstva merenja ili kontrole jedne mere
- ★ Ova merila nemaju skalu, a obuhvataju: *granična merila, tolerancijska merila, šablone, kalibre, merne ploče, lenjire bez skale* itd

OBRADNI SISTEM

Merenje i kontrola dužina

- ★ **Granična merila** (etaloni) su pločice različitih dimenzija, sistematizovane u jednu garnituru, čijim se kombinovanjem (spajanjem) mogu formirati slogovi različite dužine sa tačnošću od 1 μm .
- ★ Koriste se za **kontrolu i regulisanje** laboratorijskih i radioničkih merila



OBRADNI SISTEM

Merenje i kontrola dužina

- ★ **Tolerancijska merila** se koriste za proveru da li se određena dimenzija obratka nalazi u granicama dozvoljenih odstupanja, tj. u okviru zadate tolerancije.
- ★ To su merila sa stranama "IDE" i "NE IDE".
- ★ Izrađuju se u **dva osnovna oblika**: *čepovi* za kontrolu unutrašnjih mera i *račve* za kontrolu spoljašnjih mera.
- ★ Mogu biti čvrsti - podešljivi, jednostrani - dvostrani, diferencijalni - integrisani itd.
- ★ Koriste se u serijskoj i masovnoj proizvodnji



OBRADNI SISTEM

Merenje i kontrola dužina

- ★ **Šabloni i kalibri** su mehanička merila pomoću kojih se kontrolišu: *profili, zazori, radijusi, debljine* itd.
- ★ Mogu biti uporedni, nasloni ili umetni



Primer kontrolnih šablona

a) listići za zazore; b) šablони za radijuse; c) kalibri za debljinu žice

OBRADNI SISTEM

Višestruka merila

Univerzalna merna sredstva sa indikatorom za očitavanje vrednosti mernih veličina

- ★ **Lenjiri:** najgrublja merenja na odlivcima, otkovcima, zavarenim konstrukcijama i sl.
- ★ **Pomična merila sa nonijusom:** (*kljunasta merila, dubinometri i visinometri*) koriste se za merenje spoljašnjih i unutrašnjih mera. Tačnost merenja, od 1/10 do 1/100 mm
- ★ **Mikrometri** su merila koja se koriste za preciznija merenja, tačnosti od 1/100 do 1/1000 mm. Prema nameni dele se na mikrometre za spoljašnja, unutrašnja i specijalna merenja.
- ★ **Komparatori** su merni instrumenti koji služe za definisanje odstupanja od nominalne mere dimenzija, oblika i položaja. Razlikuju se: *mehanički* (tačnost 10 μm); *optički i elektronski* (tačnost 1 μm) i *pneumatski i hidraulični* (tačnost 0,1 μm).



OBRADNI SISTEM

Merenje i kontrola uglova, nagiba i konusa

Jednostruka merila

Granična merila su izrađena u vidu pločica (etaloni), **Tolerancijska merila** se izrađuju u vidu prstena i čepova. **Ugaonici** su merila koja se koriste za kontrolu uglova metodom svetlosnog procepa. **Šabloni** se koriste za kontrolu uglova profila, alata, navoja i sl.

Višestruka merila

Univerzalni uglomeri (mehanički, optički ili elektronski) se koriste za merenje uglova u rasponu od $0\div 360^\circ$, sa tačnošću merenja od $10\div 1'$. **Libele** (podužne, okvirne i kružne) se koriste za merenje manjih vredosti uglova ili za kontrolu vertikalnog i horizontalnog položaja tela.

Indirektno merenje uglova je posredna metoda gde se koriste lenjiri, valjci, kugle i etalonska merila radi obrazovanja trigonometrijskih zavisnosti preko kojih se izračunava vredost ugla.

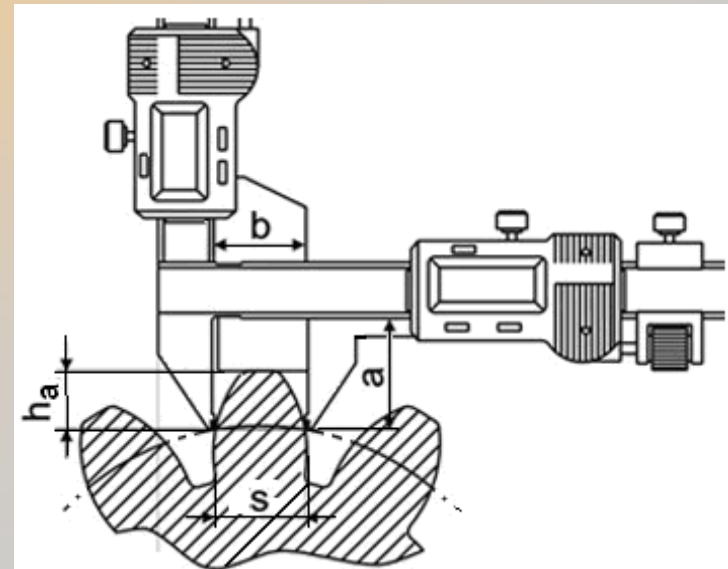
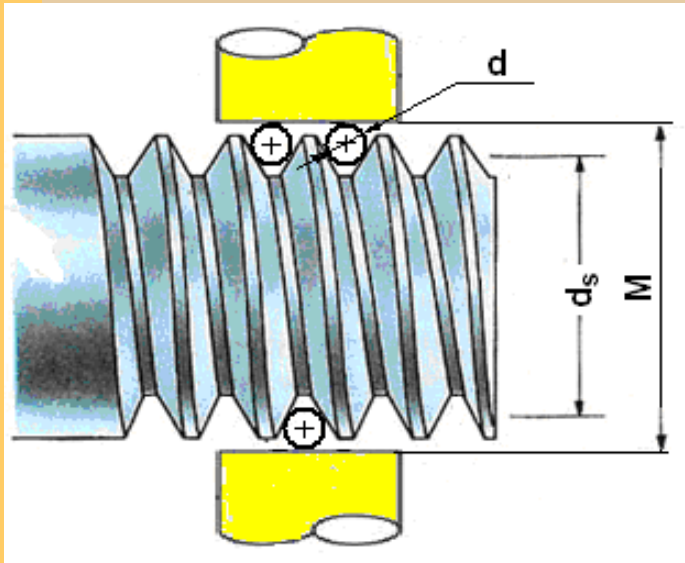


OBRADNI SISTEM

Merenje i kontrola navoja i ozubljenja

Diferencijalna metoda obuhvata pojedinačno merenje ili kontrolu parametara koji definišu navoj ili ozubljenje. Ova metoda se koristi kod izrade prvog komada serije ili pri izradi vrlo preciznih i odgovornih delova.

Funkcionalna metoda se ne bavi pojedinačnim merenjem parametara koji definišu navoj ili ozubljenje, već ocenom tačnosti prenosa kretanja. Kod navoja se utvrđuje da li je deo dobar ili loš u smislu njegovog *ispravnog funkcionisanja i potpune zamenljivosti*, a u tu svrhu najčešće se koriste kontrolnici. Kod ozubljenja se sprovodi *kontrola međusobnog rada spregnutih zupčanika, traga nošenja i nivoa buke i vibracija*, za šta se koriste posebno razvijene metode.



OBRADNI SISTEM

Kontrola profila i kvaliteta obrađene površine

Kontrola profila obuhvata makrogeometrijska odstupanja površina predmeta obrade od idealnog oblika (pravost, ravnost, kružnost, cilindričnost itd) i položaja (paralelnost, upravnost, koncentričnost, simetrija itd):

Direktne merne metode ➤ Koriste se kod kontrole pravilnih oblika površina, kao što je krug, prava linija, konus i sl. Ova kontrola se najčešće vrši pomoću komparatora na delovima postavljenim u šiljcima ili prizmi.

Indirektne merne metode ➤ Koriste se kada obradak ima složenu konturu površine. Kontrola se vrši tako što se lik profila površine uveća i projektuje na pogodan ekran i upoređuje sa nominalnim profilom površine predmeta.

Kontrola kvaliteta obrađene površine obuhvata ocenu: *hrapavosti obrađene površine i fizičko hemijskog stanja površinskog sloja materijala obratka.*

Merenje hrapavosti obrađene: *metoda pomoću uporednih etalona; metoda svetlosnih preseka; metoda interferencije svetlosti i mehaničko-elektronska metoda.*

Kontrola stanja površinskog sloja materijala obratka: koriste se posebno razvijene metode za ispitivanje promene mikrostrukture i mikrotvrdoće materijala, vrednosti zaostalih napona i mikropukotina itd.

OBRADNI SISTEM

Savremena merna instrumentacija

Virtualna instrumentacija predstavlja metodologiju merenja pomoću hardverskih i softverskih komponenti posredstvom standardnog računara opšte namene

Akvizionni merni sistem predstavlja računarski merni instrument koji prihvata i procesira signale fizičkih pojava iz realnog sistema.

Koordinatna merna mašina je kompleksni merni sistem kod koga je potpuno automatizovan i numerički programiran: *proces merenja, kontrole, obrada i memorisanje rezultata.*

Inteligentni merni sistem ima ugrađene elemente računarske inteligencije.

