

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA


Uvod

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 1/6

1



Grafička komunikacija u tehnic

- Nužan preduvjet optimalnog odvijanja procesa oblikovanja (koncipiranja, projektiranja i konstruiranja – **detaljiranja** → **crtanje**), proizvodnje, uporabe i održavanja proizvoda, objekata ili sustava je *usklađeno djelovanje različitih sudionika*.
- Ovo je moguće ako svi sudionici na prikladan način razmjenjuju odgovarajuće informacije odnosno komuniciraju.

2

- Zbog naravi informacija u tehnici potrebno je omogućiti točan i jednoznačan prijenos određenih informacija između sudionika procesa neovisno o vremenu, prostoru i međusobnom odnosu.
- To je moguće isključivo definiranjem i primjenom odgovarajućih **normi** i **pravila** u procesu prezentiranja i razmjene informacija.
- Posebno značajan način prikaza i prijenosa informacije u tehnici je **grafička** ili **slikovna** komunikacija.
- Slikovni prikaz je u osnovi način pohrane i prijenosa informacije, odnosno komunikacijski medij.
- Po kapacitetu, odnosno mogućoj količini pohranjene ili prenesene informacije, slika kao medij znatno nadilazi govor ili tekst.

3

- Povijest grafičke komunikacije može se pratiti do razdoblja oko 25000 godina prije Krista kada su nastale prve poznate slike na zidovima špilja.
- Najstariji primjeri grafičke komunikacije u tehničkim primjenama nalaze se u Babilonu u vremenu oko 4000 godina prije Krista.
- **Teoriju projekcija** objekta razvili su talijanski graditelji u 15. stoljeću, a prvu knjigu iz tog područja napisao je Leonardo da Vinci 1651.
- **Osnovna pravila projekcija** i **osnove tehničkog crtanja** ustrojio je profesor politehničke škole u Parizu Gaspard Manage (1746.-1818.).

4

- Veliki napredak u području inženjerske grafike ostvaren je pojavom digitalnih računala.
- Prva prezentacija integriranog postupka projektiranja uz pomoć računala CAD (Computer Aided Design) priređena je godine 1963. na Massachusetts Institute of Technology (MIT) u SAD.
- Računalo se danas standardno primjenjuje u izradi, pregledu, pohrani i prijenosu tehničkih crteža kao i grafičkoj komunikaciji općenito.

5

Tehnička dokumentacija

- Da bi se složeni skupovi informacija mogli prezentirati na prihvatljiv i razumljiv način treba ih organizirati na temelju međusobne povezanosti u logičke i sadržajne cjeline.
- Osnovna informacijska cjelina koja sadrži međusobno logički povezan skup informacija o tehničkom uređaju ili sustavu naziva se dokumentom.
- Dokument može sadržavati informacije predstavljene u slikovnom ili tekstovnom obliku.
- Skup svih relevantnih dokumenta o nekom objektu ili sustavu naziva se **tehnička dokumentacija**.

6

- Potpuna dokumentacija mora sadržavati na sustavan, jasan i jednostavan način predstavljene sve informacije nužne za odvijanje predviđenih procesa povezanih s opisanim objektom ili sustavom.
- Nije moguće za sve moguće slučajeve jednoznačno odrediti opseg i oblik tehničke dokumentacije.
- Pri stvaranju tehničke dokumentacije treba težiti optimalnoj minimizaciji ljudskog rada i opsega dokumentacije.
- Dokumentacija se razvija prateći razvitak objekta ili sustava od razine ideje, preko izradbe do održavanja.
- Zbog toga se mijenja i sadržaj i namjena dokumentacije.

7

- Prema namjeni razlikujemo sljedeće oblike tehničke dokumentacije:
- **projektni zadatak** - sadrži sve bitne zahtjeve projekta uključujući: tehničke, ekonomske, pravne i ostale
- **idejno rješenje** - sadrži osnovne informacije o predloženom rješenju
- **idejni projekt** - sadrži temeljnu razradu informacija o predloženom rješenju uključujući predvidivi troškovnik
- **investicijski elaborat** - sadrži informacije iz idejnog projekta upotpunjene ekonomskom analizom
- **glavni projekt** - sadrži detaljnu razradu idejnog projekta sa svim podacima za izvođenje. Služi kao osnova za izradu izvedbene dokumentacije i prikupljanje ponuda.

8

- **glavni izvedbeni projekt** - izrađuje se na temelju glavnog projekta nakon odabira proizvođača ili dobavljača
- **dokumentacija za pogon i održavanje** - sadrži detaljne naputke za uporabu i održavanje.

9

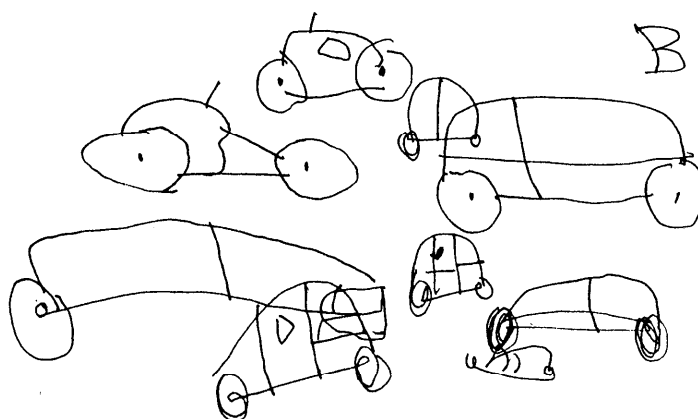
- Tekstualni dio tehničke dokumentacije predstavljaju:
 - tehnički opis
 - tehničko-ekonomsko obrazloženje
 - obvezni proračuni
 - naputci za rukovanje
 - naputci za ispitivanje i održavanja
 - popis opreme
 - troškovnici.
- Slikovni dio tehničke dokumentacije predstavljaju različite vrste **tehničkih crteža**.

10

Općenito o crtanju i crtežu

- Crtanje je, kao i **crtež** (proizvod ove radnje), vrlo široko područje grafičkog izražavanja, počevši od dječjeg šaranja (risanja), izrada šara kao ukrasa, raznih umjetničkih crteža i ilustracija, bilježaka i studija istraživača i znanstvenika, tehničkih crteža, koji su opet vrlo raznovrsni u svezi s tehnikom, pristupom i sadržajem (npr. **tehnički crteži u strojarstvu**, elektrotehnici, građevinarstvu, arhitekturi, kartografiji itd.), pa do crteža dobivenih podrškom računala (CAD – Computer Aided Design), odnosno računalne grafike.
- Crtanje ili risanje – daljnje u tekstu koristit će se riječ "crtanje".

11



Crteži (šaranja) djeteta u dobi između treće i četvrte godine

12

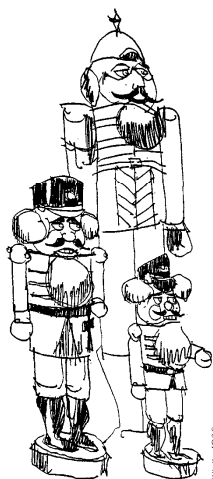


Grčka prelja s vretenom i presicom. Crtež na grčkoj vazi iz 5. stoljeća prije nove ere.



Grčka tkalja odmara se uz tkalački stan. Crtež Telemaha i Penelope na grčkoj vazi iz Chiusa.

13

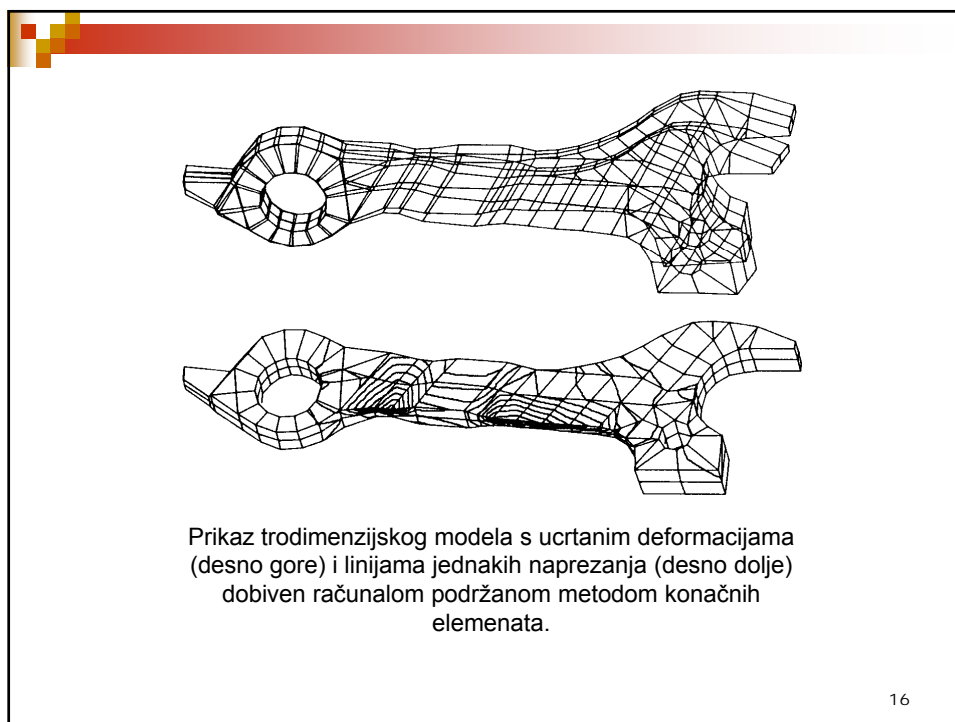
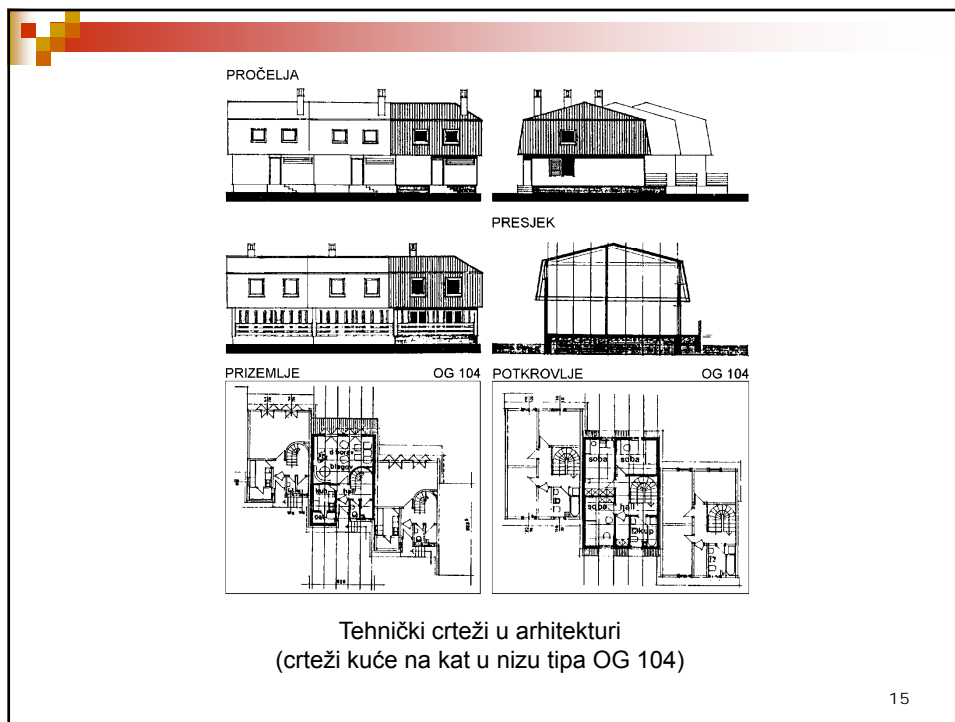


Ilustracija
(moj crtež iz 1982.)



Crtež ("Pripremanje pića") i ukrasne šare na antičkoj vazi oko 510. – 500. prije nove ere.

14



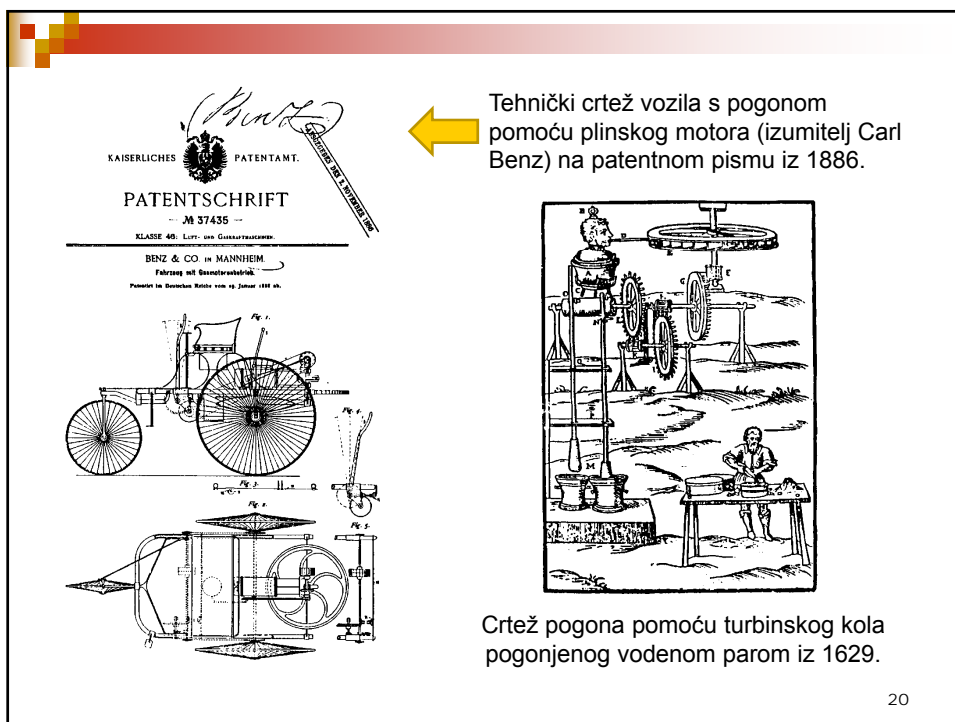
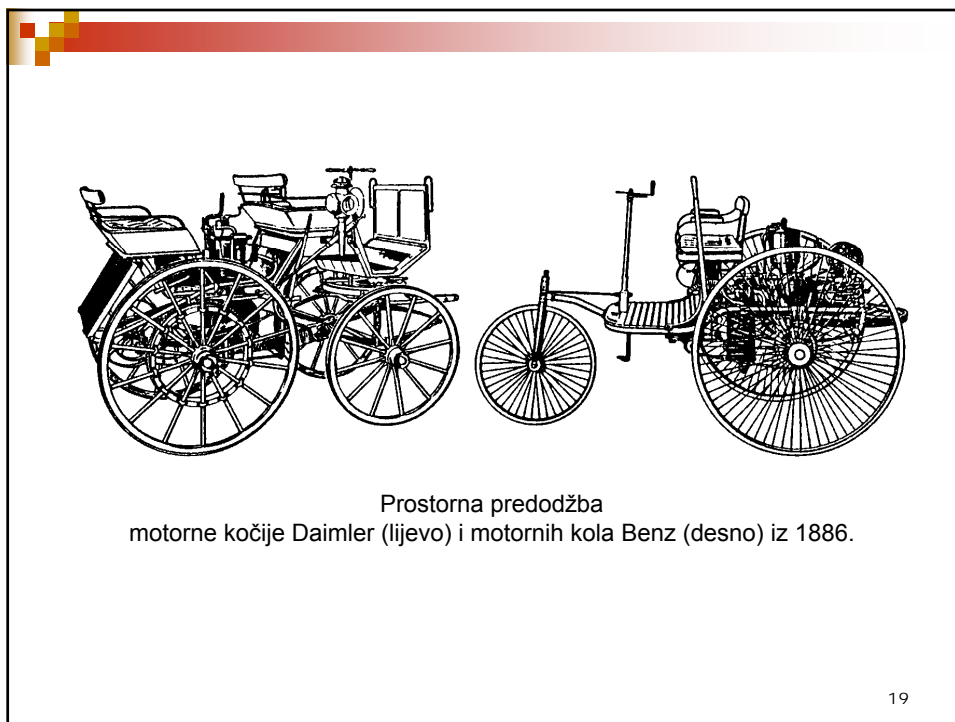
Tehničko crtanje u strojarstvu

- Kao i u nizu drugih znanstvenih polja u području tehnike, tako i u strojarstvu nije moguće prikazivanje, shvaćanje, provođenje ili čuvanje od zaborava različitih tehničkih ideja ili rješenja bez uporabe tehničkog crteža.
- Analizom povijesti dolazi se do spoznaje da su prvi izumitelji alata, uređaja ili strojeva istodobno bili i konstruktori i graditelji.
- Oni su također upotrebljavali crtež ili skicu kao način prikazivanja i objašnjavanja funkcije izuma, odnosno kao predložak za njihovu izradu.

17

- Razina tehničke opremljenosti i sadržaja prvih skica i crteža bili su daleko ispod razine tehničke opremljenosti i sadržaja skica i crteža koje poznaje suvremeno tehničko crtanje u strojarstvu.
- Tadašnje skice i crteži nisu nastajali kao rezultat primjene unaprijed utvrđenih pravila i zakonitosti tehničkog crtanja, već kao rezultat primjene osobnih pravila autora.

18



- Razvojem proizvodnje javila se potreba za podjelom rada u proizvodnom procesu, odnosno potreba za podjelom zaduženja u proizvodnom procesu.
- Prvi se put pojavljuje potreba za osobama koje nisu neposredno uključene u izradu neke proizvodne cjeline (npr. nekog stroja), a čiji je zadatak da svim sudionicima u proizvodnom procesu osiguraju crteže, kao i potrebne dopunske, najčešće usmene obavijesti i upute za rad.
- Ove osobe bile su prvi projektanti i konstruktori, a istodobno i tvorci prve **tehničke dokumentacije**.
- Razvoj znanosti i tehnike te prijelaz na serijsku i visokoserijsku proizvodnju uvjetovat će težnje da tvorevine znanosti i tehnička dostignuća postanu opća svojina, i unutar nacionalnih granica i izvan njih.

21

- Posljedica tih težnji je i povećanje broja kategorija ljudi koji se moraju koristiti tehničkim crtanjem, odnosno tehničkim crtežom kao produktom ove radnje (npr. znanstvenici, projektanti, konstruktori, kalkulanti, tehnolozi, neposredni proizvođači, kontrolori, učenici, studenti itd.).
- Radi prikazivanja ideje, pronalaska ili rezultata istraživačkih radova znanstvenici se osim dijagrama, shema, skica i slično koriste i tzv. konceptnim crtežom (tehničkim crtežom) koji predstavlja podlogu za daljnji rad projektanta (koncept).
- Projektanti se koriste tzv. predprojektnim i projektnim crtežom da bi definirali i prikazali strukturu stroja ili uređaja (proizvodne ili prodajne cjeline u širem smislu).

22

- Na temelju predprojektiranih i projektiranih crteža, konstruktori razgrađuju strukturu stroja ili uređaja te detaljiziranjem sklopova i dijelova pomoću tzv. sklopnih i radioničkih crteža osiguravaju sastavljanje (gradnju) stroja ili uređaja bez obzira na to gdje su i na koji su način izrađeni sastavni dijelovi.
- Konstrukcijskim crtežima kao podlogom koriste se kalkulanti radi određivanja cijene koštanja (na temelju procjene utroška materijala za izradu i procjene vremena izrade), tehnolozi za izradu tehnološke dokumentacije (tehnološkog crteža, tehnološkog postupka, skice ili programa krojenja, odnosno rezanja i slično), neposredni proizvođači kao informacijom o konačnom obliku izratka (do kojeg moraju doći obavljanjem tehnološkim postupkom propisanih tehnoloških operacija), kontrolori radi provjere funkcionalnih izmjera itd.

23

- Jedna od tih kategorija ljudi mora osim znanja čitanja posjedovati i znanje izrade tehničkih crteža (znanstvenici, projektanti, konstruktori, tehnolozi), dok druga samo znanje čitanja crteža (kalkulanti, neposredni proizvođači, kontrolori).
- Učenici i studenti trebaju steći oba znanja, jer im znanje čitanja tehničkih crteža omogućava upoznavanje s tvorevinama znanosti i tehnike, a znanje izrade tehničkih crteža osposobljava ih da svoje ideje izraze i prenesu na druge.
- Da bi spomenute kategorije ljudi mogle međusobno komunicirati na putu od zamišljene ideje do konačnog proizvoda, potrebno je da tehnički crtež bude izrađen i da se čita po jednakim, unaprijed utvrđenim pravilima – pravilima tehničkog crtanja.

24

- **Zadatak je tehničkog crtanja** u strojarstvu da se pomoću crteža ili skupa crteža u potpunosti jednoznačno definirani oblik, funkcija, izmjere (veličine), vrsta obrade, materijal, kvaliteta, tolerancije duljinskih izmjera i tolerancije položaja i oblika te ostale bitne karakteristike dijelova, strojeva, uređaja i postrojenja, jasno i jednoznačno za sve strojarske inženjere i tehničare svijeta, bez obzira na njihovo pismo ili jezik kojim govore.
- Za razliku od umjetničkog crtanja, tehničko se crtanje u prikazivanju prostornog strojnog dijela u ravnini crteža **koristi načelima nacrtna geometrije kombinirane s propisima obznanjenim u nacionalnim i međunarodnim normama**, radi pojednostavnjenja i prilagodbe tehničkog crtanja u strojarstvu.

25

- Oblikovanje strojnih elemenata i njihovo **definiranje izmjera (kotiranje)** zasniva se na načelima tehnologije izrade i obrade, mogućnosti mjerenja, načelima konstruiranja strojeva i njihovih dijelova, kao i propisima obuhvaćenim standardima za simbole, znakovlje, standardne mjere i slično.
- Uz pomoć međunarodnih normi, koje su temelj za izradu nacionalnih normi, osigurana je sukladnost izražavanja pomoću tehničkog crteža.
- **Tehničko crtanje u strojarstvu predstavlja posebnu disciplinu u strojarstvu, odnosno temelj je tehničke pismenosti svakog strojarskog inženjera ili tehničara.**

26

- Tehnički crtež kao rezultat tehničkog crtanja, objedinjavanjem oblika s brojevima, simbolima i tehničkim pismom, sredstvo je izražavanja pomoću kojeg se definira i čuva od zaborava ideja i uputa potrebna za izradu postrojenja, stroja, uređaja i njihovih sastavnih dijelova, odnosno internacionalni jezik pomoću kojeg međusobno komuniciraju svi strojarski inženjeri i tehničari na svijetu.
- *Ovaj udžbenik usklađen je s važećim hrvatskim normama HRN odnosno međunarodnim normama ISO koje utvrđuje Međunarodna organizacija za normizaciju (International Organization for Standardization), a koje vrijede za tehničko crtanje.*



27

Vrste tehničkih crteža u strojarstvu

- U strojarstvu se koristi čitav niz različitih vrsta tehničkih crteža, koji su svrstani ili su dobili naziv prema vrsti predodžbe (dvodimenzijski ili trodimenzijski crtež) i načinu izrade (crtež u olovci, crtež u tušu), prema sadržaju (plan rasporeda, dijagram, shema, glavni ili dispozicijski crtež, skupni ili sklopni crtež, skica) i namjeni (radionički crtež, montažni crtež, mjerna skica).
- U strojarstvu, a tako i u drugim područjima (građevinarstvo, arhitektura, oblikovanje – *design* i *styling*), gotovo i ne postoji primjer za koji nije potreban prikaz crtežom.

28

Podjela tehničkih crteža prema sadržaju

- Prema sadržaju postoje uglavnom dvije vrste tehničkih crteža: **sastavni ili montažni crtež** i **detaljni ili radionički crtež**.
- Sastavni crtež može biti: dispozicija ili glavna montaža čitavog objekta, skupine (odnosno sastav složene jedinice unutar objekta), sklop ili montaža (sastav jednog dijela skupine), podsklop ili podmontaža (sastav jednog dijela sklopa), konstrukcijska jedinica (tehnološki sklop ili skup nekoliko detalja koji se sastavljaju zasebno i kao cjelina montiraju s ostalim dijelovima – najčešće su to zavareni dijelovi unutar podsklopa).

29

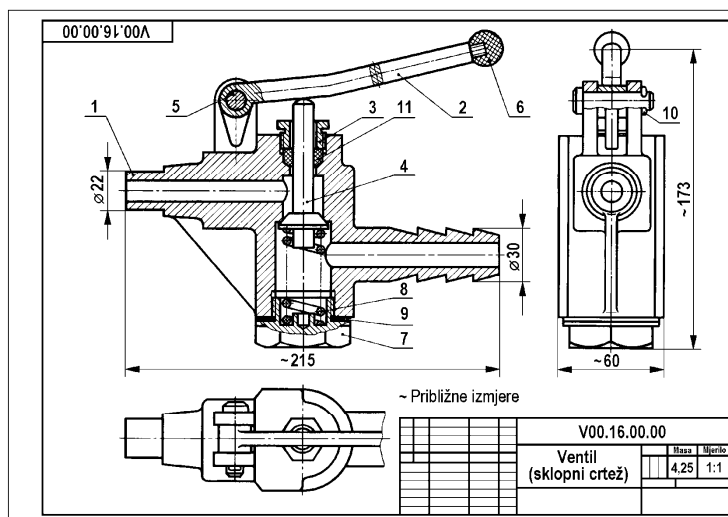
Podjela tehničkih crteža prema namjeni

- Prema namjeni postoji više vrsta tehničkih crteža, no najvažnije su sljedeće:
 - **Projektni crtež** prikazuje objekt u grubim potezima iz kojih su vidljive njegove značajke. Ovaj je crtež izrađen na temelju iskustvenih podataka i proračuna, a ne razrađuje detalje i služi kao podloga za daljnju razradu.
 - **Sastavni ili montažni crtež** prikazuje kako se pojedine cjeline (dijelovi ili sklopovi) sastavljaju i kako međusobno funkcioniraju.
 - **Radionički, detaljni ili izvedbeni crtež** prikazuje strojni dio (nerastavljiv) sa svim potrebnim podacima za njegovu izradu.

30

- **Mjerna skica** prikazuje glavne priključne mjere za jedan stroj ili više strojeva istog tipa.
- **Ponudbeni crtež** prikazuje objekt u glavnim crtama. Na njemu se prikazuje samo ono što je bitno, a služi samo kao prilog za ponudu ili natječaj (licitiranje, tender). Ovi su crteži likovno dotjerani sa željom da utječu na odluku investitora.

31

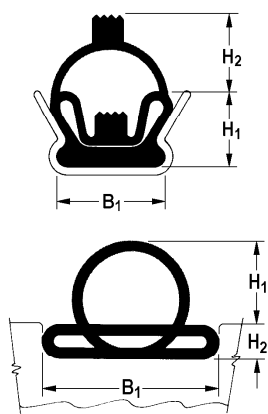


Primjer sastavnog ili montažnog crteža

32

- **Reklamni crtež** prikazuje pojednostavnjeno određeni proizvod (stroj, uređaj, postrojenje itd.) na prospektima ili sličnoj dokumentaciji.
- **Ostali crteži** jesu: crtež temelja, ugradbeni crtež, crtež za odobrenje, situacijski crtež, plan kolosijeka, plan instalacije, narudžbeni crtež, crtež isporuke, patentni crtež, skica, shema i slično.

33



Primjeri reklamnih crteža iz kataloga brtvenih elemenata



Primjeri prostoručnih crteža (ilustracija) koji se koriste u reklamne svrhe

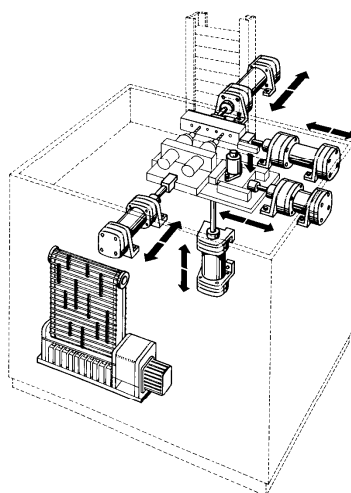
34

Podjela tehničkih crteža prema načinu prikazivanja

Prema načinu prikazivanja postoji

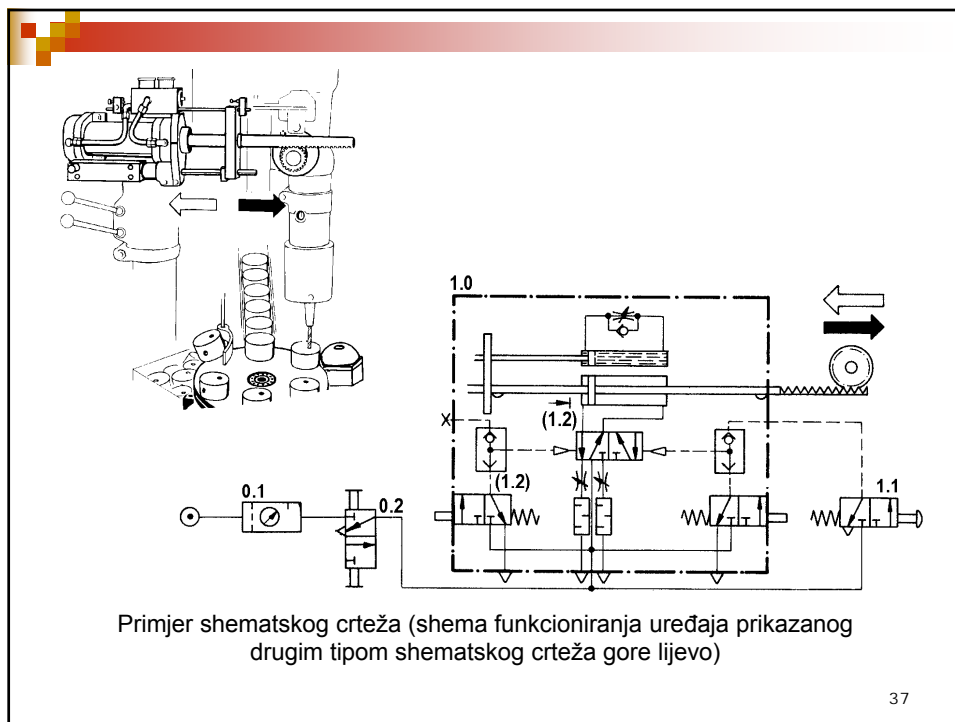
- **prostorna predodžba**
- **shematska predodžba** (predočava strojni dio krajnje pojednostavnjeno, približno u glavnim crtama ili dogovorenim simbolima) i
- **ortogonalna (pravokutna) predodžba** (projekcija koja je najčešće dovoljno objašnjena).

35



Primjeri shematskih crteža

36



37

Podjela tehničkih crteža prema tehnici rada

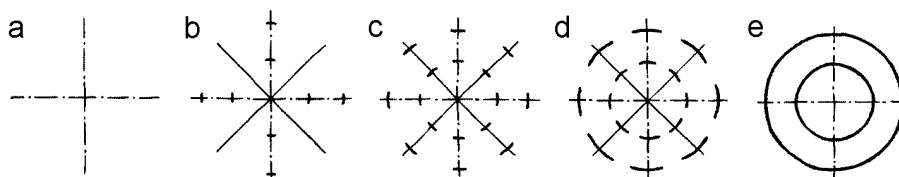
- Prema tehnici rada danas se pretežno upotrebljavaju **računalni crteži** prikazani na prozirnog papiru ili na neprozirnog crtačem papiru.
- Za ispis crteža upotrebljavaju se digitalni crtači (plotteri) (s perima, elektrostatski, termalni, ink-jet ili laserski crtači) ili pisači (printeri) (matrični, laserski ili ink-jet).

38

- Vrlo česta vrsta tehničkog crteža je **prostoručni crtež** (skica).
- Kao što se iz naziva može zaključiti, radi se o crtežu koji se crta prostoručno, najčešće olovkom i uglavnom bez uporabe pribora i pomagala za crtanje.
- Ovakve crteže uglavnom izrađuju inženjeri konstruktori kao upute i podloge crtačima detaljistima, koji ih po potrebi crtaju na računalu.
- Prostoručni crtež crta se štujući niz posebno utvrđenih pravila, koja jamči jednostavnost i zornost crteža.

39

Jedno od takvih pravila jest i pravilo crtanja kružnice, koje je u pet faza rada predočeno na slici (vidi poglavlje 7.)



Primjer prostoručnog crtanja dviju koncentričnih kružnica u pet faza rada (a – crtanje središnjica, b – označavanje polumjera kružnica na središnjicama i crtanje pomoćnih središnjica pod kutom 45° , c – označavanje kružnica na pomoćnim središnjicama, d – crtanje dijelova kružnica, e – spajanje dijelova kružnica radi konačnog izgleda)

40

- Pojavom računala omogućeno je i danas pretežito crtanje podržano računalom.
- Grafički programski sustavi su osnova CAD programskih sustava. Ova programska podrška se grubo može razvrstati na 2D (dovodimenzijske npr. AutoCAD) sustave za crtanje i 3D (trodimenzijske) sustave za modeliranje proizvoda.
- Dvodimenzijski sustavi služe prvenstveno za izradu tehničke dokumentacije, a temelje se na pravilima klasičnog tehničkog crtanja (detaljnije u **Poglavlju 7**).
- Suvremeni trodimenzijski sustavi temelje se na različitim metodama za generiranje 3D proizvoda (modeliranje), a najčešće su u primjeni žičani modeli, površinski modeli i "solid" modeli (detaljnije u **Poglavlju 13**).

41



Završetak

42



TEHNIČKA DOKUMENTACIJA


Normizacija

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 2/6

1



Razvoj normizacije, značenje i pojmovi

- Prapočeci normizacije ili standardizacije naziru se još u pretpovijesnom razdoblju izrade prvih posuda u lončarstvu i primitivnih oblika prvih alata.
- Npr. još je u starom Egiptu i Rimu postojala norma za opeku, vodovodne cijevi, brodsku opremu (vesla, jarbole, okove i sl.).
- U novije vrijeme normizacija se javlja u drugoj polovici osamnaestog stoljeća u vidu normiziranja raznih elemenata vatrenog oružja.
- U civilnoj proizvodnji normizacija nastaje uvođenjem Whitworthovog navoja (1841.), zatim se 1846. provodi unifikacija širine željezničkog kolosijeka itd.

2

- Na nacionalnoj se razini normizacija javlja 1901. i 1907. u Engleskoj odnosno Francuskoj, zatim 1917. u Njemačkoj, 1918. u SAD-u itd.
- Prema ISO GUIDE 2/86 normizacija je definirana, s obzirom na stvarne ili potencijalne probleme, kao aktivnost na utemeljenju mogućnosti zajedničke i višekratne uporabe u cilju postignuća optimalnog stupnja rada u danom kontekstu.
- Smatra se da je normizacija jedna od tvorevina industrijskog promicanja novijeg doba i da nije moguće zamisliti djelatnost gospodarstva i suvremenog društva, općenito, bez postojanja normizacije.

3

- Normama se obuhvaćaju uglavnom:
 - **kod sirovina:** kvaliteta, oblici i kemijski sastav,
 - **kod sredstava za rad:** dijelovi koji se oblikuju prema čovjekovim potrebama, dijelovi koji troše energiju i koji se zamjenjuju, te kapaciteti tih sredstava,
 - **kod radnih mjesta:** osvjetljenje, buka, čistoća zraka, vibracije itd.

4

- Na temelju iznijetog normizacija je važan element racionalizacije i sadrži tri osnovna postupka:
 - **Unifikacija** osigurava funkcijsku i dimenzijsku zamjenjivost sužavanjem asortimana glede vanjskih i unutrašnjih značajki proizvoda.
 - **Tipizacija** smanjuje broj tipova jednog proizvoda određene vrste na broj koji zadovoljava potrebe određenog vremena.
 - **Šifriranje** osigurava potpunu identifikaciju svakog pojma (predmeta) i istodobno omogućava grupiranje (razvrstavanje) pojmova (predmeta) po istim ili sličnim značajkama.

5

- Tehnička normizacija, kao dio opće standardizacije, ima za cilj:
 - smanjenje zaliha materijala na skladištu, zaliha gotovih proizvoda, rezervnih dijelova i alata;
 - ograničenje broja tipova i dimenzija poluproizvoda, alata, gotovih proizvoda, rezervnih dijelova;
 - omogućavanje velikoserijske i masovne proizvodnje smanjenjem broja različitih proizvoda, a time i smanjenja broja tehnoloških procesa;
 - povećanje kvalitete proizvodnje, općenito;
 - olakšanje i ubrzanje toka konstrukcijskog procesa;
 - olakšanje radnih uvjeta;
 - omogućavanje smanjenja potroška energije;
 - snižavanje troškova kontrole;
 - zaštitu ljudskog okoliša.

6

- U području distribucije i prodaje standardizacija omogućava bržu i točniju isporuku, uklanja mogućnost zabuna, olakšava transport te smanjuje broj sporova odnosno troškova koji bi iz toga proizašli.
- Normizacijom se postiže veća prikladnost proizvoda, proizvodnih postu-paka i usluga u njihovoj primjeni.
- Poseban doprinos normizacije očituje se u racionalnoj raznovrsnosti, spojivosti (kompatibilnosti) i zamjenjivosti proizvoda, sigurnosti i zaštiti, a pri razmjeni dobara i usluga uklanjaju se prepreke u trgovini i tehnološkoj suradnji.
- Sve to skupa omogućava bolje gospodarske učinke.

7

- Kako su norme osnova multilateralnih, bilateralnih, poslovnih i drugih sporazuma i tehničkih propisa, nužno je utvrditi sve nazive kako bi oni imali isto značenje svim njegovim korisnicima.
- Tako nazivi i pojmovi moraju biti dobro definirani u skladu s praksom.
- ISO/IEC Guides 2 (1991.), dakle vodič ili tumač ISO/IEC, pod nazivom *Opći nazivi i definicije iz područja normizacije i srodne djelatnosti*, definira 142 pojma i nešto više naziva na osam jezika.

8

Normizacija u Republici Hrvatskoj

- Vlada Republike Hrvatske u listopadu 2004. na temelju Zakona o normizaciji, NN 163/03, Uredbom o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme, NN 154/04, NN 44/05, za obavljanje poslova i zadataka normizacije osniva HZN kao nacionalno normirno tijelo RH.
- Odlukom Vlade RH u ožujku 2005. su predsjednik i članovi Upravnog vijeća HZN te privremena ravnateljica novo formirane javne ustanove.
- Nakon niza pripremnih radnji, donošenja Statuta i ostalih pravnih akata, HZN započeo je radom 1. srpnja 2005.

9

- Izradba svih općih akata HZN, uspostava pravnih, savjetodavnih i tehničkih tijela te nova pravila za rad hrvatske normizacije bili su nužni preduvjeti za sustavno, redovito i djelotvorno obavljanje svakodnevnih poslova nacionalne normizacije na način primjeren modernom nacionalnom normirnom tijelu.
- Navedeni uvjeti u isto su vrijeme i preduvjeti za ispunjavanje jednog od strateških ciljeva HZN – postizanja punopravnog članstva u europskim organizacijama za normizaciju (CEN - European Committee for Standardization, CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardization).

10

- HZN je osnovan radi ostvarivanja ciljeva normizacije: povećanja razine sigurnosti proizvoda i procesa, čuvanja zdravlja i života ljudi te zaštite okoliša, promicanja kvalitete proizvoda, procesa i usluga, osiguravanja svrsishodne uporabe rada, materijala i energije, poboljšanja proizvodne učinkovitosti, ograničenja raznolikosti, osiguranja spojivosti i zamjenjivosti te otklanjanja tehničkih zapreka u međunarodnoj trgovini.
- Djelatnost Hrvatskog zavoda za norme utvrđena je Zakonom o normizaciji i Uredbom o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme kao djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku koju obavlja isključivo Hrvatski zavod za norme.

11

 **HZN** Hrvatski zavod za norme
Croatian Standards Institute



<http://www.hzn.hr/Publikacije/glasiloz.html>

12

- Osnovna djelatnost HZN je priprema, prihvaćanje i izdavanje hrvatskih norma i drugih dokumenata iz područja normizacije.
- HZN će održavati zbirku hrvatskih norma i voditi registar hrvatskih norma.
- Također, ova će ustanova pružati informacije o nacionalnim, europskim i međunarodnim normama cjelokupnoj javnosti, a posebno hrvatskom gospodarstvu.
- Hrvatski zavod za norme preuzeo je obveze koje je Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo dosad imao kao član međunarodnih i europskih organizacija i postao je, kao hrvatsko nacionalno normirno tijelo, njihov novi član.

13

- To su međunarodne organizacije ISO (International Organization for Standardization) i IEC (International Electrotechnical Commission) te Europski institut za telekomunikacijske norme ETSI (European Telecommunications Standards Institute) u kojima je HZN punopravni član te CEN i CENELEC u kojima je pridruženi član.
- Na ovaj način je osigurana neprekinuta dostupnost informacijama i dokumentima tih tijela u RH kao i mogućnost sudjelovanja hrvatskih predstavnika u radu navedenih organizacija.

14

Normizacija u strojarstvu

- Proizvodi strojogradnje, strojevi, uređaji, aparati, postrojenja, alati, naprave, instrumenti te posebni strojni dijelovi, u sve većoj količini i u sve većem asortimanu, prodiru kao svakodnevna potreba u svaku granu gospodarstva, u svaku industriju, u najšire slojeve pojedinačne potrošnje.
- S obzirom na to da se radi o mnoštvu različitih proizvoda koji se puštaju u promet, od važnosti je svakog gospodarstva i društva uvođenje određenog niza u vrstama i veličinama ovih proizvoda.
- Potreba za tipizacijom nužna je i radi lakše i radi jeftine proizvodnje.

15

- Prilikom tipizacije treba imati na umu da broj vrsta treba biti što manji i da se one mogu namjenski ispravno primijeniti na sve proizvode.
- Tako su npr. izvedene tipizacije navoja po vrstama: određeni broj vrsta navoja za vijke i matice, određeni broj vrsta navoja za cijevi itd.
- Slično tipizaciji vrsta navoja provedene su (ili se mogu provesti) tipizacije za velik broj strojnih dijelova ili strojeva, aparata, uređaja, alata, motora i slično.
- Velike različitosti strojnih dijelova, i oblikom i veličinom, nužno je svesti na razumnu (optimalnu) mjeru, a da se zadovolji široko polje potreba.

16

- Tako se npr. pri izradi vijaka istog nazivnog promjera različitih duljina ili pri izradi remenica za klinasti (trapezni) remen i zupčanika različitih promjera te pri izvođenju elektromotora različitih po snazi ne izvode veličine po aritmetičkoj progresiji, već se koristi promjena spomenutih veličina po geometrijskoj progresiji, odnosno tzv. nizovi normnih brojeva.

17

Temeljni nizovi normnih brojeva prema HRN ISO 3:1997

Temeljni nizovi				Serijski broj	Teorijska vrijednost		Postojana razlika između vrijednosti temeljnog niza i računskih vrijednosti, %
R5	R10	R20	R40		Mantisa logaritma	Računske vrijednosti	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,00	1,000	0
			1,06	1	0,025	1,0593	+0,07
		1,12	1,12	2	0,050	1,1220	-0,18
			1,18	3	0,075	1,1885	-0,71
	1,25	1,25	1,25	4	0,100	1,2589	-0,71
			1,32	5	0,125	1,3335	-1,01
		1,40	1,40	6	0,150	1,4125	-0,88
			1,50	7	0,175	1,4962	+0,25
1,60	1,60	1,60	1,60	8	0,200	1,5849	+0,95
			1,70	9	0,225	1,6788	+1,26
		1,80	1,80	10	0,250	1,7783	+1,22
			1,90	11	0,275	1,8836	+0,87
	2,00	2,00	2,00	12	0,300	1,9953	+0,24
			2,12	13	0,325	2,1135	+0,31
		2,24	2,24	14	0,350	2,2387	+0,06
			2,36	15	0,375	2,3714	-0,48
2,50	2,50	2,50	2,50	16	0,400	2,5119	-0,47
			2,65	17	0,425	2,6607	-0,40
		2,80	2,80	18	0,450	2,8184	-0,65
			3,00	19	0,475	2,9854	+0,49
	3,15	3,15	3,15	20	0,500	3,1623	-0,39
			3,35	21	0,525	3,3497	+0,01
		3,55	3,55	22	0,550	3,5481	+0,05
			3,75	23	0,575	3,7584	-0,22
4,00	4,00	4,00	4,00	24	0,600	3,9811	+0,47
			4,25	25	0,625	4,2170	+0,78
		4,50	4,50	26	0,650	4,4668	+0,74
			4,75	27	0,675	4,7315	+0,39
	5,00	5,00	5,00	28	0,700	5,0119	-0,24
			5,30	29	0,725	5,3088	-0,17
		5,60	5,60	30	0,750	5,6234	-0,42

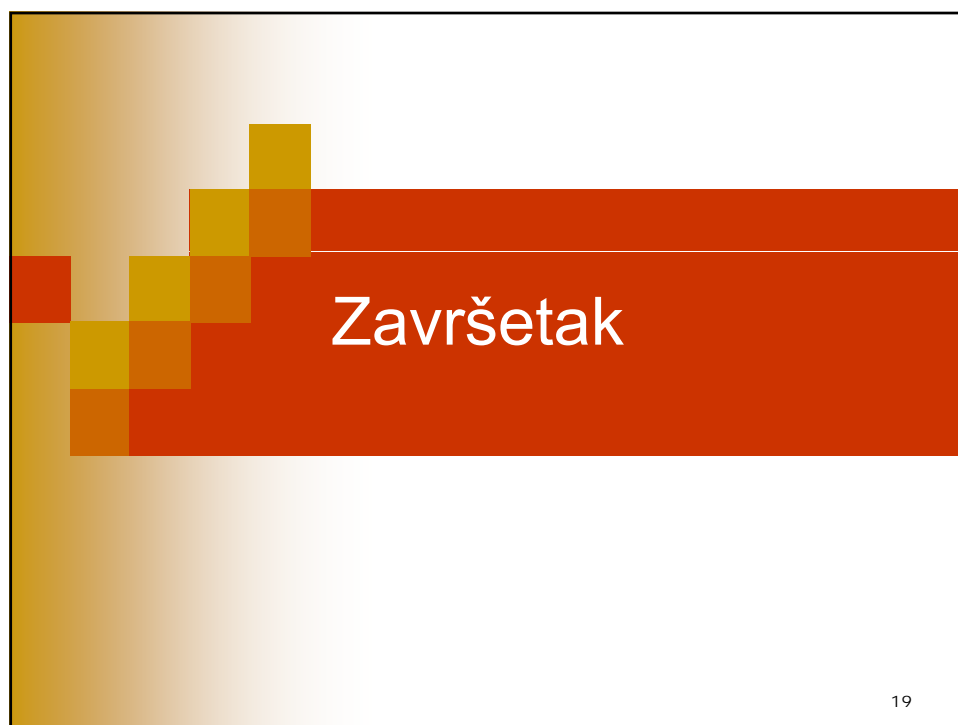
---- nastavlja se ----

Normni brojevi – nizovi normnih brojeva

Normni brojevi počeli su se upotrebljavati u Francuskoj potkraj devetnaestog stoljeća (vidi HRN ISO 17:1997). Od 1877. do 1879. satnik Charles Renard, inženjerski časnik, izradio je racionalnu studiju o elementima potrebnim za izradu zrakoplova lakšeg od zraka. On je računao specifikacije za pamučnu užad sukladno sustavu stupnjevanja, tako da bi se užad mogla proizvoditi unaprijed, bez pretpostavke o mjestu naknadne ugradnje. Uočivši prednost koja se može izvesti iz geometrijskog niza, on je kao temelj prihvatio uže koje ima masu od a g/m (gram/metar), a kao sustav stupnjevanja pravilo koje bi nakon svakog petog koraka niza dalo doprinos koji je jednak jednoj desetini vrijednosti a , tj.

$$q = \sqrt[5]{10}$$

18





TEHNIČKA DOKUMENTACIJA


Tolerancije, dosjedi i tekstura površina

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 3/6

1



Općenito o tolerancijama

- Dok se u pojedinačnoj proizvodnji ili nekom remontu stroja može u montaži dopustiti tzv. podešavanje i prilagodba dijelova koji trebaju raditi skupa, u serijskoj ili masovnoj proizvodnji suvremena tehnika i tehnologija to ne dopuštaju.
- Dakle, svaki bi strojni dio trebao biti proizveden tako da pristaje uz svoj pripadajući dio bez ikakve dorade, što uvjetuje uvođenje nekog sustava u smislu točnosti izmjera i željenog dosjeda.
- Ovaj zahtjev osobito je naglašen specijaliziranjem proizvodnje u kojoj se često sklapaju u strojnu cjelinu proizvodi različitih tvornica.

2

- Dotrajali se dijelovi također moraju moći izmijeniti bez dopunske obrade i drugih poteškoća, a prilikom remonta moraju pristajati na stroj bez podešavanja.
- Bilo bi negospodarski i nemoguće zahtijevati izmjenjivost dijelova uz održavanje apsolutno jednakih izmjera propisanih izmjerom.
- Takvu točnost onemogućava proizvodnja, jer je praktički nemoguće izraditi dvije potpuno jednake izmjere koje bi se poklapale na dijelove tisućeg dijela milimetra.
- Ako se to ipak dogodi, radi se o slučajnosti, a ne o zahtjevu proizvodnje.
- Osim toga, visoka točnost nije ekonomična jer znatno poskupljuje proizvodnju.

3

- Zbog tih razloga industrijska proizvodnja odavno dopušta da se dijelovi koji rade skupa i daju dosjed stanovitog značenja izrađuju unutar dviju graničnih izmjera, tj. sa stanovitim **dopuštenim odstupanjima**, tzv. **tolerancijama**.
- Ovim tolerancijama, koje su sastavni dio izmjere, propisano je koliko se i u kojem smjeru može odstupati od nazivne ("točne") izmjere navedene kotom na tehničkom crtežu, a da se ipak održi željeni dosjed i osigura izmjenjivost strojnih dijelova.
- Primjena proizvodnje u određenim granicama točnosti prvo je započela u proizvodnji oružja i streljiva.
- To je tipičan primjer masovne proizvodnje gdje su zahtjevi točnosti najviše izraženi.

4

- Zahtjev je bio: osigurati izmjenjivost dijelova i dosjedanje svakog streljiva u svako oružje istog tipa (kalibra).
- Ova načela brzo su našla put iz vojne industrije u proizvodnji svih vrsta strojeva itd., tako da danas nema značajnije tvornice koja ih ne primjenjuje.
- U početku su pojedine tvornice, a kasnije i pojedine države, razvijale svoje sustave tolerancija.
- Razlike u sustavima bile su tako velike da ih je hitno trebalo uskladiti.
- Na temelju iskustava pojedinih država donesene su međunarodne norme za tolerancije kojima su zamijenjeni svi propisi o tolerancijama i dosjedima pojedinih država (ISO 286).

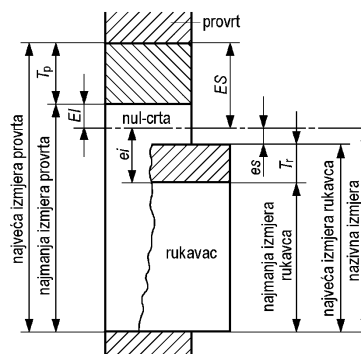
5

Osnovni pojmovi

- Izrazi za tolerancije i dosjede, kao i tolerancijske oznake (simboli) usklađeni su s međunarodnom normom ISO 286.
- Tolerancijski sustav vrijedi prije svega za glatke kovinske izratke s valjkastim naliježnim plohama (npr. provrt i rukavac), no može se rabiti i za nevaljkaste dijelove, tj. za izratke s paralelnim spojnim plohama (npr. širina utora i debljina pera).
- Radi razumijevanja tolerancija potrebno je najprije razjasniti osnovne pojmove koji su vezani za izmjeru, odnosno slike (*dane su na slajdovima koji slijede*).

6

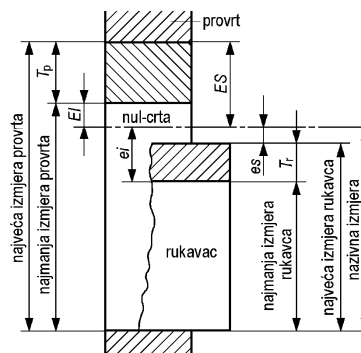
- **Izmjera** je izmjerena vrijednost fizikalne veličine **duljine** za odmieravanje različitih vrijednosti te veličine. Temeljna temperatura pri određivanju izmjera u sustavu graničnih izmjera i dosjeda ISO, tzv. referentna temperatura, je 20 °C.
- **Nazivna izmjera** je izmjera od koje se dobivaju granične izmjere ako joj se dodaju gornje ili donje odstupanje izmjere. Nazivna izmjera može biti cijeli broj (npr. 85 mm) ili decimalni broj (npr. 8,75 mm). To je izmjera koja se kao izmjera unosi u tehnički crtež (ili nominalna izmjera predočena kotom).
- **Granične izmjere** jesu ukupno dopuštene izmjere oblikovanog elementa, između kojih (uključujući i njih same) mora biti i stvarna izmjera.



Definicija osnovnih pojmova tolerancija izmjera

7

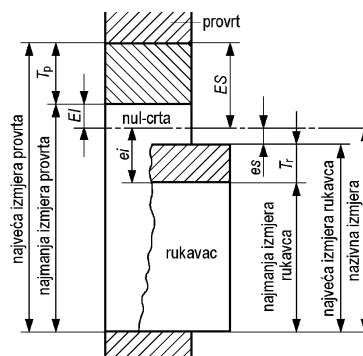
- **Stvarna izmjera** je izmjera koja se dobiva mjerenjem na izrađenom strojnom dijelu (s takvom točnošću da se može bitna pogreška mjerenja smije zanemariti, npr. 85,22 mm). Ova izmjera mora biti unutar dopuštenih graničnih izmjera strojnog dijela. U protivnom se strojni dio ili dorađuje ili se odbacuje kao škart.
- **Najveća izmjera** je najveća dopuštena izmjera nekog oblikovanog elementa.
- **Najmanja izmjera** je najmanja dopuštena izmjera nekog oblikovanog elementa.
- **Nul-crta** je pri grafičkom prikazu graničnih izmjera i dosjeda crta koja odgovara nazivnoj izmjeri na koju se nanose odstupanja izmjera i tolerancija.
- **Sustav graničnih izmjera** je sustav normiranih tolerancija i odstupanja izmjera.



Definicija osnovnih pojmova tolerancija izmjera

8

- Odstupanje izmjere** je razlika između stvarne i nazivne izmjere, npr.: $85,22 - 85 = +0,22$, a može biti ili pozitivna ili negativna.
- Postoje dva granična odstupanja izmjera:
- Gornje odstupanje izmjere** (ES za provrt, es za rukavac) je razlika između najveće izmjere i pripadne joj nazivne izmjere, npr.: $85,58 - 85 = +0,28$. I ovo odstupanje može biti ili pozitivno ili negativno (prije se označavalo s A_g ili a_g).
- Donje odstupanje izmjere** (EI za provrt, ei za rukavac) je razlika između najmanje izmjere i pripadne joj nazivne izmjere, npr.: $84,90 - 85 = -0,1$. I ovo odstupanje može biti ili pozitivno ili negativno (prije se označavalo s A_d ili a_d).

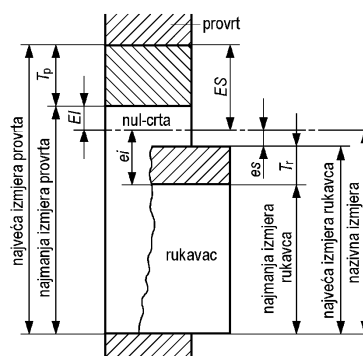
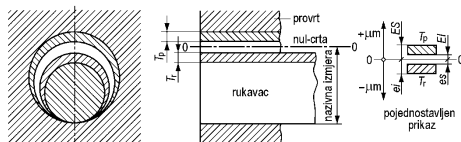


Definicija osnovnih pojmova tolerancija izmjera

9

- Temeljno odstupanje izmjere** u sustavu graničnih izmjera i dosjeda ISO takvo je odstupanje izmjere koje se od nul-crte proteže do tolerancijskog polja. To može biti ili gornje ili donje odstupanje izmjere, tj. ono odstupanje izmjere koje je bliže nul-crte.
- Tolerancijska izmjera** (T)* (kraće **tolerancija**) je razlika između najveće i najmanje izmjere, ali također i razlika između gornjeg i donjeg odstupanja izmjere. Tolerancija je apsolutna vrijednost i zato je bez predznaka.

* U ovom kolegiju koriste se radi lakšeg razumijevanja i oznake T_p za provrt odnosno T_r za rukavac.



Definicija osnovnih pojmova tolerancija izmjera

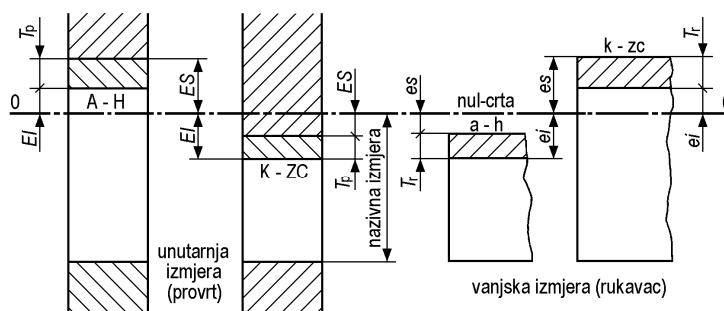
Pojam tolerancija i pojednostavljeno prikazivanje

10

- Tolerancijsko polje** u grafičkom prikazu predstavlja područje između crta koje predstavljaju najveću i najmanju izmjeru. Tolerancijsko polje određeno je veličinom tolerancije i njezinom udaljenošću od nul-crte. U praksi se obradni strojevi i alati podešavaju tako da se stvarna izmjera nakon izrade nađe u sredini tolerancijskog polja, odnosno tako da je stvarna izmjera srednja vrijednost s obzirom na granične izmjere. Iako pri izradi dijelova neke izmjere odstupaju od srednje vrijednosti, ipak se najveći broj izmjera izvodi sa srednjim vrijednostima kako to pokazuje raspodjela stvarnih izmjera, odnosno učestalost njihove pojave.

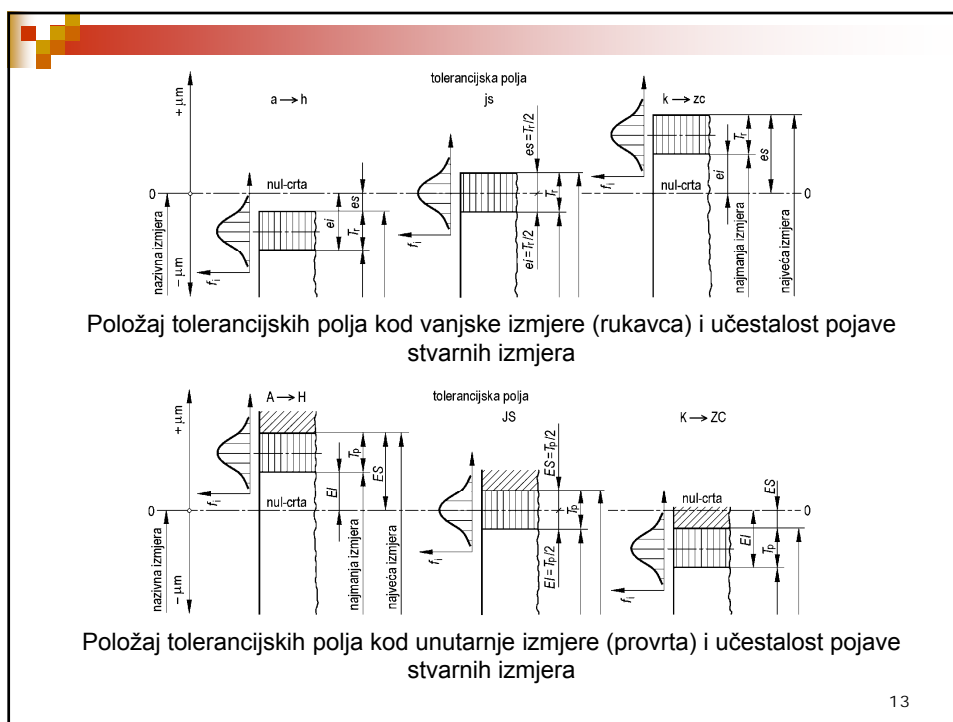
11

- Nastoji se da učestalost graničnih izmjera bude što manja. Oblik funkcije raspodjele stvarnih izmjera može biti različit, odnosno točka gomilanja može biti u sredini, lijevo ili desno pomaknuta. Tehnološki je proces ekonomski bolji ako je raspodjela simetrična u odnosu na sredinu tolerancijskog polja. Ocjena raspodjele stvarnih izmjera provodi se primjenom normalne ili Gaussove raspodjele i metodom statističke matematike.



Pojam donjih i gornjih odstupanja izmjere kod provrta i rukavca

12



13

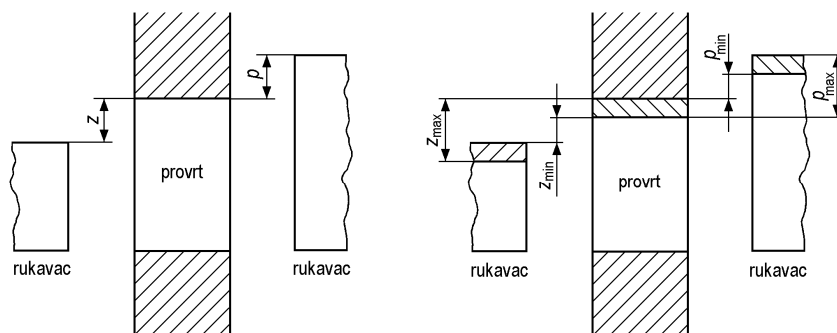
- **Temeljna tolerancija (IT)*** u sustavu graničnih izmjera i dosjeda ISO jest svaka tolerancija koja spada u sustav.
- **Niz temeljnih tolerancija** u sustavu graničnih izmjera i dosjeda ISO jest skupina tolerancija s točno priređenim tolerancijama za svaku nazivnu izmjeru. Sustav sadrži 20 stupnjeva temeljnih tolerancija s oznakama IT01, IT0 i IT1 do IT18 za područja nazivnih izmjera 0 do zaključno 500 mm i 18 stupnjeva temeljnih tolerancija s oznakama IT1 do IT18 za područja nazivnih izmjera iznad 500 do zaključno 3150 mm.
- **Tolerancijski razred** naziv je za spoj slova temeljnog odstupanja izmjere s brojem stupnja temeljne tolerancije, npr. H7 (provrta), h7 (rukavac).
- **Tolerancijska izmjera** sastoji se od nazivne izmjere i oznake odgovarajućeg tolerancijskog razreda (npr. 32 H7, 80 js15, 100 g6) ili od nazivne izmjere i odstupanja

* Kratica od International Tolerance ("International Tolerance" grade prema ISO 286).

14

- **Provrt** je unutarnja izmjera vanjskog dijela u dosjedu.
- **Rukavac** je vanjska izmjera unutarnjeg dijela u dosjedu.
- **Dosjed** je skladnost dobivena na temelju razlike izmjera dvaju spojno oblikovanih elemenata (provrt i rukavca). Dva dosjedu pripadajuća dosjedna dijela imaju jednaku nazivnu izmjeru.
- **Zračnost (zazor) (z)** je pozitivna razlika između izmjere provrta i izmjere rukavca prije spajanja, sastavljanja, ako je promjer rukavca manji od promjera provrta.
- **Prisnost (ρ)** je negativna razlika između izmjere provrta i izmjere rukavca prije spajanja, ako je promjer rukavca veći od promjera provrta.
- **Dosjedna tolerancija** je aritmetička sredina tolerancija obaju oblikovanih elemenata, a pripada (jednom) dosjedu. Dosjedna tolerancija je apsolutna vrijednost, bez predznaka.
- **Sustav tolerancija** je planski i izrađen red dosjeda s različitim zračnostima i prisnostima.

15



Pojam dosjeda (a – bez tolerancija, b – s tolerancijama)

Pravilo je da se tolerancije duljinskih izmjera navode u milimetrima, pa nije potrebno navoditi jedinicu mjere. U primjeru tolerancija kutova potrebno je navesti o kojim se jedinicama mjere radi: stupnjevi, minute ili sekunde (npr.: $60^\circ \pm 15'$ ili $5^\circ \pm 30''$).

16

Položaj i označavanje tolerancijskih polja

- Položaj tolerancijskih polja određuje temeljno odstupanje koje se označava s obzirom na nul-crtu slovima abecede (međunarodne), i to:

za vanjske izmjere (rukavca) – malim slovima abecede:

a b c cd d e ef f fg g h j (js) k m n p r s t u v x y z za zb zc

za unutarnje izmjere (provrt) – velikim slovima abecede:

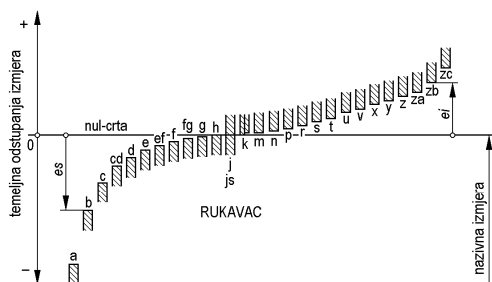
A B C CD D E EF F FG G H J (JS) K M N P R S T U V X Y Z ZA ZB ZC

Položaj tolerancijskog polja označen s navedenim slovima određen je jednim od граниčnih odstupanja koja su na slikama (sljedeći slajd) označena kao donje ili gornje odstupanje izmjere (*es*, *ei*, *ES*, *EI*).

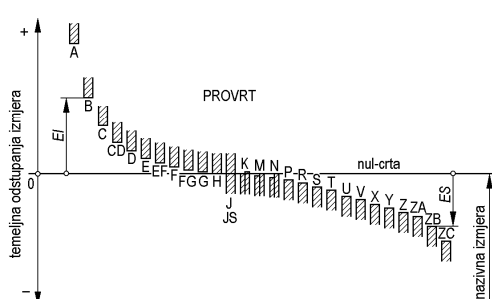
Radi nesporazuma izostavljena su sljedeća slova: T, I, L, I, O, o, Q, q, W i w.

Položaji tolerancijskih polja cd, ef i fg za vanjske odnosno CD, EF i FG za unutarnje izmjere rabe se za nazivne izmjere do 10 mm.

17



Položaj tolerancijskih polja za vanjske izmjere (rukavce)



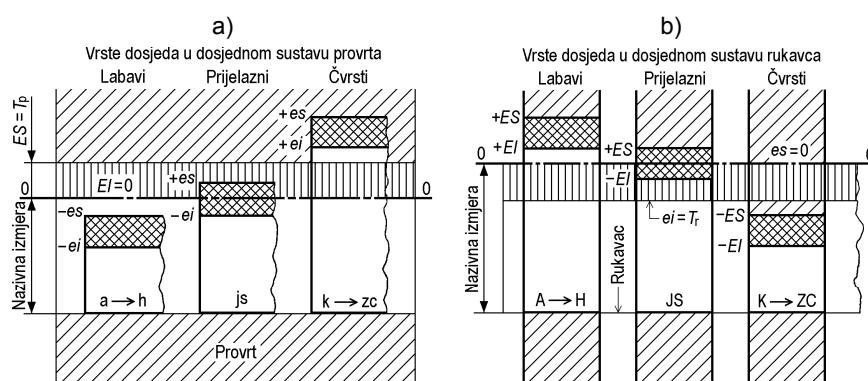
Položaj tolerancijskih polja za unutarnje izmjere (provrt)

18

- Oznaku tolerancije duljinske izmjere čini tolerancijski razred, tj. kombinacija simbola za temeljno odstupanje i temeljnu toleranciju, tj. položaj i veličinu tolerancijskog polja.
- Tako npr. oznaku $\varnothing 80F8$ ili $\varnothing 40h7$ čine nazivne izmjere $\varnothing 80$ odnosno $\varnothing 40$, položaj tolerancijskog polja **F** za provrt odnosno **h** za rukavac i stupanj temeljne tolerancije IT8 odnosno IT7.

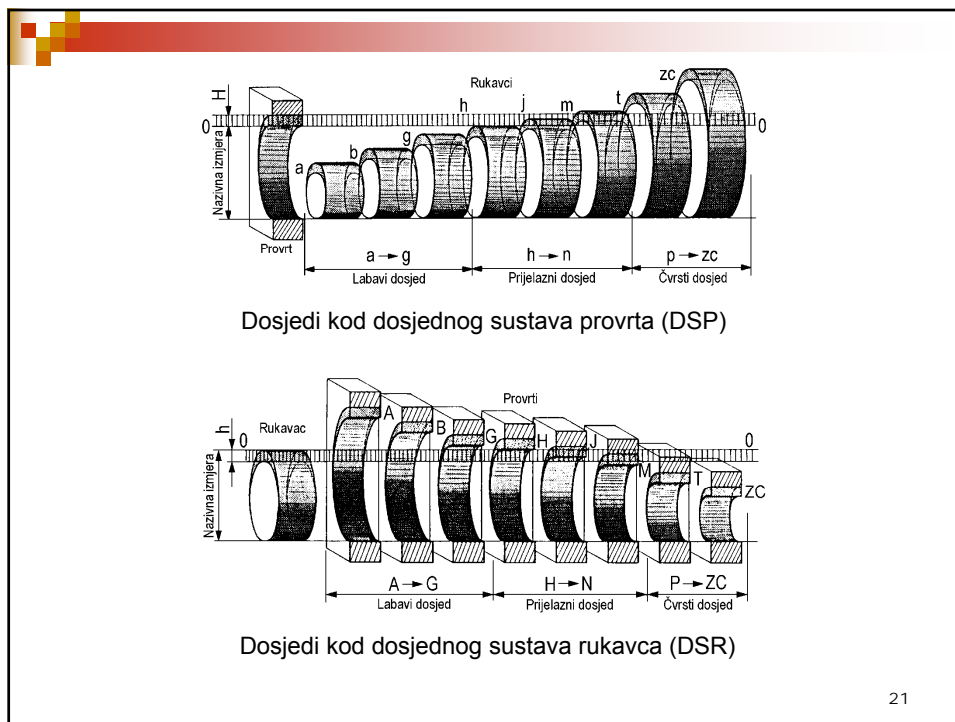
19

Dosjedni sustavi



Dosjedni sustav provrta (a) i dosjedni sustav rukavca (b)

20



21

Nazivlje dosjeda

DOSJEDI		Temeljna odstupanja	
		DSP	DSR
LABAVI	Vrlo prostran	A	a
	Prostran	B	b
	Poluprostran	C	c
	Pomičan	D	d
	Polupomičan	E	e
	Povodljiv	F	f
	Polupovodljiv	G	g
PRIJELAZNI	Klizni	H	h
	Pogretni	J, J _s	j, j _s
	Prilegli	K	k
	Stegnuti	M	m
	Uglavljeni	N	n
PRISNI	Zažeti	P, R, S	p, r, s
	Čvrsto zažeti	T, U, V	t, u, v
	Prezažeti	X, Y, Z	x, y, z
		ZA, ZB, ZC	za, zb, zc

22

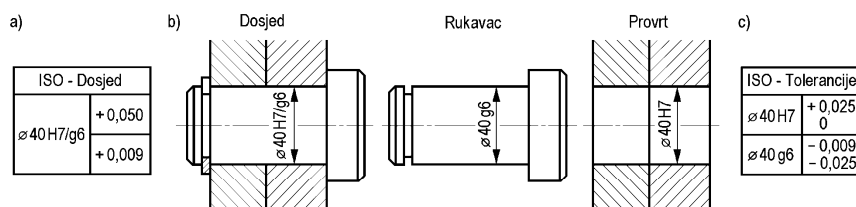
Prednostni dosjedi u dosjednom sustavu rukavca (DSR)

Tol. razred	1. prednost	2. prednost	3. prednost
h5			G6, H6, J6, K6, M6, N6, P6, R6
h6	F8, H7	G7	F7, J7, K7, M7, N7, P7, R7, S7
h8	F8, H8		B9, C9, D9, E8, F9, H9
h9	C11, D10, E9, F8, H8	H11	H9
h11	C11, D10	A11, H11	B11, D9, D11, H9
h12			H12
h13			H13

Prednostni dosjedi u dosjednom sustavu provrta (DSP)

Tol. razred	1. prednost	2. prednost	3. prednost
H6		j6, k6	g5, h5, j5, k5, m5, n5, p5, r5
H7	f7, h6, n6, r6	g6, j6, k6, s6	f6, m6, n6
H8	f7, h9, u8, x8	d9, e8	c9, f8, h8
H9	h9	c11, h11	d10, e9, f8, h8
H11	h9	a11, c11, d9, h11	b11, d11
H12			h12
H13			h13

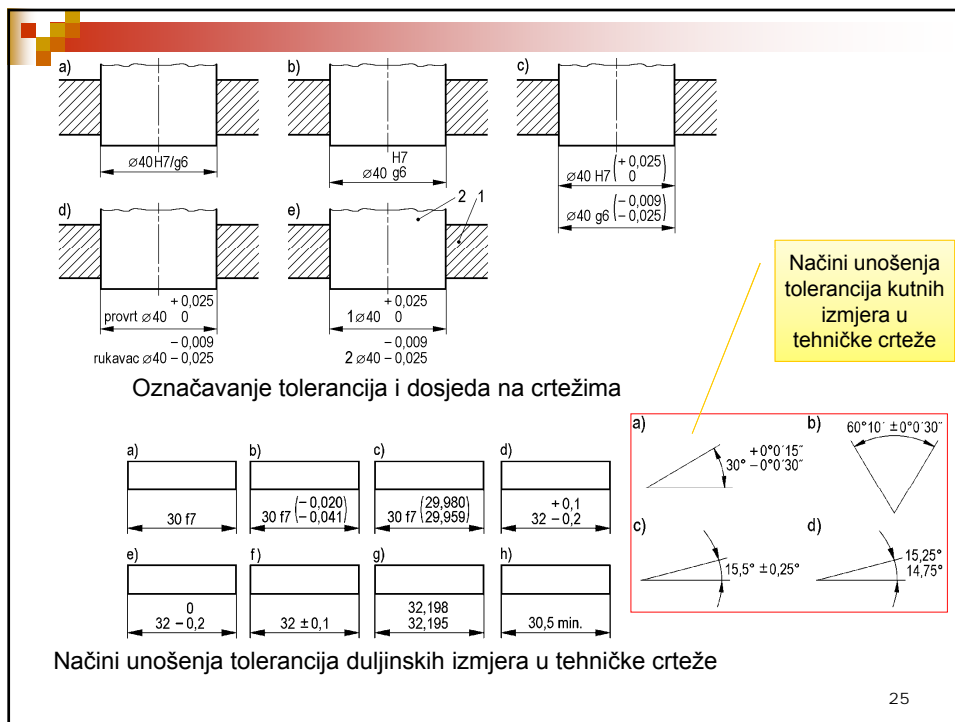
23



Način označavanja tolerancija duljinskih izmjera na tehničkim crtežima

Oznaku tolerancije duljinske izmjere čini kombinacija simbola koji određuju položaj i veličinu tolerancijskog polja. Na primjer, oznaku $\varnothing 40H7$ ili $\varnothing 40g6$ čine nazivne izmjere tih oznaka $\varnothing 40$, položaj tolerancijskog polja **H** za provrt, odnosno **g** za osovinu i stupanj temeljne tolerancije IT7, odnosno IT6.

24



Tolerancije oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje

- Radi osiguranja kvalitete proizvoda nije dovoljno definirati samo tolerancije duljinskih izmjera.
- Potrebno je unutar granica tolerancija spriječiti i druge promjene koje se odražavaju na točnost geometrije strojnog dijela.
- Općenito (prema ISO 1101), ove se tolerancije zovu tolerancije oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje odnosno geometrijske tolerancije.

- Prema karakteristikama koje se toleriraju i načinu na koji se definiraju, tolerirana područja mogu biti:
 - površina unutar kruga,
 - površina između dva koncentrična kruga,
 - površina između dvije ekvidistantne crte ili dva paralelna pravca,
 - prostor unutar valjka,
 - prostor između dva koaksijalna valjka,
 - prostor između dvije ekvidistantne ravnine ili dvije paralelne ravnine i
 - prostor unutar paralelepipeda.

27

Osnovne oznake tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje

Vrste značajki i tolerancija		Svojsvo	Simbol
Pojedinačne značajke	Tolerancije oblika	Pravocrtnost	
		Ravnost	
		Kružnost	
		Cilindričnost	
		Oblik crte	
		Oblik plohe	
Povezane i povezane značajke	Tolerancije orijentacije	Paralelnost	
		Okomitost	
		Kut (nagib)	
	Tolerancije smještaja	Položaj (pozicija)	
		Koncentričnost i koaksijalnost	
		Simetričnost	
	Tolerancije vrtnje	Kružnost vrtnje	
		Ravnost i kružnost vrtnje	

28

Dopunske oznake za kombiniranje s osnovnim oznakama tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje

Opis		Simbol
Oznaka toleriranog elementa	izravno	
	slovom	
Oznaka referentnog elementa (osnovice)	izravno	
	slovom	
Mjesto referentnog elementa		
Teorijski točna izmjera		
Projicirano područje tolerancije		
Uvjet maksimum - materijala		
Okvir tolerancije		

29

Neka pravila kombiniranja osnovnih i dopunskih oznaka tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje

Pravilo	Simbol
1) Kod tolerancija oblika crtaju se samo dva pravokutnika.	
2) Kod tolerancija položaja stavljaju se i slovne oznake izabranog referentnog elementa prema kojemu se svojstvo uspoređuje (D – E: način za oznaku odvojenih osnovica).	
3) Dopunske oznake riječima, npr. 6 provrta ili 6x pišu se iznad okvira tolerancije.	
4) Oznake ostalih svojstava elemenata vezanih za područje tolerancije pišu se uz okvir tolerancije ili se pokaznom crtom povezuju s njime.	
5) Ako je potrebno označiti više toleriranih svojstava jednog elementa, oznake se upisuju u posebne okvire postavljene jedan ispod drugog.	
6) Vrijedi li tolerancija na ograničenoj dužini, duljina se odvaja kosom crtom od tolerancije (lijevo). Kada se neka uža tolerancija na ograničenoj dužini doda toleranciji cijelog elementa, tada se to upisuje u donjem dijelu okvira (desno).	
7) Ako za navedenu toleranciju vrijedi uvjet maksimuma materijala (DIN ISO 2692), upisuje se odgovarajući simbol iz tablice 4.36. na jedan od mogućih načina.	

30

Tekstura (hrapavost) tehničkih površina

- Tehničke su površine sve one površine strojnih dijelova koje su dobivene nekom od obrada odvajanjem čestica ili nekom od obrada bez odvajanja čestica.
- One su tijekom obrade i eksploatacije strojnih dijelova izložene djelovanju različitih vrsta opterećenja, kao što su npr.: mehanička, toplinska, električna, kemijska ili biološka (moguće su i kombinacije).
- Najznačajnija su međutim mehanička i kemijska opterećenja, a njihova česta posljedica je habanje (trošenje) dijelova i korozija.

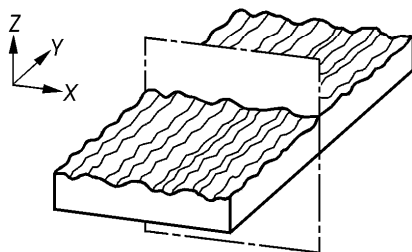
31

- Tehničke površine nisu idealno glatke geometrijske plohe koje razdvajaju dva medija, nego su to, mikroskopski gledano, hrapave plohe karakterizirane nizom neravnina raznih veličina, oblika i rasporeda.
- Posljedica tome jesu postupci obrade odvajanjem čestica ili postupci obrada bez odvajanja čestica.
- Veličina hrapavosti tehničkih površina može utjecati:
 - na smanjenje dinamičke izdržljivosti (odnosno, smanjenje čvrstoće oblika);
 - na pojačano trenje i habanje tarno (tribološki) opterećenih površina;
 - na smanjenje prijeklopa kod steznih spojeva, a time i smanjenje nosivosti steznog spoja;
 - na ubrzavanje korozije.

32

Osnovni pojmovi

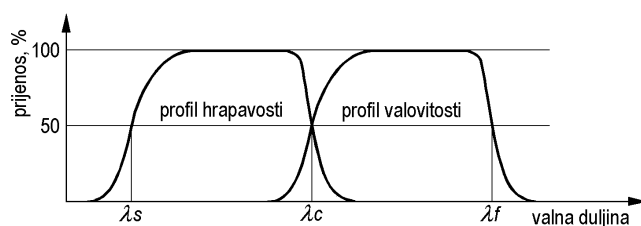
- Osnovni pojmovi o hrapavosti tehničkih površina dani su prema normi ISO 4287.
- **Površinska hrapavost** je sveukupnost mikrogeometrijskih nepravilnosti na površini predmeta (koje su mnogo puta manje od površine cijelog predmeta), a prouzrokovane su postupkom obrade ili nekim drugim utjecajima.
- **Profil površine** predstavlja presjek realne površine s određenom ravninom (vidi sliku).



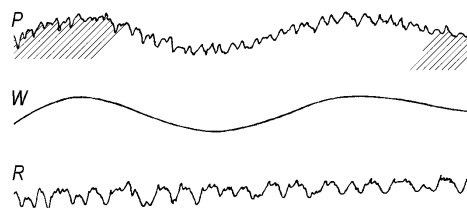
Sve pojave analiziraju se u pravokutnom koordinatnom sustavu u kojem su osi X i Y smještene u promatranu realnu površinu, a os Z usmjerena je na susjedni medij. Os X pritom je orijentirana u smjeru profila hrapavosti.

33

- **Profilni filter** je filter koji razdvaja profile na dugovalne i kratkovalne komponente (ISO 11562). Postoje tri filtra koji se koriste u uređajima kojima se mjeri hrapavost, valovitost i primarni profili (vidi sliku). Svi imaju iste prijenosne značajke, definirane u ISO 11562, ali različite granične valne duljine.



Prijenosne karakteristike profila hrapavosti i valovitosti



Razlučivanje P, W i R karakteristika profila

34

- **Maksimalna visina profila** Pz , Rz ili Wz zbroj je visine najveće visine izbočine profila Zp i najveće dubine udubine profila Zv na duljini vrednovanja. ISO-norma iz 1984. godine rabi simbol Rz s drukčijom definicijom pa se mora paziti pri korištenju postojećih tehničkih crteža i dokumentacije, jer razlike nisu uvijek zanemarivo male.
- **Srednje aritmetičko odstupanje** mjenog profila Pa , Ra ili Wa aritmetički je prosjek apsolutne ordinatne vrijednosti $Z(x)$ na referentnoj duljini

$$Pa, Ra, Wa = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad l = lp, lr \text{ ili } lw$$

35

Označavanje hrapavosti tehničkih površina na tehničkim crtežima

- Oznakom ili simbolom na tehničkim se crtežima označavaju određene površine kako bi se propisala njihova hrapavost i način obrade za njezino postizanje.
- Simboli hrapavosti pri obradi odvajanjem ili bez odvajanja čestica dani su normom ISO 1302-2001.
- Postoje *osnovni* i *dopunski* simboli koji opisuju stanje površina.
- **Osnovni grafički simbol** sastoji se od dviju ravnih crta nejednake duljine nagnute za 60° u odnosu na crtu koja predstavlja označenu površinu (vidi sljedeći slajd).
- Osnovni grafički simbol ne upotrebljava se bez dopunskih oznaka.

36

Građa simbola za označavanje kvalitete obrađenih površina na tehničkim crtežima - osnovni i dopunski simboli i njihove izmjere prema tablici

Građa simbola za označavanje kvalitete obrađenih površina na tehničkim crtežima - dopunski znakovi i slova

Građa simbola za označavanje kvalitete obrađenih površina na tehničkim crtežima - potpuni grafički simbol


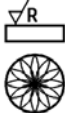
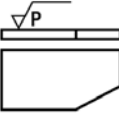
Visina brojki i slova, h (vidi ISO 3098-2)	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Debljina crte za simbole d'	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Debljina crte za slova d							
Visina H_2	3,5	5	7	10	14	20	28
Visina H_1	7,5	10,5	15	21	30	42	60

37

Simboli za tragove obrade na površinama







Grafički znak	Opis i primjer
=	Paralelno na ravninu projekcije u kojoj je znak upotrijebljen
⊥	Okomito na ravninu projekcije u kojoj je znak
X	Križno u dva pravca na relativnu ravninu projekcije u kojoj je znak
M	Višesmjerno

38

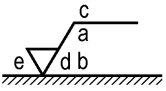
C	Približno kružno prema središtu površine na kojoj je znak	
R	Približno radijalno prema središtu površine na kojoj je znak	
P	Tragovi su zasebni, neusmjereni ili nestršeci	

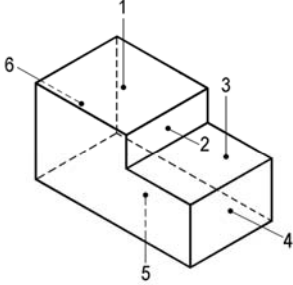
Ako je potrebno naznačiti uzorak koji nije jasno opisan ovim znakovima, to treba uraditi uporabom prikladne bilješke na crtežu.

39

a) osnovni grafički simbol za teksturu površine	prošireni grafički simboli	
	b) obrada odvajanjem čestica	c) obrada bez odvajanja čestica
		
potpuni grafički simboli		
d) svi postupci dopušteni	e) obrada odvajanjem čestica	f) obrada bez odvajanja čestica
		

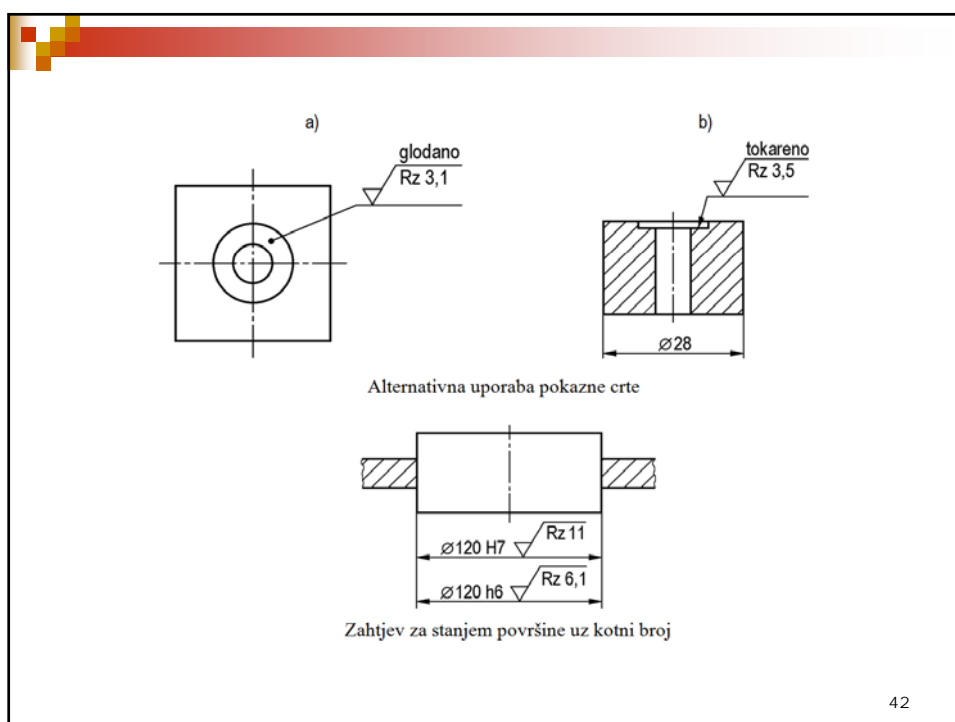
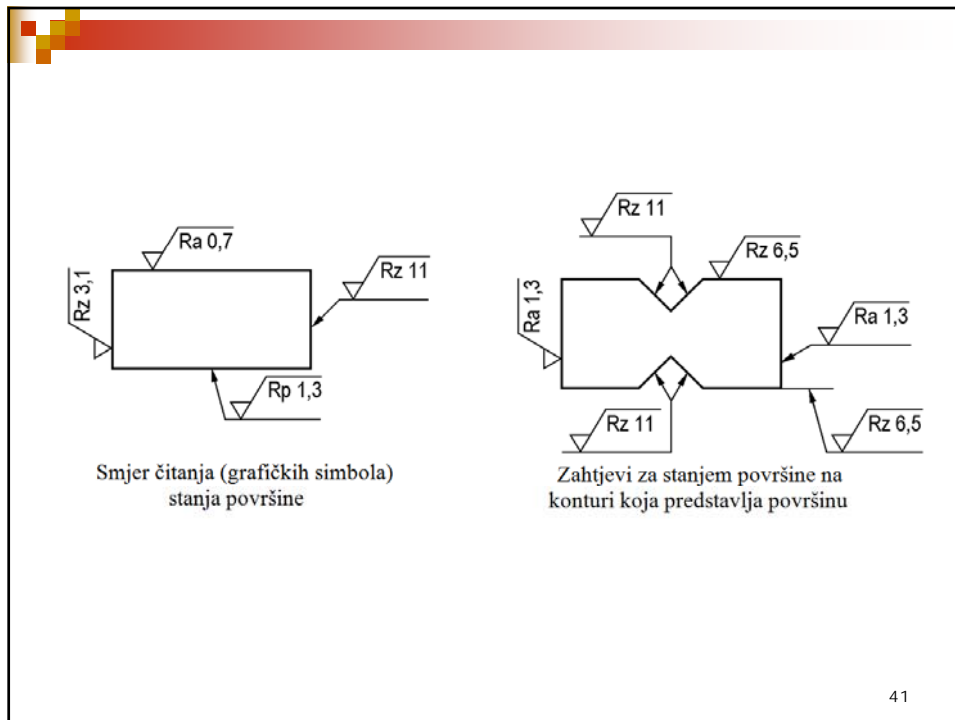
Grafički simboli za označavanje hrapavosti površine





Grafički simbol za sve površine izratka (Zahtjev za hrapavost šest površina predstavljenih konturom izratka. Kontura na crtežu (lijevo) predstavlja šest površina prikazanih na 3D prikazu (desno) izratka - ne predstavlja prednju i stražnju površinu!)

40



a) $\sqrt{Ra\ 1,5}$
0,1

b) $\sqrt{Rz\ 6}$
 $\varnothing 10 \pm 0,1$
 $\varnothing 0,2 | A | B$

Zahtjev za stanjem površine vezan uz tolerancije položaja i oblika

$\sqrt{Ra\ 1,1}$
 $\sqrt{Rz\ 6,5}$

$\sqrt{Rz\ 6,5}$
 $\sqrt{Ra\ 1,4}$

Uporaba pomoćnih mjernih crta za isticanje zahtjeva hrapavosti cilindričnih tijela

43

$\sqrt{Ra\ 3,5}$ $\sqrt{Rz\ 1,7}$ $\sqrt{Rz\ 6,5}$
 $\sqrt{Rz\ 1,1}$

Zahtjev za stanjem površine za cilindrične i prizmatične površine

$\sqrt{Rz\ 6,4}$ $\sqrt{Rz\ 1,3}$
 $\sqrt{Ra\ 2,5}$ (✓)

Pojednostavnjeni prikaz – većina površina s istim zahtjevanim stanjem površine

$\sqrt{Rz\ 6,6}$ $\sqrt{Rz\ 1,7}$
 $\sqrt{Ra\ 2,5}$ (✓ $\sqrt{Rz\ 1,7}$ ✓ $\sqrt{Rz\ 6,6}$)

\sqrt{z} \sqrt{y}

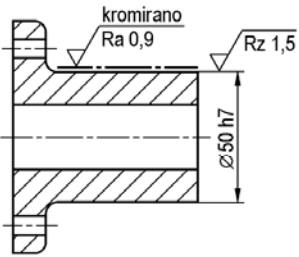
$\sqrt{z} = \sqrt{\frac{U}{L} Ra\ 1,7}$
 $= \sqrt{L} Ra\ 0,9$

$\sqrt{y} = \sqrt{Ra\ 3,1}$

Oznaka hrapavosti u slučaju skućenog prostora za crtanje

Pojednostavnjeni prikaz – većina površina s istim zahtjevanim stanjem površine

44

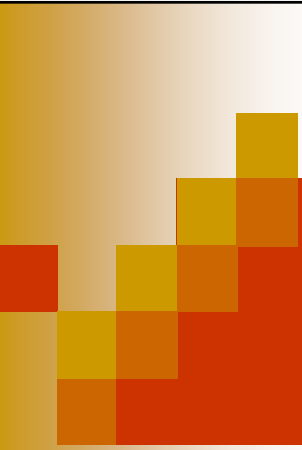


Postavljanje zahtjeva za stanjem površine, prije i poslije obrade (ovdje presvlaka)

Uobičajena područja primjene veličina hrapavosti

Srednje aritmetičko odstupanje profila Ra , μm	Primjena
0,025	Kontrolna mjerila, najstrožiji zahtjevi
0,05	
0,1	
0,2	Brtvene i vrlo precizne klizne površine
0,4	
0,8	
1,6	Klizne površine i prisni dosjedi
3,2	
6,3	
12,5	Prisni dosjedi
25	
50	Nefunkcijske površine

45



Završetak

46



TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Predočavanje oblika s osnovama nacrtna geometrije

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 4/6 © Copyright by M. Kljajin

1



Milan KLJAJIN & Milan OPALIĆ

U ovom udžbeniku obrađene su sve tematske cjeline. Izdavač je: Strojarški fakultet u Slavonskom Brodu

INŽENJERSKA GRAFIKA

STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU

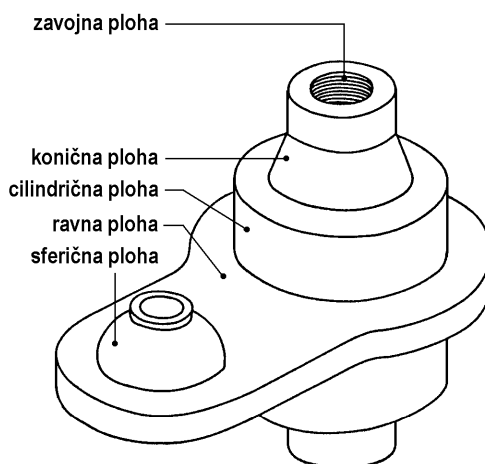
2

Općenito o vrstama i značajkama projiciranja

- Objekti (kao što su npr. postrojenja, strojevi, mehanizmi ili njihovi sastavni dijelovi) se mogu prikazivati crtanjem u ravnini.
- Pri crtanju se predmet prikazuje rukom na osnovi viđenog ili zamišljenog.
- Crtež prenosi oblik objekta ili njegovih sastavnih dijelova s iskrivljenjem orisa¹⁾ i geometrijskih ploha koje ih oblikuju (*slika na sljedećem slajdu*).

¹⁾ kontura (franc. contour), obris, ocrt, skica ili grafički prikaz obrisa nekog objekta ili predmeta

3



Primjeri različitih iskrivljenih orisa i geometrijskih ploha koje oblikuju neki objekt

4

- Na osnovi takvog crteža teško se može dobiti točna predodžba o oblicima i izmjerama provrta i sastavnih dijelova nekog predmeta.
- Sve kružnice prikazuju se ovalima (ili elipsama).
- Stoga se ovakav način prijenosa oblika i izmjera upotrebljava u tehnici samo kao pomoćni (ili dopunski) prikaz.
- Za razliku od "slobodnog" crteža, u tehničkim crtežima oblik predmeta može se prikazati s više rezultata projiciranja²⁾ (projekcijama - pogledima, presjecima, detaljima).

²⁾ latinski *projicere*, što znači "baciti na"

5

- Pri tome svaka odvojena projekcija na crtežu predstavlja projicirani pogled na samo jednu stranu predmeta. Takav način prikazivanja pomaže da se točno ustanove oblik i izmjere budućeg izratka.
- Crteži moraju zadovoljiti osnovne metode projiciranja i niz posebnih pravila specifičnih za tehničko crtanje.
- Sposobnost prikazivanja prostornih oblika u ravnini razmatra se i izučava u predmetu koji se zove nacrtne geometrija.
- Na osnovama nacrtne geometrije počiva projekcijsko crtanje, koje je osnova tehničkog crtanja ne samo u strojarstvu.

6

- U projekcijskom crtanju izučavaju se praktične metode prikazivanja geometrijskih tijela i njihovih spajanja.
- Bilo koji složeni oblik strojnog dijela moguće je prikazati kao sklop jednostavnih geometrijskih tijela ili njihovih dijelova.
- Površine strojnih dijelova predstavljaju same za sebe ravnine i plohe, najčešće rotacijske plohe (valjkaste ili cilindrične, stožaste ili konične, kuglaste ili sferične, torusne, zavojne).
- Primjer sferičnog dijela, ograničenog takvim jednostavnim geometrijskim plohami, prikazan je na slajdu 4.

7

- Prikaz predmeta smještenog u prostoru, dobiven pomoću ravnih crta – zraka projiciranja, koje su povučene kroz svaku karakterističnu točku predmeta do presjeka s ravninom projekcija na koju se projicira, naziva se projekcija promatranog predmeta na ovu ravninu.
- Projiciranje može biti središnje (centralno) ili paralelno (usporedno).

Paralelno se projiciranje može podijeliti na:

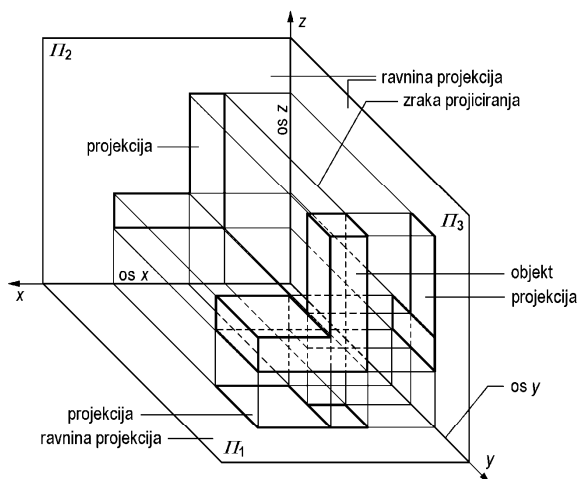
- **ortogonalno** (normalno) - zrake projiciranja okomite su na ravninu projekcija
- **koso** (klinogonalno) - zrake projiciranja kose su prema ravnini projekcija
- **aksonometrijsko** – zrake projiciranja su paralelni pravci koji se udaljavaju od oka promatrača i ne sastaju se u jednoj točki, što znatno olakšava crtanje (u usporedbi npr. s perspektivom).

8

Ortogonalno (normalno) projiciranje

- Kod ove vrste projiciranja središte projiciranja N udaljeno je neizmjereno daleko od ravnine projiciranja, a zrake projiciranja međusobno su paralelne (usporedne).
- Kut između njih i ravnine projiciranja je pravi kut (odatle i naziv **ortogonalno**, odnosno **normalno** ili **pravokutno projiciranje**).
- Kod radioničkih crteža upotrebljava se ortogonalno projiciranje, odnosno predmet se postavlja ispred ravnine tako da je većina njegovih bridova i ravnih ploha paralelna toj ravnini (*sljedeći slajd*).
- Tada će ovi rubovi i plohe biti prikazani na ravnini u pravoj veličini i naravnom obliku.

9



Ortogonalna (normalna) projekcija

10

- Prikaz u jednoj ravnini ne daje predodžbu o obliku predmeta, pa se stoga predmet ortogonalno projicira ne na jednu, nego na dvije (ravnine Π_1 i Π_2) ili tri (ravnine Π_1 , Π_2 i Π_3) međusobno okomite ravnine (prethodni slajd).
- Na osnovi takvog prikaza moguće je dobiti točnu predodžbu o obliku i izmjerama promatranog predmeta.

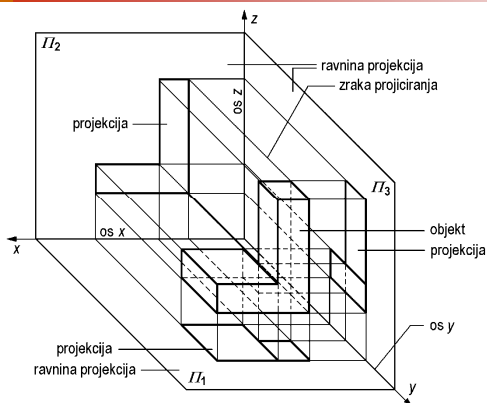
11

O ortogonalnoj projekciji

Osnovna pravila ortogonalnog projiciranja

- Ortogonalna projekcija (ISO 128) najbolje zadovoljava zahtjeve jer bridovi i plohe predmeta u projekciji imaju jednake odnose s predmetom u naravi.
- Kod ove vrste projiciranja zadovoljen je ne samo zahtjev o paralelnosti i jednakosti bridova u prostoru i projekciji već su i kutovi pod određenim uvjetima u prostoru i projekciji jednaki, što nije slučaj kod prostornog predočavanja.
- Ovo projiciranje (koje se još zove i **pravokutno paralelno projiciranje**) je najpovoljnije i najjednostavnije, vrlo pogodno za predočavanje i dimenzioniranje, te se stoga gotovo isključivo rabi u tehničkom crtanju.

12



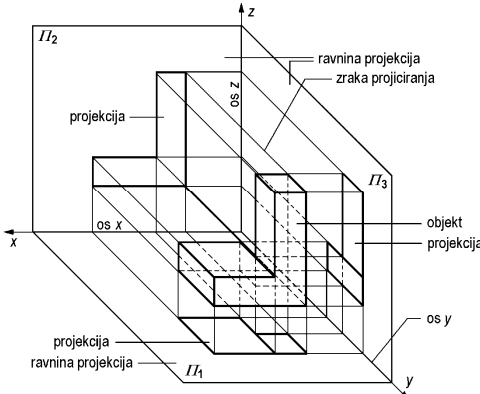
Osnovna pravila ovog projiciranja (*slika*) jesu:

- zrake projiciranja okomite su na ravnine projekcija (crtanja),
- predmet se nalazi između ravnine projekcija i crtača,
- projekcija (pogled) predstavlja crtež onog dijela predmeta koji se vidi u smjeru gledanja.

13

- Nakon što se odredi probodište zrake projiciranja s ravninom projekcija za jednu točku predmeta, potrebno je voditi računa o prostornim odnosima na predmetu, jer upravo o njima ovisi spajanje karakterističnih točaka u postupnom crtanju projekcije predmeta.
- Projekcija predmeta (pogled) slika je predmeta na jednoj ravnini.
- Budući da ravnina ima samo dvije dimenzije, a predmet koji treba predočiti tri dimenzije, jedna pravokutna projekcija nije dovoljna da se predmet potpuno odredi.

14

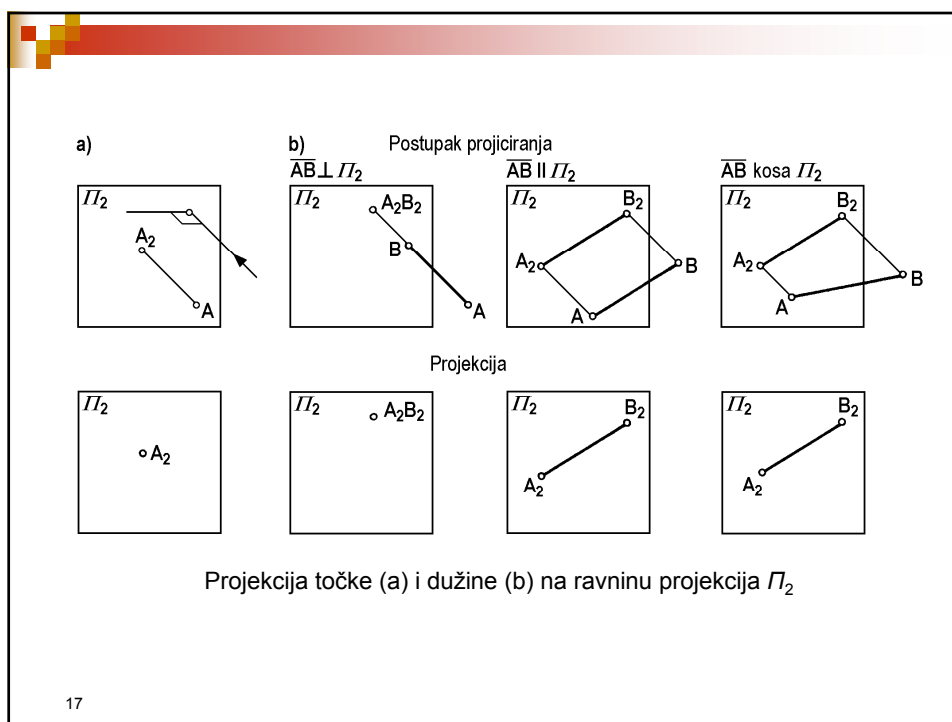


- Dakle, potrebno je predmet gledati po istom načelu kao *na slici*, s različitih strana u različitim smjerovima i projicirati na odgovarajuće ravnine kako bi se vidjeli svi njegovi dijelovi.
- Pri tome predmet ne mijenja svoj položaj.
- Za svaki smjer pogleda treba nacrtati odgovarajuću projekciju u ravnini crtanja, pa će sve projekcije skupa potpuno odrediti oblik predmeta.

15

Projiciranje na jednu ravninu

- Svaki predmet (objekt, strojni dio) omeđen je ploham, plohe se međusobno sijeku u bridovima, a bridovi u vrhovima. Točke, crte i plohe osnovni su geometrijski elementi pa je potrebno razmotriti njihove projekcije na jednu ravninu za različite položaje u odnosu na ravninu crtanja uz poštivanje pravila ortogonalnog projiciranja. Uz projekciju, svaki mogući položaj ovih elemenata predočit će se i prostorno.
- U slučaju projiciranja točke A iz prostora na ravninu projekcije (Π_2 na slici a), potrebno je kroz točku povući zraku projiciranja okomito na tu ravninu. Probodište zrake projiciranja i ravnine projekcija predstavlja projekciju točke, označenu s A_2 .



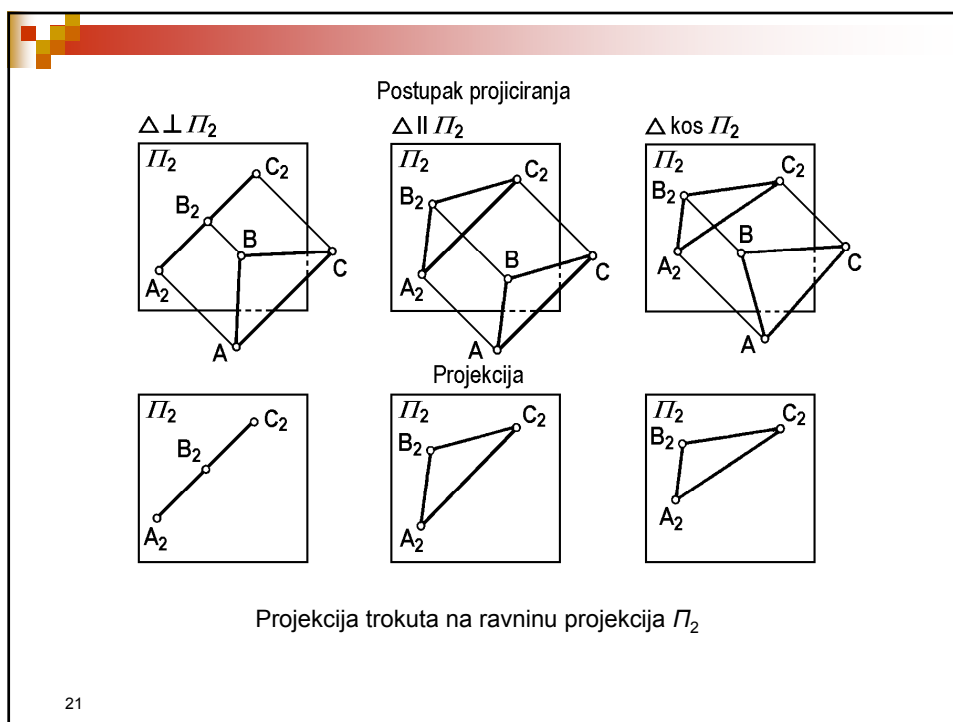
- Za bilo koji drugi geometrijski element, pa i za predmet, postupak projiciranja je identičan jer se oni mogu omeđiti karakterističnim točkama.
- Dakle, problem se svodi na traženje probodišta zraka projiciranja i ravnine projekcija za karakteristične točke predmeta.
- Dužina u odnosu na ravninu projekcija može imati različite položaje: može biti okomita, paralelna ili kosa (slika b).
- Ako je dužina AB okomita na ravninu projekcija, poklopit će se sa zrakom projiciranja jer je i ona okomita na ravninu, a projekcija takve duljine, bit će točka (A_2B_2).

- Na dužini AB, koja je paralelna s ravninom crtanja bit će svaka točka duljine jednako udaljena od ravnine pa će sukladno tome projekcija takve duljine biti paralelna i jednaka dužini u prostoru ($AB = A_2B_2$), a duljine zraka projiciranja između odgovarajućih točaka u prostoru i projekcija jednake ($AA_2 = BB_2$). U ovom slučaju dužina se projicira u pravoj veličini.
- Ova dva položaja dužine u odnosu na ravninu projekcija (okomit i paralelan), posebice su važni za tehničko crtanje jer se položaji ploha predmeta i ravnina crtanja odabiru upravo tako da olakšaju crtanje, odnosno da projekcija bude u pravoj veličini, jer je samo takva projekcija pogodna za dimenzioniranje (što je jedan od konačnih ciljeva tehničkog crteža).

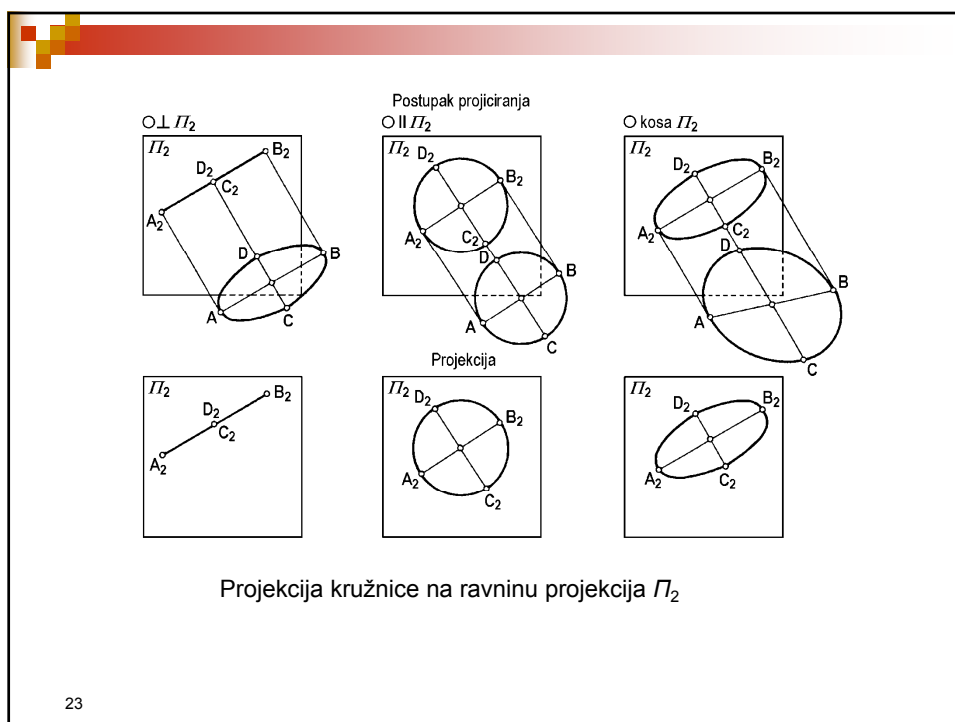
19

- U slučaju da je dužina kosa u odnosu na ravninu projekcija, bit će i njezina projekcija kraća s obzirom na to što dužina i projekcija nisu paralelne ($A_2B_2 \neq AB$ jer je $AA_2 \neq BB_2$) (slika b).
- Slični se odnosi javljaju i kod ravninskih likova, npr. kod trokuta (slika 6.25.) ili kružnice (slika 6.26.). Kod lika u okomitom položaju u odnosu na ravninu crtanja, svaka točka projekcije predstavlja niz točaka lika, jer zrake projiciranja i lik imaju isti položaj u odnosu na ravninu projekcija, tj. zrake "klize" likom (slika 6.25.).

20



- Ako je lik u paralelnom položaju s ravninom projekcija, bit će projekcija i lik u prostoru potpuno jednaki - sukladni ($\triangle ABC \cong \triangle A_2B_2C_2$), a granične dužine koje omeđuju lik bit će u prostoru i projekciji paralelne, odnosno predočuju se u pravoj veličini ($AB \parallel A_2B_2$, $BC \parallel B_2C_2$ i $AC \parallel A_2C_2$, jer je $AA_2 = BB_2 = CC_2$).
- Lik kos prema ravnini projekcija neće se u toj ravnini projicirati u naravnoj veličini.



23

- Važnost okomitog ili paralelnog položaja ravnina u odnosu na ravninu projekcija posebno je uočljiva pri projiciranju kružnice (*prethodni slajd*).
- Projekcije rotacijskih tijela djelomično su omeđene kružnicama, a za kosi položaj kružnice u odnosu na ravninu projekcija, projekcija je elipsa.
- Crtanje elipsa nije lako i predstavlja dugotrajan posao, a ako bi se to moralo raditi za svako rotacijsko tijelo, crtanje bi se uvelike otežalo.
- Posebni položaji (okomiti i paralelni) ne predstavljaju nikakve teškoće jer se crtaju dužine koje su jednake veličini promjera ili kružnice u naravnoj veličini.

24

- Analizirajući ortogonalne projekcije samo na jednu ravninu, očigledno je da se iz njih ne može sa sigurnošću zaključiti oblik predmeta, odnosno položaj njegovih bridova i ploha u prostoru.
- Dakle, jedini zaključak koji se nameće jest taj da je položaj okomit ako je projekcija brida točka ili plohe dužina, odnosno paralelan s ravninom projekcija ako je brid projiciran u pravoj, a ploha u naravnoj veličini.
- Također je jasno da za određivanje bridova i ploha u općem položaju prema ravnini projekcija nije dovoljna samo jedna projekcija.

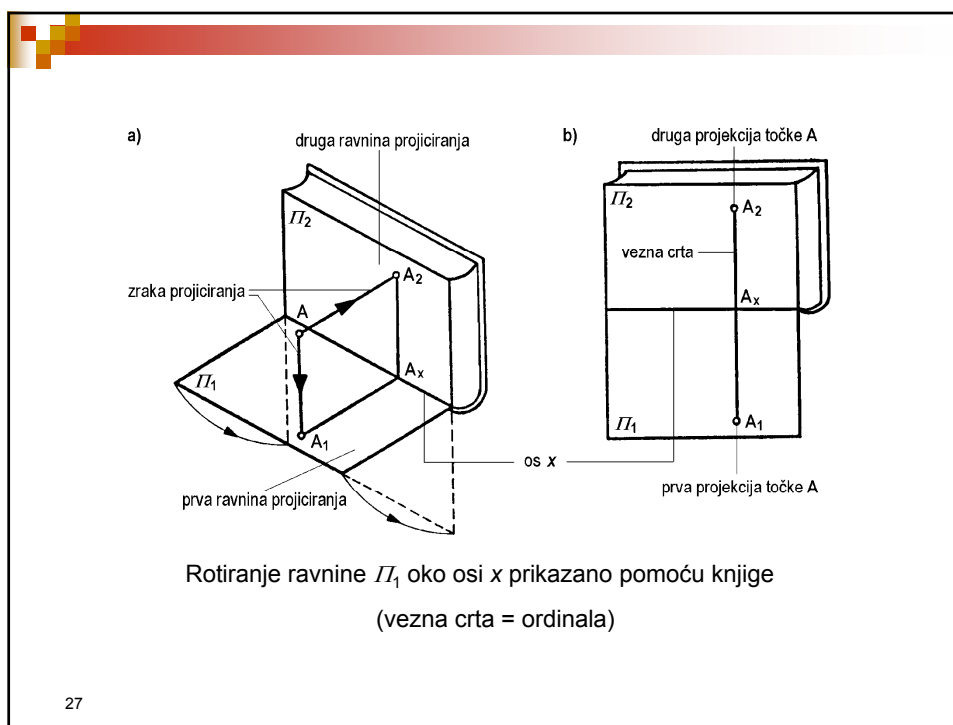
25

Projciranje na dvije ravnine

- U slučaju projiciranja na dvije okomite ravnine projekcija potrebno je iz svake točke predmeta povući međusobno okomite zrake projiciranja, koje su okomite na te ravnine. Zrake projiciranja povučene kroz bilo koju točku predmeta probost će pripadne ravnine projekcija Π_1 i Π_2 . Dobivena probodišta predstavljaju projekcije točaka. Ortogonalne projekcije objekta odrede se u izabranoj ravnini crteža (npr. Π_2) tako da se pridružena ravnina projekcija (Π_1) rotira u ravninu crteža oko njihove presječnice (osi x) za 90° .

to je tzv. Mongeova
metoda projiciranja

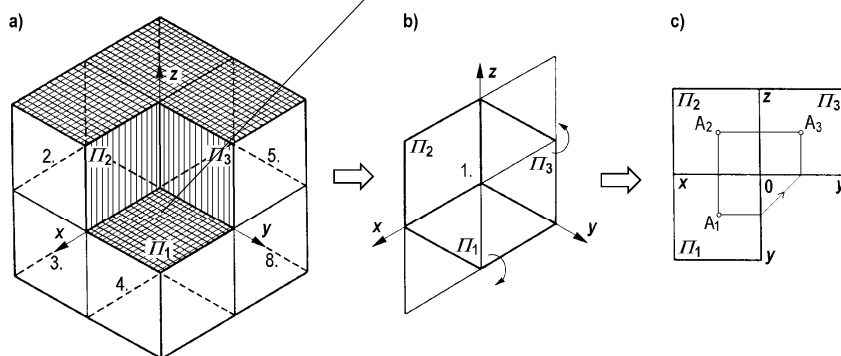
26



- Već je rečeno da su u tehničkom crtanju (posebice u tehničkom crtanju u strojarstvu) najčešći i najvažniji položaji bridova i ploha: okomito kad se brid projicira u točku, a ploha u dužinu, te paralelno kad se brid i ploha projiciraju u naravnoj veličini jer su duljine zraka projiciranja do ravnine jednake, a bridovi u prostoru i projekciji paralelni.
- Oblik projekcije proizlazi iz pravila ortogonalnog projiciranja, pa je bilo koji položaj moguće predočiti jednostavnim pomagalicama i pravilnim gledanjem u oba smjera na ravnine crtanja.
- Na ovaj se način dobiju dvije pridružene ili konjugirane projekcije budući da predmet ne mijenja položaj za vrijeme crtanja. Ravnine projekcija mora se zakrenuti sve dok ne padne u jednu ravninu, a to se čini s donjom ravninom Π_1 (*prtehodni slajd*). Projekcije odgovarajuće točke i plohe predmeta moraju se nalaziti na ordinalama.

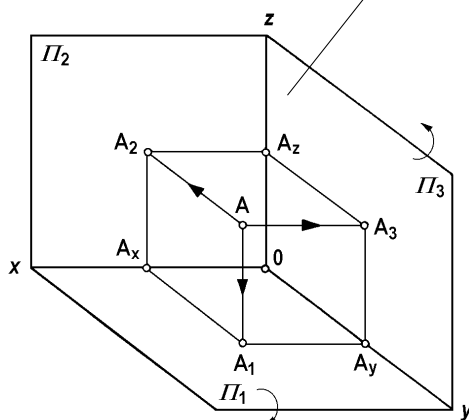
Projiciranje na tri ravnine

Projiciranje na tri ravnine moguće je predočiti prostornim kutom, npr. kutom prostorije.



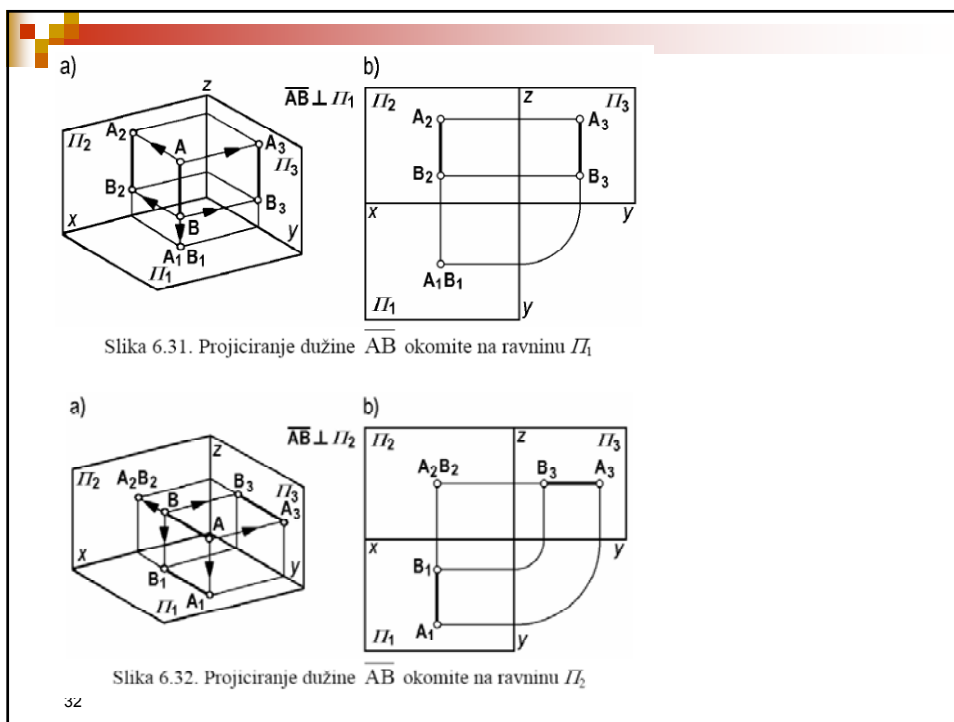
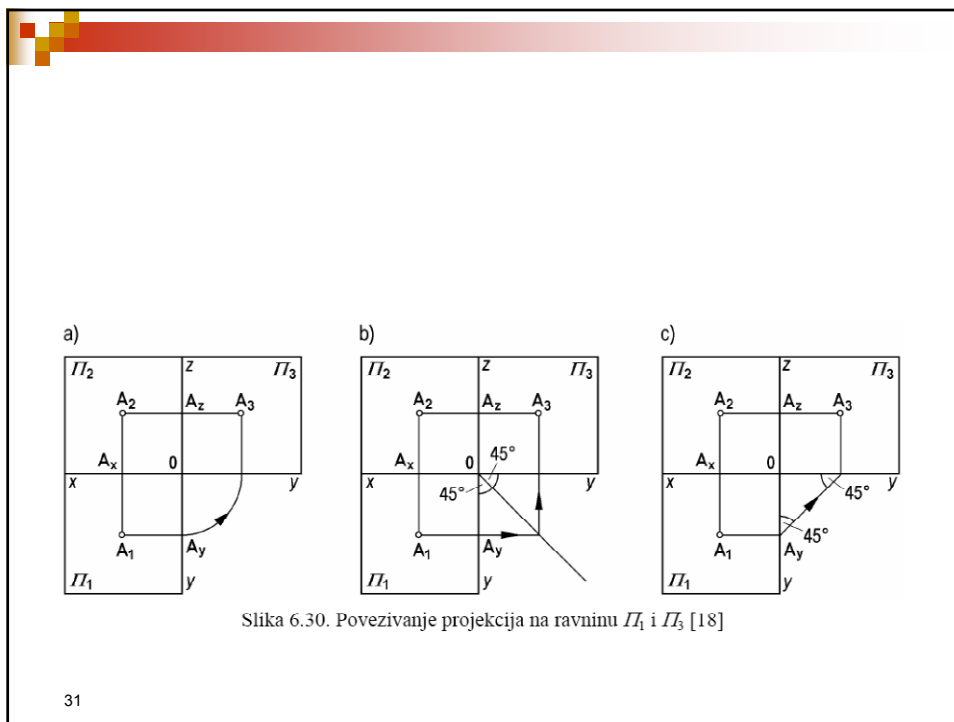
29

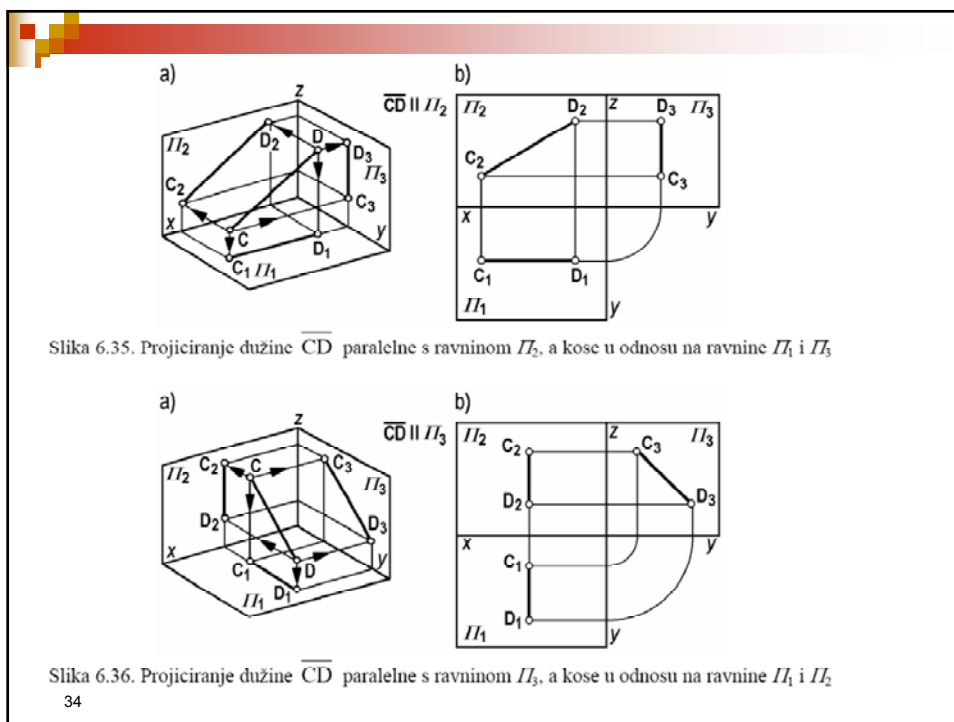
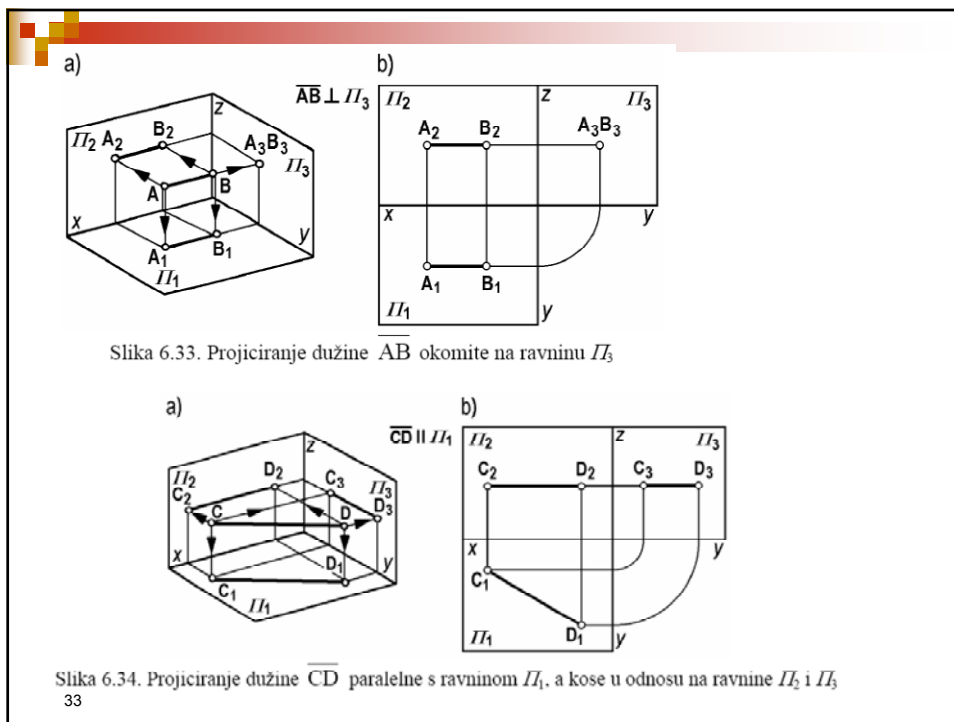
Ako se želi projicirati točka A u prostoru na tri ravnine (slika), zrake projiciranja povlače se okomito na ravnine projekcija do probodišta s ravninama. Postupak projiciranja primijenjen na dvije ravnine ovdje je nadopunjen projekcijom na treću ravninu projekcija.

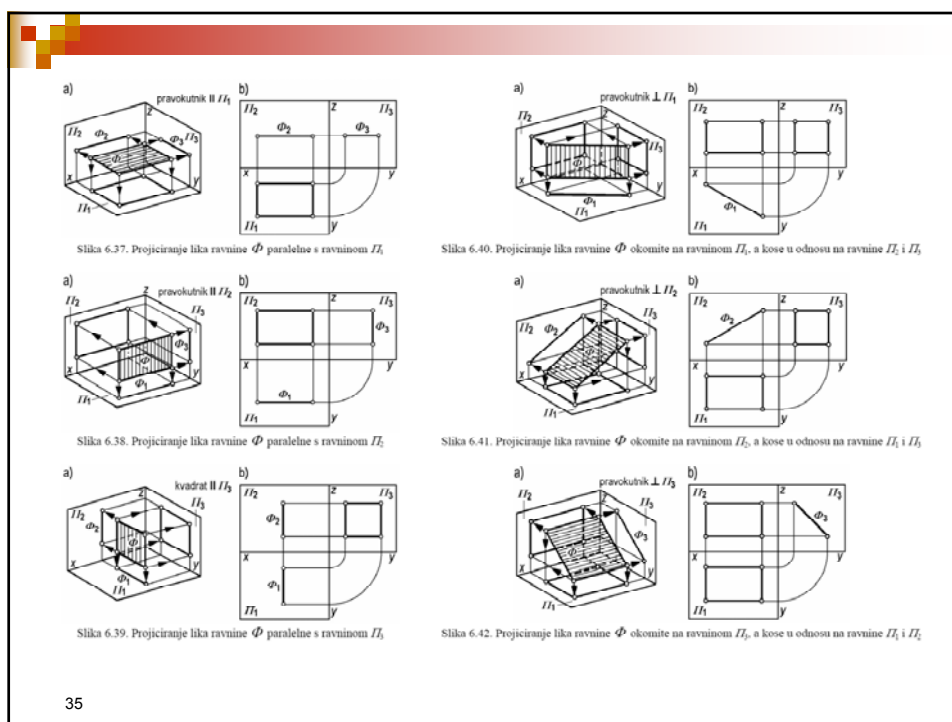


Prostorni kut koji odgovara prvom kvadrantu (ISO 128)

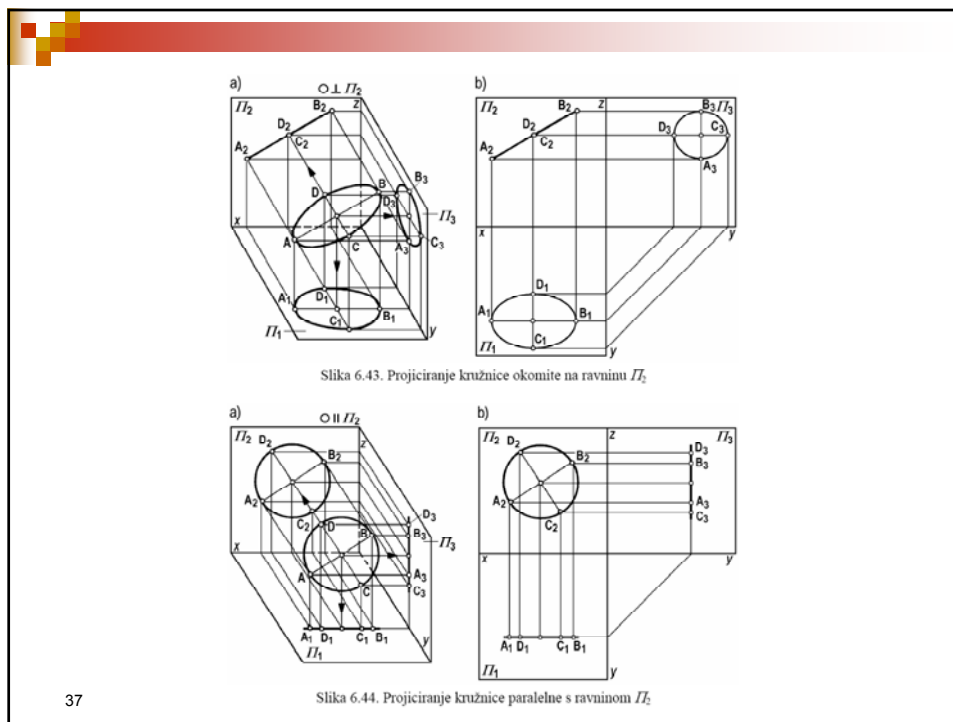
30







- Prema općim izloženim načelima ortogonalnog projiciranja na tri ravnine, pri projiciranju gleda se u tri smjera na predmet, a svaki je smjer gledanja okomit na jednu ravninu projekcija.
- U svakom smjeru gledanja dobiva se odgovarajuća projekcija na dotičnu ravninu projekcija iz koje će biti vidljive dvije dimenzije predmeta koji za vrijeme projiciranja miruje u prostoru. Postupak je identičan za svaku karakterističnu točku predmeta.
- Projiciranjem na sve tri ravnine određuje se svaka pojedina ploha predmeta u sve tri projekcije i konačno se dobiva slika predmeta u tri projekcije.



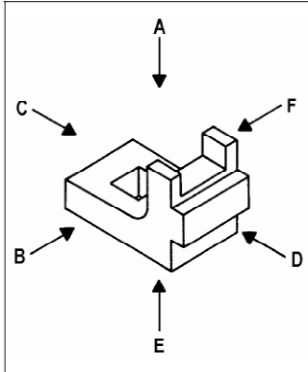
37

Smjerovi pogleda, nazivi i analiza projekcija

- U dosadašnjem razmatranju prikazano je projiciranje predmeta na jednu, dvije ili tri ravnine projekcija. Međutim, predmet se može gledati s ukupno šest strana, okomito na ravnine koje ga tvore (ISO 128). Na taj se način dobivaju nove pravokutne projekcije. U tablici 6.3. dana je slika sa šest mogućih smjerova pogleda, označenih slovima A, B, C, D, E i F, te njihova veza s odgovarajućim projekcijama.

38

Tablica 6.3. Smjer gledanja i projekcije

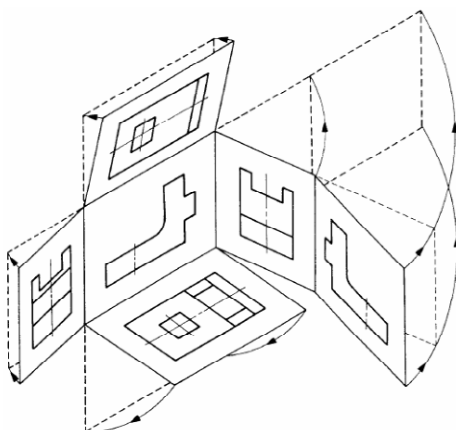


Smjer gledanja			Projekcija	
			Naziv	Oznaka
1.	A	Pogled odozgo	Tlocrt	T
2.	B	Pogled sprijeda	Nacrt	N
3.	C	Pogled slijeva	Desni bokocrt (Bokocrt)	B
4.	D	Pogled zdesna	Lijevi bokocrt (Drugi bokocrt)	B ₁
5.	E	Pogled odozdo	Gornji tlocrt (Drugi tlocrt)	T ₁
6.	F	Pogled straga	Stražnji nacrt (Drugi nacrt)	N ₁

39

- Ova se veza najlakše shvaća ako se neki predmet (npr. onaj sa slike u tablici 6.3.) zamisli usred pravilne prostorije ili prozirne kutije (šuplja prizma), pa ga se projicira na sve stijene odnosno stranice, tj. promatra ga se po već poznatim pravilima pravokutnog projiciranja odozgo, sprijeda, slijeva, zdesna, odozdo i straga, a da pri tome predmet ne mijenja svoj položaj.
- Na svakoj ravni (vidi sliku 6.45. i tablicu 6.3.) dobit će se po jedna projekcija (pogled) u smjeru navedenih pogleda na predmet (slika u tablici 6.3.).

40

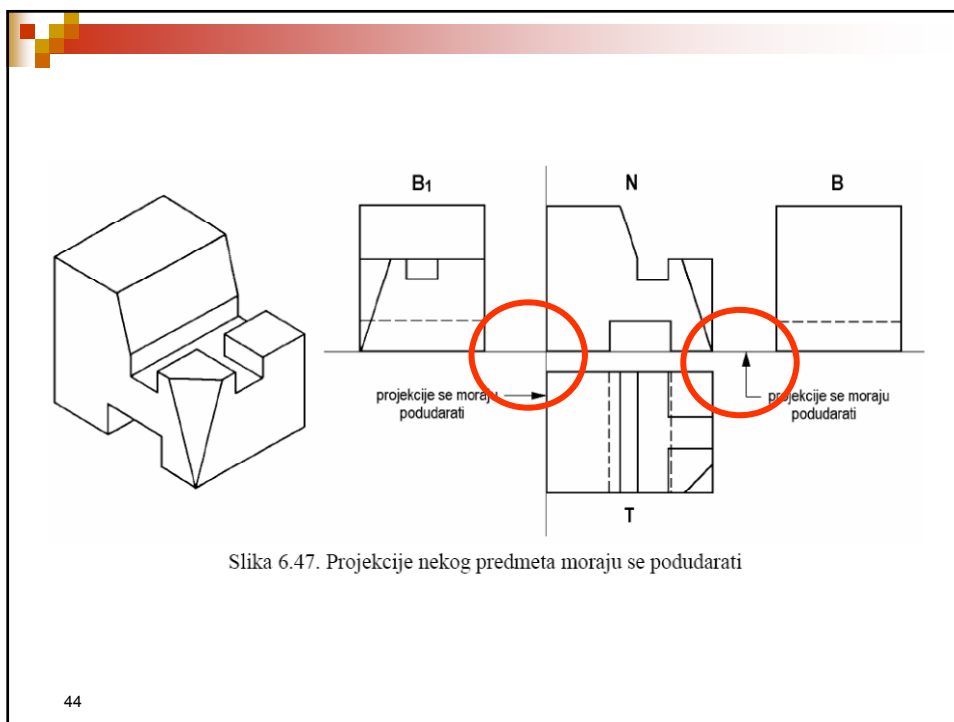
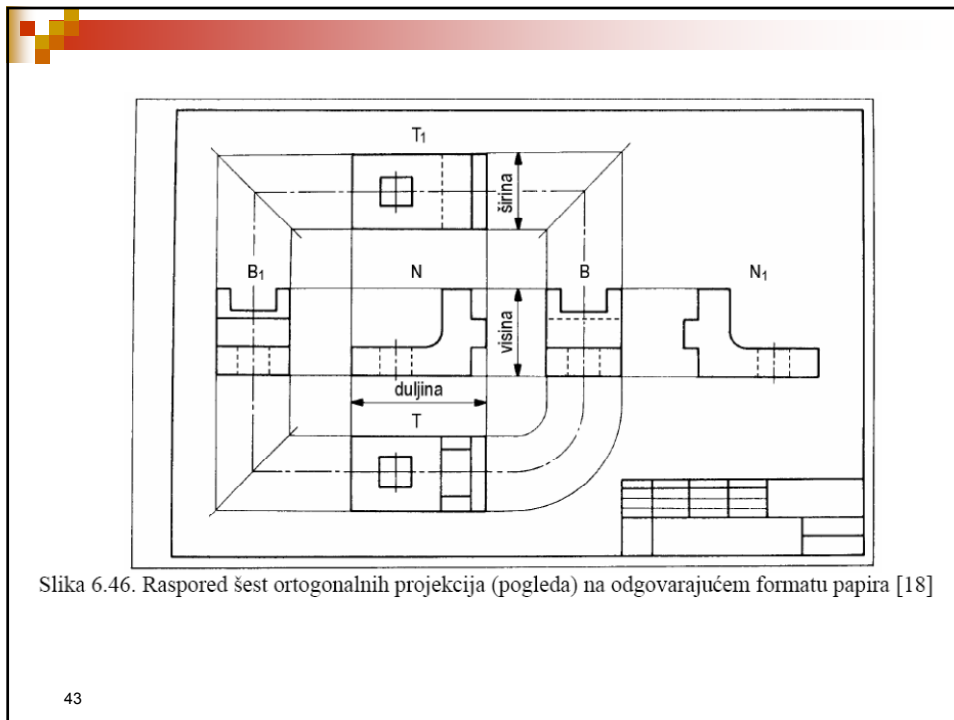


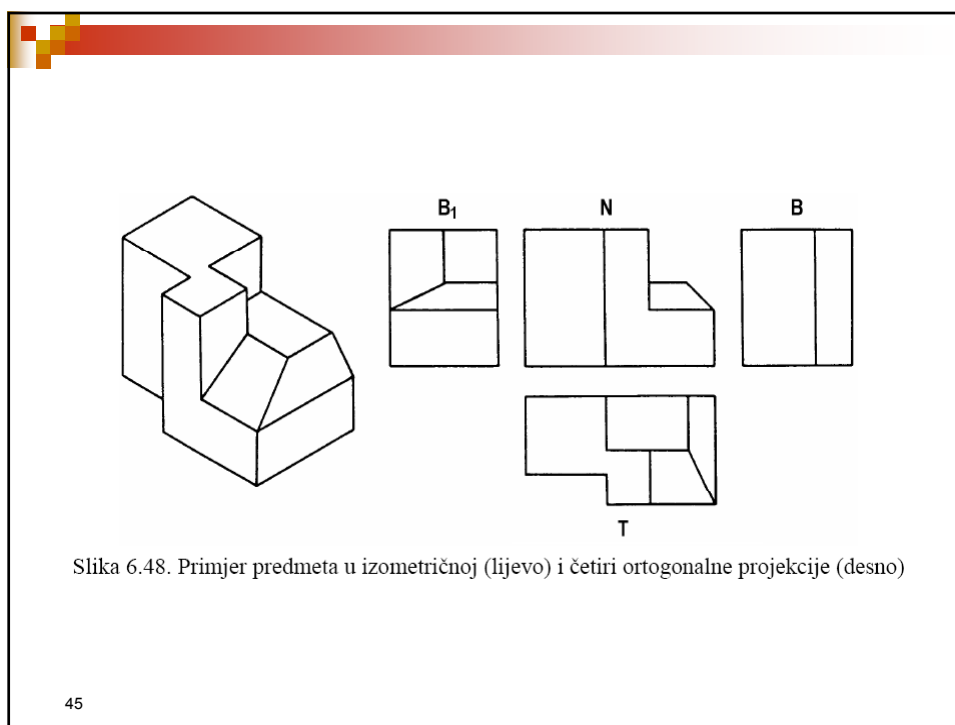
Slika 6.45. Zakretanje ravnina projekcija s odgovarajućim projekcijama predmeta prikazanog na slici u tablici 6.3. u ravninu nacрта (N) [18]

41

- Ove međusobno okomite ravnine projekcija ili crtanja zovu se glavne ravnine crtanja.
- Dalje se može zamisliti da je prostorija ili kutija razrezana po presječnicama stijena odnosno stranica i da su sve stijene ili stranice zakrenute prema slici 6.45. dok ne padnu u ravninu nacрта (N).
- Potpuno razvijene ravnine projekcija daju prikaz svih šest projekcija predmeta, koje moraju biti smještene na odgovarajućem formatu papira kao što je to prikazano na slici 6.46.
- U konkretnom slučaju predmet je predočen sa šest projekcija na šest ravnina crtanja, što u većini slučajeva u praksi nije potrebno.

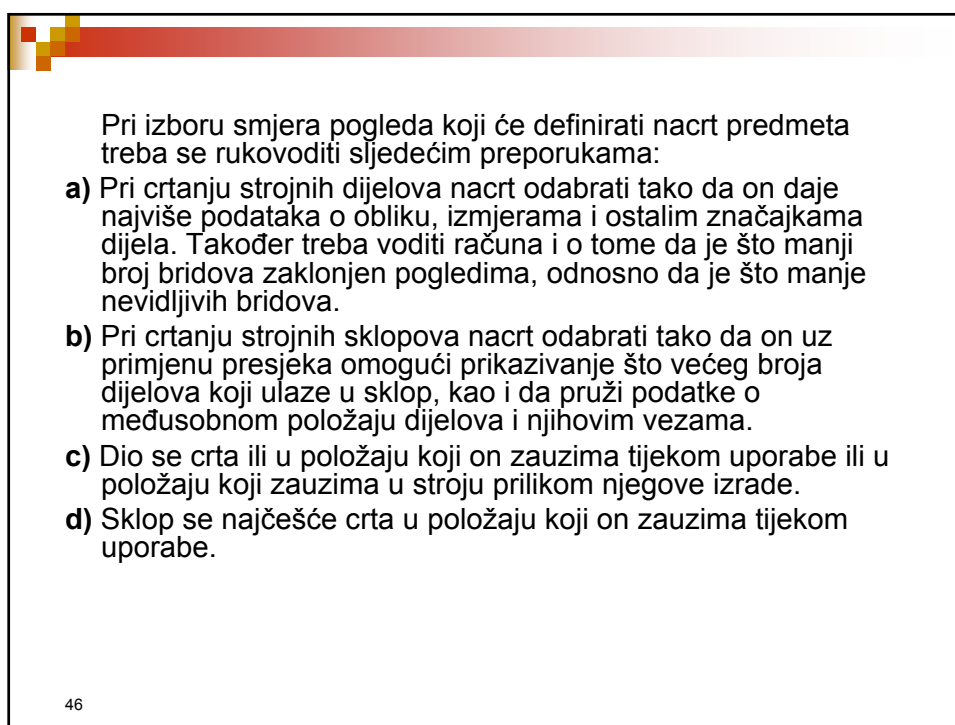
42



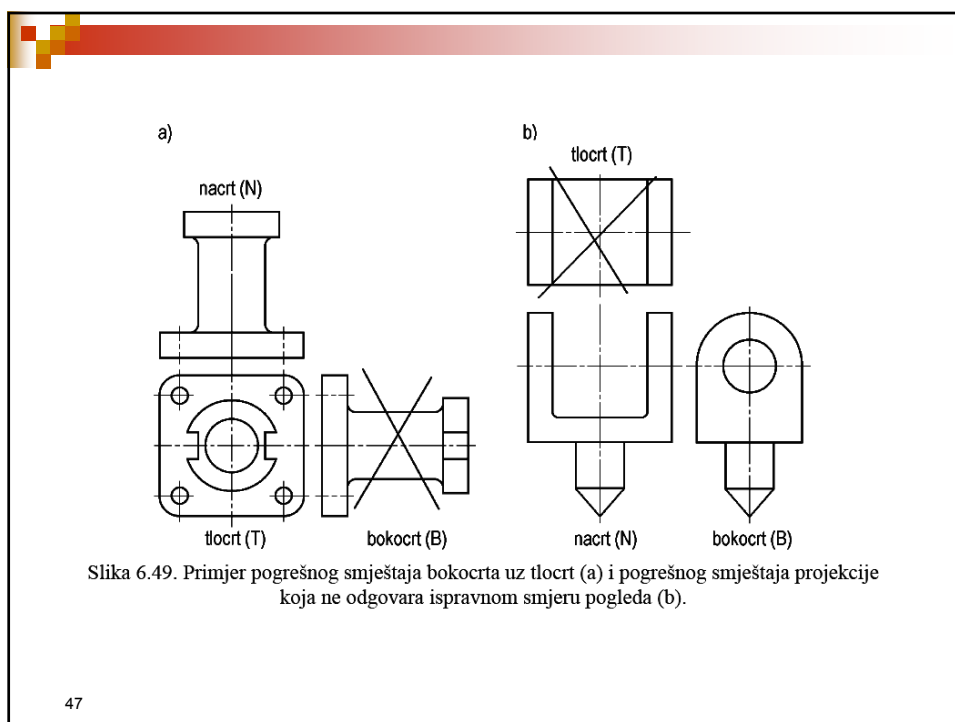


Slika 6.48. Primjer predmeta u izometričnoj (lijevo) i četiri ortogonalne projekcije (desno)

45



46



- Sve projekcije predmeta moraju biti na istom listu papira, a početnici ponekad u nedostatku mjesta (**zbog lošeg planiranja!**) okrenu list papira i na poleđini crtaju pojedine projekcije.
 - To je pogrešno jer se gubi pregled o podudaranju i otežava predodžba predmeta.
 - U ovakvim slučajevima treba na istoj strani papira nastaviti list (produljeni format) i na tom nastavku nacrtati potrebnu projekciju koja se podudara s ostalim projekcijama predmeta.
- 48

Dimenzije i središnjice predmeta

- Kako u nastavku ne bi dolazilo do zabune, potrebno je utvrditi što je na predmetu duljina l , što širina b , što visina h , a što središnjica.
- Ove dimenzije, koje ima svaki predmet ili dio predmeta, odnose se na položaj predmeta u kojemu se on crta.
- Budući da predmet miruje, položaj predmeta ostaje za vrijeme crtanja nepromijenjen.

49

- Duljina l vodoravna je udaljenost krajnjih točaka u smjeru lijevo-desno, odnosno u smjeru osi x (slika 6.2, 6.27 i 6.46.).
- Širina b vodoravna je udaljenost krajnjih točaka u smjeru naprijed-natrag, odnosno u smjeru osi y .
- Visina h okomita je udaljenost krajnjih točaka predmeta u smjeru gore-dolje, odnosno u smjeru osi z .

50

- Budući da predmet za vrijeme projiciranja miruje i da su za taj položaj crtanja određene njegove dimenzije, to će se u pojedinim projekcijama vidjeti:
 - duljine i visine u nacrtima, a projicira se u smjeru širine ili osi y ;
 - duljine i širine u tlocrtima, a projicira se u smjeru visine ili osi z ;
 - širine i visine u bokocrtima, a projicira se u smjeru duljine ili osi x .

51

Središte (*grčki* centrum) je središnja točka nekih odnosa u liku (npr. težište)

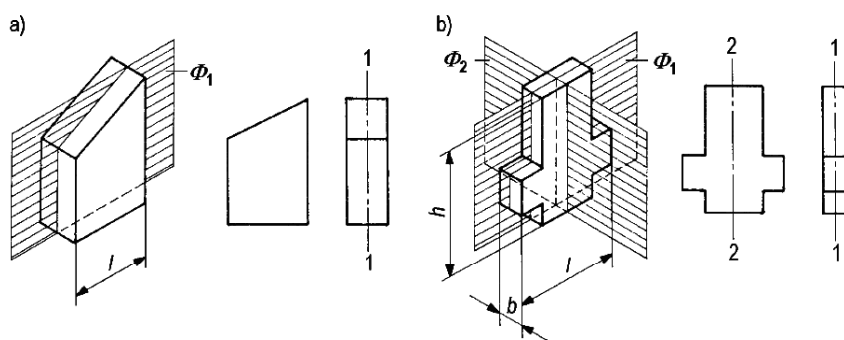
Simetrala (*grčki* syn = s, sa; metron = mjera) je os simetrije, tj. pravac koji dijeli dužinu ili kut na dva jednaka dijela

- Središnjice predmeta su osi koje prolaze sredinom predmeta i predstavljaju tzv. osnu simetriju (prostorna os simetrije).
- Mnogi su strojni dijelovi simetrični, tj. mogu se ravninama podijeliti na dva jednaka dijela.
- Simetričnost se na crtežu označava simetralom. Simetrala je presječnica glavne ravnine crtanja s presječnom ravninom koja dijeli strojni dio na dva jednaka dijela (ravninska os simetrije).

52

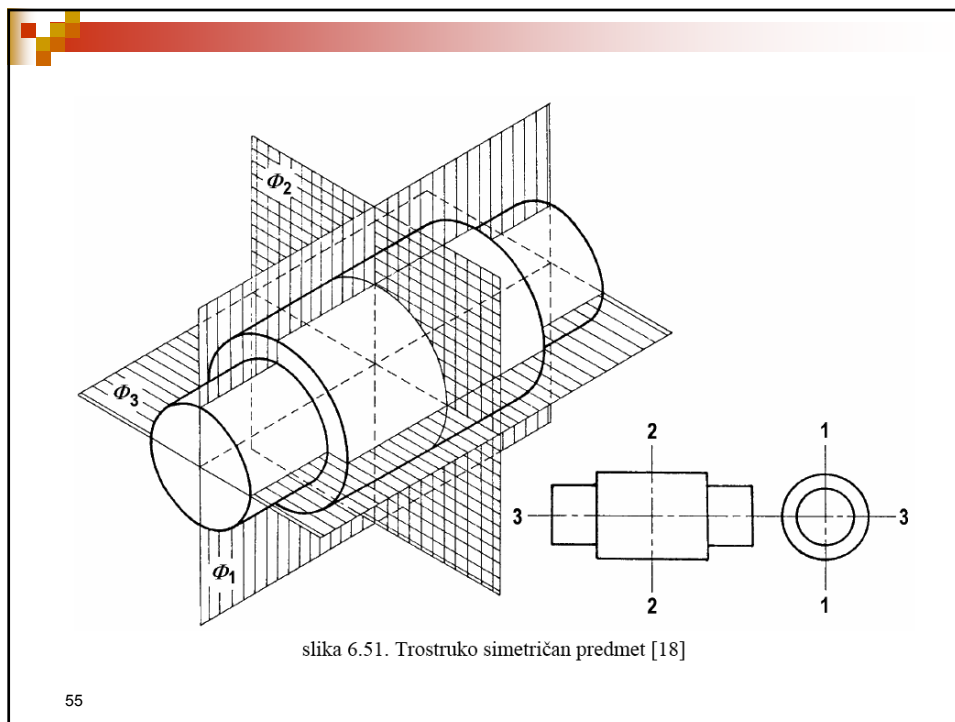
- Simetričnost se utvrđuje u smjeru dimenzija predmeta: ravnina simetrije postavlja se okomito na duljinu (u smjeru ravnine $\Phi_2 = \Pi_3 = yz$; slike 6.2 i 6.51.), okomito na širinu (u smjeru ravnine $\Phi_1 = \Pi_2 = xz$; slike 6.2, 6.50. i 6.51.) ili okomito na visinu (u smjeru ravnine $\Phi_3 = \Pi_1 = xy$; slike 6.2 i 6.51.).
- Prema tome predmet može biti najviše trostruko simetričan jer ima tri dimenzije.

53



slika 6.50. Jednostruko (a) i dvostruko (b) simetričan predmet [18]

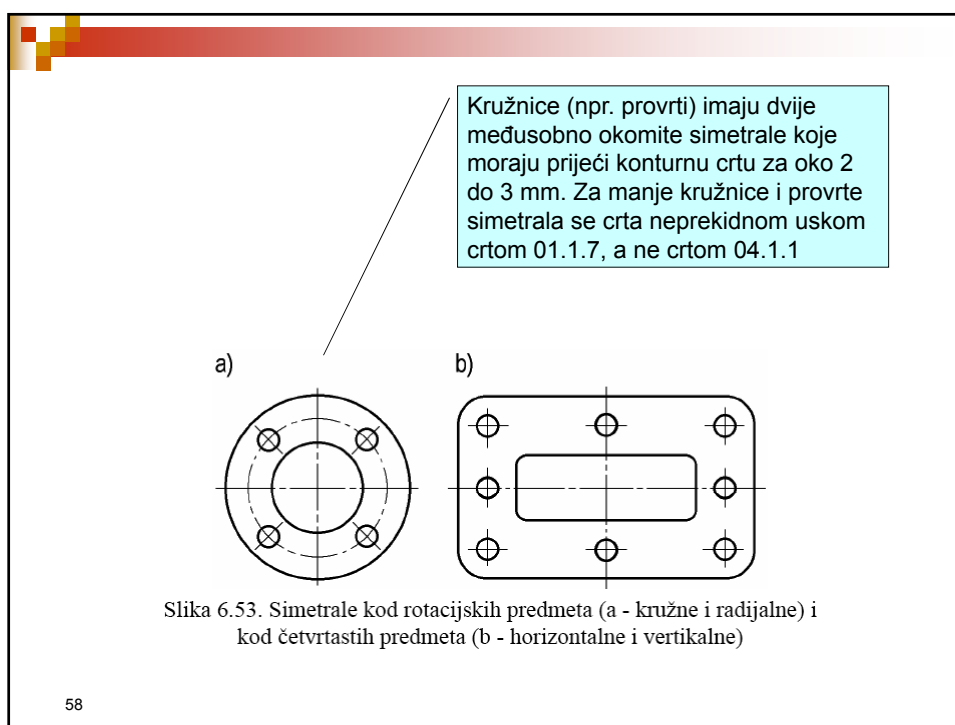
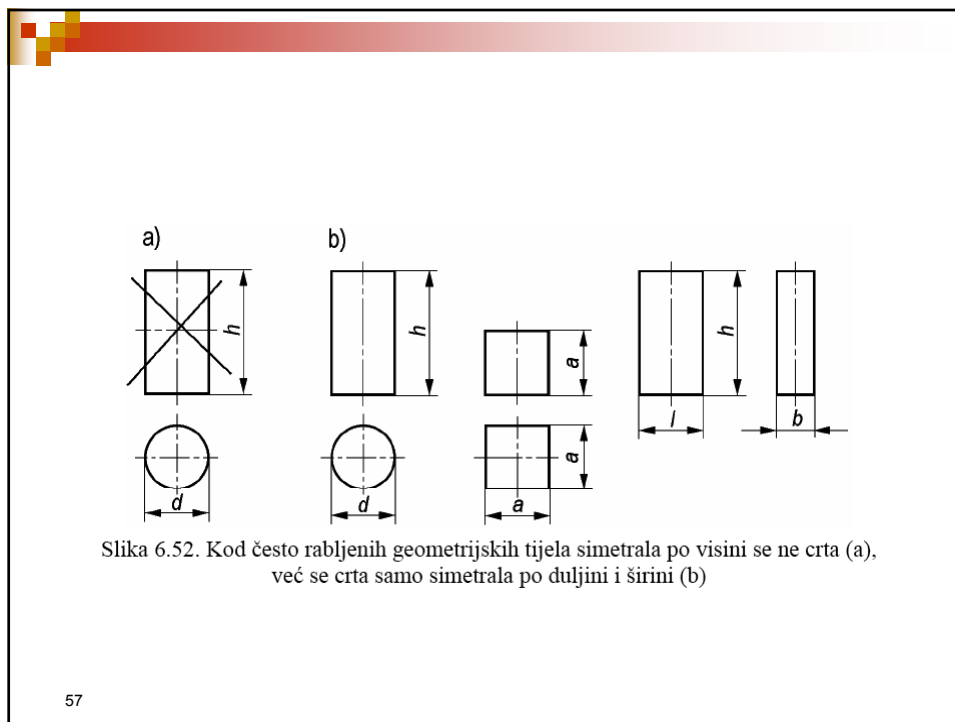
54



55

- Simetričnost po duljini (okomito na duljinu) predočava se okomitom simetralom u nacrtima i tlocrtima jer simetrala mora biti okomita na duljinu u svim projekcijama gdje se duljina vidi u pravoj veličini.
- Simetričnost po širini (okomito na širinu) predočava se vodoravnom simetralom u tlocrtima, odnosno okomitom simetralom u bokocrtima, jer simetrala mora biti okomita na širinu u svim projekcijama gdje se širina vidi u pravoj veličini.
- Simetričnost po visini (okomito na visinu) predočava se vodoravnom simetralom u nacrtima i bokocrtima jer simetrala mora biti okomita na visinu u svim projekcijama gdje se visina vidi u pravoj veličini.

56



Metode projiciranja 1. i 3. kvadranta

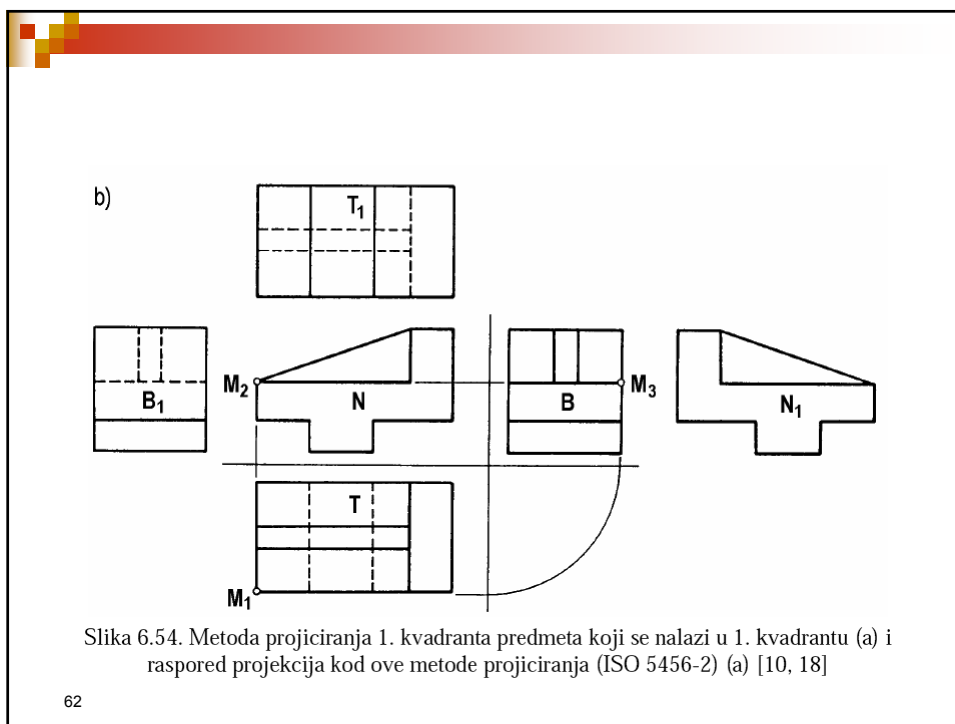
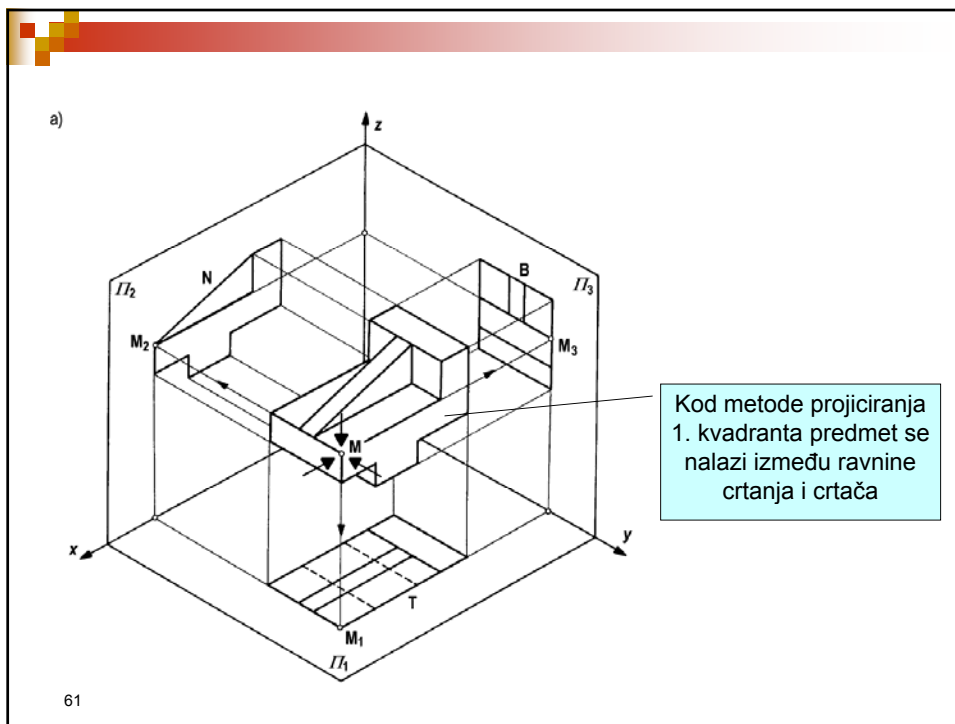
- Do sada promatran način projiciranja i pravila ortogonalne projekcije s gledišta nacrtne geometrije primjenjuju se gotovo u cijelom svijetu, izuzev u SAD-u i u nekim europskim zemljama (Velika Britanija, Nizozemska). U tim zemljama uveden je u tehničkom crtanju nešto drukčiji način projiciranja.
- Prvi način projiciranja poznat je prema ISO 5456-2 kao **metoda projiciranja 1. kvadranta** (prije: europski način projiciranja, metoda E), a drugi kao **metoda projiciranja 3. kvadranta** (prije: američki način projiciranja, metoda A).
- Osnovne značajke jednog i drugog dane su u tablici 6.4.

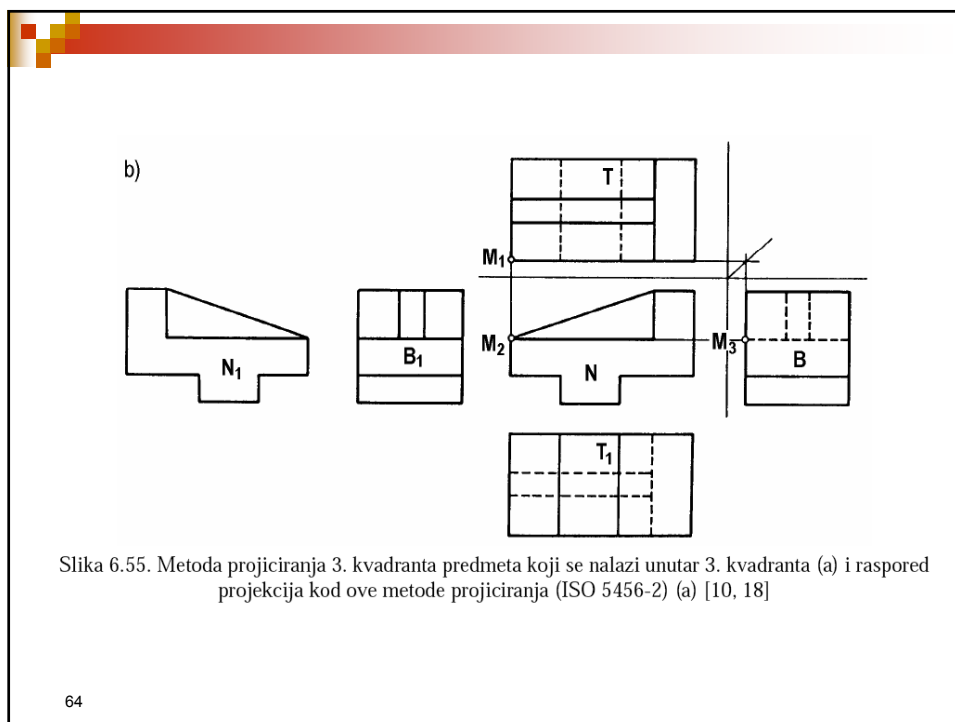
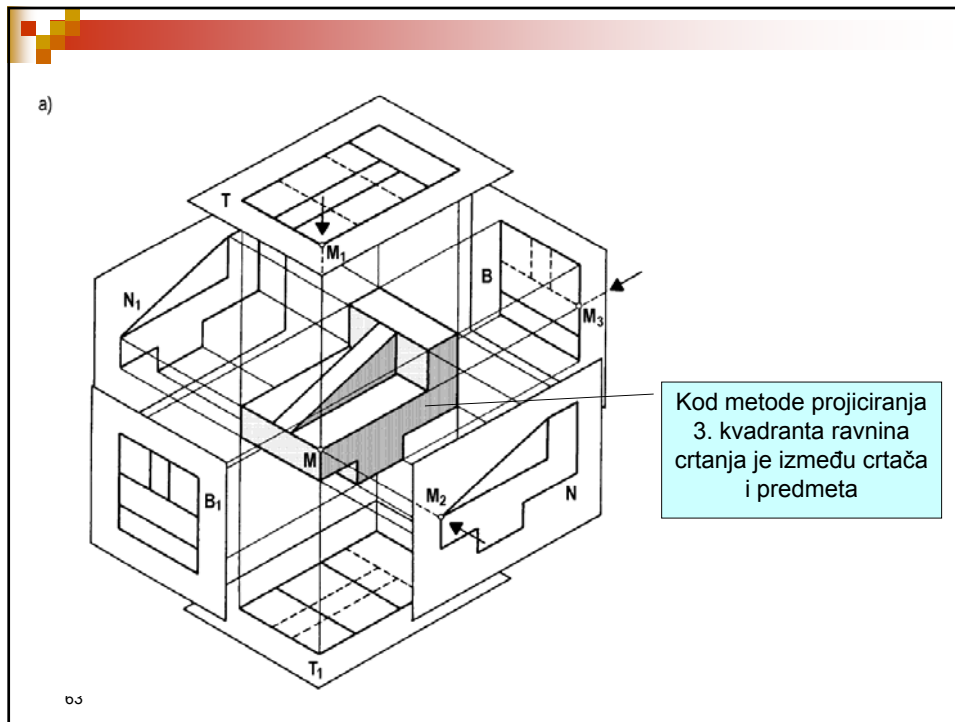
59

Tablica 6.4. Značajke metode projiciranja 1. i 3. kvadranta (ISO 5456-2)

Značajka	Metoda projiciranja 1. kvadranta	Metoda projiciranja 3. kvadranta
Simbol na crežima		
Raspored projekcija		

60





- Usporedbom jednog i drugog načina projiciranja uočava se da je metoda projiciranja 3. kvadranta logičnija, a ima i prednost kod duljih predmeta.
- Logičnost je u tome što je pogled zdesna prikazan desno, a pogled slijeva lijevo. Spomenuta prednost kod projiciranja vrlo dugih predmeta je u tome što se u pojedinoj projekciji predočava ona strana koja je bliža ravnini crtanja.
- Međutim, mali broj dugačkih predmeta, navika i podudaranje s pravilima nacrtne geometrije govori u prilog **europskom načinu** projiciranja.

65

Osnovna pravila za predočavanje oblika

Položaj u kojemu se predmet crta

Poznavanje samo osnova ortogonalnog projiciranja nije dovoljno za potrebe tehničkog crtanja. Praktična primjena zahtijeva da se posao crtača maksimalno olakša i da se predmet predoči što jednostavnije i zornije. Jedan od najvažnijih utjecaja na jednostavnost, zornost i praktičnost crteža ima položaj u kojemu se predmet crta.

- Pri definiranju ovog položaja treba voditi računa o sljedećim uvjetima:

66

- a) Predmet treba postaviti u takav položaj da su njegove plohe i središnjice paralelne i okomite na glavne ravnine crtanja.** Prednost ovakvog položaja očituje se u tome da se plohe paralelne s ravninom crtanja predočavaju u naravnoj veličini, a plohe okomite na ravninu crtanja kao dužine. Na taj se način kod često upotrebljavanih rotacijskih tijela izbjegava crtanje elipsa, nejasna slika kod kosog položaja predmeta, teže crtanje i slično.
- b) Predmet treba postaviti u onaj položaj u kojemu stoji u naravi, ali uz zadovoljenje uvjeta pod a).** U slučaju da predmet u naravi ima kosi položaj, odstupa se od ovog uvjeta i treba zadovoljiti uvjet naveden pod a), jer je u tehničkom crtanju važnije pravilno i jednostavno predočavanje od naravnog položaja predmeta.

67

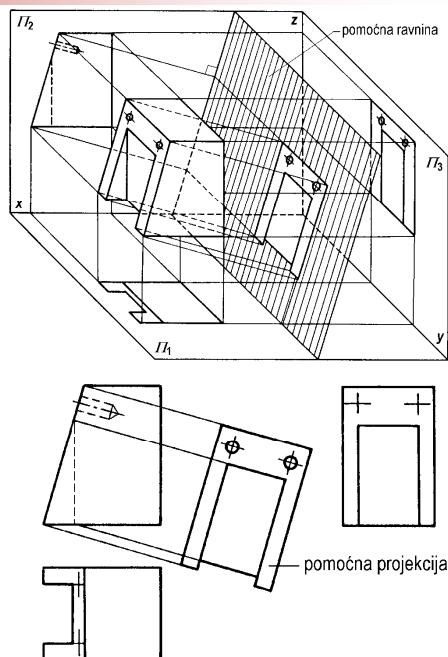
- c) Predmeti koji u naravi od slučaja do slučaja zauzimaju različite položaje (npr. svornjaci, vijci, podloške, ručice, poluge, matice i slično) postavljaju se obično u položaj u kojemu se izrađuju ili u uspravan položaj.** U ovom će se slučaju npr. vijak crtati obično u uspravnom položaju s glavom prema dolje, a neka pločica s uvrtnom (ne s provrtnom!) u položaju u kojemu je otvor rupe s gornje strane jer se pretpostavlja da će se rupa ubušiti bušilicom s gornje strane.
- d) Od svih mogućih pravilnih položaja odabrati onaj u kojemu će se vidjeti najviše ploha i bridova predmeta u smjeru pogleda, a s ciljem da se izbjegne crtanje nevidljivih bridova.** Crtanjem nevidljivih bridova pomoću tzv. crtkanih uskih crta (crta 02.1.1, tablica 7.10.) crtež postaje manje pregledan, a često i nejasan.

68

- e) Ako predmet (osim paralelnih i okomitih ploha na ravnine crtanja) ima i kose plohe, tada ih treba projicirati na pomoćne ravnine koje se postavljaju paralelno s njima. Točno projiciranje ne bi dalo zornu sliku, a promatrana ploha ne bi se mogla dimenzionirati jer bi pojedine dimenzije pri točnom projiciranju na glavne ravnine bile skraćene. Stoga se pomoćna ravnina postavlja paralelno kosoj plohi radi dobivanja njezine naravne veličine i oblika.

69

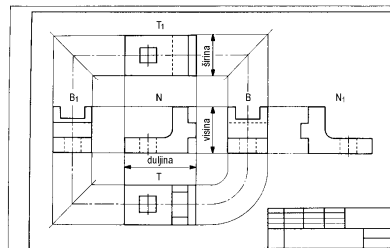
- Smjer pogleda i položaj pomoćne ravnine crtanja prikazan je na gornjoj slici. Na donjoj slici nacrtan je nacrt, tlocrt, bokocrt i pomoćna projekcija predmeta s gornje slike. Iz prikaza je vidljivo da točan tlocrt i bokocrt ne daju prikladnu sliku te da su pravilni odnosi vidljivi samo iz projekcije na pomoćnu ravninu – pomoćne projekcije.



70

Izbor i broj projekcija

- S obzirom na to da je svaka ravnina projiciranja dvodimenzijaska, u svakoj će projekciji biti vidljive dvije dimenzije promatranog predmeta. Ako se želi predočiti neki trodimenzijski predmet, on se mora crtati u više projekcija kako bi sve njegove dimenzije bile vidljive.
- Pri tome se neke dimenzije ponavljaju (vidi sliku), tj. visina predmeta bit će vidljiva u nacrtu i bokocrtu, duljina u nacrtu i tlocrtu, a širina (debljina) u tlocrtu i bokocrtu. Iste dimenzije moraju biti jednake u svim projekcijama.




































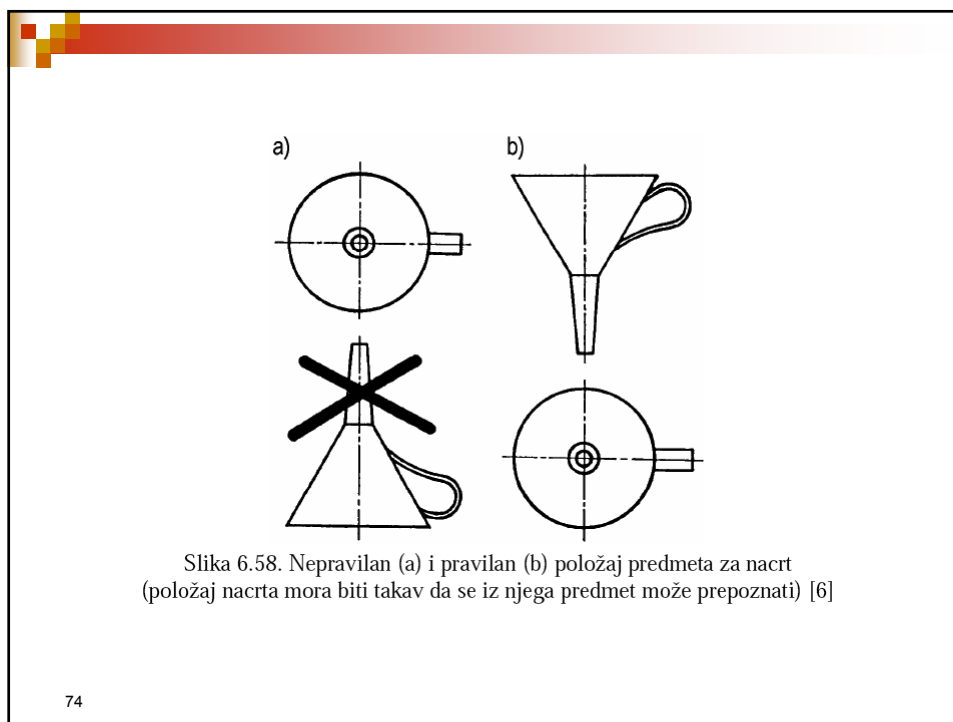
71

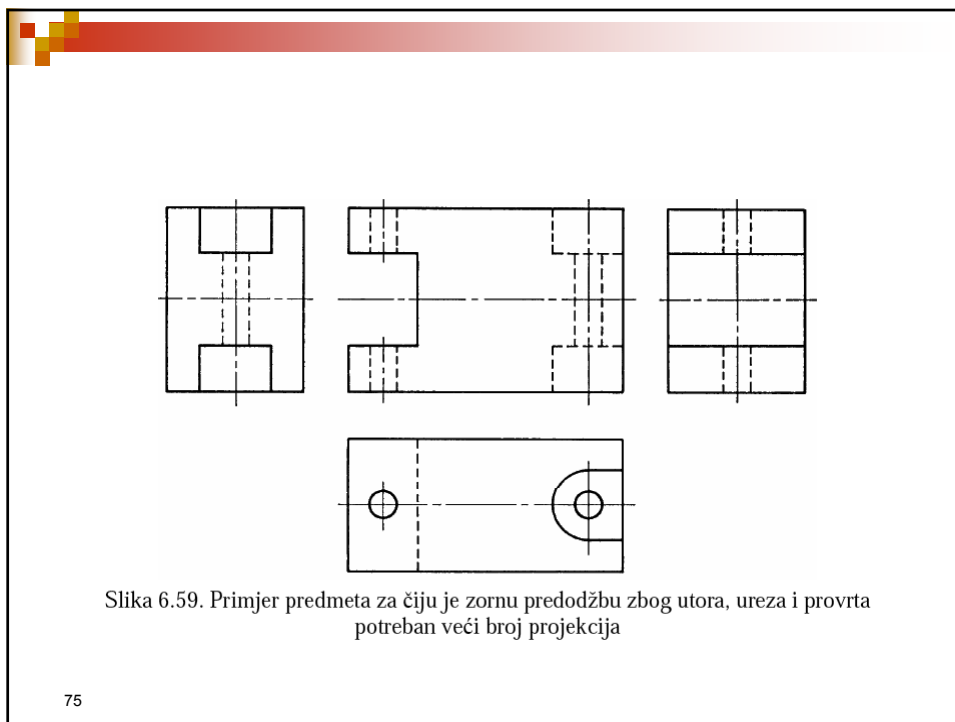
- Sve nacrtane projekcije moraju dati potpunu predodžbu o obliku predmeta te ih stoga treba crtati u dovoljnom broju kako bi bio zadovoljen ovaj zahtjev. Iz toga se razloga ne može reći da su za predodžbu nekog predmeta potrebne dvije ili tri projekcije.
- **Broj projekcija mora biti takav da je oblik predmeta potpuno zorno definiran.**
- U svakoj projekciji mora biti vidljivo nešto novo, što na ostalim projekcijama još nije predočeno.
- Projekciju u kojoj se ne vidi ništa novo nije potrebno ni crtati jer je suvišna.

72

Tablica 6.5. Temeljni oblici tijela u dimetrijskoj i ortogonalnoj projekciji

Temeljni oblik tijela	Ortogonalna projekcija				Temeljni oblik tijela	Ortogonalna projekcija			
	Tri projekcije		Potreban broj projekcija			Tri projekcije		Potreban broj projekcija	
 kocka					 valjak				
 prizma					 stožac				
 piramida					 krnji stožac				
 krnja piramida					 kugla				





75

Tablica 6.6. Primjeri jednakih nacrti kod različitih geometrijskih oblika predmeta

Primjeri različitih geometrijskih oblika predmeta				
Dimetrijska projekcija				
Ortogonalna projekcija	Nacrt			
	Tlocrt			
Nacrt sa svim izmjerama i dopunskim oznakama				

76

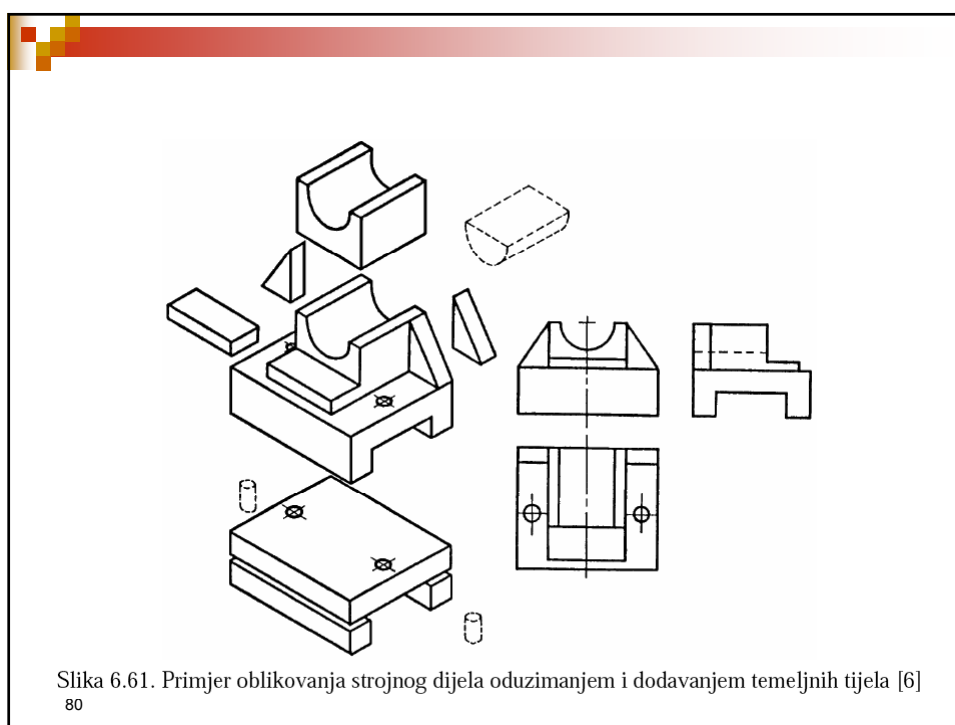
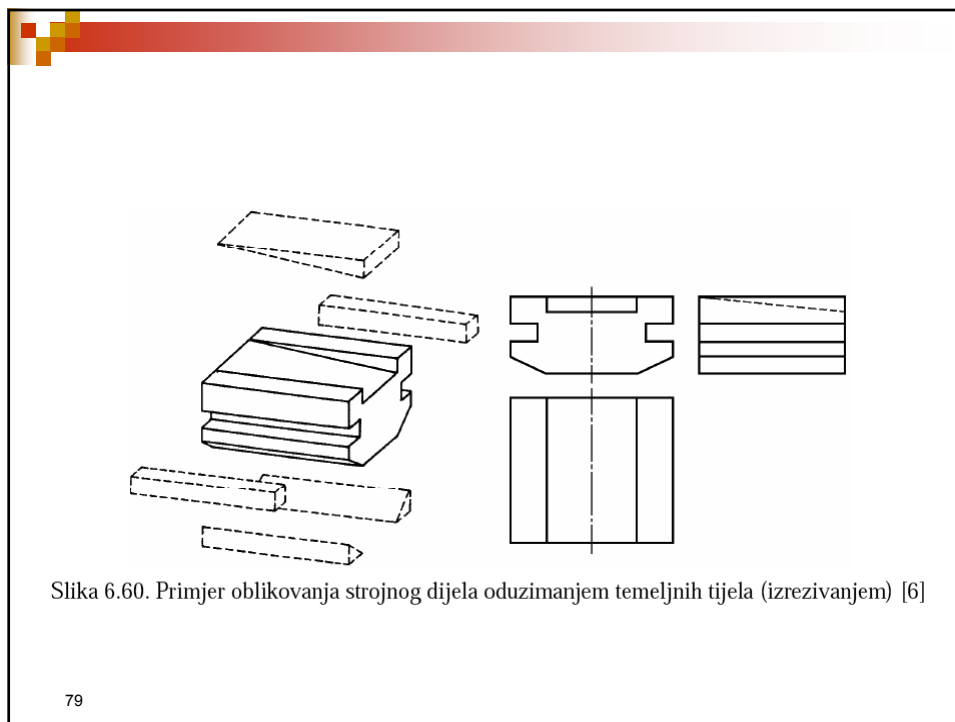
Zamišljeno rastavljanje predmeta na temeljne oblike tijela

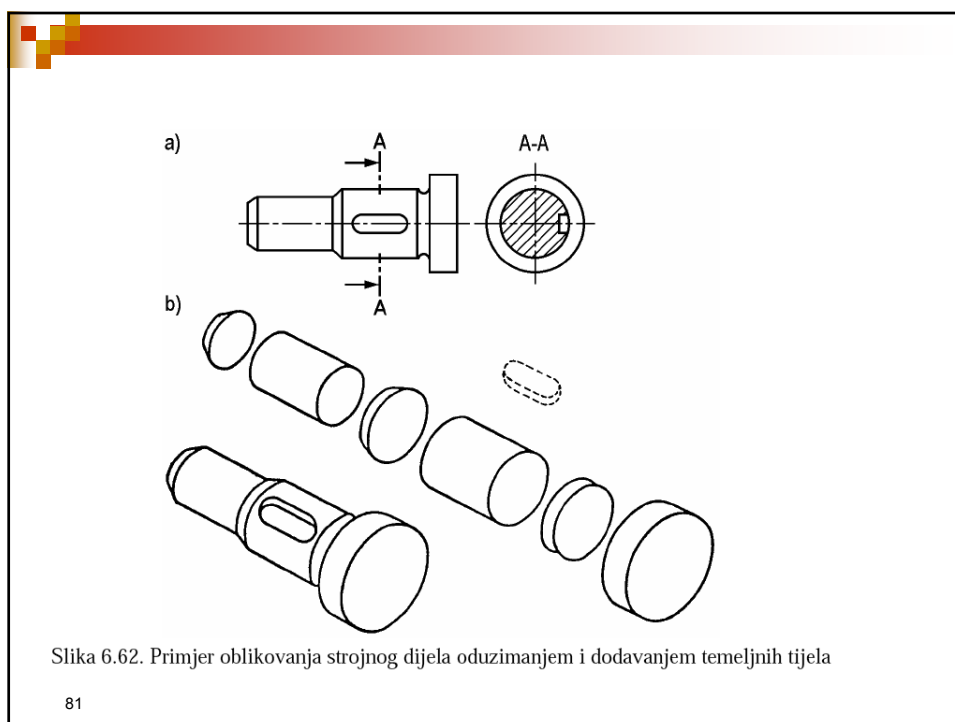
- Strojni dijelovi moraju biti tako konstruirani da njihov oblik omogućava laku oblikovanje i laku obradu. Ovaj će se uvjet zadovoljiti ako se za temeljne oblike odaberu pravac i kružnica.
- Temeljni oblik po pravcu lako se može obraditi pravocrtnim gibanjem alata ili strojnog dijela, a temeljni oblik po kružnici može se lako obraditi rotacijskim gibanjem alata ili strojnog dijela.
- Svaki drugi temeljni oblik strojnog dijela, npr. po paraboli ili hiperboli, prouzročit će stanovite teškoće pri izradi i dodatne troškove.

77

- Složeni strojni dijelovi u mislima se mogu rastaviti na temeljna tijela kojima je osnova pravac (kocka, prizma, piramida, krnja piramida) i na temeljna tijela kojima je osnova kružnica (valjak, stožac, krnji stožac, kugla).
- Gotovo svi strojni dijelovi u strojarstvu zaista imaju navedene temeljne oblike, međusobno različito povezane u cjelinu, pa ih pri crtanju treba raščlaniti tako da se lakše mogu predočiti.
- Ovaj pristup primjenjuju računalni programi za crtanje.

78

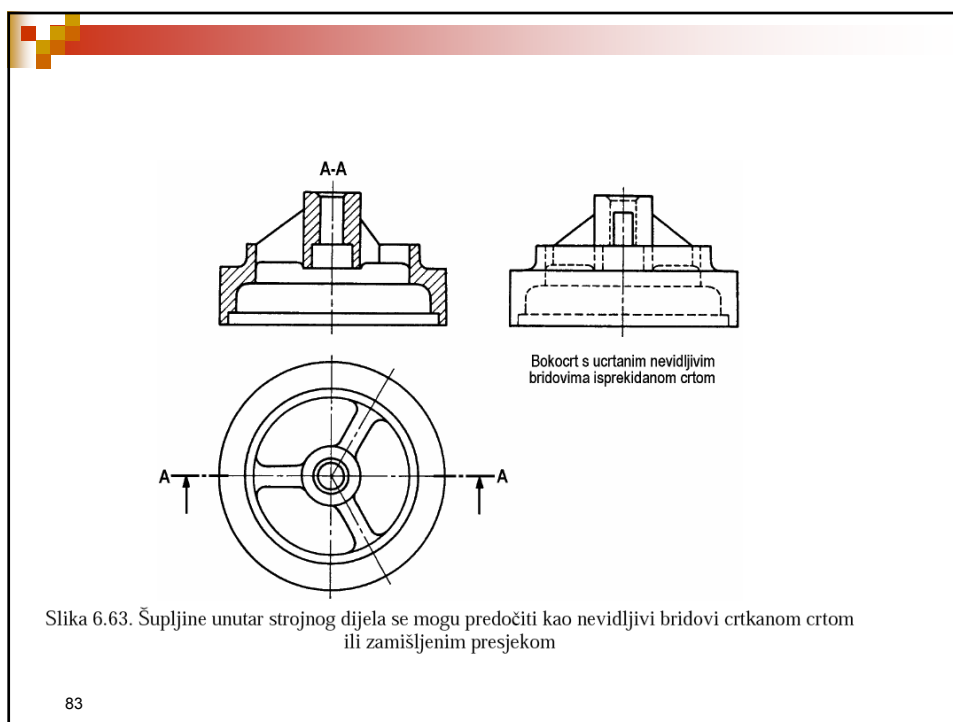




Presjeci

Crtanje presjeka

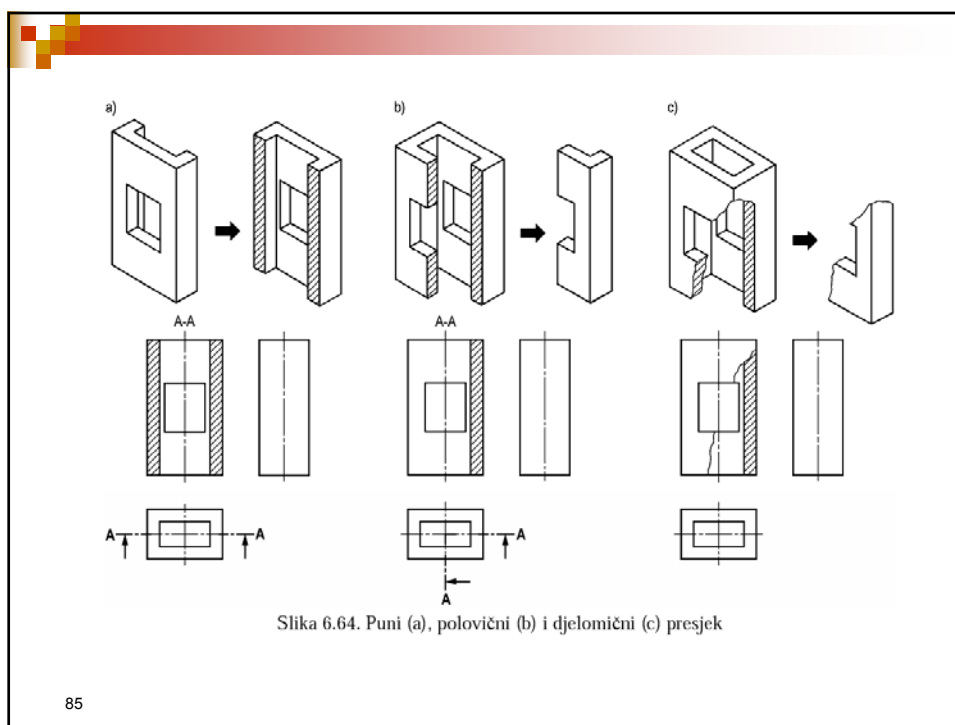
- Strojni dijelovi nisu uvijek puni, već često imaju stanovite šupljine (npr. provrte, rupe, udubljenja, utore i sl.) čije se nevidljive konture mogu predočiti crtkanom (isprekidanom) crtom (vidi bokocrt strojnog dijela na slici 6.63.).
- Šupljine mogu biti vrlo složenog oblika pa bi se crtanjem mnoštva isprekidanih crta smanjila čitljivost crteža, a često bi došlo i do netočnih predodžbi o obliku strojnog dijela.
- To se može izbjeći uporabom prikaza u obliku zamišljenog presjeka (ISO 128)(slika 6.63.).



83

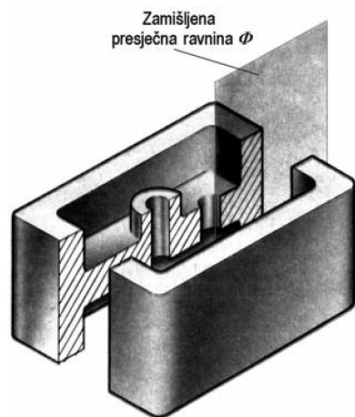
- Presjek može biti različit, ovisno o tome koliki je dio predmeta u mislima odstranjen, odnosno presječen zamišljenim presječnim ravninama. Na slici 6.64. prikazani su tzv. puni (a), polovični (b) i djelomični (c) presjeci u izometrijskoj i ortogonalnoj projekciji.
- **Puni presjek** (slika 6.64.a) dobije se ako se zamisli sječenje cijelog strojnog dijela na dvije polovine.
- **Polovični presjek** (slika 6.64.b) dobije se ako se zamisli isječenje jedna četvrtina strojnog dijela (polovina odgovarajuće ortogonalne projekcije crta se kao pogled, a druga polovina kao presjek).
- **Djelomični presjek** (slika 6.64.c) dobije se ako se zamisli sječenje manjeg dijela strojnog dijela.

84

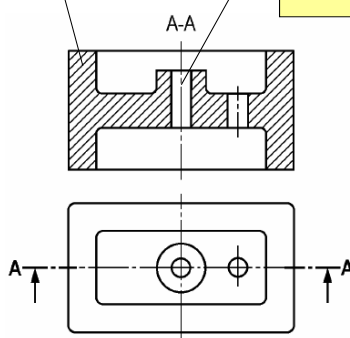


- Presjek se može definirati kao prikaz predmeta, dobiven na taj način da se zamisli presijecanje predmeta jednom ili više presječnih ravnina. Pri tome se dio predmeta (koji se nalazi između promatrača i presječne ravnine) u mislima uklanja, a na ravnini projekcija (crtanja) prikazuje se ono što se nalazi na presječnoj ravnini Φ (oblik presjeka predmeta) po svim pravilima ortogonalnog projiciranja (slika 6.65.).

Tako "prepiljene" stijene u projekciji se šrafiraju (iscrtavaju tankom punom crtom; vidi tablicu 7.9.), po čemu se zna da se radi o strojnom dijelu nacrtanom u presjeku.

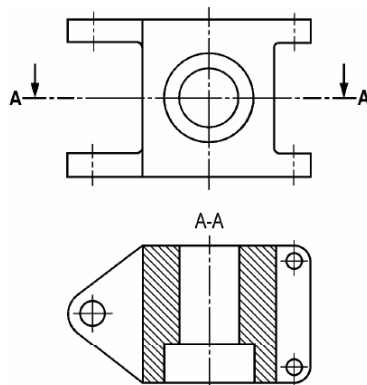
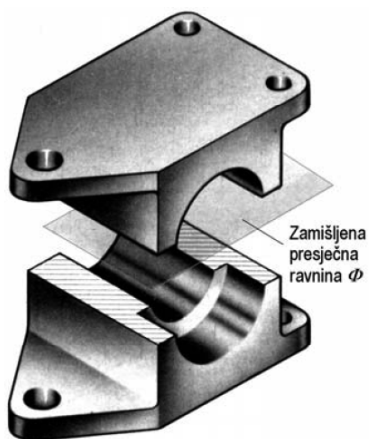


Šupljine unutar strojnog dijela ne šrafiraju se.



Slika 6.65. Postupak nastajanja zamišljenog presjeka

87

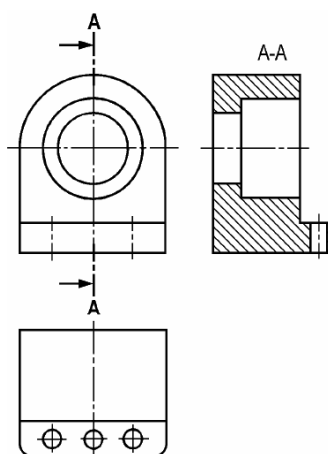
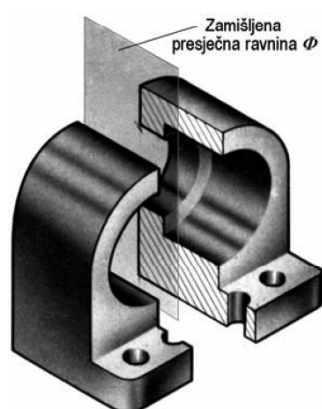


Slika 6.66. Primjer vodoravnog presjeka (tlocrt u presjeku)

88

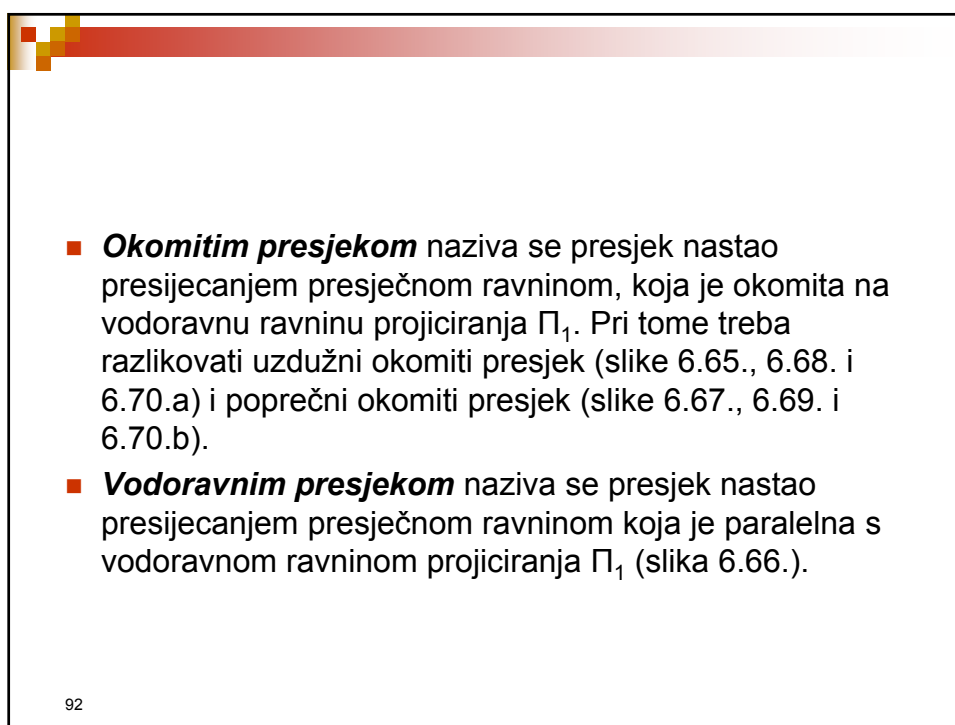
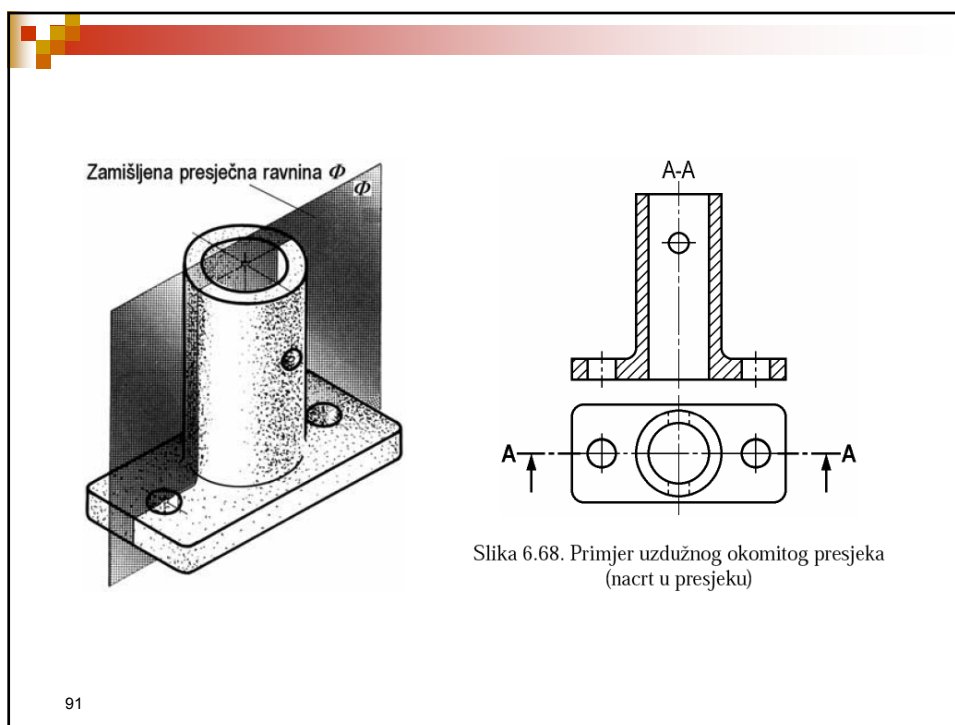
- Ovisno o broju presječnih ravnina, presjeci se mogu podijeliti na jednostavne (jedna presječna ravnina) i složene (dvije i više presječnih ravnina).
- Zavisno pak o položaju presječnih ravnina u odnosu na horizontalnu ravninu projiciranja, presjeci se mogu podijeliti na horizontalne, vertikalne i kose.
- Presjeci se nazivaju uzdužnim ako su presječne ravnine položene uzduž duljine ili visine strojnog dijela, a poprečnim ako su presječne ravnine okomite na duljinu ili visinu strojnog dijela.

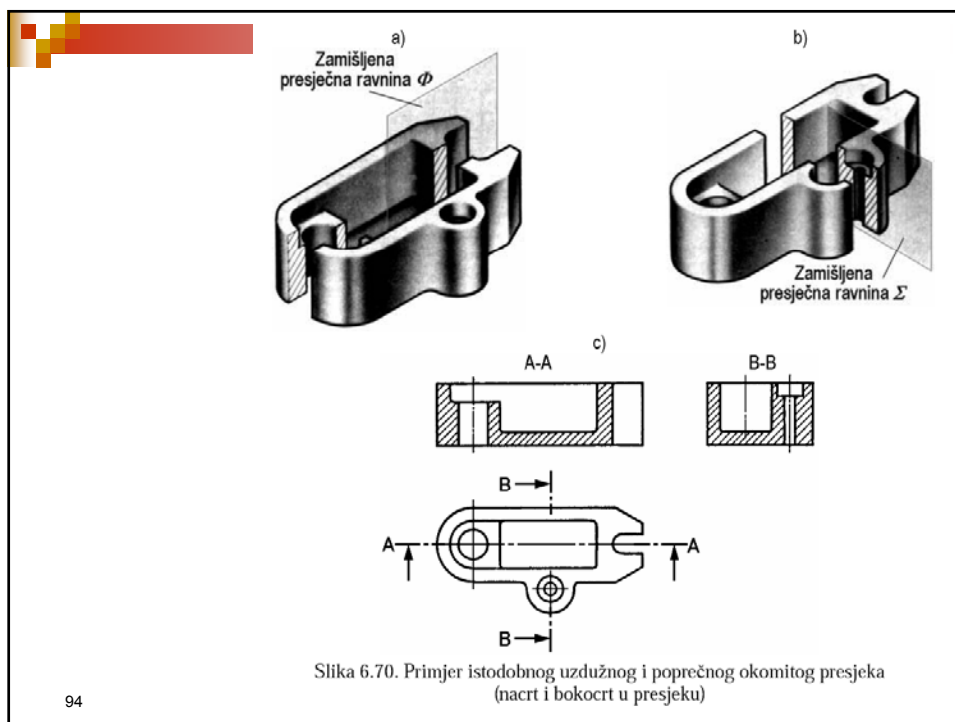
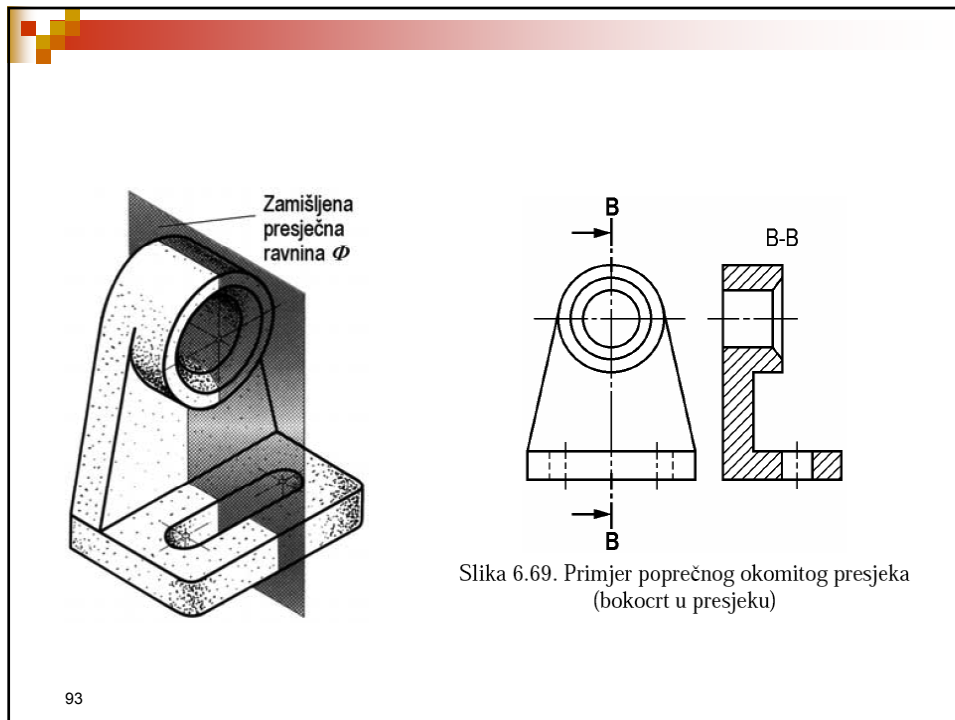
89



Slika 6.67. Primjer poprečnog okomitog presjeka (bokocrt u presjeku)

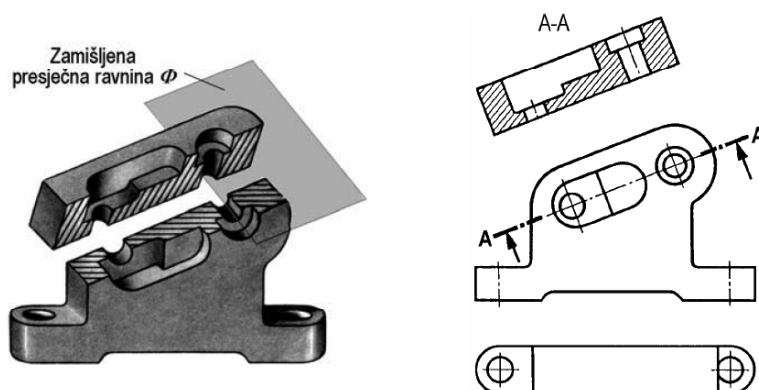
90





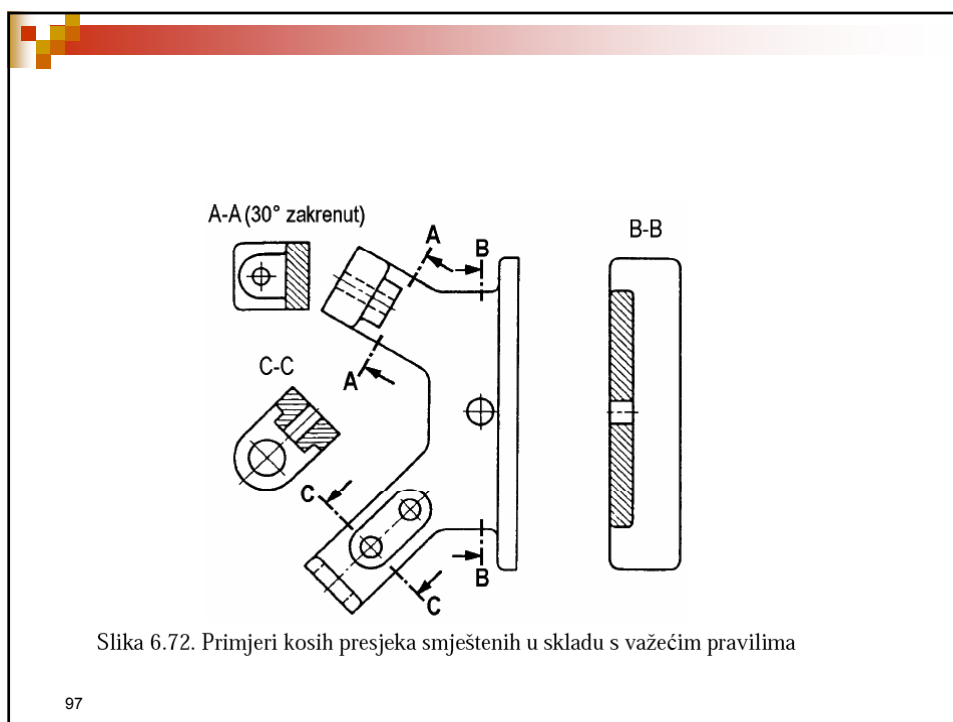
- **Kosim presjekom** naziva se presjek nastao presijecanjem presječnoj ravninom koja s vodoravnom ravninom projiciranja Π_1 zatvara kut koji je različit od pravog kuta.
- Kosi presjek projicira se na dopunsku ravninu (pomoćnu ravninu) projiciranja koja je paralelna s presječnoj i položena u ravninu crteža.
- Primjer kosog presjeka prikazan je na slici 6.71.
- Položaj presječne ravnine označava se linijom presjeka sa strelicama koje pokazuju smjer gledanja.

95

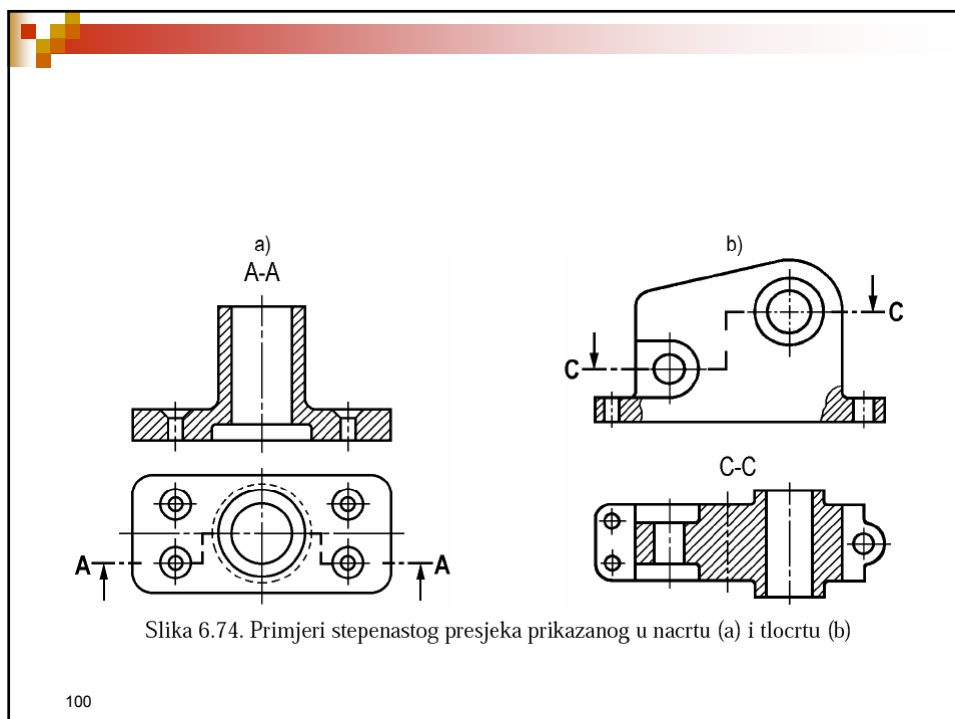
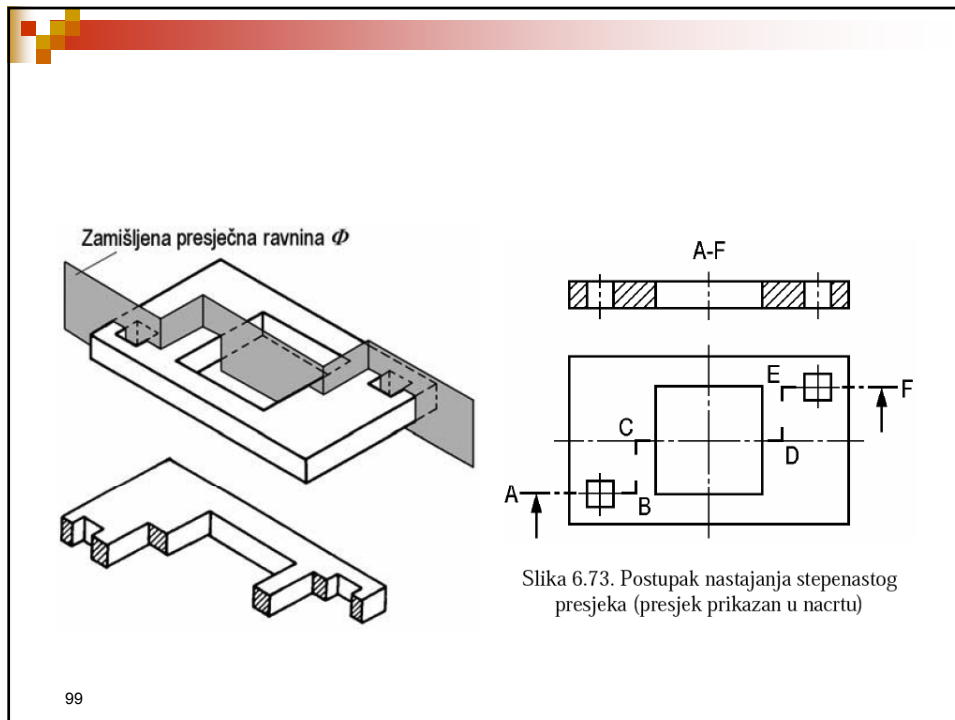


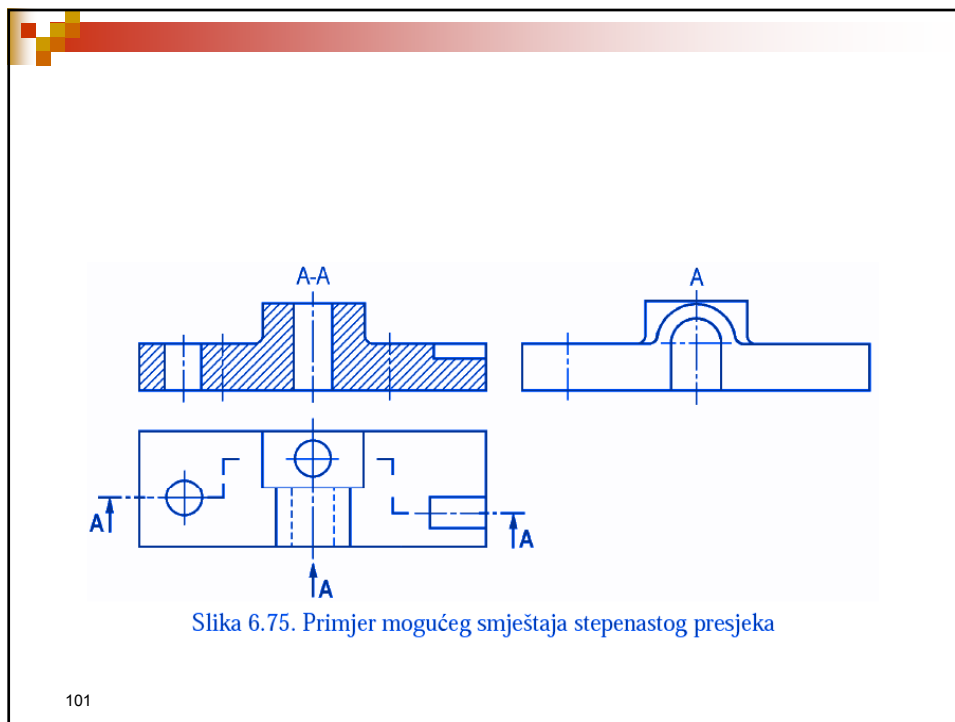
Slika 6.71. Primjer kosog presjeka pravilno smještenog u skladu s položajem kose presječne ravnine Φ i smjerom gledanja A-A

96



- Stepenasti presjeci** su presjeci koji nastaju ako se strojni dio presijeca s dvije ili više paralelnih presječnih ravnina. Mogu se pojaviti u nacrtu, tlocrtu i bokocrtu (tzv. frontalni, horizontalni i profilni stepenasti presjek). Zamišljena presječna ravnina Φ na slici 6.73. u načelu se sastoji od tri međusobno paralelne uzdužne vertikalne presječne ravnine. Prijelaz s jedne na drugu (ovako zamišljenu) presječnu ravninu ne predočuje se crtom s obzirom na to da se radi o zamišljenoj, a ne o stvarnoj ravnini, pa se presjek crta kao da se ne radi o stepenasto vođenim presječnim ravninama.

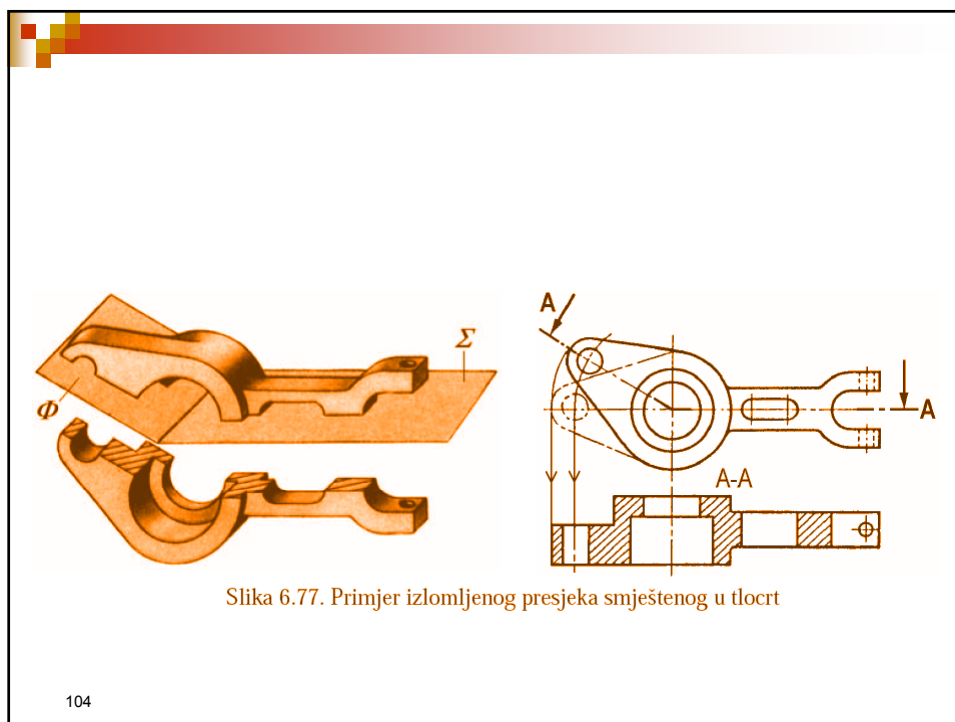
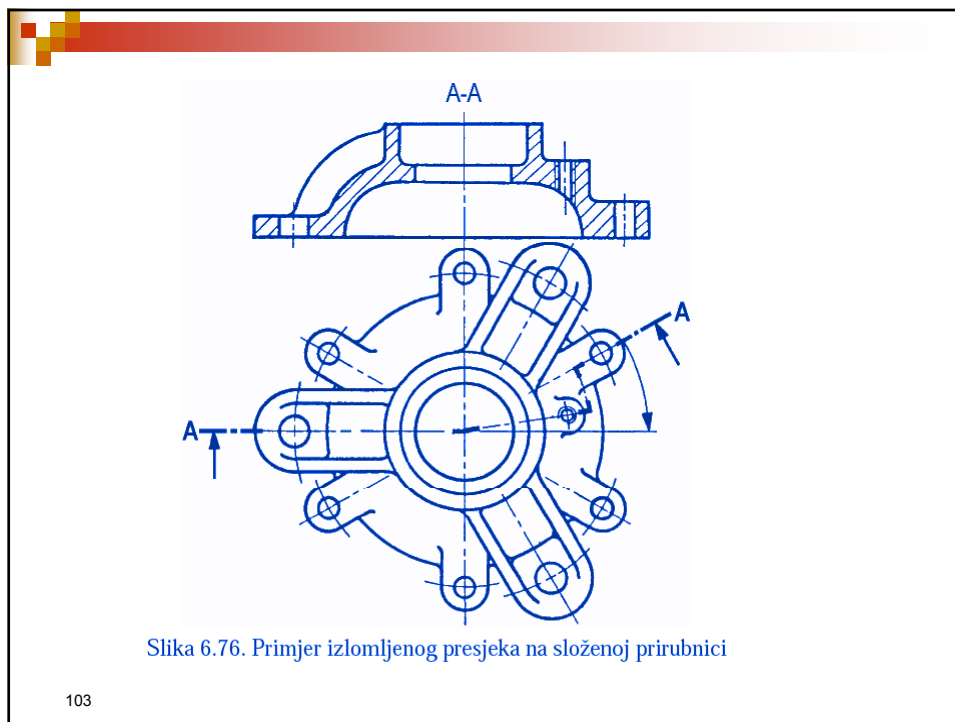


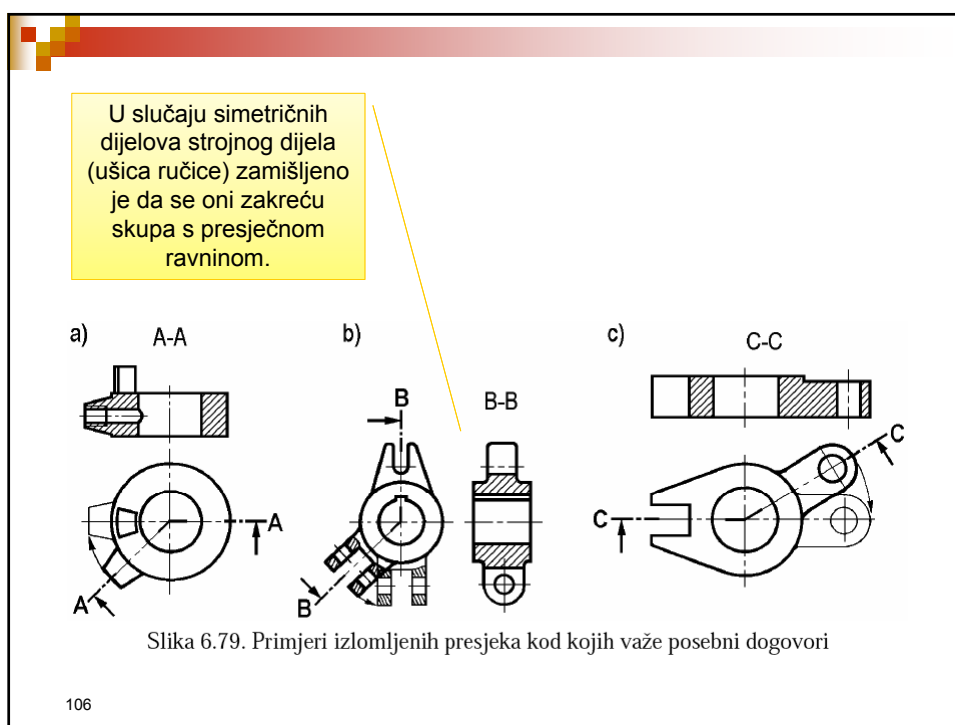
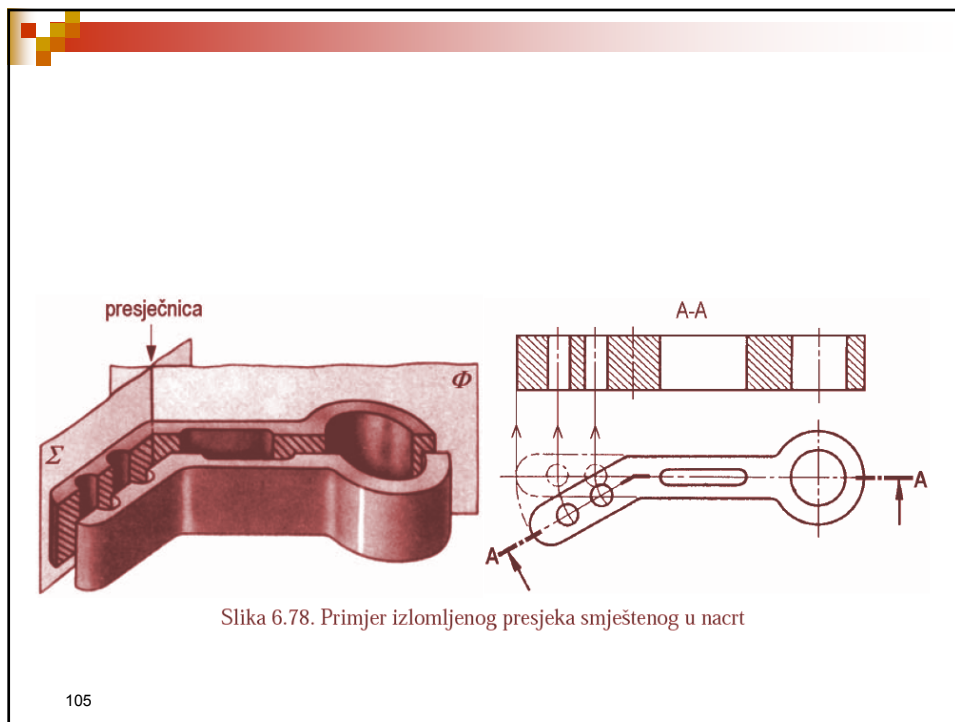


101

- **Izlomljeni presjeci** su presjeci koji nastaju ako se strojni dio presijeca s dvije ili više presječnih ravnina koje nisu paralelne, ali se sijeku. Pravilo je da se dijelovi presjeka, nastali lomljenjem presječnih ravnina, zakreću u ravninu crtanja, tj. u položaj paralelan s jednom od ravnina projiciranja

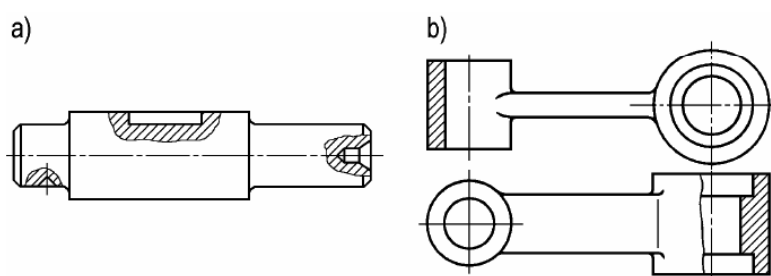
102





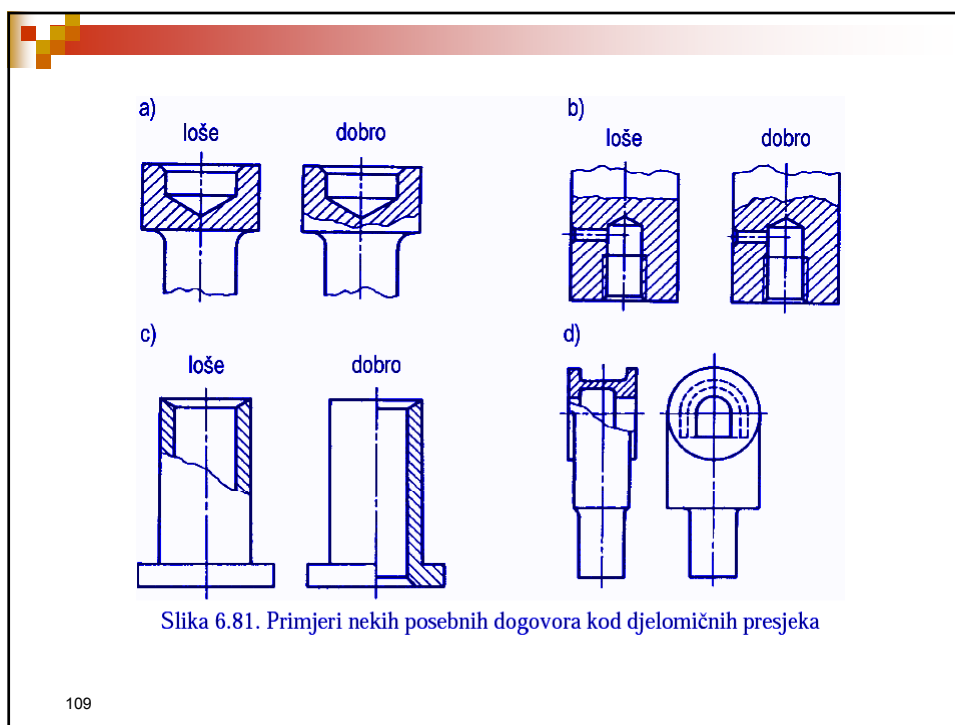
- Ako se želi razjasniti samo dio strojnog dijela, može se uporabiti tzv. **djelomični presjek** (slika 6.64.c).
- Na slici 6.80.a prikazan je primjer djelomičnog presjeka koji otkriva oblike pojedinih dijelova strojnog dijela.
- U slučaju da se djelomični presjek prikazuje na dijelu predmeta koji sam za sebe predstavlja rotacijsko tijelo (slika 6.80.b), djelomični presjek može se odvojiti s osi rotacije (simetralom) ili crtom presjeka.

107



Slika 6.80. Primjeri uporabe djelomičnog presjeka

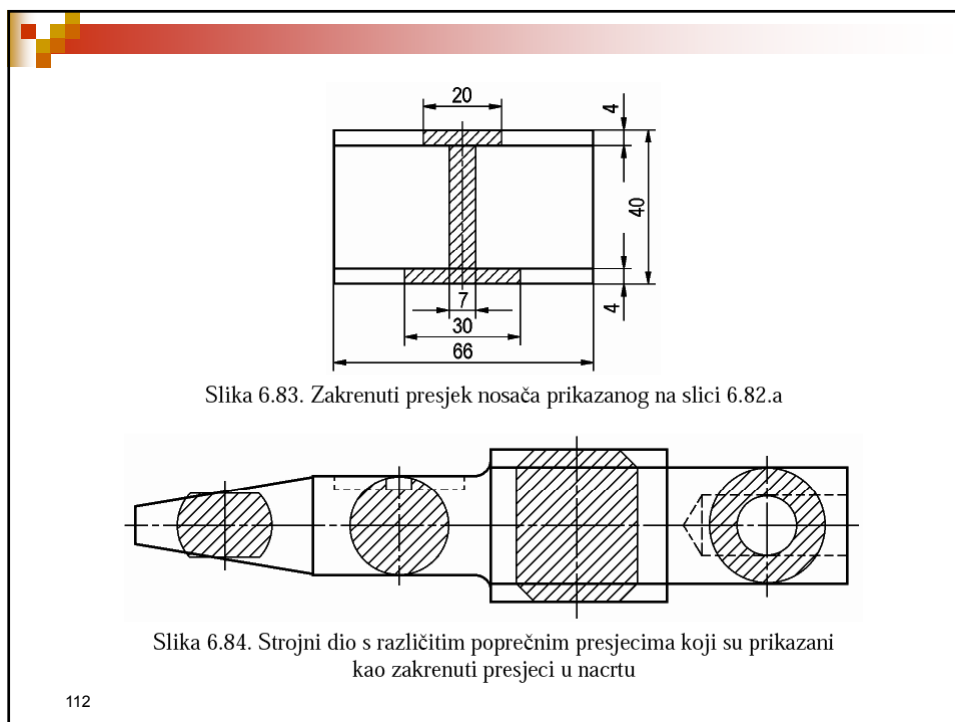
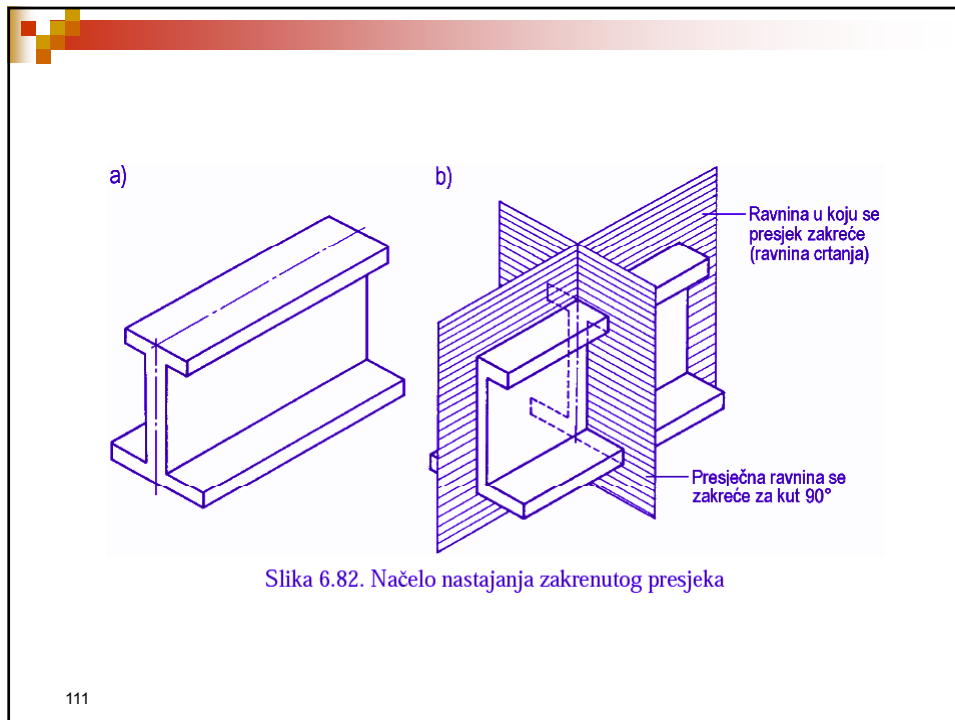
108

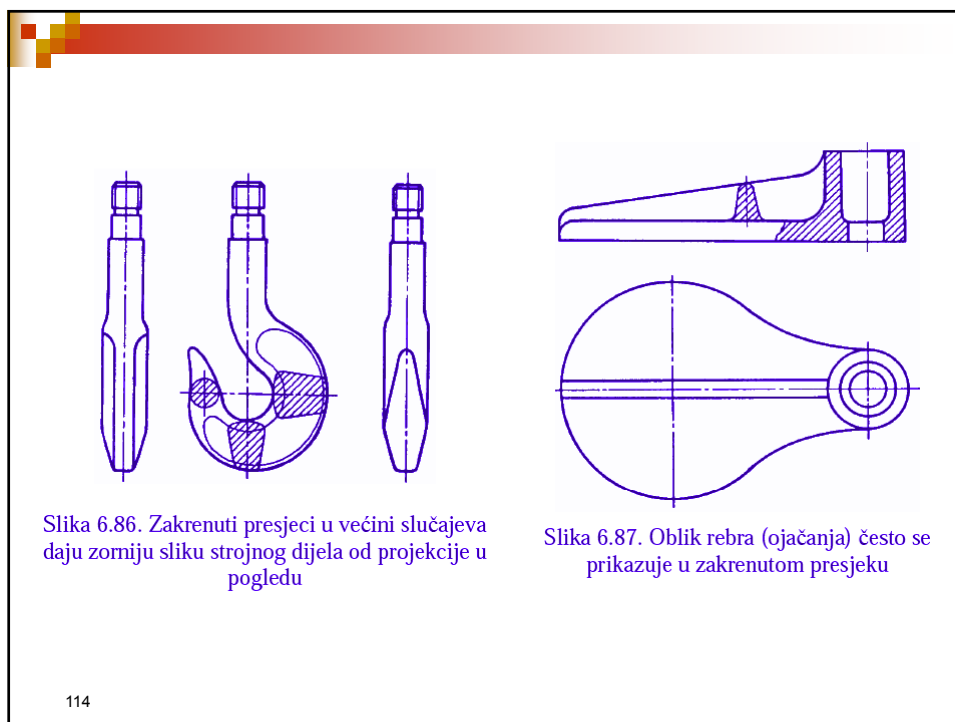
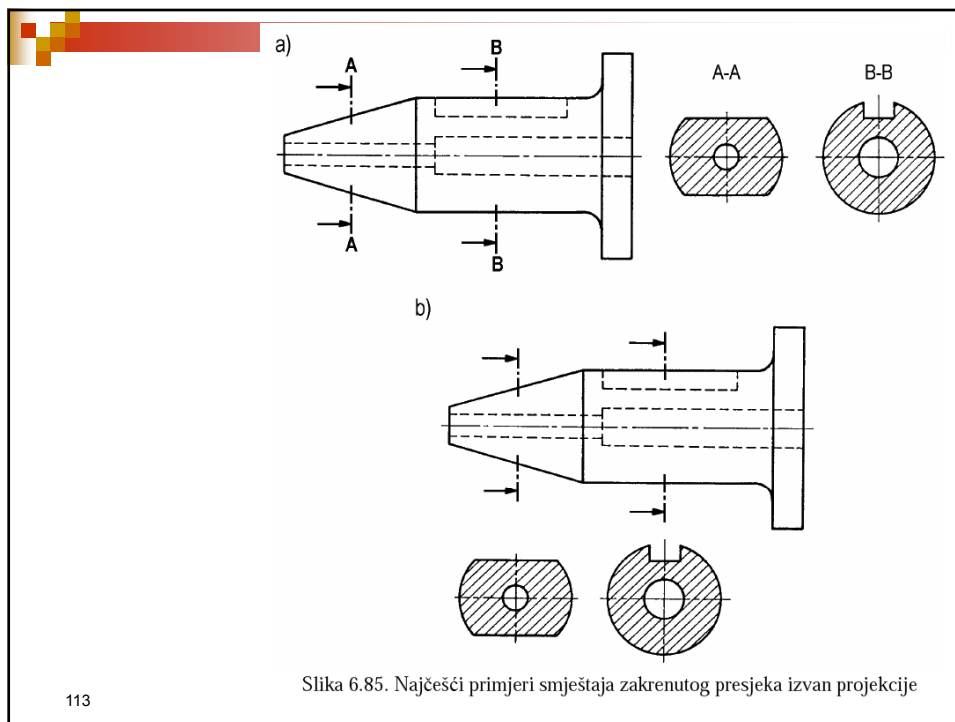


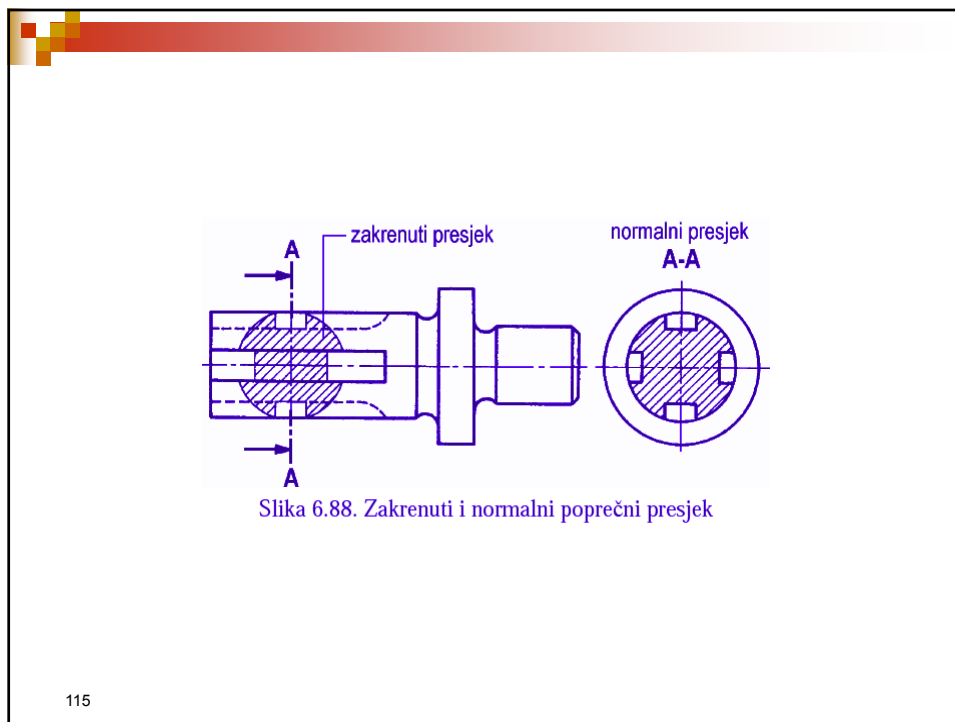
109

- **Zakrenuti ili zaokrenuti presjek** je poprečni presjek strojnog dijela, zakrenut (zaokrenut) za kut 90° oko središnjice, nacrtan u promatranoj projekciji ili izvan nje.
- Dakle, presječna ravnina u kojoj se nalazi poprečni presjek strojnog dijela zakreće se za kut 90° i poklapa s ravninom u kojoj će presjek biti nacrtan.

110





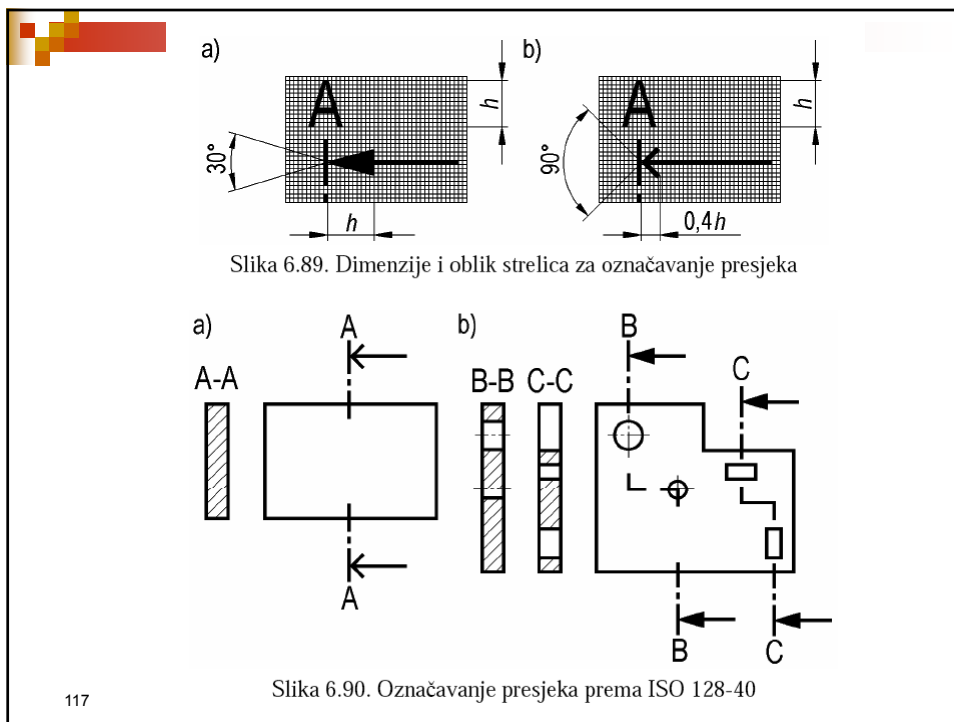


115

Označavanje presjeka

- Općenito, presječnica između dvije ravnine je pravac koji se naziva trag.
- Između presječne ravnine i ravnine crtanja postoji također takav trag, i to u onim glavnim ravninama crtanja koje presječna ravnina siječe.
- Ravnina presjeka u većini je slučajeva okomita na glavne ravnine crtanja, dakle postoje četiri traga koji se označavaju u jednoj projekciji ili dvijema, od spomenute četiri koje postoje.

116

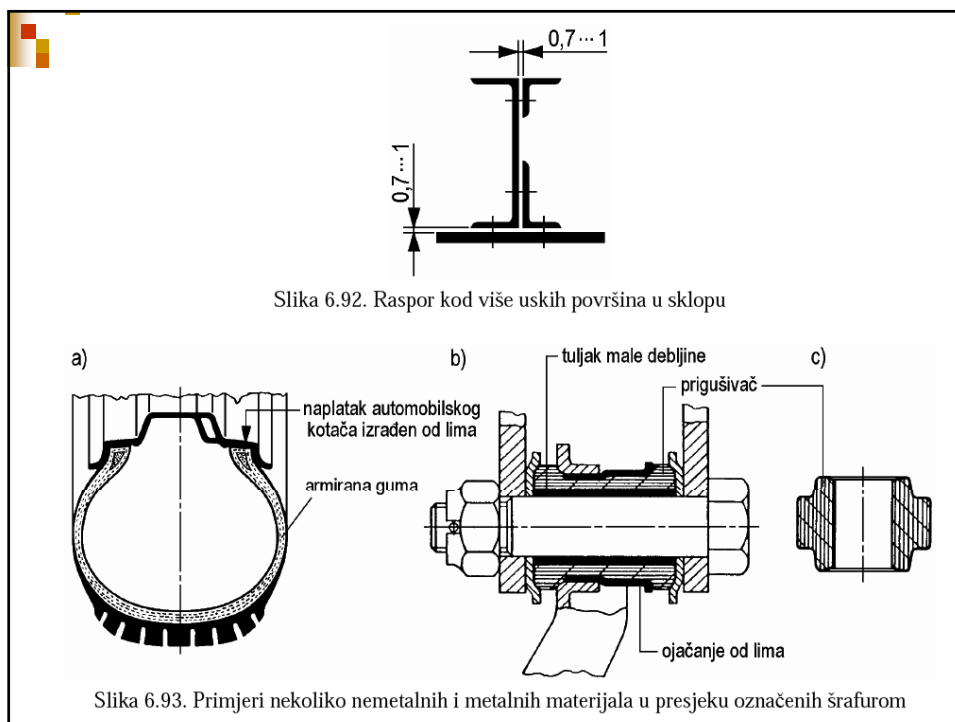
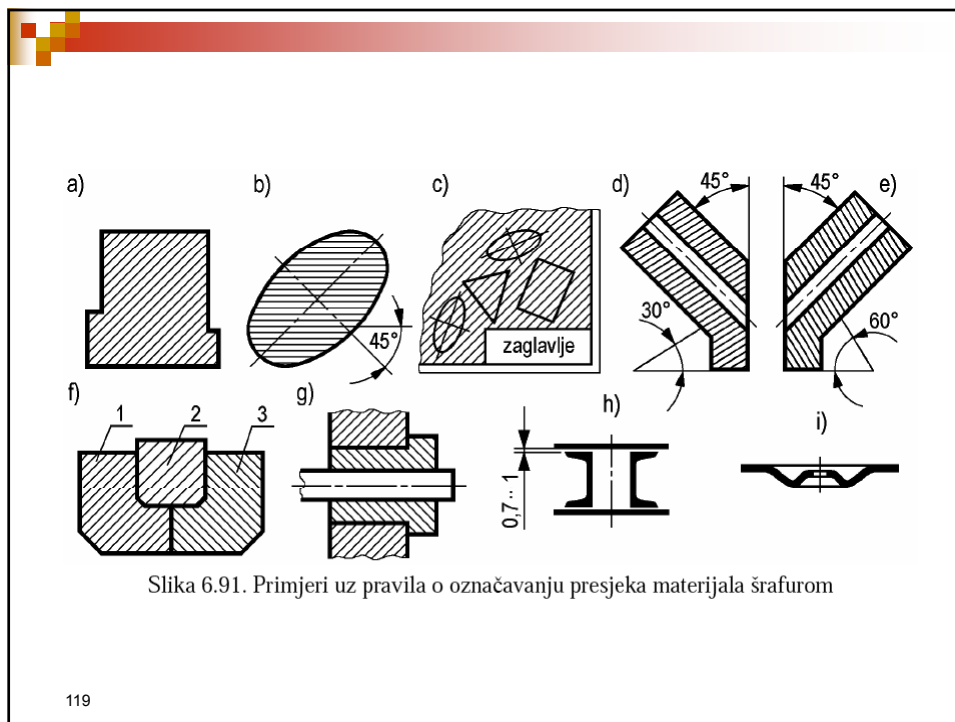


117

Tablica 6.7. Šrafura za glavne skupine materijala na tehničkim crtežima

Metali (kovine)	Izolacije i brtvila	Nemetali	Građevinski materijali			Tekućine
			Drvo	Zemlja	Ostali	

118



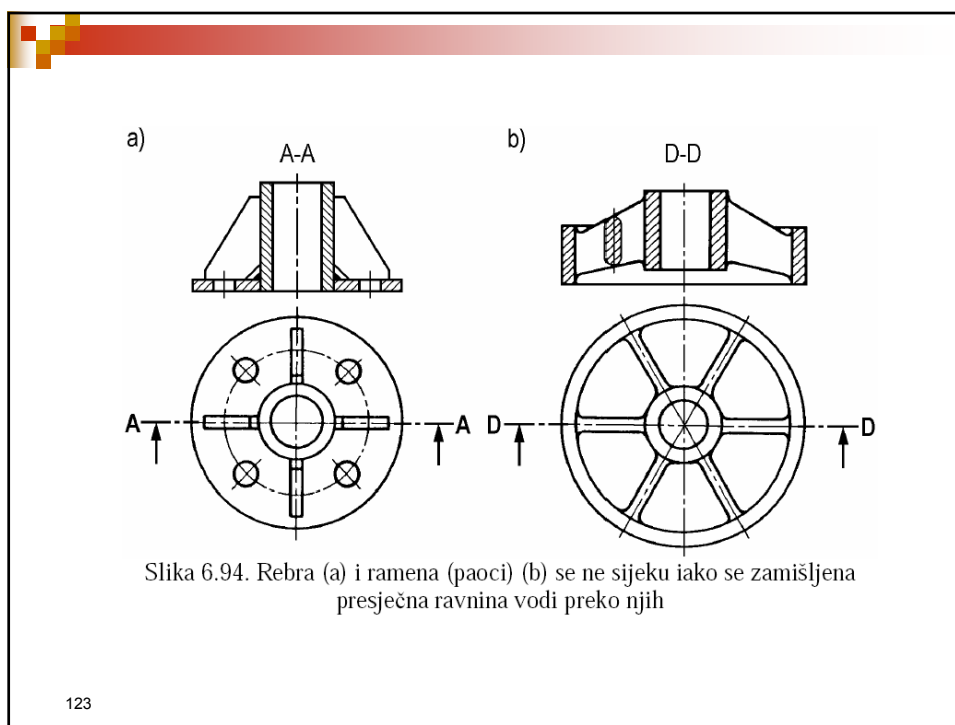
Pravila za crtanje presjeka

- Presjek se crta u slučaju kada se želi bolje razjasniti oblik promatranog strojnog dijela u odnosu na pogled.
- U slučaju da presjek zaklanja (pokriva) neki vlastiti dio ili drugi strojni dio, ne preporuča ga se crtati.
- U presjeku nije potrebno crtati nevidljive bridove s obzirom na to da presjek predočava pogled na presjek strojnog dijela u zavisnosti od odabranih presječnih ravnina, a ne ono što je iza tih ravnina.
- Dakle, u presjeku se ništa ne crta isprekidanom crtom, osim kada je to potrebno.

121

- Veliki broj karakterističnih dijelova nikada se ne siječe uzdužno jer takav presjek ne bi dao zornu ili pravilnu sliku strojnog dijela, već se sijeku samo poprečno (npr. rebra, profili, limovi, svi uloženi dijelovi, te dugački i vitki dijelovi).
- Uloženi dijelovi (pera, klinovi i sl.) obvezatno se crtaju u poprečnom presjeku, a ostali samo u slučaju potrebe.
- Ako je kod ovih potreban uzdužni presjek, onda je to djelomični presjek.

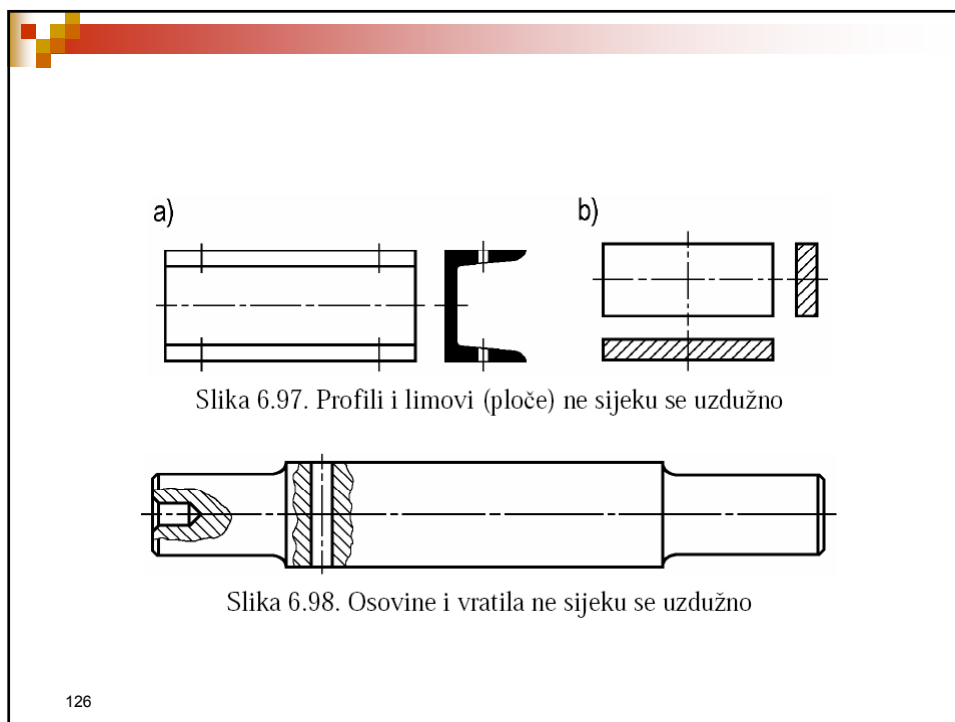
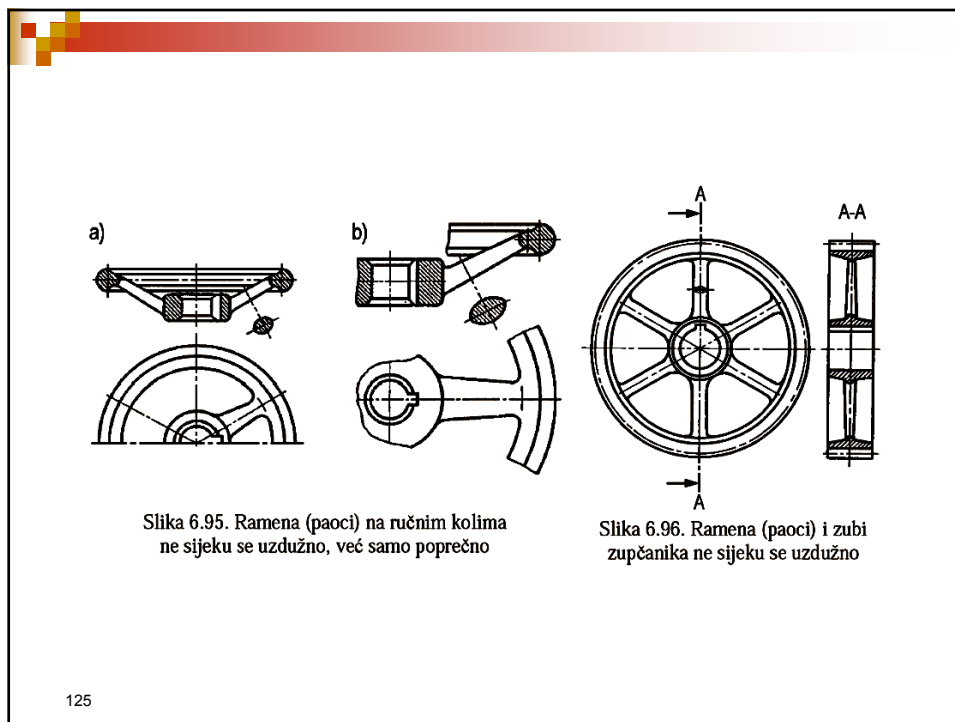
122

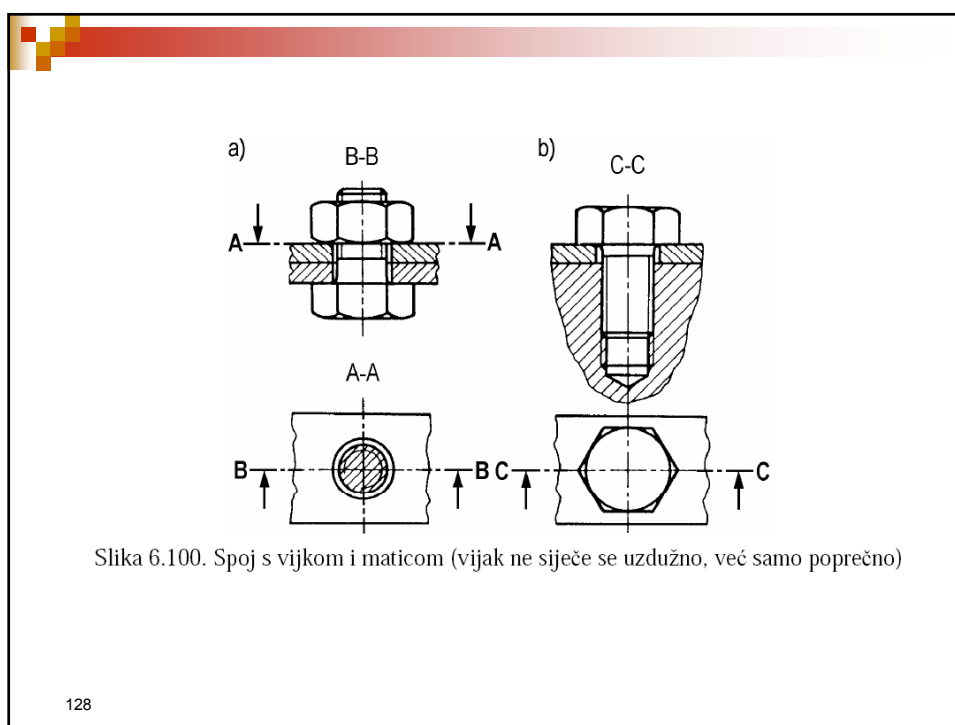
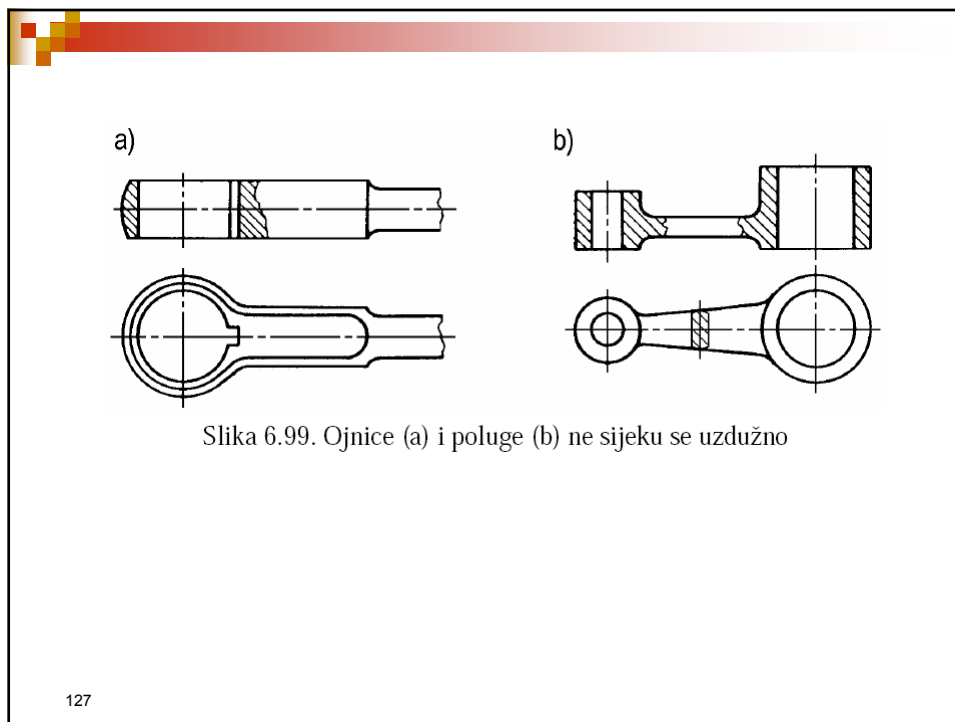


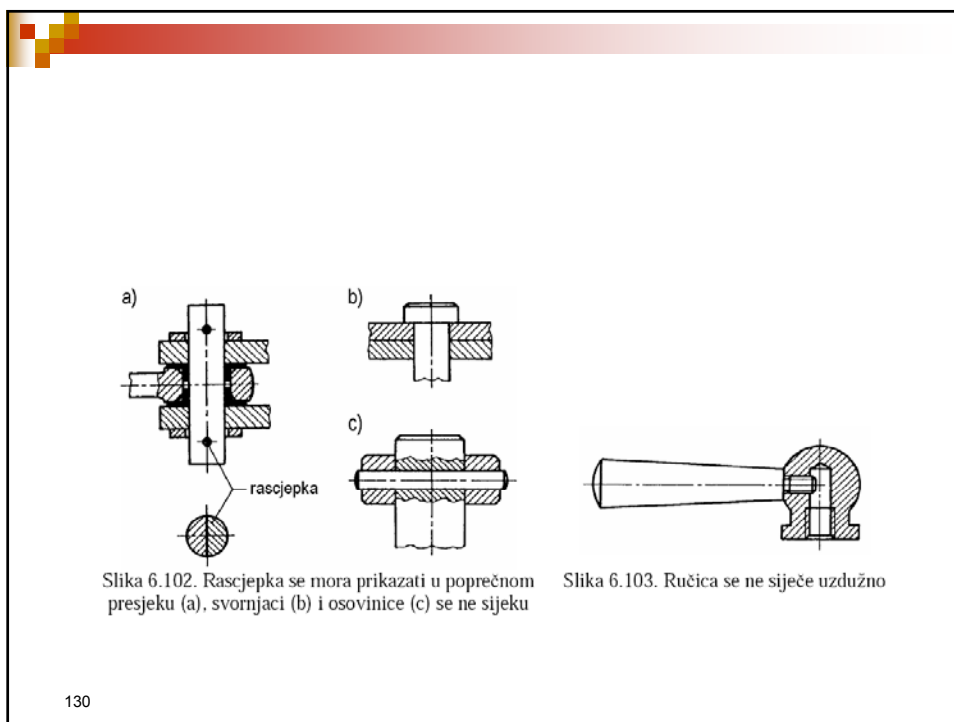
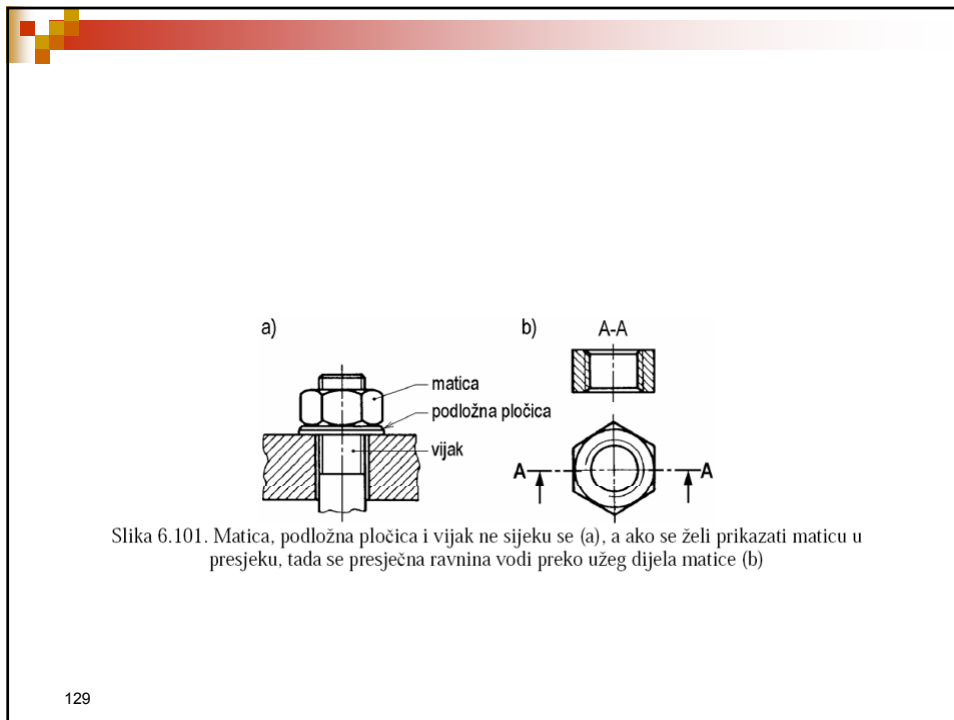
123

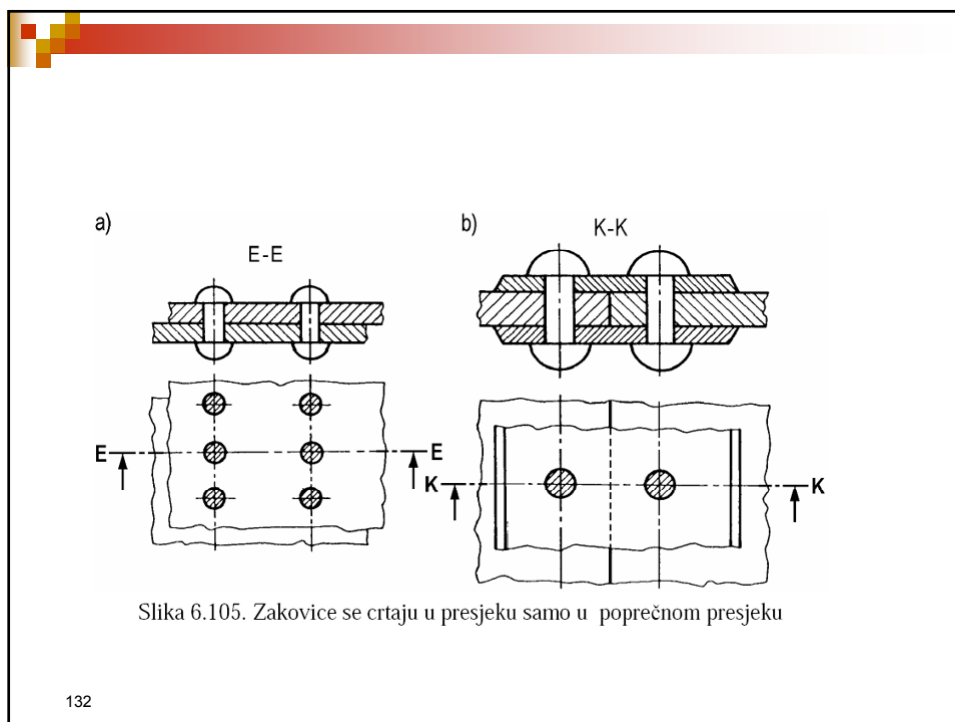
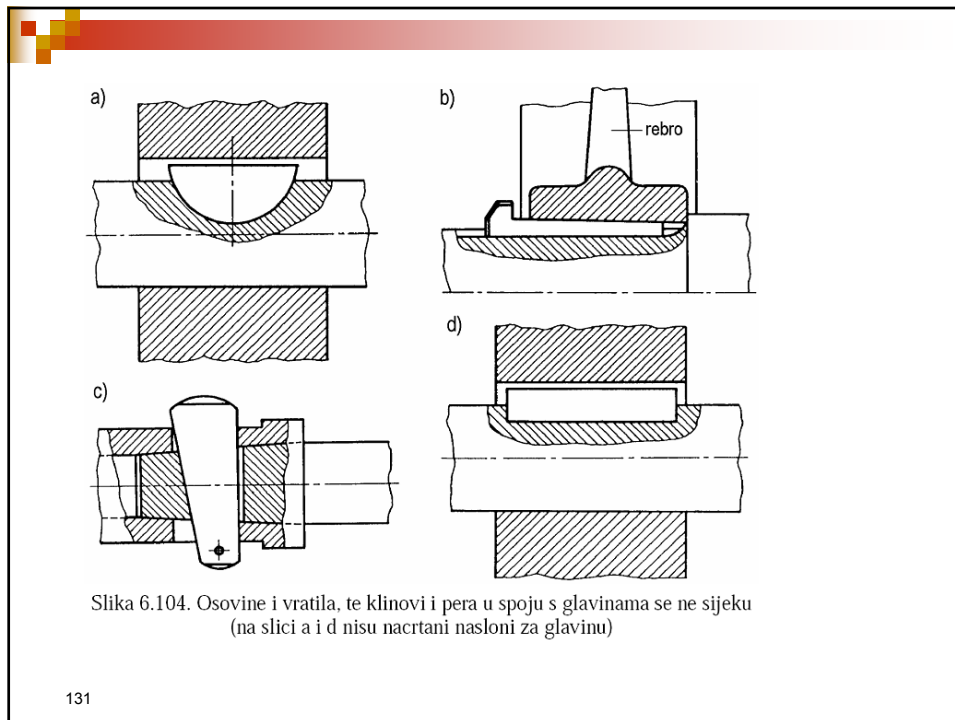
- Kod rebara, ramena (paoka) i zuba zupčanika, odnosno dijelova koji se ne nalaze na cijelom opsegu, dobila bi se kriva predodžba o dijelu predočenom u presjeku, što je osnovni razlog da se oni ne sijeku.
- Profili, limovi, ploče i slično također se ne crtaju u uzdužnom presjeku, već samo u poprečnom, jer inače ploča ili lim ne bi dali zornu predodžbu (šrafiranjem velike površine).
- Taj poprečni presjek može biti uzduž ploče ili lima i poprijeko.
- Kod duljih ploča i limova preporučuje se kraći poprečni presjek (manje posla oko šrafiranja), ako drugi razlozi ne uvjetuju drukčije vođenje presječne ravnine.

124







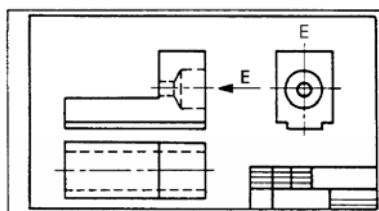


Posebna pravila i pojednostavnjenja u predočavanju oblika

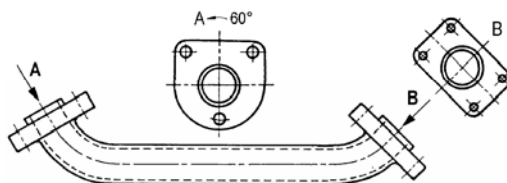
Posebne i djelomične projekcije

- U slučaju potrebe da se na postojećem crtežu prikažu naknadno ustanovljeni zahtjevi (npr. izrada provrta), crta se nova projekcija.
- Ako za pravilan smještaj ove nove projekcije nema dovoljno mjesta, a želi se iskoristiti već nacrtani crtež, ista će se smjestiti s desne strane (umjesto desnog bokocрта B) gdje još ima slobodnog mjesta.
- Ova se projekcija mora posebno označiti i predstavlja posebnu projekciju, tzv. "pogled u smjeru strelice".

133

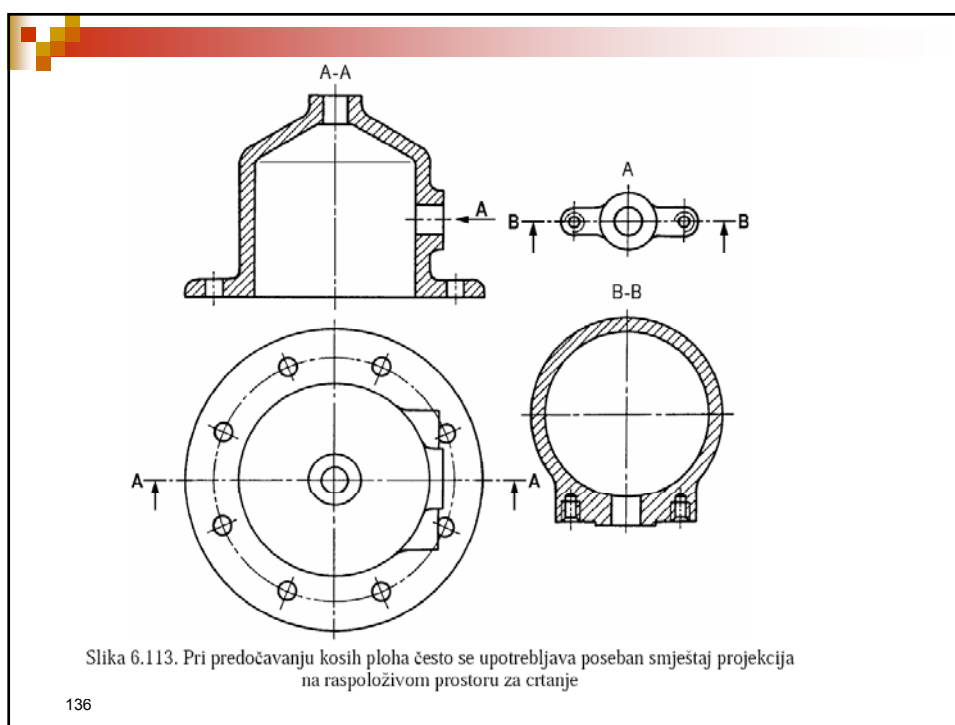
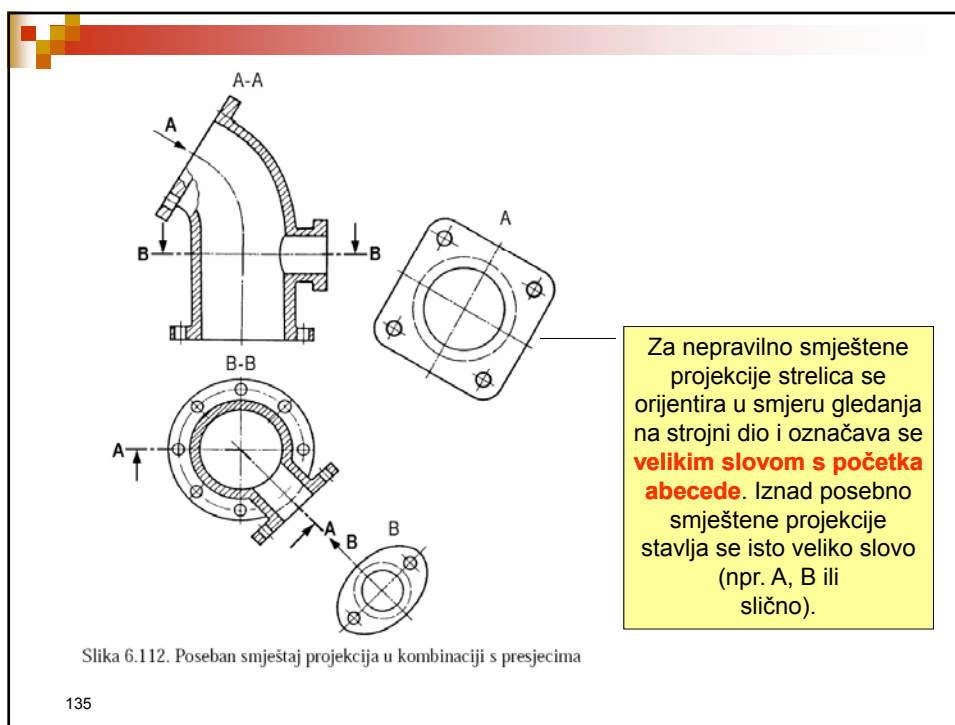


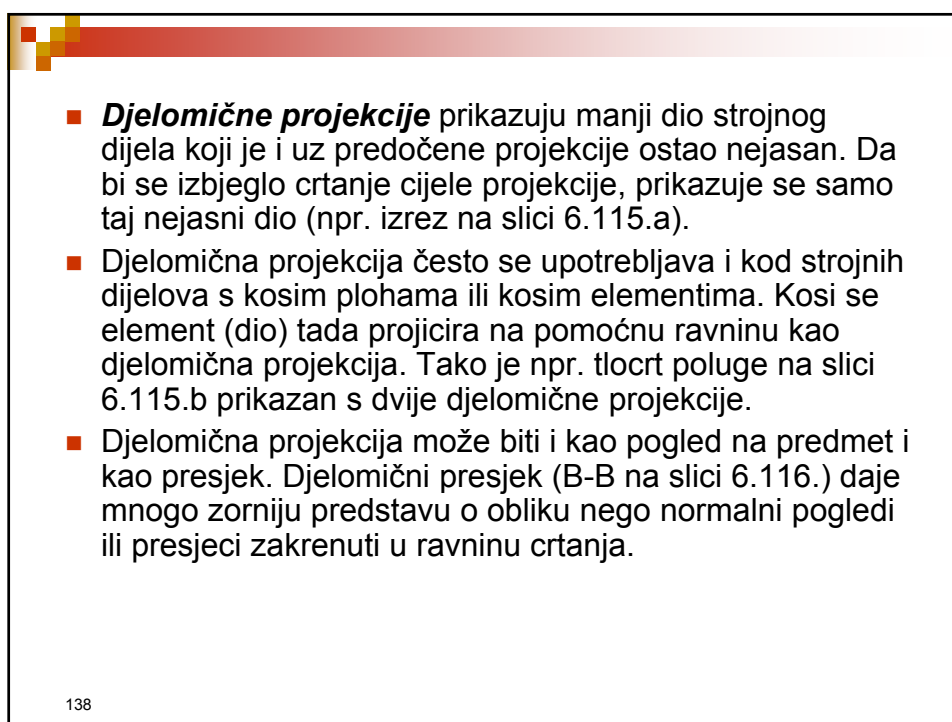
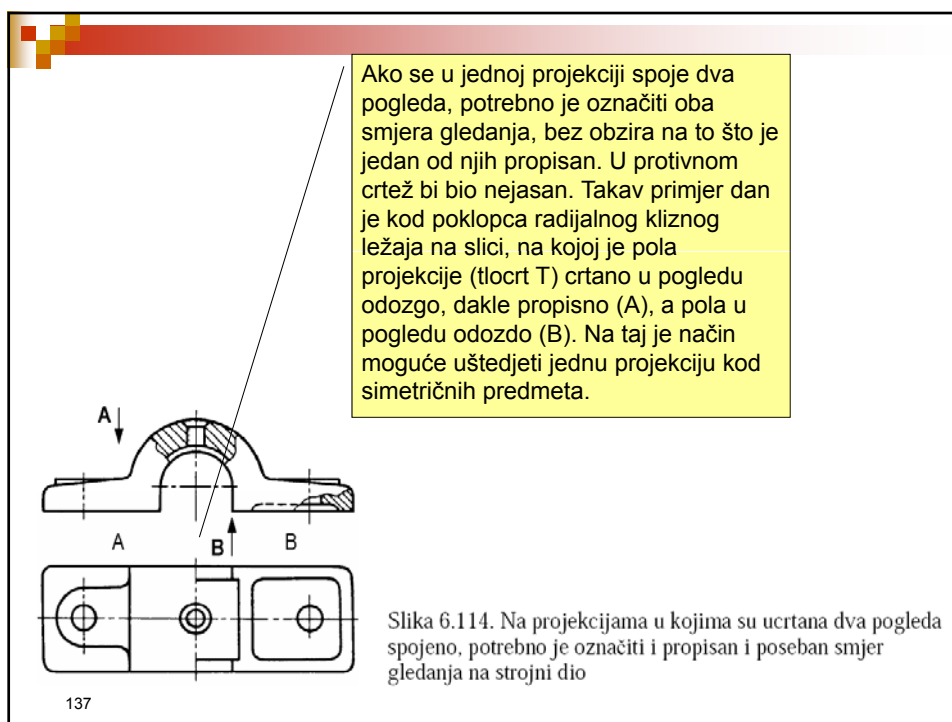
Slika 6.110. Smještaj posebne projekcije na već nacrtanom crtežu

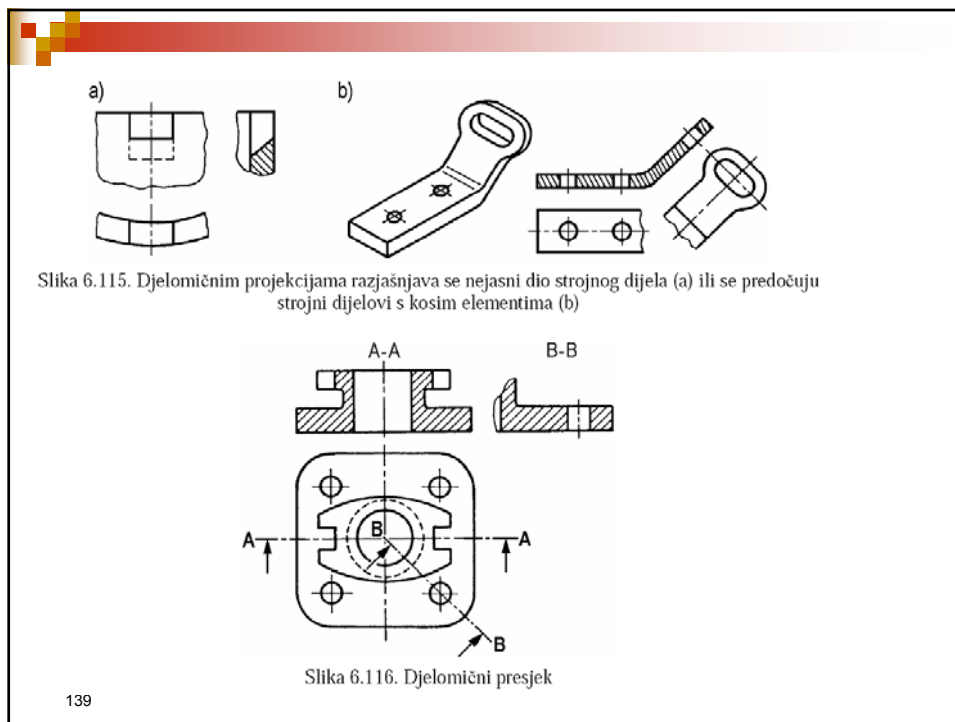


Slika 6.111. Pri predočavanju kosih ploha često se upotrebljava poseban smještaj projekcija

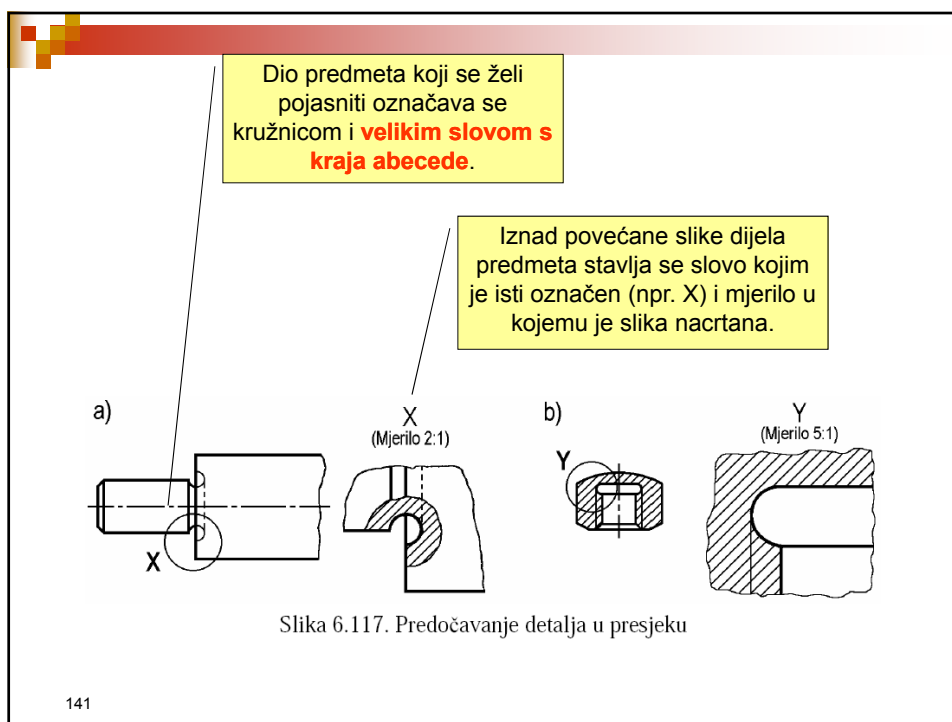
134





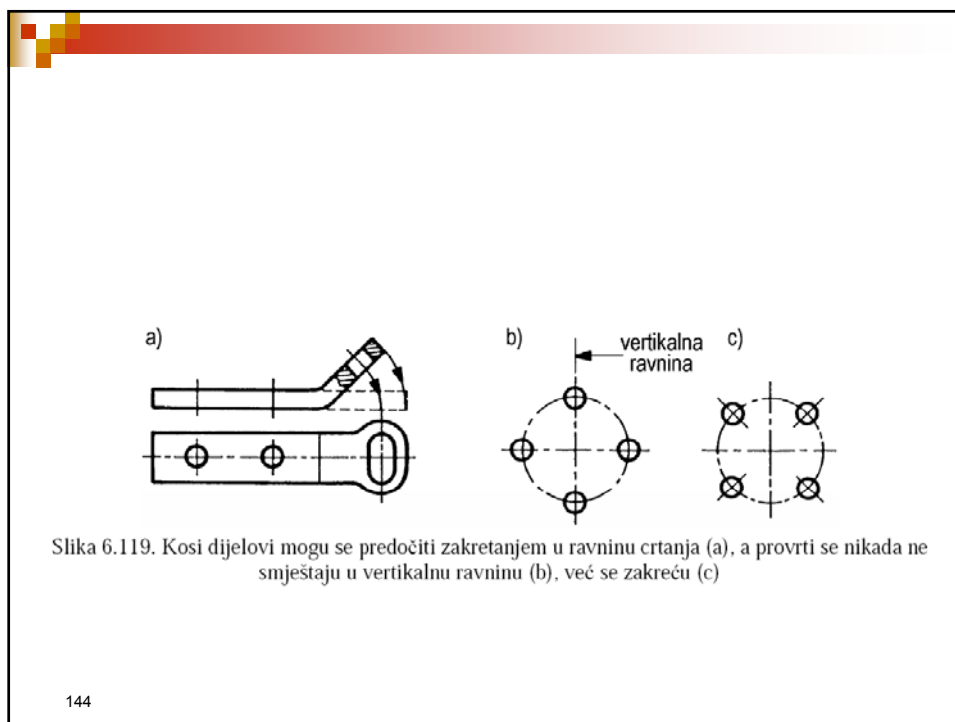
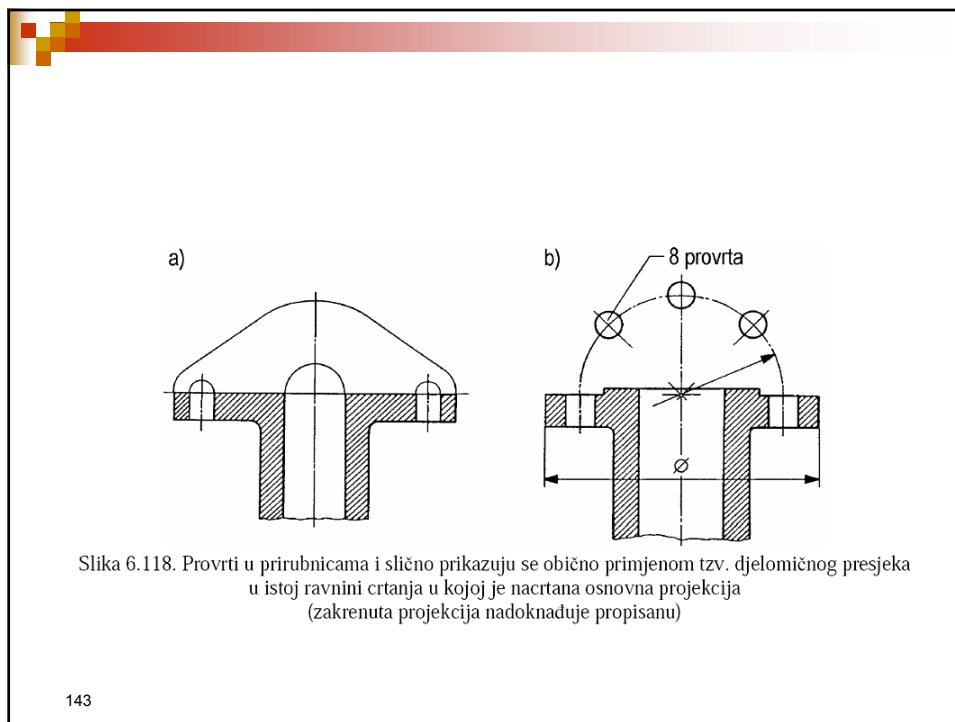


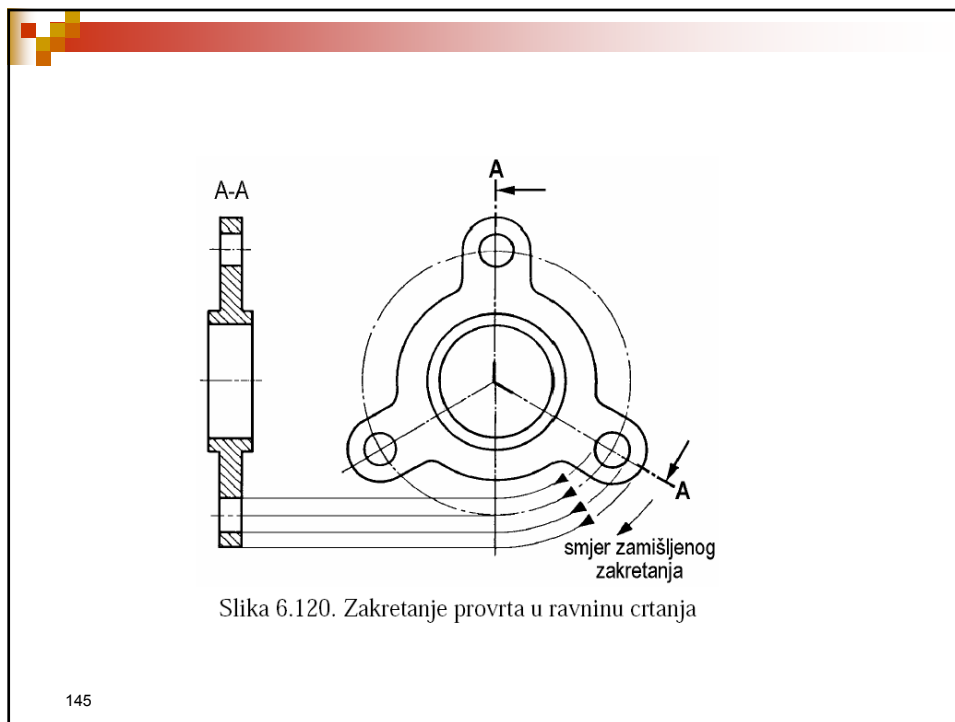
- **Detalji** su također jedna vrst djelomične projekcije kojima se u mjerilu za uvećanje pojašnjavaju nejasni dijelovi projekcije.
- Na slici 6.117.a pojašnjen je zarez osovine potreban da se rukavac (lijeva strana) kvalitetno obradi, a na slici 6.117.b pojašnjen je završetak unutarnjeg navoja.
- U osnovnoj projekciji ti dijelovi nisu mogli biti jasno predočeni zbog malih dimenzija, a i kotiranje bi bilo praktički nemoguće.



Zakrenute projekcije i zakretanje u ravninu crtanja

- **Zakrenuta projekcija** dio je normalne projekcije strojnog dijela, ali nacrtana uz postojeću projekciju i zbog toga zakrenuta za 90° na suprotnu stranu od normalne.
- Zakretanje treba zamisliti kao zakretanje ravnine crtanja do položaja one ravnine u kojoj se crta zaokrenuta projekcija (npr. na slici 6.118.a prikazana je cijev s ovalnom prirubnicom u nacrtu, a tlocrt je zakrenut za 90° u ravninu crtanja nacrtu u kojemu je do crtano pola tlocrta).



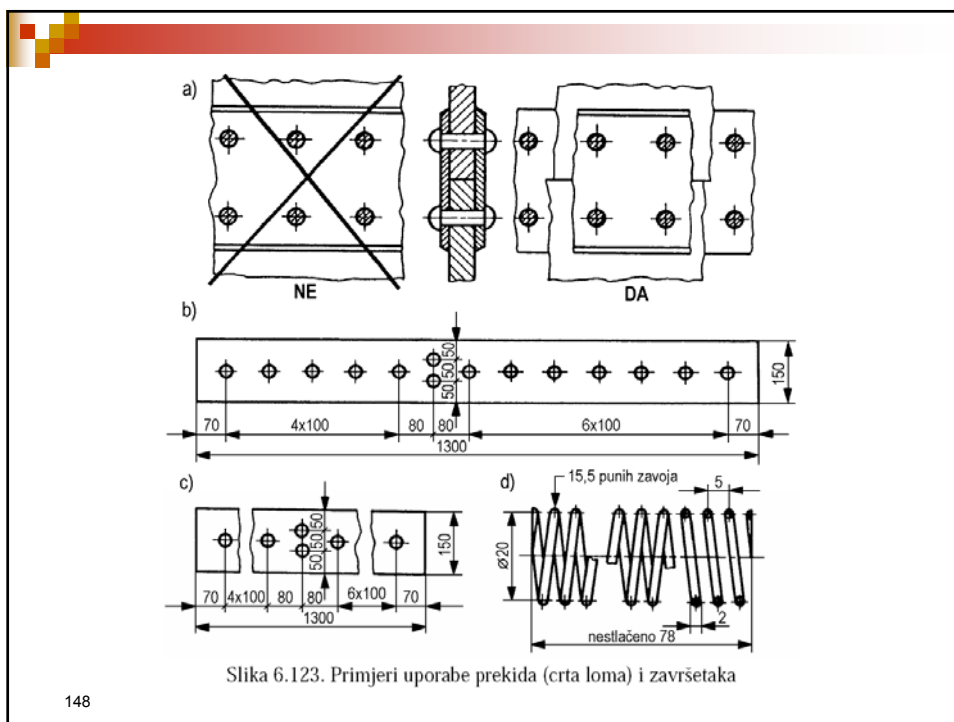
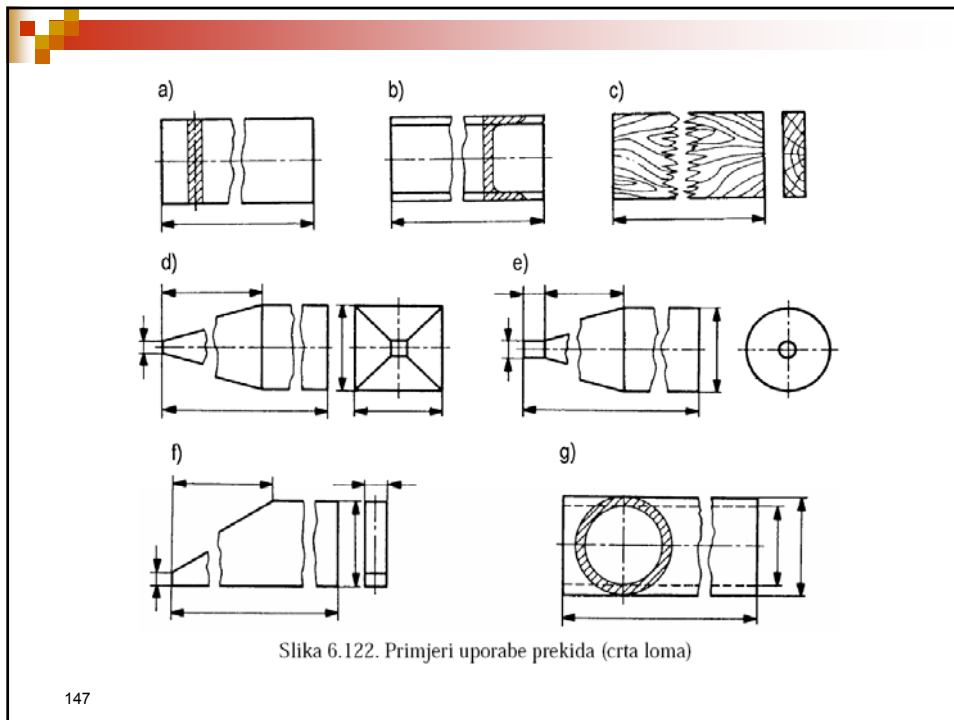


145

Prekidi - crte loma

- Kada se želi uštedjeti na prostoru, dugi predmeti jednoličnog i jednolično promjenjivog presjeka mogu se crtati prekinuti.
- Prekidi se izvode tako da se dugi predmeti prekidaju pri krajevima ili na nekim važnijim prijelazima, srednji dio se odbacuje (ne crta se), a približeni se krajevi nacrtaju u ortogonalnoj projekciji.
- Kada se ovakvi dijelovi ne bi prekidali, morali bi se (zbog svoje duljine) crtati znatno umanjeni.
- Dakle, prekidi omogućavaju crtanje u većem mjerilu, a na taj način i jasniju predodžbu predmeta.
- Kotira se stvarna mjera koju ima neprekinuti predmet, a crte loma označavaju da je isti predmet i nacrtan skraćen.

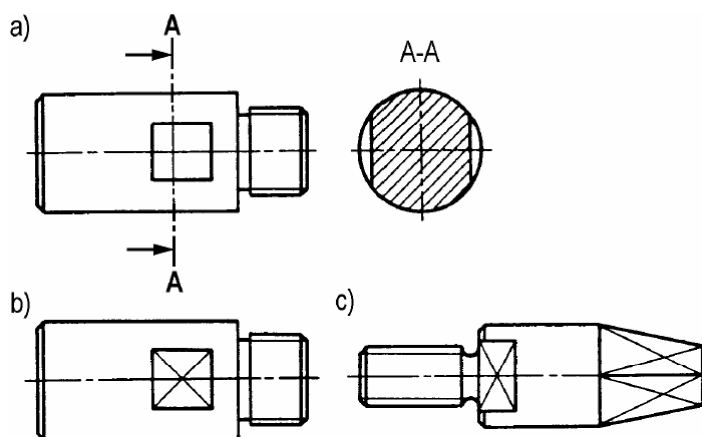
146



Označavanje ravnih ploha

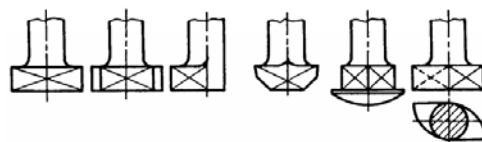
- Ravnne plohe označavaju se samo na predmetima čiji je osnovni oblik rotacijski te ako takvi predmeti nisu česti, npr. šesterokute i osmerokute matice.
- Označavaju se dijagonalnim tankim crtama.
- Ovim se oznakama ravna ploha bolje ističe, a često i nije potrebno crtanje druge projekcije jer crtanje dijagonala također predstavlja jedan od načina uštede u broju projekcija.
- Kod predmeta kod kojih je većina ploha ravna nije uobičajeno stavljati ove oznake.

149

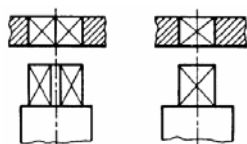


Slika 6.124. Primjeri uporabe prekida (crta loma) i završetaka

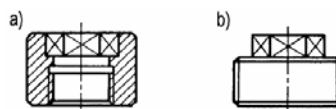
150



Slika 6.125. Ravne plohe kod različitih specijalnih glava vijaka često se označavaju dijagonalno povučenim crtama



Slika 6.126. Označavanje ravnih ploha kod četverokuta



Slika 6.127. Označavanje ravnih ploha kod šesterokuta

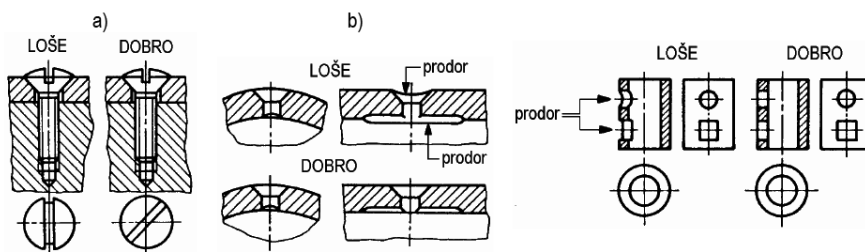
151

Pojednostavnjenja

- U praksi se ne traži da je tehnički crtež u svim svojim detaljima nacrtan po pravilima nacrtne geometrije, već da je jednostavan i jasan za onoga kome se putem crteža prenosi informacija (npr. tehnologu, radniku u proizvodnji, kontroloru i sl.).
- Jasno je da nisu dopuštena gruba odstupanja od pravila nacrtne geometrije, ali zato se često zanemaruju sitni prodori, prijelazi, dvostruki bridovi, elipse kosih kružnica malih dimenzija i slično koji su bez značenja, a i da su nacrtani točno po pravilima, crtež bi bio nepregledan i crtanje bi bilo otežano.

152

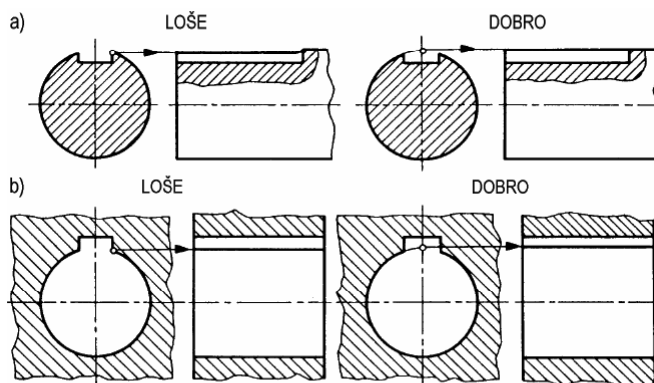
- Dakle, detalji koji bi bez potrebe otežavali stvaranje predodžbe o obliku predmeta izostavljaju se ili se crtaju pojednostavnjeno, a ne točno u skladu s nacrtnom geometrijom.



Slika 6.128. Loše i dobro (pojednostavnjeno) crtanje bridova (a) i prodora (b) strojnih dijelova

Slika 6.129. Mali prodori s valjkastim tijelima crtaju se pojednostavnjeno

153

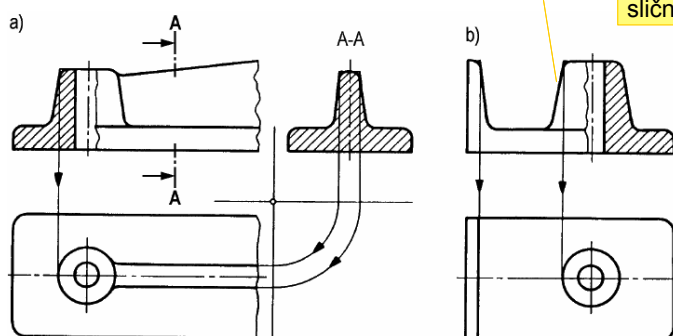


Slika 6.130. Osovine i vratila (a) te glavine (b) s utorima za pera ili klinove crtaju se kao da prodori ne postoje

154

Lijevani strojni dijelovi izvode se s nagibima ili konusima (skošenjima) koji omogućuju lakše vađenje modela iz pijeska, a da se pri tome ne zaruši pješčani kalup. Kod točnog crtanja morali bi se crtati dvostruki bridovi (donji i gornji) za svako skošenje, što bi znatno usložnilo crtež. Pojednostavnjeno se crtaju samo jednostruki bridovi.

Isto se načelo primjenjuje i kod crtanja normalnih valjanih nosača kao što su npr. I - nosač, U - nosač, L - nosač (ili kutnik) i slično.



Slika 6.131. Pojednostavnjeno crtanje skošenja (nagiba i konusa) kod lijevanih strojnih dijelova (dvostruki bridovi se ne crtaju!)

155

Završetak

156



TEHNIČKA DOKUMENTACIJA


Posebnosti u tehničkom crtanju

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 5/6

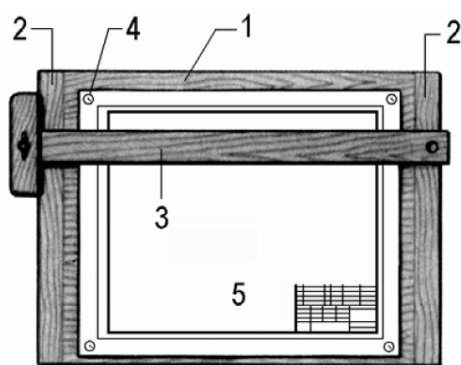
1



- U klasičnom tehničkom crtanju koristi se različiti pribor i različita pomagala, odgovarajući formati papira za crtanje, crteži su organizirani na odgovarajući način i obvezatno su opremljeni zaglavljima i sastavnicama, koriste se odgovarajuća mjerila, odgovarajuće širine i vrste crta te odgovarajuće pismo (tzv. tehničko pismo) za opis tehničkih crteža.

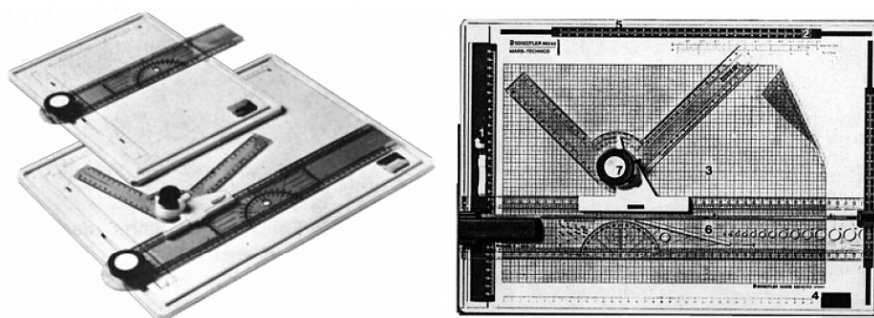
2

Pribor i pomagala za klasično tehničko crtanje



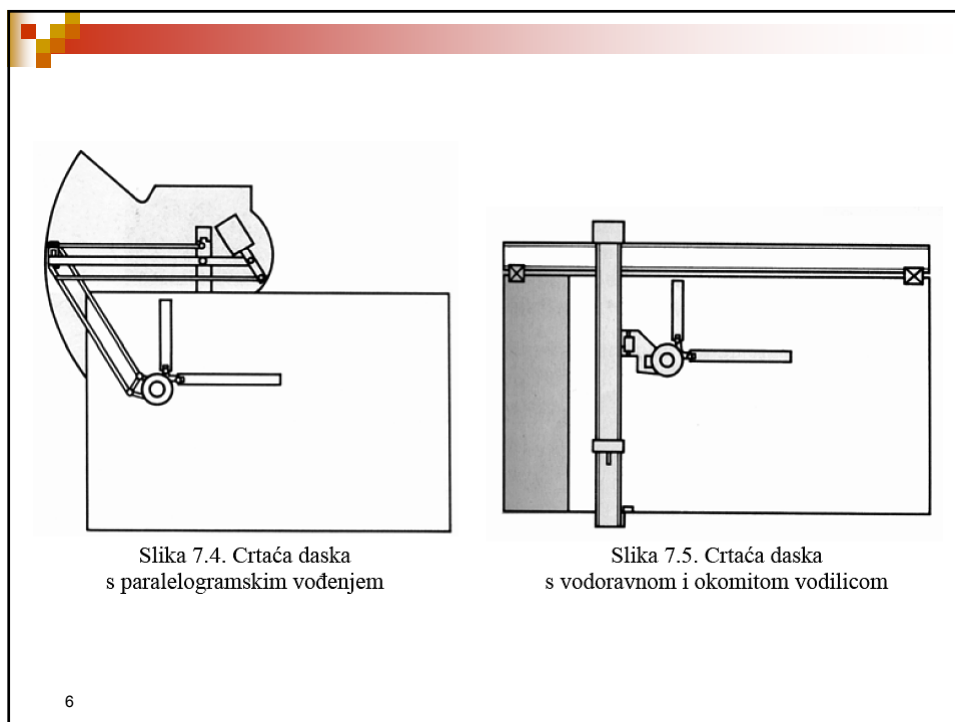
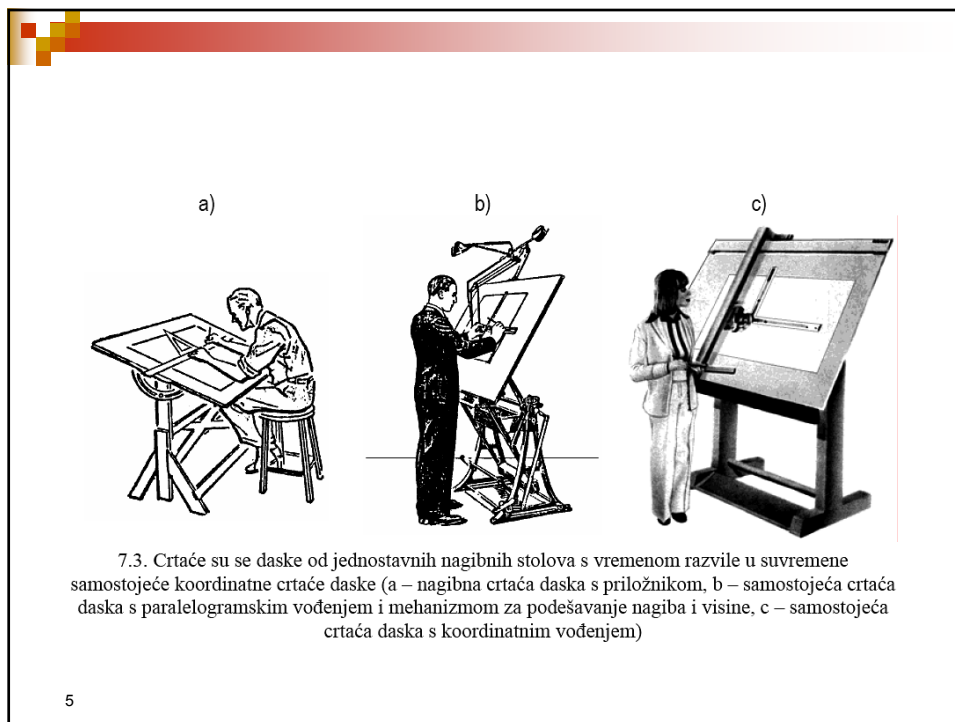
Slika 7.1. Jednostavna crtaća daska s priložnikom (T – ravnalom)
 (1 – radna površina od mekog drva, 2 – okvir izrađen od tvrdog drva, 3 – priložnik, 4 – čavlič za pričvršćenje crtaćeg papira i 5 – crtaći papir)

3

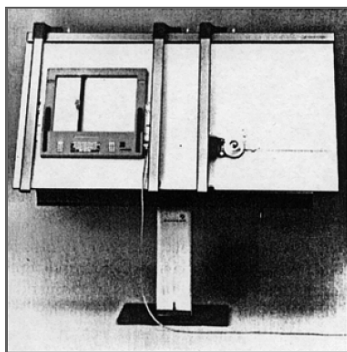


Slika 7.2. Crtaća daska izrađena od umjetnog materijala
 s ravnalima i crtaćom zakretnom glavom

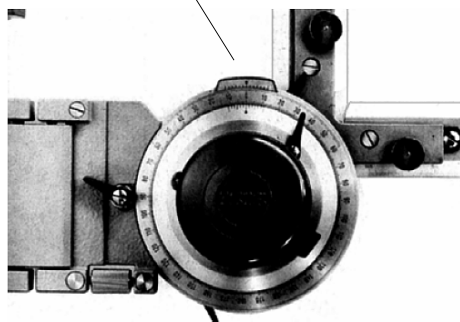
4



Crtaća glava s dva međusobno okomita ravnala može se zakretanjem postaviti u točan kut zahvaljujući mjernoj skali. Glava se može zakočiti u položajima koji su višekratnici kuta od 15° .



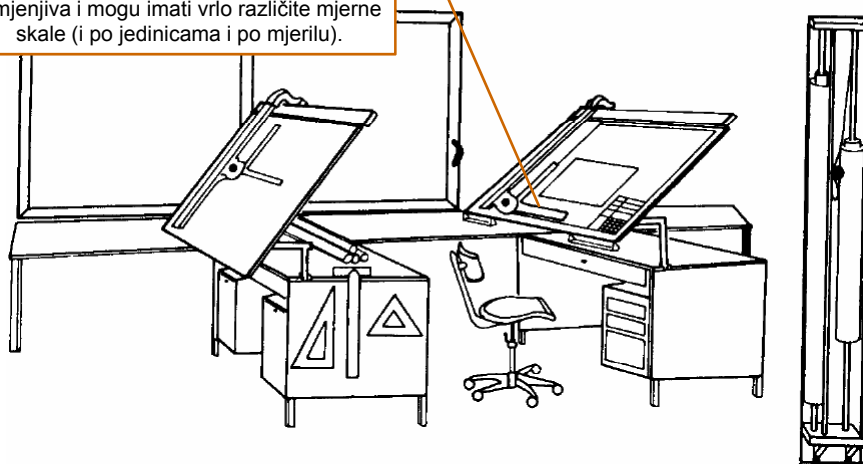
Slika 7.6. Crtaća ploča s djelomično automatiziranim aktivnostima pri tehničkom crtanju (lijevi dio ploče)



Slika 7.7. Crtaća glava s međusobno okomitim ravnalima i kočnicama

7

Crtaće glave mogu biti opskrbljene i dodatkom koji omogućava podešavanje razmaka šrafure pri iscrtavanju. Ravnala koja se koriste u sklopu crtaće glave su izmjenjiva i mogu imati vrlo različite mjerne skale (i po jedinicama i po mjerilu).



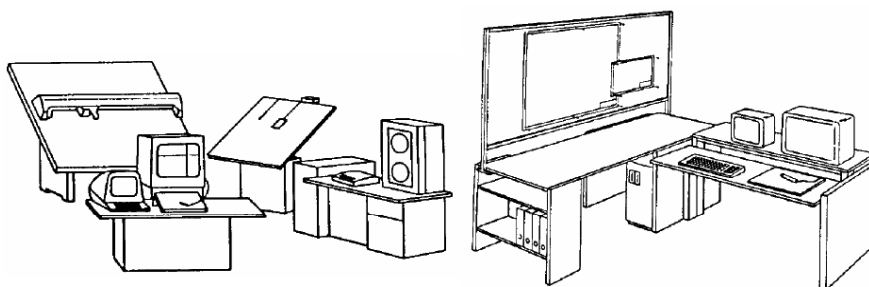
Slika 7.8. Prikaz dijela pribora koji se koristi za tehničko crtanje (crtaće daske, panovi za crteže, trokuti, priložnik, stalci za privremeno odlaganje crteža i sl.)

8



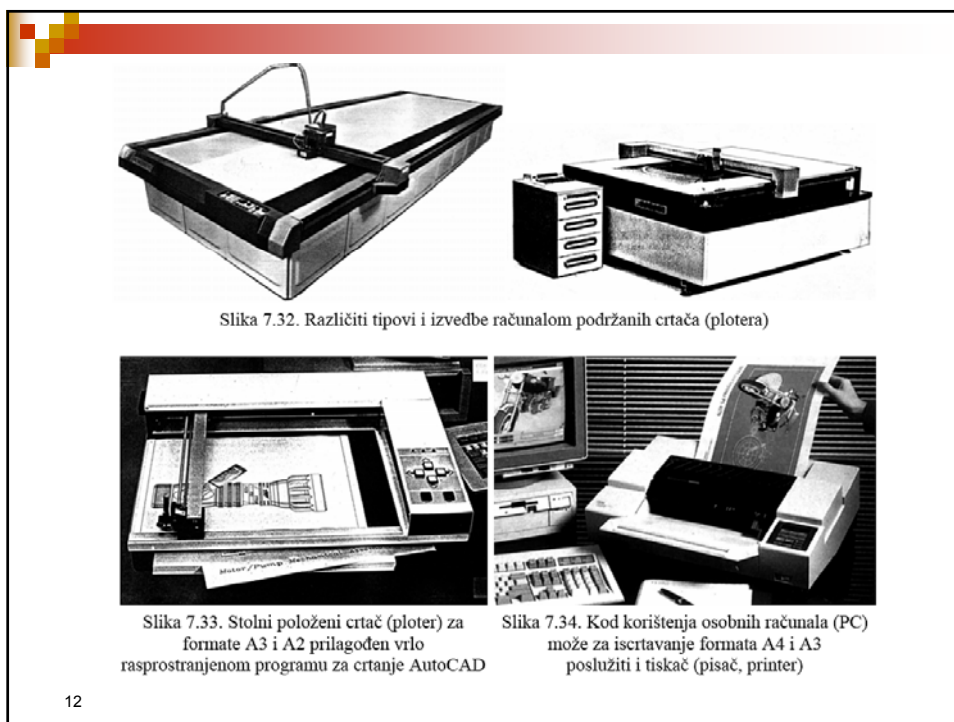
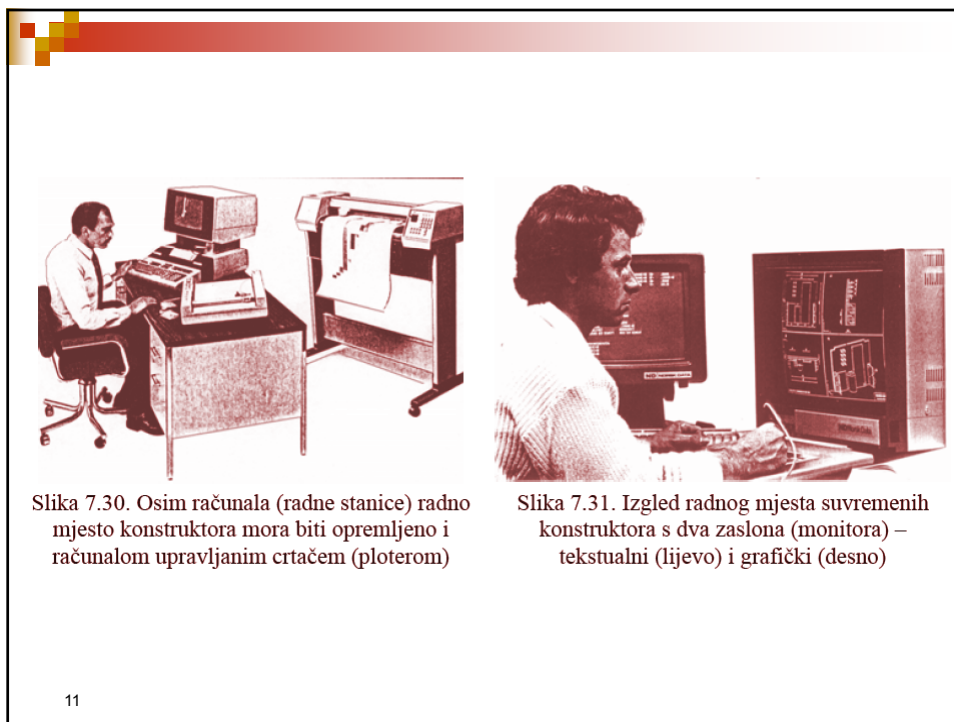
Slika 7.9. Dio pribora koji se koristi u tehničkom crtanju

9



Slika 7.29. Mogući izgled suvremenog radnog mjesta tehničkog crtača ili konstruktora bez klasične crtaće ploče, ali s dva zaslona (monitora) i računalnom podrškom

10



Formati i organizacija tehničkih crteža

- Formati tehničkih crteža propisani su normom ISO 5457.
- Ovo je potrebno radi proizvodnje papira i urednog pohranjivanja.
- Crteži se često čuvaju više godina, a kroz to vrijeme skupi se velik broj crteža koji moraju uvijek biti pristupačni.
- Kada bi crteži bili proizvoljnih formata, bilo bi nemoguće održavati red u arhivama i vrlo teško naći traženi crtež.
- U proizvodnji papira normirano je više nizova formata (tablica 7.1.).

13

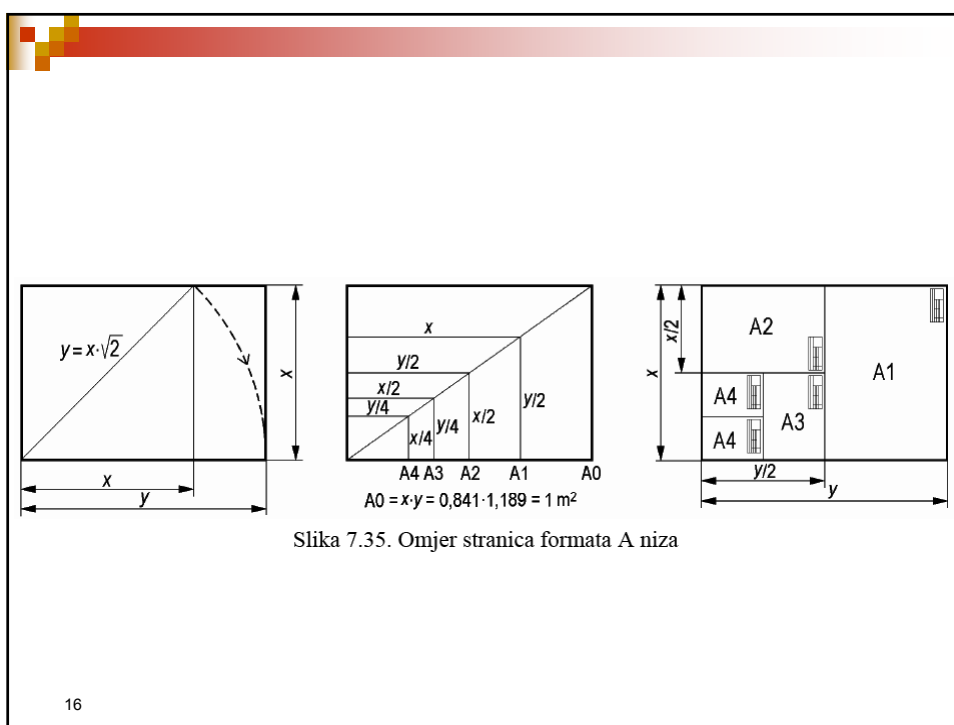
Tablica 7.1. Formati papira

Razred	Osnovni niz		Dopunski nizovi					
	A		B		C		D	
	Oznaka	Izmjera, mm	Oznaka	Izmjera, mm	Oznaka	Izmjera, mm	Oznaka	Izmjera, mm
	4A0	1682 x 2378						
	2A0	1189 x 1682						
0	A0	841 x 1189	B0	1000x1414	C0	917 x 1297	D0	771 x 1090
1	A1	594 x 841	B1	707 x 1000	C1	648 x 917	D1	545 x 771
2	A2	420 x 594	B2	500 x 707	C2	458 x 648	D2	385 x 545
3	A3	297 x 420	B3	353 x 500	C3	324 x 458	D3	272 x 385
4	A4	210 x 297	B4	250 x 353	C4	229 x 324	D4	192 x 272
5	A5	148 x 210	B5	176 x 250	C5	162 x 229	D5	136 x 192
6	A6	105 x 148	B6	125 x 176	C6	114 x 162	D6	96 x 136
7	A7	74 x 105	B7	88 x 125	C7	81 x 114	D7	68 x 96
8	A8	52 x 74	B8	62 x 88	C8	57 x 81	D8	48 x 68
9	A9	37 x 52	B9	44 x 62	C9	40 x 57	D9	34 x 48
10	A10	26 x 37	B10	31 x 44	C10	28 x 40	D10	24 x 34
11	A11	18 x 26	B11	22 x 31				
12	A12	13 x 18	B12	15 x 22				

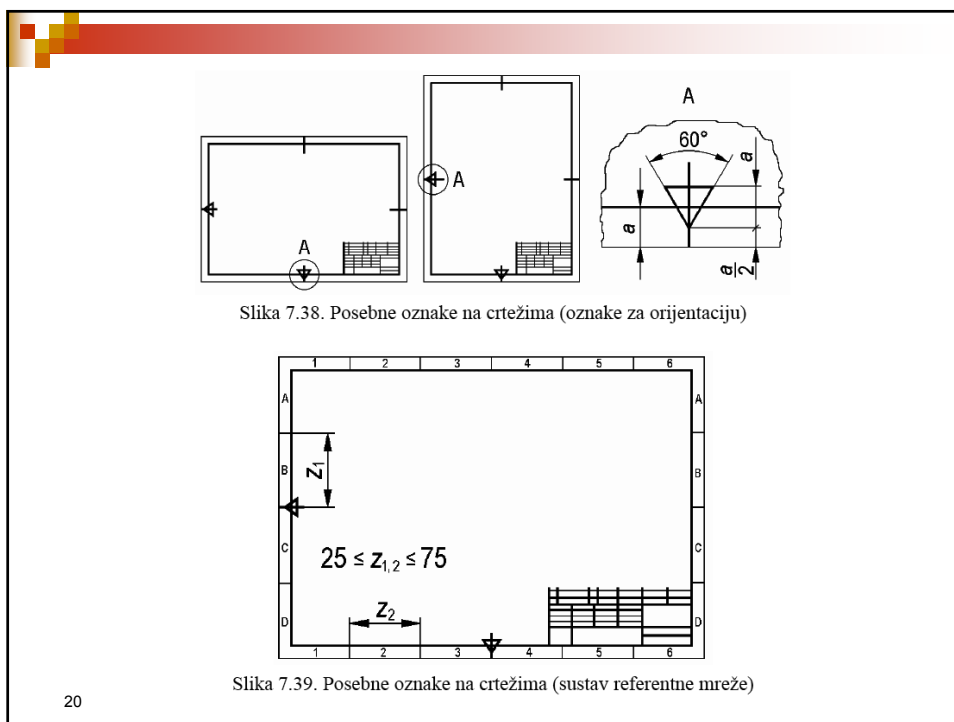
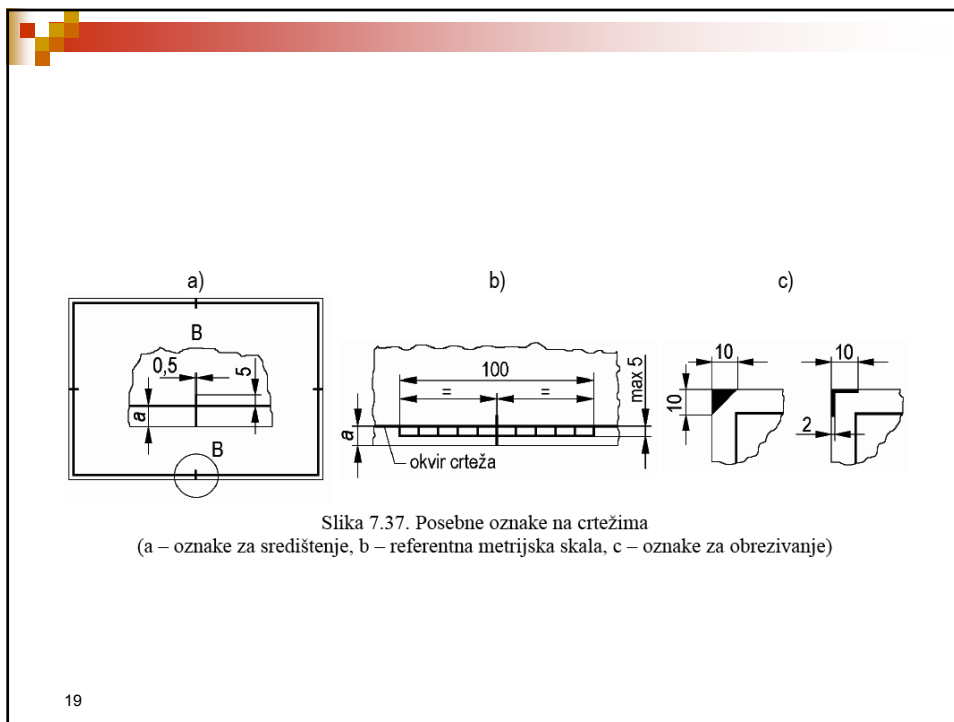
14

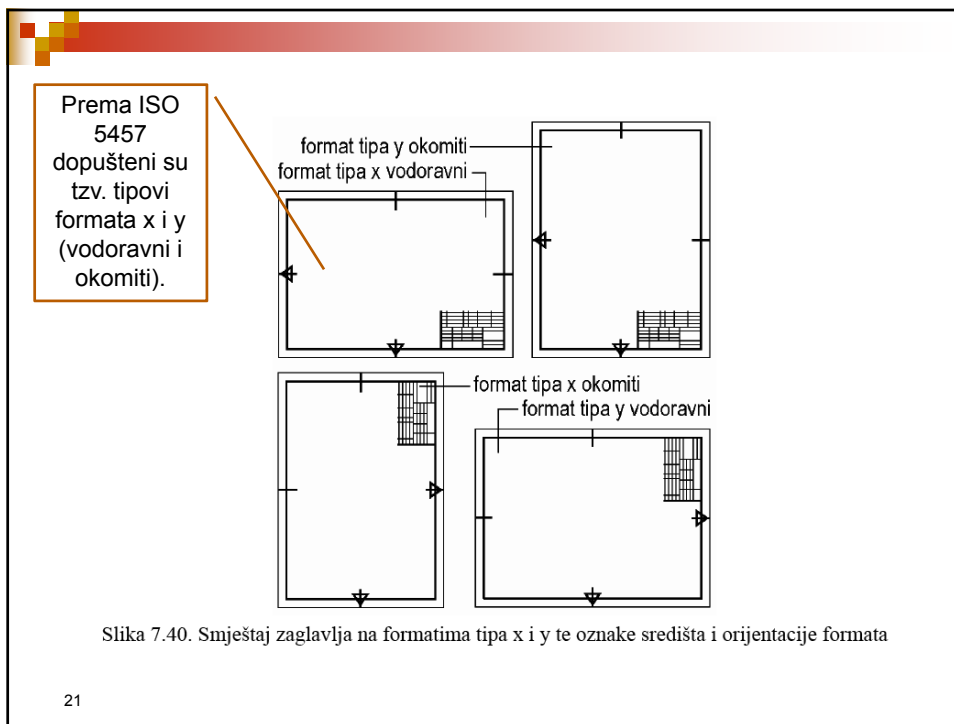
- Format A niza je osnovni niz i upotrebljava se za tehničke crteže, tiskanice i različite obrasce. Format niza B definiran je tako da duljina manje stranice njegova početnog formata B0 iznosi 1000 mm, a služi za različite omote (za fascikle, korice knjiga i slično). Format niza C između je niza A i B, a upotrebljava se za tiskarske potrebe. Format papira niza D najmanji je i također se upotrebljava za tiskarske potrebe (nije obuhvaćen normom ISO 5457).

15



16





Tablica 7.3. Prevljanje različitih formata na veličinu format A4 za ulaganje u mapu s mehanizmom

FORMAT	SCHEMA PREVLJANJA FORMATA	PREVLJANJE	
		UDOLJNO	POPEČNO
ZA0 1189 x 1682			
A0 841 x 1189			
A1 594 x 841			
A2 420 x 594			
A3 297 x 420			

22

Tablica 7.4. Previjanje različitih formata na veličini format A4 za ulaganje u mapu bez mehanizma ili slaganje na police ormara

FORMAT	SCHEMA PREVIJANJA FORMATA	PREVIJANJE	
		UZDUŽNO	POPREČNO
2A0 1189 x 1682			
A0 841 x 1189			
A1 594 x 841			
A2 420 x 594			
A3 297 x 420			

23

Zaglavlja i sastavnice

- Za upisivanje osnovnih podataka potrebnih za identifikaciju i primjenu crteža koristi se zaglavlje i sastavnica.
- Zaglavlje i sastavnica uobičajeno se crtaju u desnom donjem kutu formata crteža, bez obzira na njegovu veličinu.
- Osnovni sadržaj zaglavlja prikazan je na slikama 7.41. i 7.42. prema DIN 6771.
- Sastavnica se uobičajeno crta iznad zaglavlja, ili ako ovdje nema dovoljno prostora, može se crtati i na nekom drugom dijelu formata crteža.
- U sastavnicu se upisuju svi dijelovi (pozicije) nacrtanog sklopa te svi karakteristični podaci o dijelu.

24

(Područje primjene)			(Dopušteno odstupanje)		(Površinska hrapavost)		Mjerilo:		(Masa)	
			0,35				(Materijal, poluproizvod) (Sirov dio - br.) (Model ili kalup - br.)			
			Datum		Ime		(Naziv)			
			Izradio							
			Provjerio							
			Norma							
			Odobrio							
			(Tvrтка)				(Broj crteža)		List:	
									L	
St. iz.	Izmjena	Datum	Ime	(Porijeklo)			(Zamjena za:)		(Zamijenjen sa:)	


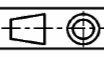
Slika 7.41. Primjer zaglavlja za tehničke crteže dijelova (radioničke crteže)(prema DIN 6771)

25

Poz.	Kol.	JM	Naziv			Broj dijela/norma - kratka oznaka			Primjedba		
(Područje primjene)			(Dopušteno odstupanje)		(Površinska hrapavost)		Mjerilo:		(Masa)		
							(Materijal, poluproizvod) (Sirov dio - br.) (Model ili kalup - br.)				
			Datum		Ime		(Naziv)				
			Izradio								
			Provjerio								
			Norma								
			Odobrio								
			(Tvrтка)				(Broj crteža)		List:		
									L		
St. iz.	Izmjena	Datum	Ime	(Porijeklo)			(Zamjena za:)		(Zamijenjen sa:)		

Slika 7.42. Primjer zaglavlja za sklopne ili montažne (dispozicijske) crteže s početnim redom sastavnice (prema DIN 6771)

26

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime		Potpis	 FSB Zagreb	
	Projektirao					
	Razradio					
	Crtao					
	Pregledao					
ISO - TOL	Objekt			Objekt broj		
				R.N. broj		
	Napomena					Kopija
	Materijal			Masa		
	 Mj. originala	Naziv			Pozicija	Formal
						Listova
		Crtež broj				List

Slika 7.43. Primjer zaglavljja sklopnog ili montažnog (dispozicijskog) crteža prilagođenog potrebama Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu

27

15	20	40	75	
Mjerilo:	Datum:	Ime i prezime:	STROJARSKI FAKULTET Slavonski Brod	
Pozicija:	Sklopni crtež (broj):		Materijal:	
Broj crteža:		Naziv dijela:		
45				

Slika 7.11. Primjer zaglavljja radioničkog crteža prilagođenog potrebama konstrukcijskih vježbi iz predmeta Tehničko crtanje, Elementi strojeva i Osnove konstruiranja na Strojarskom fakultetu u Slavonskom Brodu

28

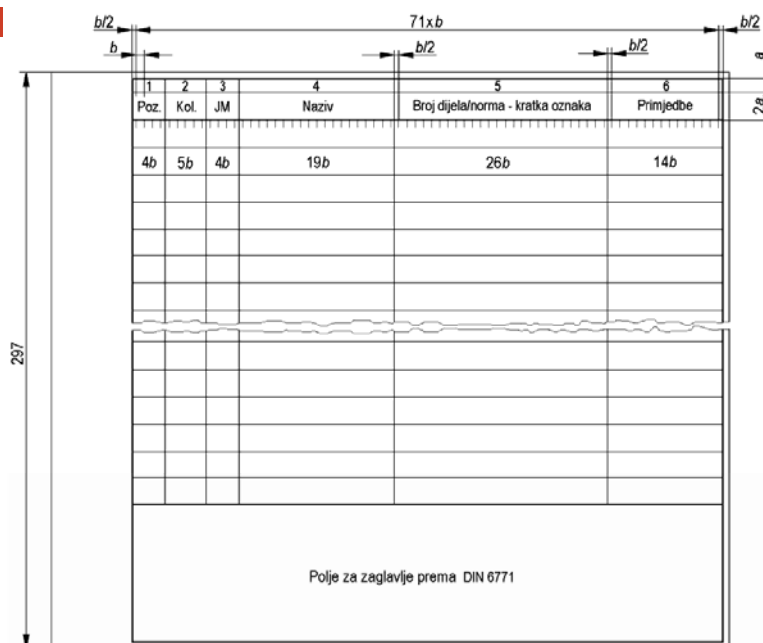
Tablica 7.5. Izmjere elemenata mreže (veza sa slikom 7.46.)

Širina crta, mm			Format	Način pisanja	a	b	c	e
Format	A4, A3 i A2	A1 i A0						
Široke (A10)	0,70	1,0	A4 do A0	brzi tiskači (printeri)	4,23	2,54	54,99	182,88
Uske (B13)	0,35	0,5	A1 i A0	pisači stroj ili ručno	4,25	2,60	55,25	187,20
				neovisno ¹	5,60	3,60	72,80	259,20

Ako se koriste samo dvije širine, dobra je i kombinacija 0,50 za široke, a 0,25 za uske crte

Za ručno pisanje može se koristiti i zaokružene izmjere.
Izmjere su u mm, a prema DIN 6771
¹ npr. za potrebe mikrofilmovanja

31



Slika 7.47. Sastavnica za sklopni crtež (izmjere prema tablici 7.6.)

32

Tablica 7.6. Izmjere elemenata sastavnice za sklopni crtež (veza sa slikom 7.47.)

Tehnika ispisivanja	Izmjere, mm	
	a	b
Brzi tiskači (printeri)	4,23	2,54
Pisači strojevi ili ručno pisanje	4,25	2,60
Za potrebe mikrofilmovanja	5,60	3,60

ORGANIZACIJSKA JEDINICA		SASTAVNICA ZA PROIZVODNJU		SP-1	BRU/STAVNICA	
030		KOSTUR OKRETNOG POSTOLJA			04-80-3429	
030-11-13					1560000205	
					Redukcij i protis odstup	
RED. BR.	POZICIA	BRU/ODREĐ. (POKRETNOST)	KOLICIMA	JM	OPIS/ODM. DIM.	MSK. kg
46	001	04-80-3429	10	1,00	KOM.500x2700x3250	820,000
	DA	KOSTUR OKRETNOG POSTOLJA / SKLOP				241685
47	002	04-80-3429	10	3,00	KOM.300x275x825	47,500
	DA	KLUZNIČA / SKLOP				241682
48	003	04-80-3429	10	1,00	KOM.300x275x825	44,000
	DA	KLUZNIČA / SKLOP				241683
49	004	04-30-3467	10	6,00	KOM.50x62x70	1,210
	DA	PODUPORA / SKLOP				241684
50	005	04-30-3467	10	4,00	KOM.12x120x136	1,130
	DA	INOSLAG LEZAJA / SKLOP				241685
51	006	04-30-3470	10	4,00	KOM.12x120x136	1,130
	DA	INOSLAG LEZAJA / SKLOP				241687
52	007	04-30-3470	10	8,00	KOM.12x175x184	241689
	DA	INOSLAG LEZAJA / SKLOP				241688
53	008	04-40-3474	10	1,00	KOM.120x44x44	47,500
	DA	OKRETNJA SALICA / DONJA				241688
54	009	04-40-3475	10	1,00	KOM.100x340x543	18,000
	DA	NEPOMIĆNA TOČKA / SKLOP				241689
55	010	04-20-3483	10	4,00	KOM.LIM.10x160x125	0,590
	DA	ORZAC				241691

Slika 7.48. Primjer zasebne sastavnice A4 formata

Mjerila

- Mjerilo predstavlja omjer istih veličina predmeta na crtežu i u naravi.
- Kada su ove veličine jednake i na crtežu i na predmetu koji je nacrtan, tj. kada crtež prikazuje predmet u naravnoj veličini, radi se o mjerilu **1 : 1**.
- Na radioničkim crtežima najbolje je, ako je to moguće, predmete crtati u naravnoj (pravoj) veličini kako bi radnik imao što bolju predodžbu o predmetu.

35

- Ovisno o potrebi, predmet može biti nacrtan umanjen ili uvećan.
- Koje će se mjerilo uporabiti i kada, ovisi o veličini predmeta i njegovoj složenosti.
- Kada bi se npr. srednji i veliki predmeti crtali u naravnoj veličini, to bi zahtijevalo uporabu vrlo velikih i nespretnih formata crteža, i za crtanje i za kasniju uporabu u proizvodnji.
- Obrnuto, kada bi se mali i vrlo mali predmeti crtali u naravnoj veličini, bilo bi nemoguće nacrtati sve detalje i izvesti pravilno kotiranje.
- Iz tih razloga, pri izboru mjerila treba voditi računa da izabrani format papira za crtež bude takav da gustoća crteža ne ugrozi njegovu čitljivost i razumljivost.

36

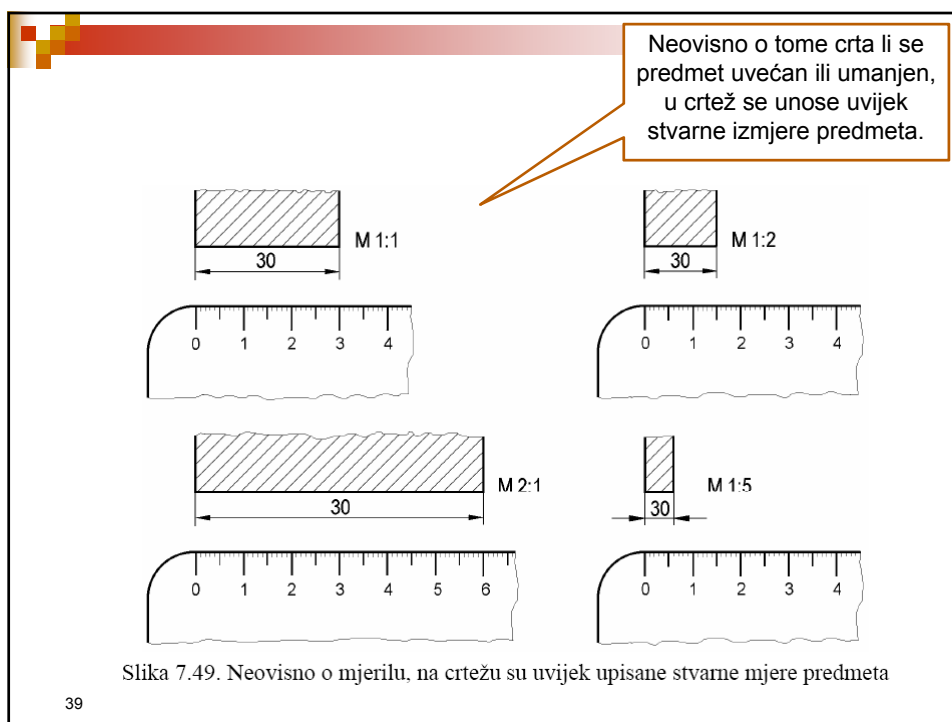
- Predmet može biti nacrtan u jednom usvojenom mjerilu (glavnom mjerilu), a neki njegovi dijelovi (detalji, presjeci i slično) mogu biti posebno nacrtani na istom crtežu uvećani ili umanjeni.
- U zaglavlju crteža predviđeno je polje za upisivanje mjerila.
- Nešto većim brojevima upisuje se glavno mjerilo (npr. 1 : 1), a ostala mjerila upisuju se uz posebno nacrtane detalje, presjeke ili slično (npr. Mjerilo 2 : 1, M 2 : 1 ili samo 2 : 1).
- Ako je ostalih mjerila malo (npr. jedno ili dva), ona se osim detalja mogu manjim brojevima upisati ispod glavnog mjerila u zaglavlju crteža.

37

Tabela 7.7. Mjerila koja se koriste u tehničkim crtežima (ISO 5455)

Vrsta mjerila	Propisano mjerilo		
	Za uvećanje	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1
Za naravnu veličinu	1 : 1		
Za umanjeње	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000

38






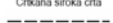
Vrste crta i njihova primjena

- Za razliku od crteža u drugim područjima, kod prikazivanja predmeta na tehničkim crtežima u strojarstvu upotrebljavaju se isključivo crte različite po vrsti i širini.
- Propisanom namjenom pojedinih crta postiže se potpuna jasnoća i jednoznačnost prikazivanja, a isključuje svaki nesporazum pri čitanju i izradi crteža.
- Prema ISO 128-23 predviđeno je 14 vrsta crta koje su prikazane u tablici 7.8. u kojoj je detaljno opisana i njihova primjena.
- Općenito se crte prema normi ISO 128-23 primjenjuju u konstrukcijskoj dokumentaciji uključujući arhitektonske crteže, strukturni tehnički crteži, tehnički crteži za održavanje zgrada, građevinski tehnički crteži, crteži zemljišta (geodetski crteži) i crteži gradskih planova.

- Prema ISO 128-24 predviđeno je 9 vrsta crta koje su prikazane u tablici 7.10. u kojoj je detaljno opisana i njihova primjena.
- **Općenito se crte prema normi ISO 128-24 primjenjuju u konstrukcijskoj dokumentaciji koja se upotrebljava u strojarstvu.**

41

Tablica 7.8. Crte na konstrukcijskim crtežima prema normi ISO 128-23
(veza sa slikom 7.50.)

Oznaka crte	Opis i prikaz crte	Primjena	Veza s ISO
01.1	Neprekidna uska crta	1 granice različitog materijala u pogledu, rezu i presjeku (alternativno, vidi 01.2.2)	7519
		2 iscrtavanje (šrafliranje)	4069
		3 dijagonale za označavanje otvora, rupa i udubljenja	7519
		4 crte strelica u područjima stubišta, platformi i kosna	7519
		5 modularne mrežne crte, prvi stupanj	8560
		6 kratke sametrale	-
		7 produžene crte	129
		8 mjernice i njihovi završeci	129
		9 pomoćne mjerne crte	129
		10 postojeće izohipse? na crtežima zemljišta (alternativno, vidi 02.1.1)	11091
		11 vidljive konture djelova u pogledu (alternativno, vidi 01.2.3)	-
		12 pojednostavljeni prikaz vrata, prozora, stubišta, spojeva itd. (alternativno, vidi 01.2.4)	7519
		13 uokvirivanje detalja	-
01.1	Neprekidna uska crta s cikcakom 	14 granice djelomičnog ili prekinutog pogleda, reza i presjeka, ako granica nije crta 04.1 (alternativno, vidi 04.1.6)	-
01.2	Neprekidna široka crta	1 vidljive konture djelova u rezovima i presjecima ako je upotrijebljeno iscrtavanje (šrafliranje)	7519
		2 granice različitog materijala u pogledu, rezu i presjeku (alternativno, vidi 01.1.1)	-
		3 vidljive konture djelova u pogledu (alternativno, vidi 01.1.11)	7519
		4 pojednostavljeni prikaz vrata, prozora, stubišta, spojeva itd. (alternativno, vidi 01.1.12)	7519
		5 modularne mrežne crte, drugi stupanj	8560
		6 crte strelica za označavanje pogleda, rezova i presjeka	8048
		7 predložene izohipse na crtežima zemljišta	11091
01.3	Neprekidna posebno široka crta 	1 vidljive konture djelova u rezovima i presjecima ako nije upotrijebljeno iscrtavanje (šrafliranje)	7519
		2 pojačane (armirane) pregrade (vidi 02.3)	3766
		3 crte od posebne važnosti	-
02.1	Crkana uska crta 	1 postojeće izohipse na crtežima zemljišta (alternativno, vidi 01.1.10)	11091
		2 podjela biljnih rasada/travnjaka	11091
02.2	Crkana široka crta 	3 nevidljive (skriven) konture (alternativno, vidi 02.2.1)	-
		1 nevidljive (skriven) konture (alternativno, vidi 02.1.3)	-

42

**Tablica 7.8. Crte na konstrukcijskim crtežima prema normi ISO 128-23
(veza sa slikom 7.50.)(nastavak)**

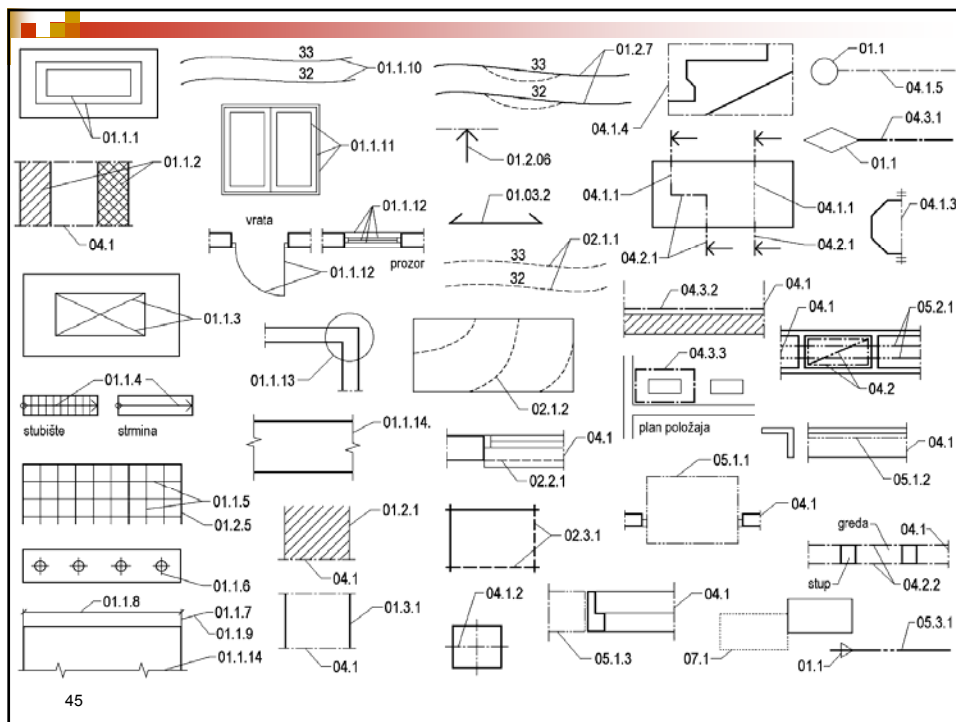
Oznaka crte	Opis i prikaz crte	Primjena	Veza s ISO
02.3	Crkana posebno široka crta —————	.1 pojačane (armirane) pregrade u najnižim slojevima na planovima i udaljeni slojevi zakrenuti uvis ako su najniži i najviši slojevi le bliski i udaljeni slojevi prikazani na istoj skici	3766
04.1	Duga crtkano-točkasta uska crta - - - - -	.1 tragovi presječne ravnine (crte 04.2 na krajevima i promjena pravca) .2 središnjice .3 simetrale (osi simetrije)(označene na krajevima s dvije uske kralke paralelne crte nacrtane u pravom kutu) .4 uokvirivanje povećanih detalja .5 referentne crte .6 granice djelomičnih ili prekinutih pogleda, rezova i presjeka (posebice za kratke crte, vidi primjere na slici 7.50.: 01.1.2, 01.2.1, 01.3.1 itd.)(alternativno, vidi 01.1.14)	- - - - - -
04.2	Duga crtkano-točkasta široka crta - - - - -	.1 tragovi presječne ravnine (crte 04.1 na krajevima i promjena pravca) .2 konture vidljivih dijelova smještenih ispred presječne ravnine	- -
04.3	Duga crtkano-točkasta posebno široka crta —————	.1 sekundarne crte za postavljanje (polaganje) i proizvodnje referentne crte .2 označavanje crta ili površina na koje se odnosi primjena posebnih zahtjeva .3 granične crte za skupine, stupnjeve, faze, pojaseve itd.	4463-1 i 4068 - -
05.1	Duga crtkano-dvostruko-točkasta uska crta - - - - -	.1 mogući i krajnji položaji pokretnih dijelova .2 tožišnica .3 konture susjednih dijelova	- - -
05.2	Duga crtkano-dvostruko-točkasta široka crta - - - - -	.1 konture nevidljivih (skrivenih) dijelova smještenih ispred presječne ravnine	-
05.3	Duga crtkano-dvostruko-točkasta posebno široka crta —————	.1 pojačane (armirane) prenapregnute pregrade i izolirani električni vodovi (kabeli)	3766
07.1	Točkasta uska crta1 konture dijelova koji nisu uključeni u projekt	-

43

Tablica 7.9. Vrste crta i njihova širina (ISO 128-23)

Širina crta, mm				
Skupina crta	Uska crta	Široka crta	Posebno široka crta	Širina crta za grafičke simbole
0,25	0,13	0,25	0,50	0,18
0,35	0,18	0,35	0,70	0,25
0,50	0,25	0,50	1,00	0,35
0,70	0,35	0,70	1,40	0,50
1,00	0,50	1,00	2,00	0,70

44



45

Tablica 7.10. Crte na konstrukcijskim crtežima prema normi ISO 128-24 (veza sa slikama 7.51., 7.52. i 7.53.)


Oznaka crte	Opsis i prikaz crte	Primjena	Veza s ISO
01.1	Neprekidna uska crta	1 zamisljena crta presjeka	-
		2 mjernice	129
		3 produžene crte	129
		4 pomoćne mjerne crte i referentne crte	128-22
		5 iscrtaavanje (šrafiranje)	128-50
		6 konture zakrenutih presjeka	128-40
		7 kratke simetrale	-
		8 korijeni navoja vijaka i matice	6410-1
		9 početak i završetak mjernica	129
		10 dijagonale za označavanje ravnih ploha	-
		11 crte savijanja na nesavijenim i savijenim dijelovima	-
		12 zaokruživanje detalja	-
		13 označavanje ponavljanja detalja (npr. korijeni ili podnožni promjer zupčanika)	-
		14 crta blagih prijelaza	3040
		15 položaj laminiranja	-
		16 znak propiranja	-
		17 mrežne crte	-
Neprekidna uska prostoručna crta	18 ručno crtani prikazi završetaka djelomičnih ili prekinutih pogleda, rezova i presjeka, ako granica nije smetrala ili središnjica* (odnosno lomne crte za sve vrste materijala)	-	
		19 strojno crtani prikazi završetaka djelomičnih ili prekinutih pogleda, rezova i presjeka, ako granica nije smetrala ili središnjica*	-
01.2	Neprekidna široka crta	1 vidljivi bridovi (rubovi)	128-30
		2 vidljive konture	128-30
		3 vrhovi navoja	6410-1
		4 završeci navoja	6410-1
		5 glavni prikazi u dijagramima, mapama, dijagramima toka	-
		6 susjedne crte (metalne konstrukcije)	5261
		7 crte spoja kod odjevnika (folkskaka) u pogledu	10135
		8 crte strelica za označavanje rezova i presjeka	128-40
02.1	Crtkana uska crta	1 nevidljivi (skriveni) bridovi	128-30
		2 nevidljive (skriveni) konture	128-30
02.2	Crtkana široka crta	1 označavanje dopuštenih područja površinske obrade (npr. toplinska obrada)	-
04.1	Duga crtkano-točkasta uska crta	1 središnjice	-
		2 simetrale (osi simetrije)	-
		3 diobene kružnice zupčanika	2203
		4 diobene kružnice provrta ili rupa	-
04.2	Duga crtkano-točkasta široka crta	1 označavanje ograničenih ili zahtijevanih područja površinske obrade (npr. toplinska obrada)	-
		2 položaj presječnih ravina	128-40

* preporuča se uporaba samo jedne vrste crta za ovu namjenu na islom crtežu

Rabe se u strojarstvu

46

Tablica 7.10. Crte na konstrukcijskim crtežima prema normi ISO 128-24
(veza sa slikama 7.51., 7.52. i 7.53.)(nastavak)

Oznaka crte	Opis i prikaz crte	Primjena	Veza s ISO
05.1	Duga crtkano-dvostruko- točkasta uska crta 	.1 konture susjednih dijelova	-
		.2 krajnji položaji pokretnih dijelova	-
		.3 težišnice	-
		.4 polazne konture pri oblikovanju	-
		.5 dijelovi smješteni ispred presječne ravnine	-
		.6 konture alternativnih izvedbi	-
		.7 konture gotovog dijela unutar polaznog materijala	10135
		.8 uokvirivanje posebnih polja/područja	-
		.9 istureni tolerancijski pojas	10578

47

Tablica 7.11. Vrste crta i njihova širina (ISO 128-24)

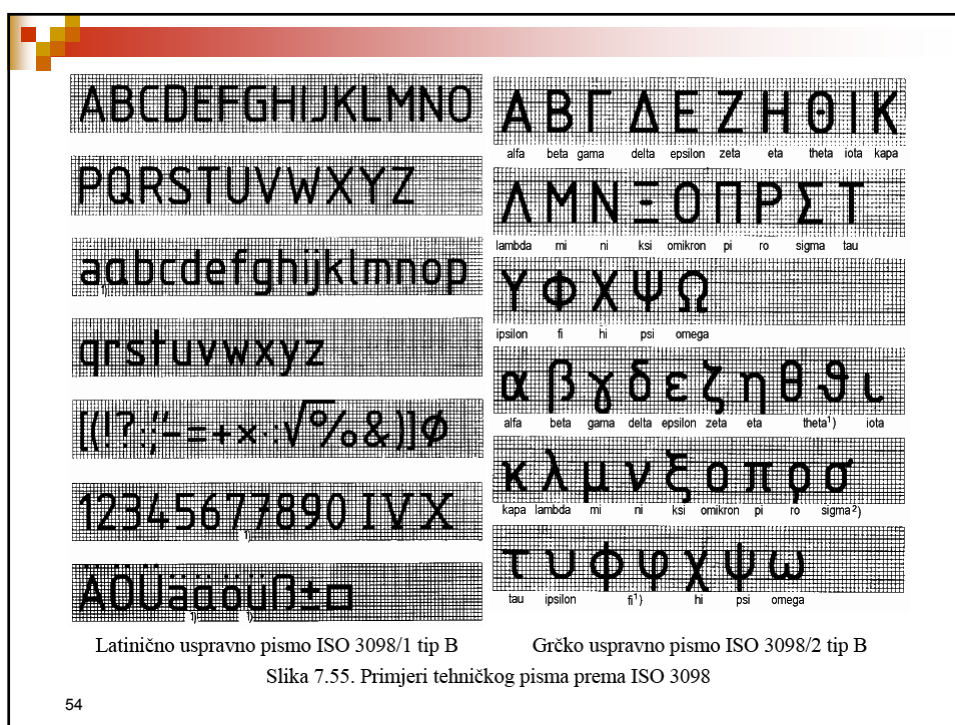
Skupina crta	Širina crta, mm	
	Širina crte za crtu oznake	
	01.2 – 02.2 – 04.2	01.1 – 02.1 – 04.1 – 05.1
0,25	0,25	0,13
0,35	0,35	0,18
0,50*	0,50	0,25
0,70*	0,70	0,35
1,00	1,00	0,50
1,40	1,40	0,70
2,00	2,00	1,00

* preporučuju se skupine crta

48



53

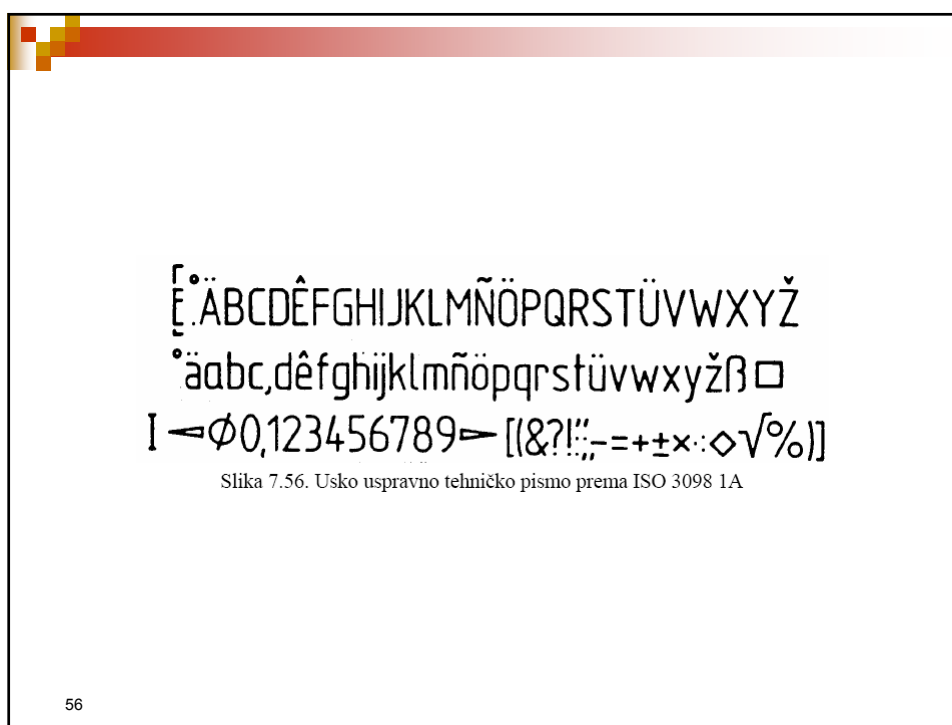


54

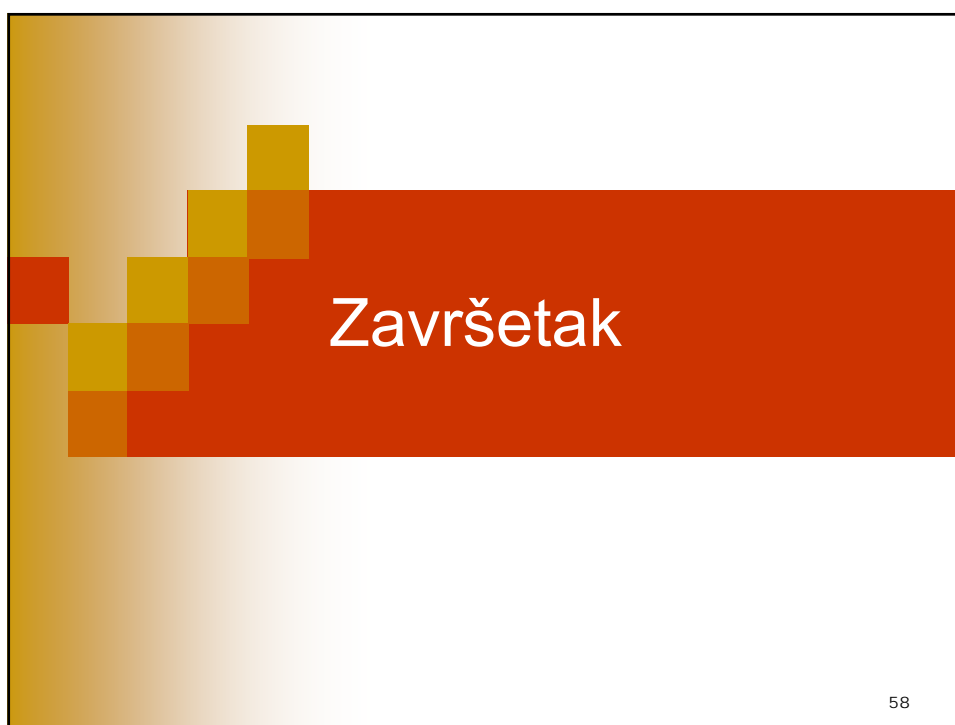
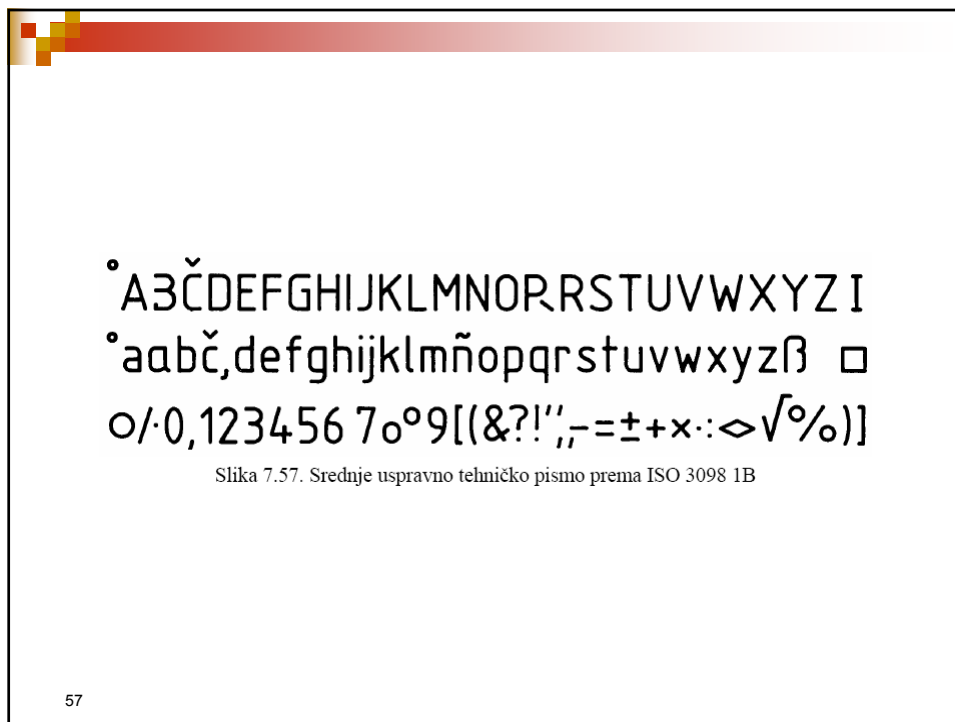
Tablica 7.12. Dimenzije kosog i uspravnog tehničkog pisma ISO 3098/1 (tipa A i tipa B)

Vrsta pisma	Širina d	Izgled								
Tip A	$h/14$	koso								
		uspravno								
Tip B	$h/10$	koso								
		uspravno								
Visina slova h i c ne smiju biti manja od 2,5 mm. Niz nazivnih visina slova h izveden je s faktorom porasta $\sqrt{2}$.										
Karakteristike		Omjer	Dimenzije, mm							
Visina	velikih slova i brojeva	h	$(14/14) \cdot h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
	malih slova	c	$(10/14) \cdot h$	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Razmak	slova i brojevi	a	$(2/14) \cdot h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
			$(2/10) \cdot h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
	redova	b	$(20/14) \cdot h$	3,5	5	7	10	14	20	28
			$(14/10) \cdot h$							
riječi	e	$(6/14) \cdot h$	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	
		$(6/10) \cdot h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
Širina crta	d	$(1/14) \cdot h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	
		$(1/10) \cdot h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	

55



56





TEHNIČKA DOKUMENTACIJA


Kotiranje

dr. sc. Milan Kljajin, red. prof. u tr. zv.

I. semestar
Proizvodno strojarstvo
ak. god. 2013./2014.

Dio 6/6

1



Opća načela

- Osim definiranja oblika strojnog dijela, u tehničkom crtežu najznačajnije je i najteže unošenje izmjera.
- Strojni dijelovi izrađuju se pojedinačno ili serijski, pa se u slučaju pogrešnog dimenzioniranja i uz moguću slabu kontrolu pogreške otkrivaju tek u fazi montaže, kada je već kasno.
- Zbog toga nastaju materijalne štete i velike neprilike s obzirom na rokove isporuke proizvoda.
- Vezano s tim konstruktori i crtači moraju posvetiti izniman pozor ovoj aktivnosti jer su upravo oni najodgovorniji za štete nastale zbog pogrešnih izmjera na tehničkim crtežima.

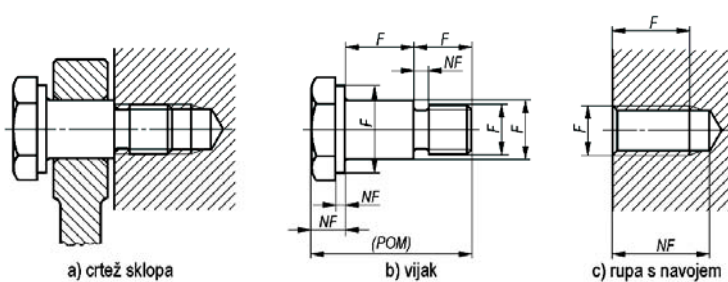
2

© Copyright by M. Kljajin

- Sve izmjere moraju biti unesene tako da se upotpunjuju s definiranim oblikom strojnog dijela, da se u proizvodnom procesu lako razumiju te da isključe svaku dvojbu, zabunu i mogućnost pogrešaka.
- Posljedice lošeg kotiranja neprocjenjivi su gubici vremena i novca, a vrlo često i nepoželjne razmirice među zaposlenicima.
- Prije no što se prijeđe na stanovita pravila koja treba uvažavati prilikom kotiranja, nužno je upoznati sljedeće definicije (prema ISO 129):

3

© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.1. Funkcijske, nefunkcijske i pomoćne dimenzije (izmjere)

- **Dimenzija** ili **izmjera** numerička je vrijednost izražena u naravnoj jedinici mjerenja (u strojarstvu je to milimetar, mm) i označena grafički na tehničkom crtežu s crtom, simbolima i znakovljem.

4

© Copyright by M. Kljajin

Dimenzije ili izmjere klasificirane su prema sljedećim vrstima:

- **Funkcijska dimenzija** ili **izmjera** je ona koja je bitna za funkcioniranje strojnog dijela ili prostora (označena s *F* na slici 9.1.).
- **Nefunkcijska dimenzija** ili **izmjera** je ona koja nije bitna za funkcioniranje strojnog dijela ili prostora (označena s *NF* na slici 9.1.).
- **Pomoćna dimenzija** ili **izmjera** je ona koja je samo informacijska i ne upotrebljava se u procesu proizvodnje i kontrole. Ona se izvodi iz drugih dimenzija na tehničkom crtežu. Uputno ju je stavljati u zagrade. Na pomoćnu dimenziju ne primjenjuju se tolerancije (označena je s *POM* na slici 9.1.).

5

© Copyright by M. Kljajin

- **Značajka** je pojedinačna karakteristika, kao što je ravna ploha, cilindrična ploha, dvije paralelne plohe, rub, navoj vijka, urez, utor, procijep, profil itd.
- **Konačni proizvod** (izradak, strojni dio) je kompletan strojni dio spreman za ugradnju ili servisiranje (reparaturu) ili konfiguracija proizvedena prema specifikaciji crteža. Konačni proizvod također može biti dio spreman za daljnju obradu (npr. odljevak ili otkivak) ili konfiguracija koja zahtijeva daljnju obradu.

6

© Copyright by M. Kljajin

Pravila za primjenu

- 1) Sve dimenzijske informacije potrebne da jasno i potpuno definiraju strojni dio ili komponentu prikazane su izravno na crtežu, s iznimkom kada je ta informacija specificirana u pomoćnoj dokumentaciji.
- 2) Svaka značajka kotirana je samo jedanput na crtežu.
- 3) Kote se smještaju na projekciji (pogledu) ili presjeku koji najjasnije prikazuje odgovarajuće značajke.
- 4) Svaki crtež koristi se istom jedinicom mjere (npr. milimetar, mm) za sve izmjere, ali bez oznake jedinice (dakle bez mm). Da bi se izbjeglo pogrešno tumačenje, pretežna oznaka jedinice na crtežu može biti specificirana u primjedbi (bilješci) na crtežu.

7

© Copyright by M. Kljajin

Ako se druge jedinice pojavljuju kao dio specifikacije crteža ili u primjedbi (npr. N·m za moment ili kPa za tlak), izdvojena oznaka jedinice prikazuje se s pripadnom vrijednosti.

Vrijednost hrapavosti u oznaci hrapavosti je (bez primjedbe) u μm .

8

© Copyright by M. Kljajin

5) Na crtežu se ne prikazuje više izmjera no što je potrebno za definiranje strojnog dijela ili konačnog proizvoda. Značajka strojnog dijela ili konačnog proizvoda ne definira se s više od jedne izmjere u bilo kojem smjeru.

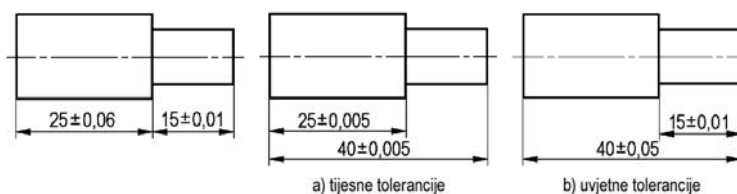
Međutim, iznimka se može napraviti:

- a) gdje je potrebno dati dopunsku izmjeru u međustupnjevima proizvodnje (npr. duljina konture prije cementiranja i završne obrade);
- b) gdje je korisna dopuna pomoćnom izmjerom.

6) Proizvodne procese (tehnologiju izrade) ili načine kontrole ne treba naznačiti, osim ako su bitni za osiguranje zadovoljavajućeg funkcioniranja ili zamjenjivosti.

7) Funkcijske dimenzije prikazuju se izravno na crtežu gdje god je to moguće (vidi sliku 9.2.).

U određenim slučajevima neizravno funkcijsko kotiranje je opravdano ili potrebno. U takvim slučajevima pozor usmjeriti na održavanje rezultata izravno prikazanog funkcijskog kotiranja. Slika 9.3. prikazuje rezultat prihvatljivog izravnog funkcijskog kotiranja uz održavanje dimenzijskih uvjeta utvrđenih na slici 9.2.



Slika 9.2. Funkcijsko kotiranje

Slika 9.3. Neizravno funkcijsko kotiranje

8) Nefunkcijske dimenzije smještaju se na način koji najviše odgovara proizvodnji i kontroli.

11

© Copyright by M. Kljajin

Elementi kotiranja i njihova primjena

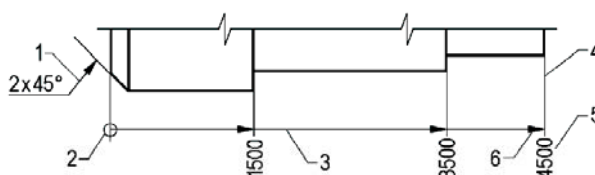
- Elementi kotiranja uključuju crtu projiciranja ili pomoćnu mjernu crtu (pomoćnu kotnu crtu), glavnu ili pokaznu crtu, mjernicu ili mjernu crtu (kotnu crtu), završetke glavne crte i mjernice, oznaku početka te samu dimenziju ili izmjeru (kotni broj).
- Različiti elementi kotiranja prikazani su na slikama 9.4. i 9.5. (prema ISO 129).

12

© Copyright by M. Kljajin

Pomoćne mjerne crte, mjernice i glavne crte

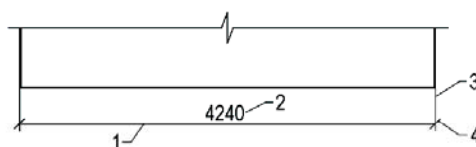
- Pomoćne mjerne crte, mjernice i glavne crte nacrtane su kao neprekidne uske crte (crta tipa 01.1, tablice 7.8. i 7.10.) na slikama 9.4. i 9.5.



Slika 9.4. Elementi kotiranja (1 – glavna ili pokazna crta, 2 – oznaka početka, 3 – mjernica, 4 – pomoćna mjerna crta, 5 – vrijednost dimenzije i 6 – završetak mjernice)

© Copyright by M. Kljajin

13

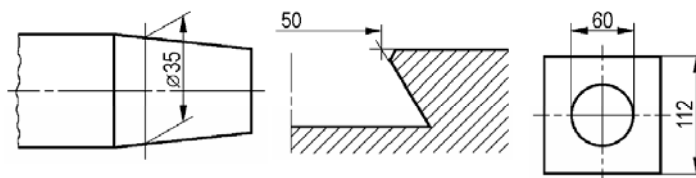


Slika 9.5. Elementi kotiranja
(1 – mjernica, 2 – vrijednost dimenzije, 3 – pomoćna mjerna crta i 4 – završetak mjernice)

1. Pomoćne mjerne crte produljuju se malo izvan svoje mjernice (od 1 do 3 mm)
2. Pomoćne mjerne crte crtaju se okomito na značajku (crtu) koja se kotira. Međutim, gdje je to potrebno, one mogu biti nacrtane koso, ali paralelne jedna drugoj (slika 9.6.).

14

© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.6.

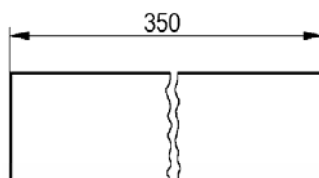
Slika 9.7.

Slika 9.8.

3. Konture i pomoćna mjerna crta produljuju se malo izvan sjecišta (slika 9.7.).
4. Općenito, pomoćne mjerne crte i mjernice ne smiju sjeći druge crte, osim ako je to neizbježno (slika 9.8.).

15

© Copyright by M. Kljajin

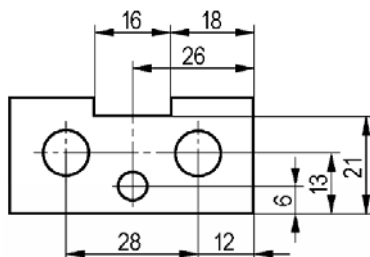


Slika 9.9.

5. Mjernica se prikazuje neprekinuta tamo gdje je značajka (crta) na koju se ona odnosi prikazana prekinuta (slika 9.9.), izuzev slučaja prikazanog u 2. načinu u točki 9.3.3. ovog udžbenika.

16

© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.10.

6. Presijecanje pomoćnih mjernih crta i mjernica treba izbjegavati. Međutim, gdje je to neizbježno, nijedna crta se ne prekida (slika 9.10.). Središnjica ili kontura predmeta ne koristi se kao mjernica, ali može biti upotrijebljena umjesto pomoćne mjerne crte (slika 9.10.).

17

© Copyright by M. Kljajin

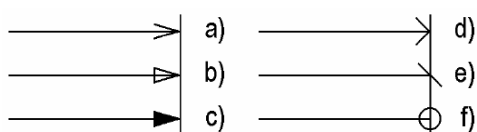
Završeci mjernica i oznake početka kotiranja

- Mjernice moraju imati jasne završetke (npr. bilo strelice bilo kosi potez) ili gdje je to primjenjivo oznaku početka kotiranja.
1. U ISO 129 specificirana su dva tipa završetaka mjernica (slike od 9.11.a do 9.11.e) i jedan način označavanja početka kotiranja (početna indikacija) (slika 9.11.f). Dakle, kao završetak mjernice može se upotrijebiti:
 - a) Strelica nacrtana kao dvije kratke crte koje oblikuju šiljak s bilo kojim prikladnim kutom između 15° i 90° . Strelica može biti otvorena, zatvorena, ili zatvorena i ispunjena (slike od 9.11.a do 9.11.d).
 - b) Kosi potez (kosa crta) nacrtan kao kratka crta nagnuta pod kutom od 45° (slika 9.11.e).

18

© Copyright by M. Kljajin

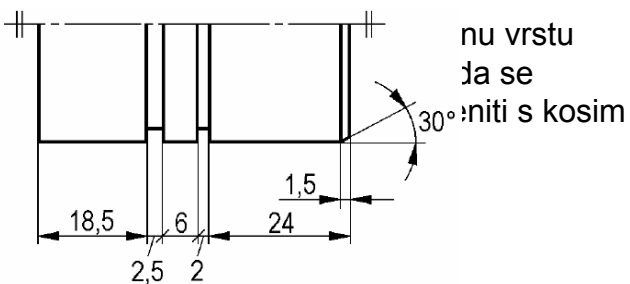
- c) Oznaka početka kotiranja (početna indikacija) nacrtana kao mala kružnica promjera oko 3 mm i crte nešto dulje od njezinog dvostrukog promjera koja je okomita na mjernicu (slika 9.11.f).




Slika 9.11.

2. Duljina strelica treba biti proporcionalna duljini crteža na kojemu se strelice koriste, ali ne veća no što je potrebno za čitljivost crteža

3. Na istom crtežu strelica. Međ strelica ne r potezom (pri



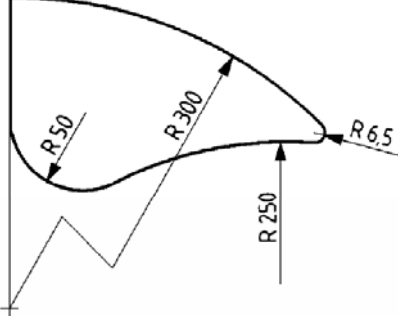
Slika 9.23.



Slika 9.12. Slika 9.13.

4. Strelice kao završeci mjernica crtaju se unutar granica mjernice u slučajevima da postoji dovoljno velik prostor (slika 9.12.). Gdje je taj prostor ograničen, strelice se mogu crtati s vanjske strane predviđenih granica mjernice, koja je u tu svrhu produljena (slika 9.13.).

21 © Copyright by M. Kljajin



Slika 9.14.

5. Samo jedna strelica, sa svojim vrhom na kraju mjernice kružnog luka, upotrebljava se za kotiranje polumjera (slika 9.14.). Strelica se može postaviti bilo na vanjskoj bilo na unutrašnjoj strani karakteristične konturne crte (ili njezine pomoćne mjerne crte), ovisno o njezinoj duljini.

22 © Copyright by M. Kljajin

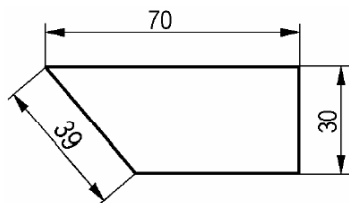
Prikazivanje vrijednosti dimenzija na crtežima

- Vrijednosti dimenzija ili izmjera, tj. kotnih brojeva, prikazuju se na crtežima simbolima dovoljne visine da osiguravaju potpunu čitljivost i na originalnom crtežu i na reprodukcijama s mikrofilmova. Smještaju se na takav način da nisu presječene ili razdvojene nekom crtom na crtežu.
- Vrijednosti se prikazuju na crtežima prema jednom od sljedeća dva načina, od kojih samo jedan smije biti upotrijebljen na istom crtežu.

23

© Copyright by M. Kljajin

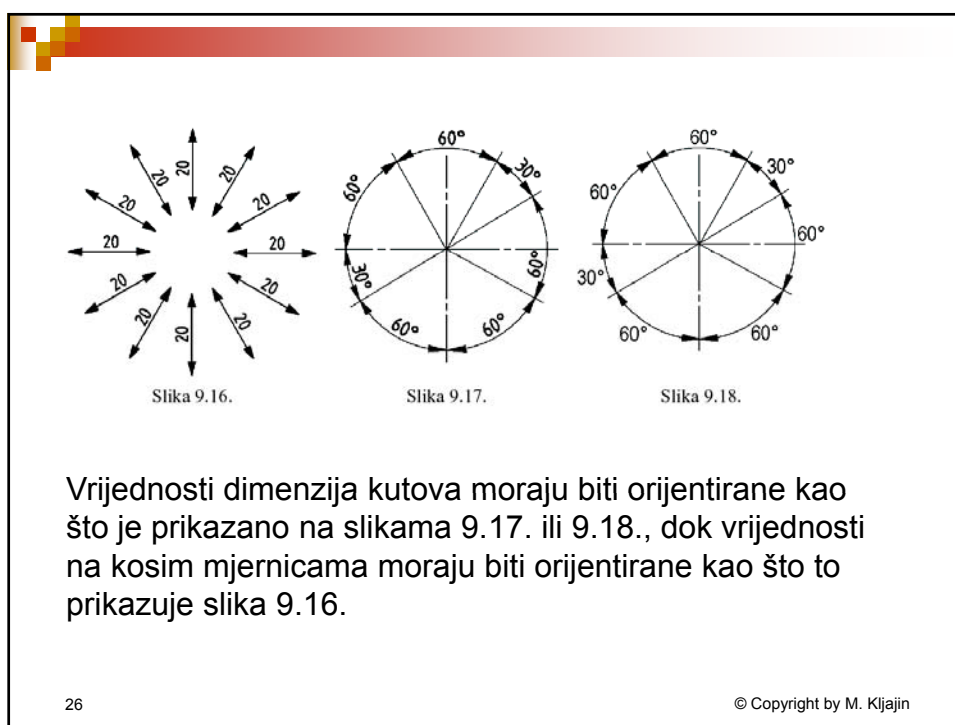
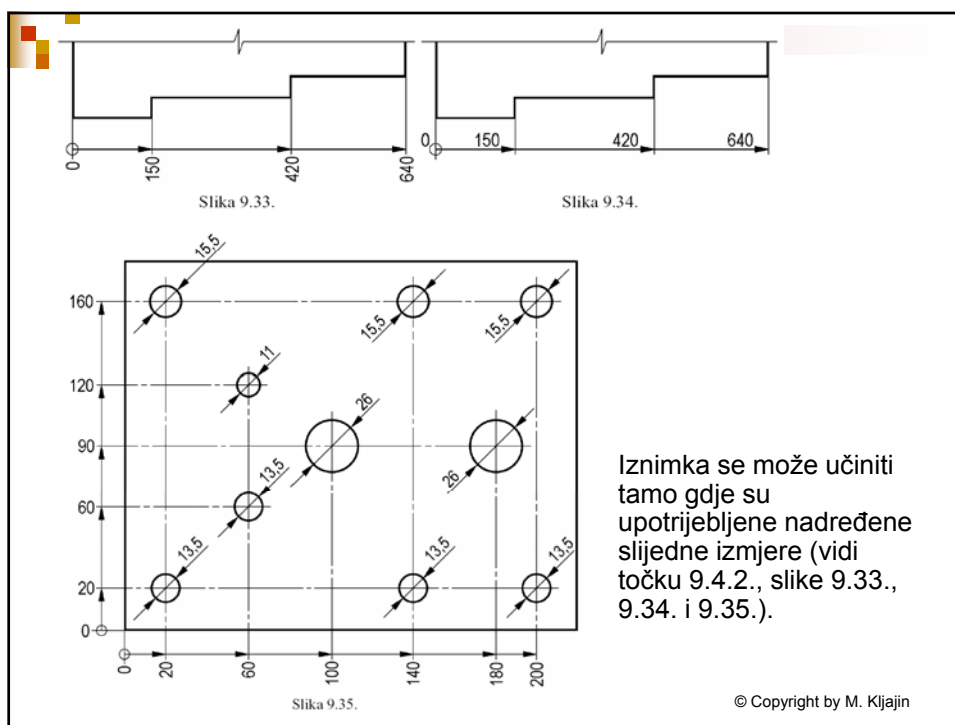
- 1. Način:** Vrijednosti dimenzija ili izmjera smještaju se iznad pripadajuće mjernice, paralelno s njom i po mogućnosti u njezinoj sredini. Osnovni zahtjev je jasna veza s pripadajućom mjernicom (slika 9.15.).



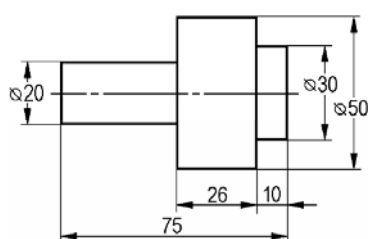
Slika 9.15.

24

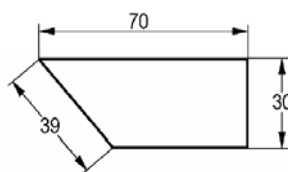
© Copyright by M. Kljajin



2. Način: Vrijednosti dimenzija ili izmjera smještaju se tako da one mogu biti čitljive s lijeva nadesno. Mjernice koje nisu horizontalne prekidaju se u srednjem dijelu, tako da se vrijednost može upisati (slike 9.19. i 9.20.).



Slika 9.19.



Slika 9.20.

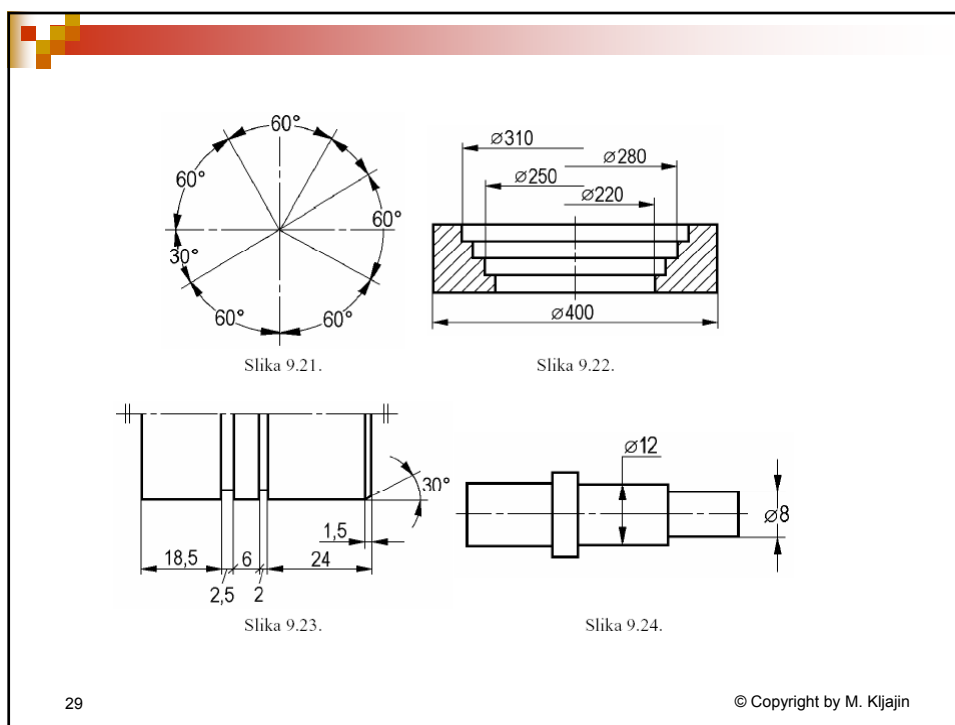
27

© Copyright by M. Kljajin

- Vrijednosti dimenzija kutova moraju biti orijentirane kao što je prikazano na slikama 9.18. ili 9.21. Smještanje vrijednosti dimenzija ili izmjera često treba prilagoditi različitim slučajevima. U svezi s tim vrijednosti mogu biti:
 - a. upotrijebljene na dijelu mjernice s kojom je moguće jasnije definirati dimenziju ili izmjeru (slika 9.22.),
 - b. upotrijebljene izvan prostora za upisivanje u slučaju kada je prostor ograničen (nedovoljan)(slika 9.23.),
 - c. upotrijebljene na kraju glavne crte (pokazne crte) koja se odnosi na mjernicu koja je prekratka za upisivanje vrijednosti dimenzije na uobičajeni način (slika 9.23.),

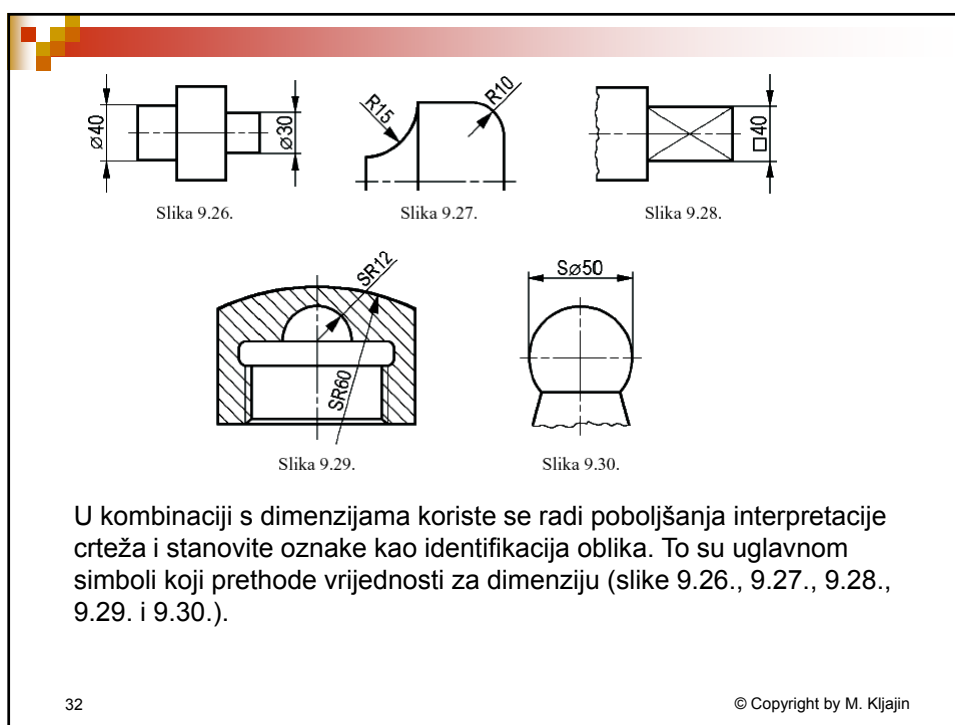
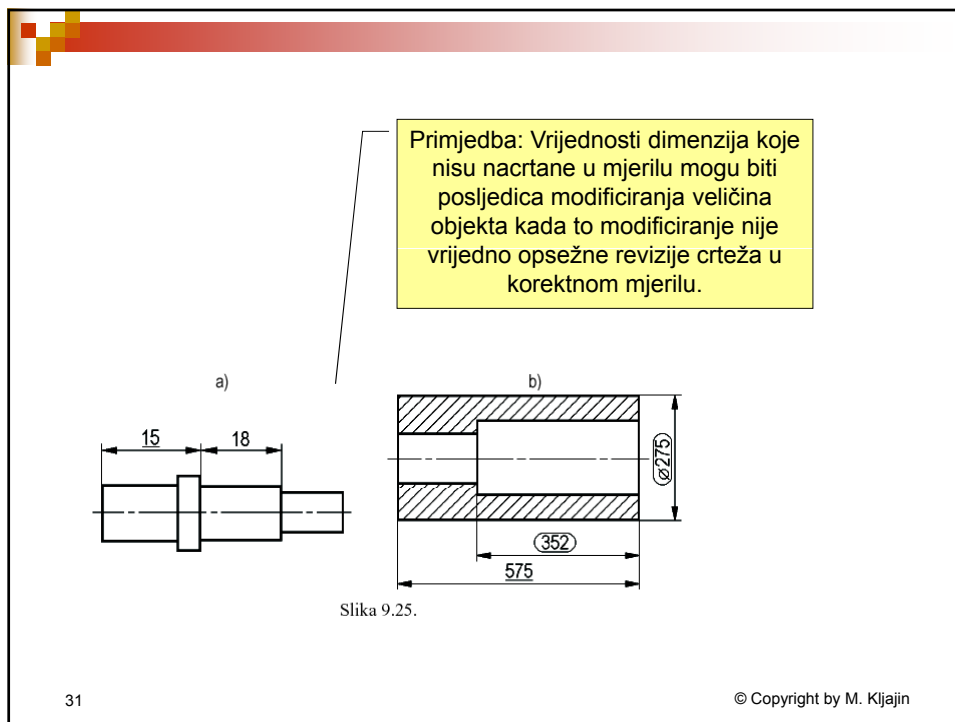
28

© Copyright by M. Kljajin



d. upotrijebljene iznad vodoravnog produljenja mjernice u slučaju da prostor ne dopušta smještaj u prekidu mjernice koja nije horizontalna (slika 9.24.).

- Vrijednosti dimenzija koje nisu nacrtane u mjerilu (izuzev slučajeva gdje se koriste prekinute crte) moraju se podvući neprekidnom uskom crtom (slika 9.25.).
- Ako se zahtijeva točna izmjera ili izmjera na koju treba obratiti posebnu pozornost, tada se oko dimenzija crta poseban okvir nacrtan neprekidnom uskom crtom (slika 9.25.b).



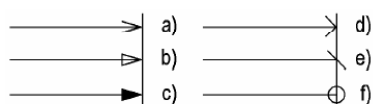
- Najčešći su simboli (veza sa slikama 9.26., 9.27., 9.28., 9.29. i 9.30.): \emptyset – promjer, R – polumjer, \square – kvadrat, SR – polumjer kugle (sferični polumjer) i S \emptyset – promjer kugle (sferični promjer).
- U slučaju kada je oblik jasno prikazan, simboli za promjer i kvadrat mogu se izostaviti.

Načini kotiranja

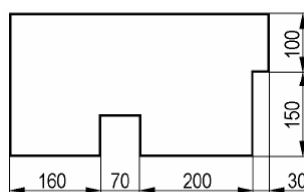
- Sređeno kotiranje na crtežu jasno određuje namjenu crteža.
- Općenito, sređenost dimenzija (izmjera) rezultat je kombiniranja različitih crtačkih zahtjeva.

Lančano kotiranje

- Lanci pojedinačnih dimenzija (slika 9.31.) primjenjuju se isključivo tamo gdje zbroj odstupanja pojedinačnih izmjera neće utjecati na zahtjeve funkcije strojnog dijela. Za lančano kotiranje može se upotrebljavati bilo koji završetak mjernice izuzev strelice sa šiljkom kuta 90° (vidi sliku 9.11.).



Slika 9.11.



Slika 9.31. Lančano kotiranje

35

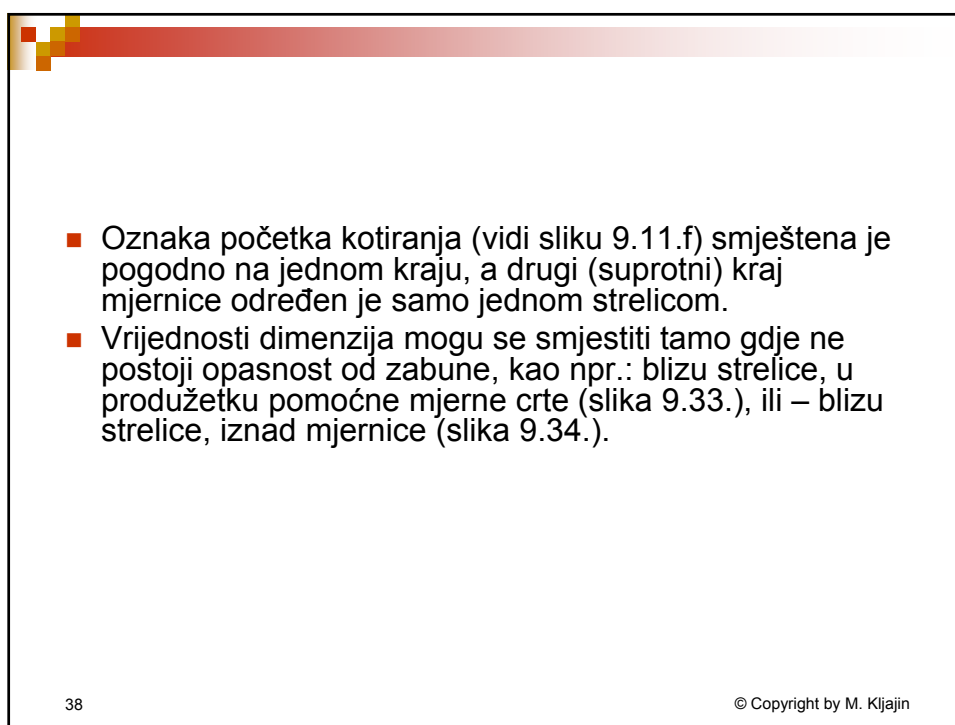
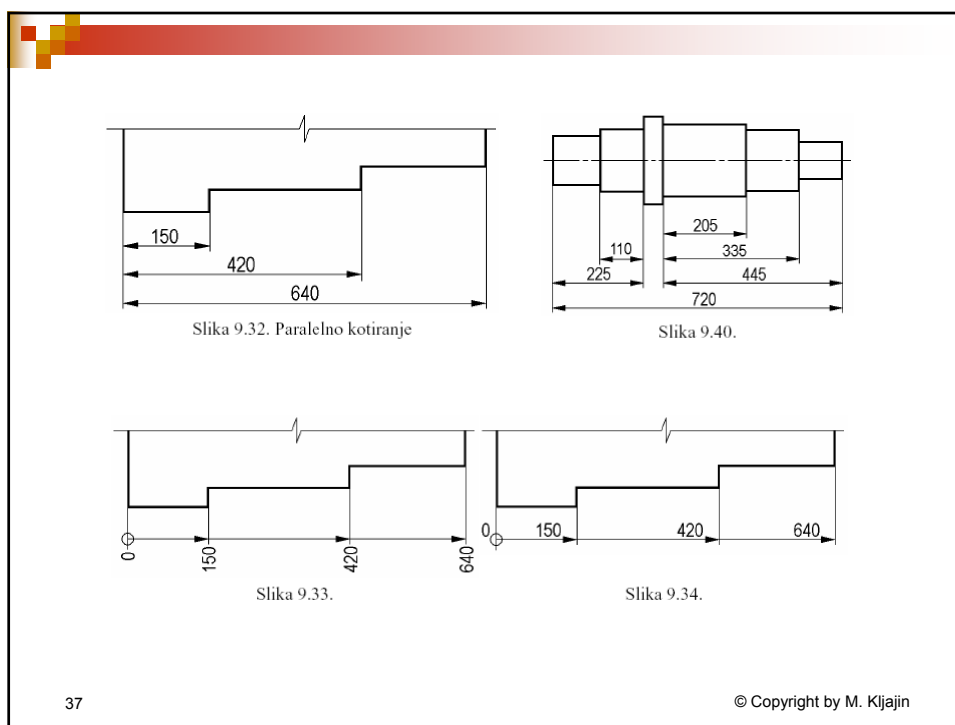
© Copyright by M. Kljajin

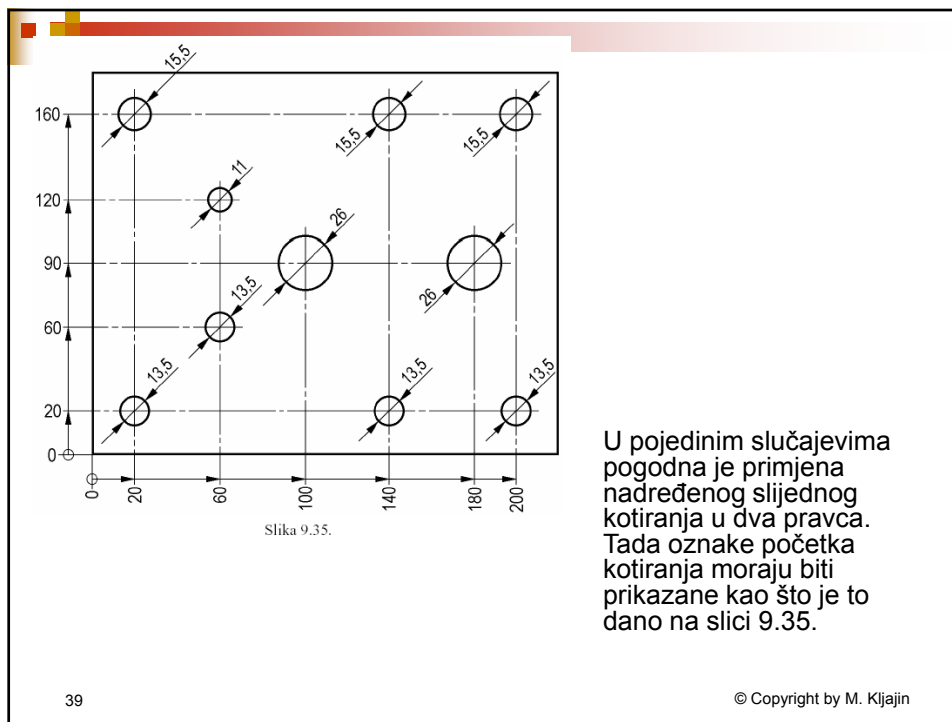
Kotiranje od zajedničke osnove

- Ovaj način kotiranja koristi se u slučajevima kod kojih mnoštvo dimenzija istog smjera ima vezu sa zajedničkom referentnom crtom ili točkom. Kotiranje od zajedničke osnove može biti izvedeno kao paralelno kotiranje ili kao nadređeno slijedno kotiranje.
- Paralelno kotiranje je postavljanje mnoštva pojedinačnih mjernica koje su međusobno paralelne i smještene tako da se vrijednosti dimenzija mogu lako dodati (vidi slike 9.32. i 9.40.) u odnosu na zajedničku referentnu crtu.
- Nadređeno slijedno kotiranje je pojednostavnjeno paralelno kotiranje, a može biti upotrijebljeno tamo gdje je prostor ograničen i gdje ne postoji problem čitljivosti (slike 9.33. i 9.34.).

36

© Copyright by M. Kljajin





39

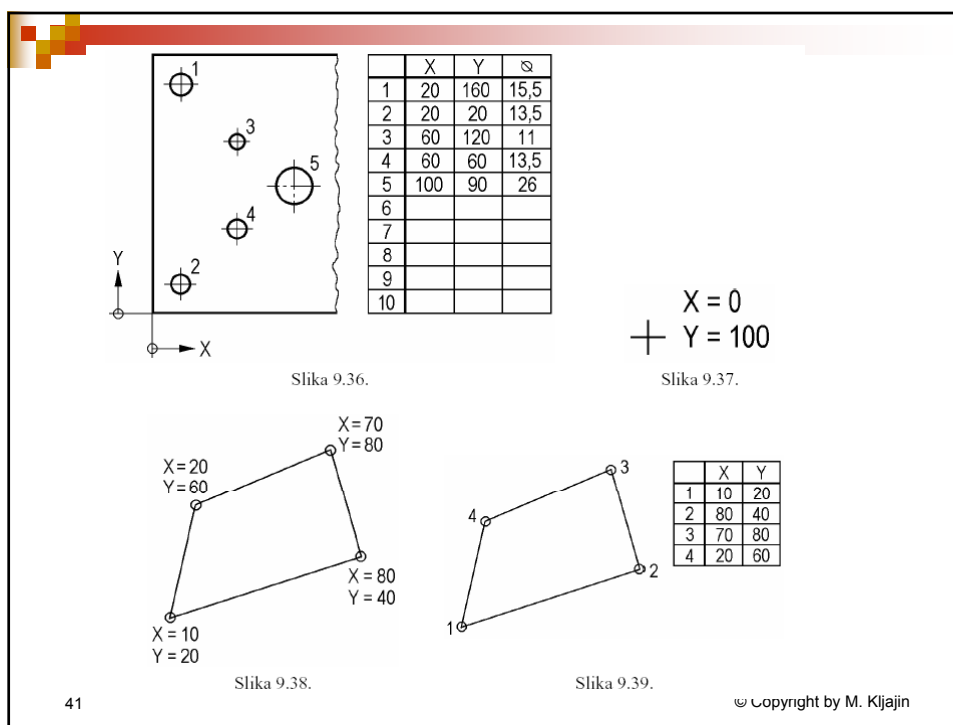
© Copyright by M. Kljajin

Kotiranje pomoću koordinata

- Ponekad je korisno i praktično upotrijebiti prikazivanje vrijednosti dimenzija u obliku tablice, kao na slici 9.36., umjesto kotiranja prikazanog na slici 9.35.
- Koordinate za presjeke u mrežama (rešetkama) na blok-planovima (planovima položaja) prikazuju se kao na slici 9.37. Koordinate za proizvoljne točke značajki bez mreže (rešetke) pojavljuju se usporedno za svaku točku (vidi sliku 9.38.) ili u obliku tablice (vidi sliku 9.39.).

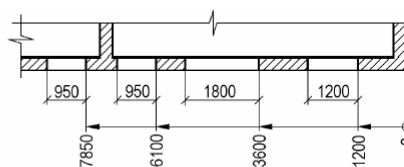
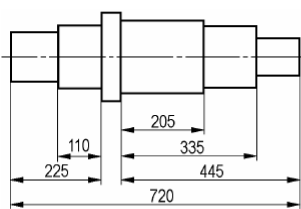
40

© Copyright by M. Kljajin



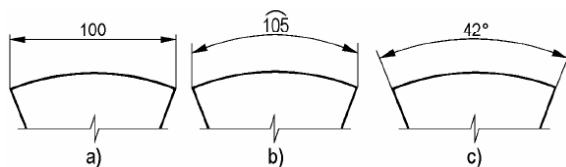
Kombinirano kotiranje

- Pojedinačno kotiranje, lančano kotiranje i kotiranje od zajedničke referentne crte (značajke) može biti kombinirano na crtežu, ako je to nužno (slike 9.40. i 9.41.).



Posebno označavanje Tetive, lukovi, kutovi i polumjeri

- Kotiranje tetiva, lukova i kutova moguće prikazuje slika 9.42. (a, b i c). Gdje središte luka ^{Slika 9.14.} izvan granica raspoloživog prostora, mjernica polumjera može biti slomljena ili prekinuta, već prema tome je li ili nije potrebno odrediti središte (vidi sliku 9.14.).

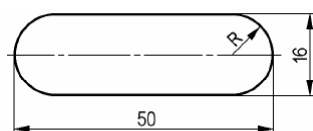


Slika 9.42.

43

© Copyright by M. Kljajin

- Gdje veličina polumjera može biti izvedena od drugih dimenzija, ona može biti označena polumjerom, strelicom i simbolom R bez oznake vrijednosti kao na slici 9.43.



Slika 9.43.

44

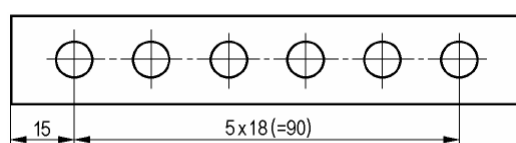
© Copyright by M. Kljajin

Ekvidistantne crte (značajke)

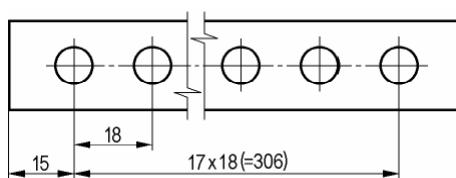
- Gdje su ekvidistantne crte ili sukladno sređeni elementi dio specifikacije crteža, dimenzioniranje se može pojednostaviti kao što je obrazloženo u nastavku.
- Linearno raspoređeni razmaci između provrta mogu biti dimenzionirani kao što je prikazano na slici 9.44. Ako postoji bilo kakva mogućnost zabune između duljine razmaka i broja provrta, jedan razmak dimenzionira se (kotira) kao na slici 9.45.

45

© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.44.



Slika 9.45.

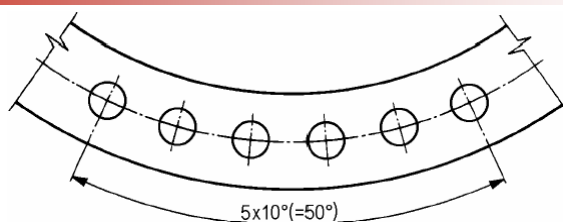
46

© Copyright by M. Kljajin

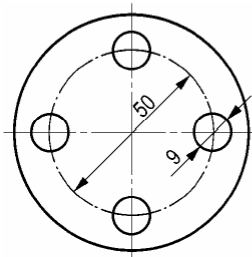
- Kutno raspoređeni razmaci između provrta mogu biti kotirani kao što je to prikazano na slici 9.46.
- Kutovi razmaka mogu biti izostavljeni ako je njihov broj vidljiv, bez mogućnosti zabune (slika 9.47.).
- Kružno raspoređeni razmaci mogu biti kotirani neizravno navođenjem broja elemenata kao što je dano na slici 9.48.

47

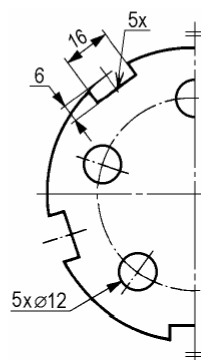
© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.46.



Slika 9.47.

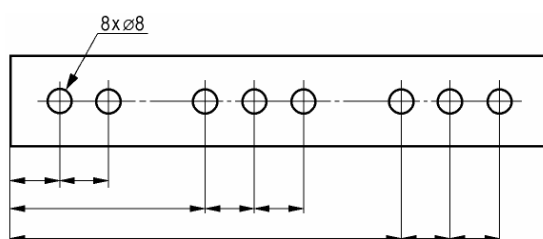


Slika 9.48.

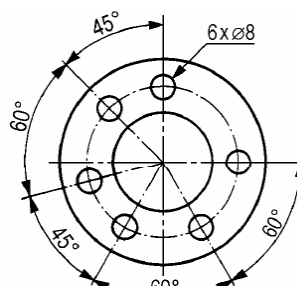
48

Ponovljene značajke

- Ako je moguće definirati veći broj elemenata iste veličine tako da se izbjegne ponavljanje istih dimenzijskih vrijednosti, oni mogu biti dani kao što je prikazano na slikama 9.49. i 9.50.



Slika 9.49.



Slika 9.50.

49

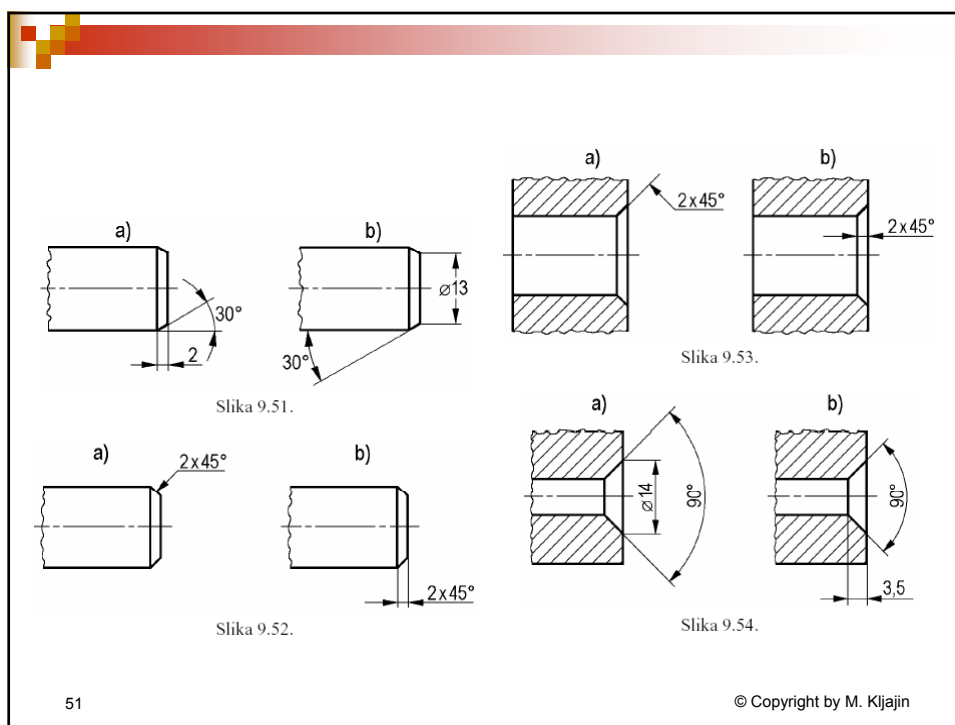
© Copyright by M. Kljajin

Skošeni rubovi i upušteni rubovi provrta i rupa

- Skošeni rubovi kotiraju se kao što je to prikazano na slici 9.51. Gdje je kut skošenja 45° , kotiranje se može izvesti kao što je prikazano na slikama 9.52. i 9.53.
- Upušteni rubovi rupa i provrta kotiraju se kao što je prikazano na slici 9.54.
- Dakle, ili kao tražena dijametralna izmjera na površini s uključenim kutom ili kao dubina s uključenim kutom.

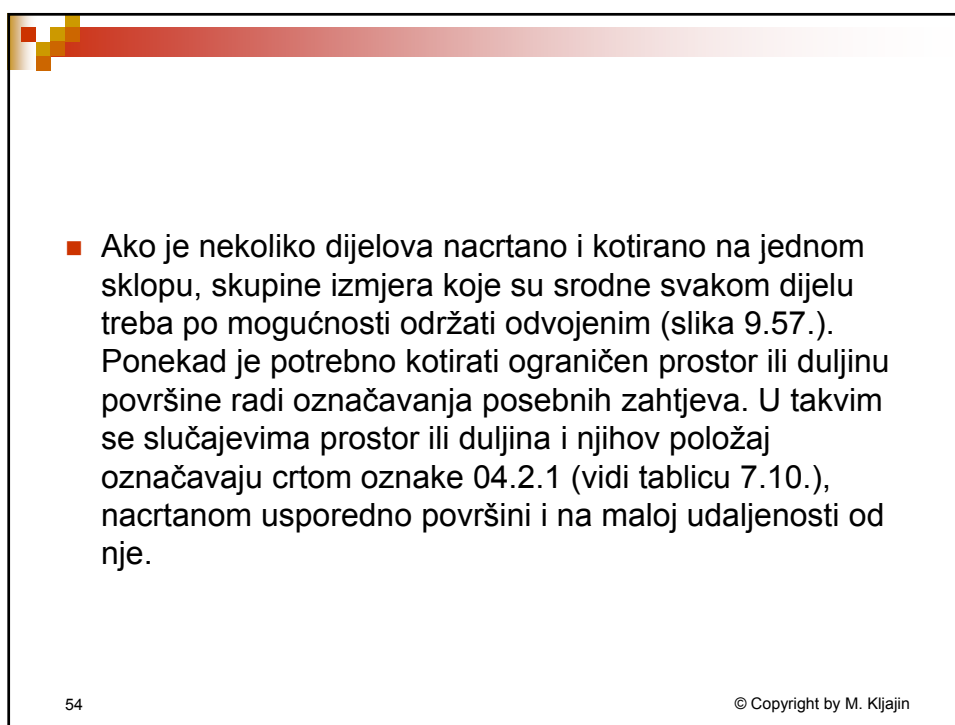
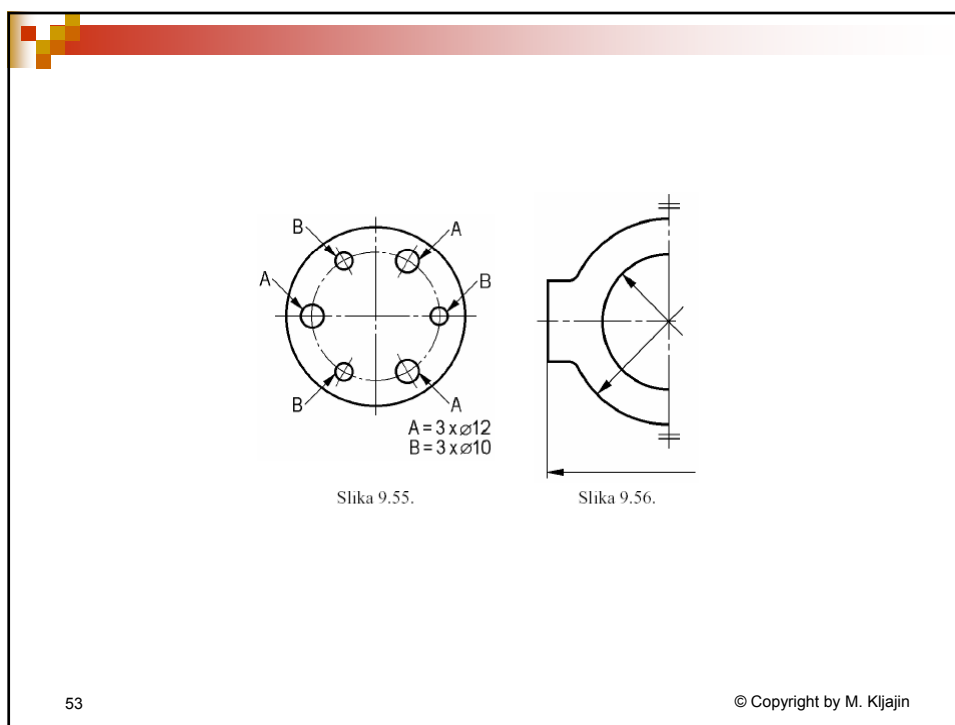
50

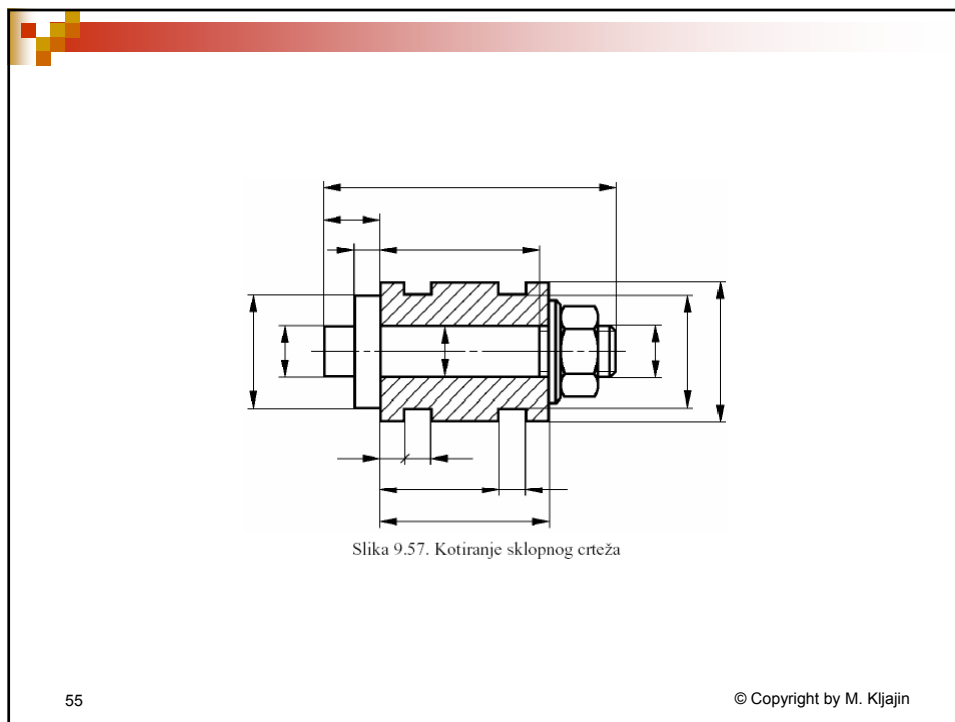
© Copyright by M. Kljajin



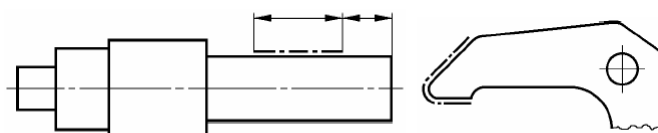
Ostale oznake

- Upotrebom referentnih slova može se kotiranje provrta znatno pojednostavniti (slika 9.55.).
- U djelomičnim crtežima pogleda i djelomičnim presjecima (npr. polovičnom) simetričnih dijelova, mjernica koja mora presjeći os simetrije prikazuje se malo produljena preko osi simetrije, dok je druga strana u ovom primjeru izostavljena (slika 9.56.).





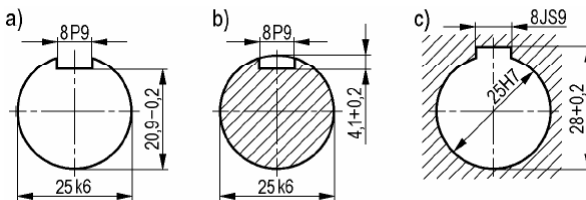
- Ako je poseban zahtjev primijenjen na neki rotacijski element, oznaka se prikazuje na samo jednoj strani (slika 9.58.). Gdje mjesto i opseg posebnog zahtjeva zahtjeva označavanje, potrebno je prikladno kotiranje. Međutim, gdje crtež jasno prikazuje opseg posebnog zahtjeva, kotiranje nije potrebno (slika 9.59).



Slika 9.58.

Slika 9.59.

- Spoj vratila i glavine ostvaruje se vrlo često pomoću pera i klinova. Utori koji služe za ove spojeve kotiraju se na način prikazan na slici 9.60. Slika 9.60.a prikazuje način crtanja i kotiranja kada je utor za pero ili klin na kraju vratila, slika 9.60.b prikazuje način crtanja i kotiranja kada je utor za pero ili klin na sredini vratila i slika 9.60.c prikaz a) b) c) pero u glavini



Slika 9.60. Kotiranje utora za pero ili klin (a i b – na vratilu, c – u glavini)

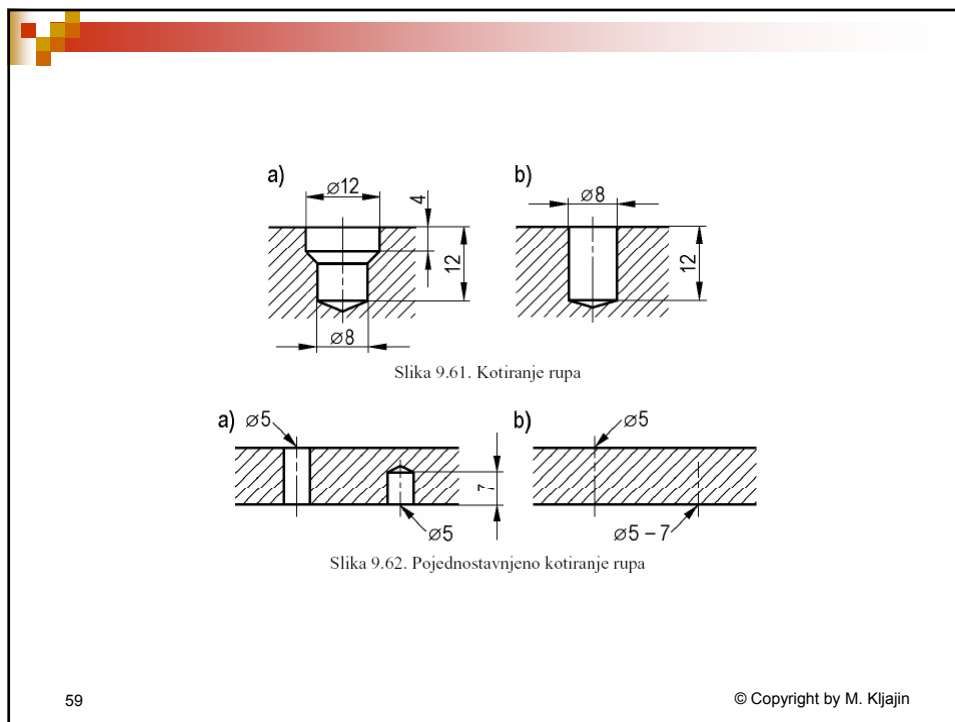
57

© Copyright by M. Kljajin

- Kotiranje rupa se izvodi tako da položaj se rupe kotira s položajem središnjice.
- Dubina rupe definira se dubinom cilindričnog dijela, uz crtanje koničnog završetka s kutom od 120° , koji je rezultat bušenja svrdlom. Ovaj se završetak ne kotira.
- Dubina i promjer rupe kotiraju se na istoj projekciji (npr. u nacrtu)(slika 9.61.).
- Ako se kotiraju provrti i rupe s promjerom manjim od 5 mm (slika 9.62.a), moguće je prema DIN 30 pojednostavnjeno crtanje i kotiranje (slika 9.62.b).

58

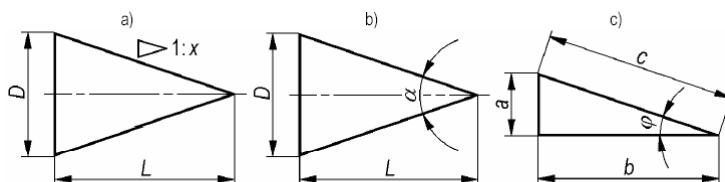
© Copyright by M. Kljajin



Kotiranje konusa, suženja i nagiba

Definiranje konusa i konusnih prijelaza na crtežima, kod dijelova koji su lijevani ili kovani (odnosno kod dijelova kod kojih je konični oblik od određenog značenja, npr. kod crtala, probijala itd.), moguće je (prema DIN 406 T2, DIN ISO 3040) kotiranjem promjera i duljine konusa. Ako se uvjetuje točnost koničnog oblika, preporuča se označavanje sljedećih podataka na crtežima, npr.:

- pripadnog kuta konusa α ili omjera 1: x, označenog odgovarajućim simbolom kod koničnog suženja (položeni trokut s vršnim kutom od 30° , prema ISO 3461-2);
- postavnog kuta $\alpha/2$ kod dijelova koji će se strojno obrađivati;
- promjera na proizvoljno odabranom presjeku, koji može biti unutar ili izvan konusa;
- izmjere koja određuje položaj odabranog presjeka na kojemu je dan promjer.



Slika 9.63. Konus i kut konusa

Uobičajeno je da se konično suženje D/L daje kao omjer $D : L = 1 : x$ (slika 9.63.a). Kut konusa određuje se uz pomoć trigonometrijske funkcije tangensa kuta konusa i iznosi (slika 9.63.b)

$$2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot \frac{D/2}{L}, \text{ odnosno prema slici 9.63.c } \tan \varphi = \frac{a}{b}.$$

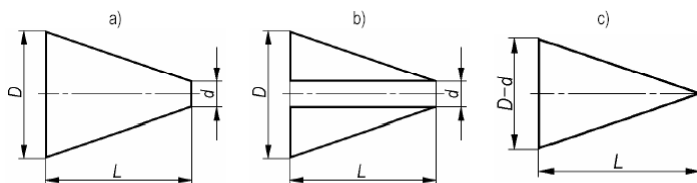
Konično suženje kod krnjeg konusa određeno je prema slici 9.64. omjerom

$$\frac{1}{x} = \frac{D-d}{L}.$$

61

© Copyright by M. Kljajin

- Za strojnu obradu često je potrebna i vrijednost postavnog kuta (npr. za suport kod tokarskog stroja i sl.) za izradu konusa ili koničnog suženja. Vrijednost ovog kuta stavlja se u zagrade na crtežu (slike 9.65., 9.68., 9.69. i 9.70.).

Slika 9.64. Konično suženje kod krnjeg stošca
(a – krnji stožac, b – izrezani pojas, c – referentni trokut)

62

© Copyright by M. Kljajin

Postavni kut izračunava se pomoću izraza

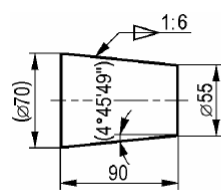
$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2L} \text{ - kod konusa,}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} \text{ - kod koničnog suženja.}$$

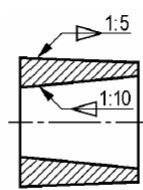
- Primjer kotiranja vanjskog konusa s navedenim omjerom i oznakom za konus, promjerom i duljinom koničnog suženja te postavnim kutom kao pomoćnom kutom u zagradama dan je na slici 9.65. Slika 9.66. prikazuje primjer označavanja dvostrukog konusa (vanjski je 1 : 5, a unutarnji je 1 : 10).

63

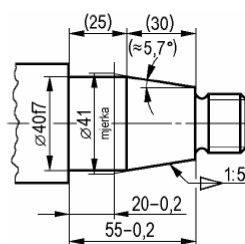
© Copyright by M. Kijajin



Slika 9.65.



Slika 9.66.



Slika 9.67.

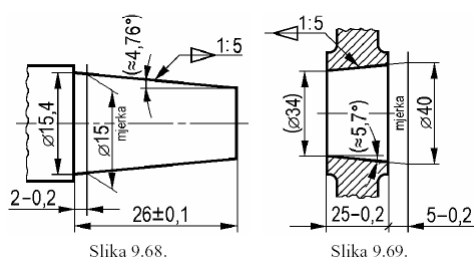
64

© Copyright by M. Kijajin

- Provjera konusa moguća je pozornijim mjerenjem. Za to je potrebno da se veći promjer mjerke (kalibra) ucrtava na crtež tankom punom crtom na odgovarajućem razmaku od referentnog ruba s toleriranom izmjerom (izmjera 20-0,2 na slici 9.67. i izmjera 5-0,2 na slici 9.69.), ali izvan konusa.
- Slično treba napraviti i kod slučaja da se promjer mjerke (kalibra) ucrtava unutar konusa tankom punom crtom na odgovarajućem razmaku od referentnog ruba s toleriranom izmjerom (izmjera 2-0,2 na slici 9.68.).

65

© Copyright by M. Kljajin



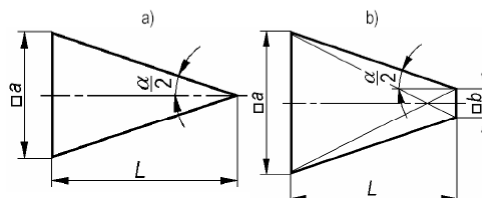
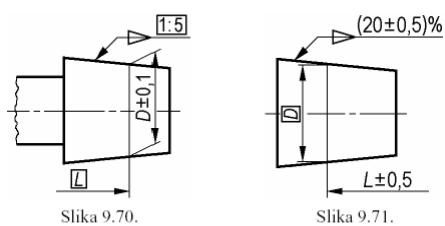
66

© Copyright by M. Kljajin

- Metoda jediničnog konusa ograničava odstupanje konusa od geometrijski idealnog oblika. Tolerancije promatranog konusa moraju se zadržati unutar graničnog profila. Područje tolerancije određeno je tolerancijom promjera ili izmjere koja određuje presjek na kojem je odabran promjer.
- U toleriranu izmjeru ulaze teorijske izmjere, koje su prikazane uokvirene (slika 9.70.). Metoda toleriranog kuta konusa daje toleranciju izmjere samo za jedan presjek.
- Položaj presjeka je određen, a odstupanje koničnog suženja dato je izravno preko njegove tolerancije (slika 9.71.).

67

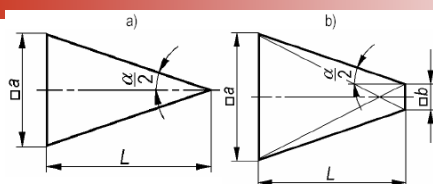
© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.72. Piramida (a) i krnja piramida (b)

68

© Copyright by M. Kljajin



Slika 9.72. Piramida (a) i krnja piramida (b)

Suženje, vršni kut i nagib (prema DIN 406 T2) određuju se na sljedeće načine:

$$\frac{1}{x} = \frac{a}{L} - \text{suženje za piramidu (prema slici 9.72.a),}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{a-b}{L} - \text{suženje za krnju piramidu (prema slici 9.72.b),}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2L} - \text{polovina vršnog kuta za piramidu (prema slici 9.72.a),}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{a-b}{2L} - \text{polovina vršnog kuta za krnju piramidu (prema slici 9.72.b),}$$

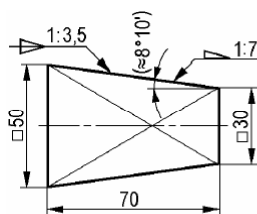
$$\frac{1}{2x} = \frac{a}{2L} - \text{nagib za piramidu (prema slici 9.72.a),}$$

$$\frac{1}{2x} = \frac{a-b}{2L} - \text{nagib za krnju piramidu (prema slici 9.72.b).}$$

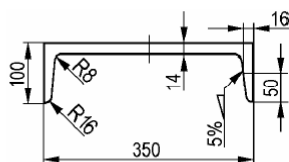
69

© Copyright by M. Kljajin

- U crtežima se suženje i nagib predočavaju izvodnicama, a osim brojčane vrijednosti (omjera) stavlja se i oznaka suženja, odnosno nagiba (slika 9.73.). Kut nagiba stavlja se u zagrade.



Slika 9.73.

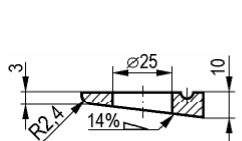


Slika 9.74. Profil U 350 prema DIN 1026

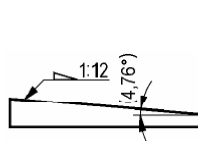
70

© Copyright by M. Kljajin

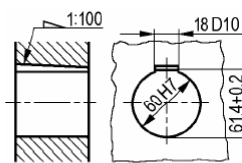
- U nekim se slučajevima nagib daje u postotku s obzirom na referentnu ravnu plohu (slike 9.74. i 9.75.). Na slici 9.76. dan je primjer označavanja nagiba kod klina, a na slici 9.77. kod utora za klin.



Slika 9.75. I - podložna pločica prema DIN 435-25



Slika 9.76. Klin

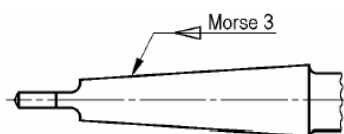


Slika 9.77. Utor za klin

71

© Copyright by M. Kljajin

- Radi praktičnosti primjene velik broj konusa je normiran kako je pokazano u tablici 9.1. Posebno se to odnosi na Morseove konuse kao konične izdanke na alatima i prihvatne konične uvrte, odnosno provrte na vretenima alatnih strojeva.
- Ako se radi o Morseovom konusu tada se koristi pojednostavnjeno kotiranje prema DIN ISO 3040 prikazano na slici 9.78.



Slika 9.78. Morseov konus

72

© Copyright by M. Kljajin

Tablica 9.1 Normirani konusi prema DIN ISO 3040

Konus C	$\alpha/2$	Primjeri primjene
1 : 50	34' 23"	Konični zaticij, konični cijevni navoj
1 : 30	57' 17"	Provrti natičnih razvrtača i upuštača
1 : 19,212	1° 29' 27"	Morse – konus 0
1 : 20,047	1° 25' 43"	Morse – konus 1
1 : 20,020	1° 25' 50"	Morse – konus 2
1 : 19,922	1° 26' 16"	Morse – konus 3
1 : 19,254	1° 29' 15"	Morse – konus 4
1 : 19,002	1° 30' 26"	Morse – konus 5
1 : 19,180	1° 29' 36"	Morse – konus 6
1 : 20	1° 25' 56"	Metrički konus. Vretena alata i strojeva, fini konični navoj naprava za lemljenje
1 : 15	1° 54' 33"	Stapajice lokomotiva, glavine brodskih vijaka
1 : 12	2° 23' 9"	Valjni ležajji, konusi na polugama čekića za bušenje
1 : 10	2° 51' 45"	Svomjaci spojki, dijelovi opterećeni uzdužno i poprečno i na savijanje i torziju
1 : 6	4° 45' 49"	Vranj slavine, svornjak križne glave lokomotive, glodala za ukovnje
1 : 5	5° 42' 38"	Tarne spojke, lakorastavljivi dijelovi opterećeni poprečno i na torziju
1 : 4	7° 7' 30"	Alatni strojevi, konični navoj u tehnici dubokog bušenja i u rudarstvu
1 : 3	9° 27' 44"	Stapajica i križna glava brodskih strojeva, alati na komprimirani zrak
1 : 0,866	30°	Točkala, centrirni uvrta, upušteni vijci, lečaste zakovice, skošenja vijaka
1 : 0,500	45°	Konus ventila, upušteni vijci za drvo, upuštene zakovice, točkala
1 : 0,289	60°	Zaštitno skošenje centrirnih uvrta, skošenja provrta matica
1 : 0,134	75°	Upuštene zakovice, lečaste upuštene zakovice

Završetak