

UNIVERZITET U NOVOM SADU POLJOPRIVREDNI FAKULTET







INŽENJERSKE KOMUNIKACIJE

Prof. dr Radojka Gligorić



UNIVERZITET U NOVOM SADU POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Novi Sad, 2020.



EDICIJA "OSNOVNI UDŽBENIK"

Osnivač i izdavač Edicije:

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu Trg Dositeja Obradovića 8 21000 Novi Sad

Godina osnivanja:

1954.

Glavni i odgovorni urednik Edicije:

Dr Nedeljko Tica, redovni profesor, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Članovi Komisije za izdavačku delatnost:

Dr Ljiljana Nešić, vanredni profesor Dr Branislav Vlahović, redovni profesor Dr Milica Rajić, redovni profesor Dr Nada Plavša, vanredni profesor

Udžbenik odobren odlukom Nastavno-naučnog veća Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu od 2020. god. Sva prava zadržava izdavač.

CIP - Каталогизација у публикацији Библиотеке Матице српске, Нови Сад

514.18(075.8) 004.42AutoCAD(075.8) 004.925.8

ГЛИГОРИЋ, Радојка, 1949-

Inženjerske komunikacije / Radojka Gligorić. - Novi Sad : Poljoprivredni fakultet, 2020 (Novi Sad : Perins inženjering). - 351 str. : ilustr. ; 30 cm. - (Edicija Osnovni udžbenik)

Tiraž 20. - Bibliografija.

ISBN 978-86-7520-510-4

а) Нацртна геометрија б) Апликативни програм "AutoCAD" в) Конструкције -- Пројектовање - Примена рачунара

COBISS.SR-ID 26818313

Autor:

Dr Radojka Gligorić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Glavni i odgovorni urednik:

Dr Nedeljko Tica, redovni profesor, Dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Urednik:

Dr Milan Tomić, redovni profesor, direktor Departmana za poljoprivrednu tehniku

Tehnički urednik:

Dr Milan Tomić, redovni rofesor, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Izrada crteža i unos teksta:

Dr Radojka Gligorić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Lektor: Aleksandra Kostić, profesor srpske književnosti i jezika

Recenzenti:

Dr Slobodan Navalušić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu

Dr Mirko Simikić, vanredni profesor, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Izdavač: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

Zabranjeno preštampavanje i fotokopiranje. Sva prava zadržava izdavač.

Štampanje odobrio: Komisija za izdavačku delatnost Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu

Tiraž:

20 komada

Mesto i godina izdavanja: Novi Sad, 2020. god.

PREDGOVOR

Knjiga INŽENJERSKE KOMUNIKACIJE je osnovni udžbenik, prevenstveno namenjena studentima prve godine Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu studijskog akademskog programa Poljoprivredna tehnika, kao i svima onima koji se na bilo koji način bave izradom i korišćenjem konstrukcione i projektne tehničke dokumentacije. Sadržaj i obim udžbenika usklađen je sa nastavnim planom i programom predmeta "Inženjerske komunikacije".

U kratkim crtama dati su osnovni elementi nacrtne geometrije tačke i prave. Pravila tehničkog crtanja detaljno su objašnjena i pokazana na primerima. Ukratko su dati osnovni elementi 2D i 3D crtanja primenom računara, tj. AutoCAD-a. Knjiga sadrži brojne crteže, koji uz minimalno potreban tekst, sistematično i pregledno uvode studente u ovu oblast.

Udžbenik je napisan tako da može da posluži za samostalno učenje ove discipline. Ukazano je na česte greške koje početnici prave pri izradi crteža. Na kraju udžbenika dati su zadaci (grafički radovi) kroz koje studenti treba da provežbaju i utvrde celokupno gradivo.

Knjiga se bazira na evropskim i međunarodnim propisima i preporukama naših nacionalnih standarda. Uobičajeno je da se navode oznake standarda kojima su definisna pravila tehničkog crtanja i inženjerskih grafičkih komunikacija. Međutim, naša nacionalna standardizacija je neuređena oblast. Institut za standardizaciju Republike Srbije, koji je zadužen za ovu oblast, povukao je van upotrebe većinu naših nacionalnih standarda sa oznakama SRPS i SRPS ISO, a nije usvojio sve nove sa oznakama SRPS EN (evropske standarde). Iz tog razloga u ovom udžbeniku, uglavnom su izostavljene oznake standarda ili su korišćene pređašnje oznake za materijale, mašinske elemente i sl. jer nove po evropskim standardima nisu kod nas do kraja usvojene i definisane.

Autor se zahvaljuje na ukazanim greškama i propustima.

Novi Sad, 15.08.2020. god.

Autor

SADRŽAJ

1. ZADATAK I ZNAČAJ INŽENJERSKIH GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA	1
2. OSNOVNI ELEMENTI NACRTNE GEOMETRIJE	2
2.1. PROJICIRANJE	2
2.2. OKTANTI	4
2.3. ORTOGONALNE PROJEKCIJE TAČKE	6
2.3.1. Specijalni položaji tačke	8
2.4. ORTOGONALNE PROJEKCIJE PRAVE (DUŽI)	11
2.4.1. Specijalni položaji prave	12
2.4.2. Uzajamni odnos dve prave	13
2.4.3. Tačka na pravoj	14
2.4.4. Prodori prave kroz projekcijske ravni	14
2.4.5. Vidljivost projekcija prave	16
2.4.6. Određivanje oktanata kroz koje prava prolazi	17
3. UVODNO RAZMATRANJE	21
3.1. PRIBOR ZA CRTANJE	21
3.1.1. Klasičan pribor za crtanje	21
3.1.2. Računar kao pribor (alat) za crtanje	23
3.2. FORMATI I SAVIJANJE CRTEŽA	24
3.3. ZAGLAVLJA	25
4. OPŠTI STANDARDI U TEHNIČKOM CRTANJU	30
4.1. TEHNIČKO PISMO	30
4.2. VRSTE LINIJA	32
4.2.1. Prioritet crtanja linija	37
4.2.2. Pokazne linije	37
4.3. KRIVE LINIJE	38
4.3.1. Kružnica (krug)	38
4.3.2. Elipsa	39
4.3.3. Zavojnica	40
4.3.4. Cikloida	41
4.3.5. Evolventa	41
4.3.6. Proizvoljne krive linije	42
4.4. RAZMERE	43
4.5. VRSTE CRTEŽA	44
5. AKSONOMETRIJSKI CRTEŽI	46
5.1.ORTOGONALNA AKSONOMETRIJA	46
5.2. KOSA AKSONOMETRIJA (KOSA PROJEKCIJA)	46
5.3. CRTANJE KRUŻNIH POVRŚINA NA AKSONOMETRIJSKOM CRTEŻU	48

5.4. POSTUPAK IZRADE AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA	50
5.5. PREDNOSTI I NEDOSTACI AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA	54
5.6. IZBOR METODA AKSONOMETRIJE	55
6. ORTOGONALNI CRTEŽI	57
6.1. POSTUPAK DOBIJANJA ORTOGONALNOG CRTEŽA	57
6.2. RASPORED PROJEKCIJA (POGLEDA)	60
6.2.1. Evropski raspored projekcija	60
6.2.2. Američki raspored projekcija	61
6.3. POVEZANOST ORTOGONALNIH PROJEKCIJA	63
6.4. DOVOLJAN BROJ PROJEKCIJA	63
6.5. KARAKTERISTIKE GLAVNOG "A" POGLEDA	65
6.6. SPECIJALNI ORTOGONALNI POGLEDI	67
6.7. UPROŠĆENJA NA ORTOGONALNOM CRTEŽU	68
6.8. PREDNOSTI I NEDOSTATCI ORTOGONALNOG CRTEŽA	71
6.9. POVEZANOST ORTOGONALNOG I AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA	71
6.9.1. Kosa projekcija tačke	71
6.9.2. Kosa projekcija prave	72
6.9.3. Kosa projekcija tela	72
6.9.4. Aksonometrijska projekcija tela	73
7. PRESECI NA ORTOGONALNIM CRTEŽIMA	76
7.1. VRSTE PRESEKA	76
7.1.1. Potpun uzdužni presek	77
7.1.2. Potpun poprečni presek	80
7.1.3. Polovičan (četvrt) presek	81
7.1.4. Delimičan presek	83
7.1.5. Kombinovan četvrt i delimičan presek	84
7.1.6. Stepenast (izlomljen) presek	86
7.1.7. Zarotiran presek	87
7.1.8. Okrenut presek	89
7.1.9. Mestimičan presek (razrez)	91
7.1.10. Kombinovani preseci	92
7.2. PRESEK VIŠE DELOVA U SKLOPU	92
8. KOTIRANJE (DIMENZIONISANJE)	94
8.1. OSNOVNI ELEMENTI KOTIRANJA	94
8.2. OSNOVNA PRAVILA KOTIRANJA	98
8.2.1. Kotiranje kružnih površina	100
8.2.2. Kotiranje kugle (sfere)	102
8.2.3. Kotiranje položaja kružnih površina	102
8.3. DODATNE OZNAKE ISPRED KOTNIH BROJEVA	103

8.4. KOTIRANJE OBORENIH IVICA (ZAKOŠENJA)	104
8.5. KOTIRANJE NAGIBA, KONUSA I SUŽENJA	105
8.6. NAČINI KOTIRANJA	106
8.6.1. Redno kotiranje	106
8.6.2. Paralelno kotiranje	106
8.6.3. Kombinovano kotiranje	108
8.7. UPROŠĆENJA PRI KOTIRANJU	108
8.8. OPŠTI PRINCIPI KOTIRANJA	112
8.9. KOTIRANJE AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA	116
9. ČITANJE ORTOGONALNIH CRTEŽA	117
9.1. METODA RASČLANJAVANJA NA SASTAVNE POVRŠINE	117
9.2. METODA ODSECANJA OD OSNOVNOG TELA	118
9.3. KOMBINOVANA METODA	119
10. CRTANJE MAŠINSKIH ELEMENATA	122
10.1. ZAVRTNJI	122
10.1.1. Crtanje zavojnica	122
10.1.2. Konstrucioni oblici zavrtnja	126
10.2. ELEMENTI ZA OSIGURANJE	133
10.3. KLINOVI	138
10.4. OPRUGE	139
10.5. ZAVARENI SASTAVCI	141
10.6. ZUPČASTI PRENOSNICI	144
10.7. LANČANI PRENOSNICI	154
10.8. KAIŠNI (REMENI) PRENOSNICI	157
10.9. LEŽAJI, LEŽIŠTA I KUĆIŠTA	158
10.10. SPOJNICE	163
11. OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI	166
12. TOLERANCIJE MERA	172
12.1. TOLERANCIJE OSOVINE (SPOLJAŠNJE MERE)	172
12.2. TOLERANCIJE RUPE (UNUTRAŠNJE MERE)	174
12.3. VREDNOSTI TOLERANCIJA	175
12.4. TOLERANCIJSKA POLJA	176
12.5. TOLERANCIJE NALEGANJA	177
12.5.1. Labavo naleganje	178
12.5.2. Čvrsto naleganje	178
12.5.3. Neizvesno naleganje	178
12.6. SISTEMI NALEGANJA	179
12.6.1. Sistem zajedničke rupe (ZR)	179
12.6.2. Sistem zajedničke osovine (ZO)	180

	12.7. OZNAČAVANJE TOLERANCIJA NALEGANJA	182
	12.8. OZNAČAVANJE TOLERANCIJA MERA NA CRTEŽIMA	184
	12.9. TOLERANCIJE SLOBODNIH MERA	187
13.	TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA	201
	13.1. SIMBOLI ZA TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA	202
	13.2. NAČINI OZNAČAVANJA TOLERANCIJA OBLIKA I POLOŽAJA	203
	13.3. ZNAČENJA SIMBOLA TOLERANCIJA	204
	13.4. TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA SLOBODNIH MERA	210
	13.5. UZAJAMNA VEZA IZMEĐU TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA I TOLERANCIJE	210
	MERA	
14.	SKLOPNI CRTEŽI	211
15.	RADIONIČKI CRTEŽI	217
16.	ŠEMATSKI CRTEŽI	223
	16.1. VRSTE ŠEMATSKIH CRTEŽA	235
17.	SNIMANJE I CRTANJE OŠTEĆENOG PREDMETA	242
18.	PRIMENA RAČUNARA ZA TEHNIČKO CRTANJE	245
	18.1. RADNO OKRUŽENJE AUTOCAD-A	245
	18.2. OSNOVNI ELEMENTI DVODIMENZIONALNOG (2D) CRTANJA	252
	18.2.1. Definisanje debljina i vrsta linija i slojeva (Layer)	254
	18.2.2. Kreiranje isprekidanih linija (Scale factor)	256
	18.2.3. Selektovanje nacrtanih elemenata (objekata)	256
	18.2.4. Opcija Properties	257
	18.2.5. Crtanje konstrukcionih beskonačnih linija (Xline-Construction line)	257
	18.2.6. Crtanje kombinovanih (izlomljenih) linija (Polyline)	258
	18.2.7. Crtanje pravilnih poligona (Polygon)	258
	18.2.8. Crtanje pravougaonika i kvadrata (Rectangle)	259
	18.2.9. Crtanje lukova (Arc)	259
	18.2.10. Crtanje kružnice (Circle)	260
	18.2.11. Crtanje slobodoručnih linija (Revision Cloud)	260
	18.2.12. Crtanje krivih linija (Spline)	261
	18.2.13. Crtanje elipse (Ellipse)	261
	18.2.14. Crtanje tačke (Point)	261
	18.2.15. Šrafiranje (Hatch)	262
	18.2.16. Pravljenje objekata (Region)	263
	18.2.17. Crtanje tabela (Table)	263
	18.2.18. Pisanje teksta (Text)	264
	18.3. OSNOVNI ELEMENTI MODIFIKOVANJA (Modify)	265
	18.3.1. Brisanje delova crteža (Erase)	265

18.3.2. Kopiranje elemenata (Copy)	265
18.3.3. Kopiranje u odnosu na osu kao u ogledalu (Mirror)	266
18.3.4. Paralelno kopiranje na određenom rastojanju (Offset)	266
18.3.5. Kopiranje niza istovetnih objekata (Array)	267
18.3.6. Premeštanje nacrtanog (Move)	269
18.3.7. Rotiranje nacrtanog (Rotate)	269
18.3.8. Promena veličine nacrtanog dela (Scale)	269
18.3.9. Odsecanje (Trim)	270
18.3.10. Produžavanje linija i lukova (Extend)	270
18.3.11. Prekid u jednoj tački (Break at Point)	271
18.3.12. Prekid na određenom rastojanju (Break)	271
18.3.13. Obaranje oštrih ivica (Chamfer)	271
18.3.14. Povezivanje dva elementa lukom (Fillet)	272
18.3.15. Rastavljanje nacrtanog na elementarne delove (Explode)	272
18.3.16. Primer crtanja 2D crteža	273
18.4. DIMENZIONISANJE (KOTIRANJE)	276
18.4.1. Komande za kotiranje	278
18.5. ŠTAMPANJE	281
18.5.1. Priprema crteža za štampanje iz papirnog oblika (Leyouta-a)	281
18.5.2. Priprema crteža za štampanje iz Modela	286
18.5.3. Priprema crteža za "uvlačenje" u drugi softver	289
18.6. OSNOVNI ELEMENTI TRODIMENZIONALNOG (3D) CRTANJA I	292
MODELIRANJA	
18.6.1. Palete sa osnovnim alatima za crtanje i prikazivanje predmeta u	292
prostoru	
18.6.2. Crtanje trodimenzionalnih površinskih modela	295
18.6.3. Crtanje solid modela	297
18.6.4. Modifikacije nacrtanih solida	301
18.7. REZIME OSNOVNIH ALATA AutoCAD-a	306
19. VEŽBE I ZADACI	310
LITERATURA	351

1. ZADATAK I ZNAČAJ INŽENJERSKIH GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

Inženjerske grafičke komunikacije predstavljaju spoj nacrtne geometrije i tehničkog crtanja uz primenu računara i odgovarajućih softvera.

Stručna komunikacija među ljudima odvija se preko crteža, jednačina, grafikona, tabela sl. i stoga crteži treba da su precizni, jasni i jednoznačni. Svaka konstrukciona zamisao i ideja, pre realizacije, prikazuje se i pojašnjava crtežima. Stoga je osnovni cilj nacrtne geometrije da izučava različite načine crtanja predmeta, odnosno da daje osnovu za izradu različitih vrsta crteža: po sadržini, načinu prikazivanja, mestu korišćenja i nameni.

Nacrtna geometrija je nauka koja izučava metode, principe i postupke crtanja predmeta. Ona predstavlja osnovu za izradu crteža i stručne dokumentacije iz svih oblasti ljudske delatnosti, a posebno tehničke: mašinstva, građevine, arhitekture, elektrotehnike, zatim slikarstva itd. S pravom se može reći da je nacrtna geometrija temelj i azbuka tehničkog crtanja.

Osim toga, zadatak nacrtne geometrije je i da nam razvija sposobnost grafičkog zamišljanja i mogućnosti da se predmeti "vide" u prostoru i da se zatim nacrtaju tako da ih na isti način vide i korisnici crteža.

Tehničko crtanje je naučna inženjerska disciplina koja **se bavi metodama prikazivanja predmeta** (delova mašina), sklopova, mašina i postrojenja na crtežu.

Tehničko crtanje predstavlja međunarodni tehnički jezik sporazumevanja, pošto su pravila, uz male razlike, zajednička i internacionalna. U tehničkom crtanju se koriste principi nacrtne geometrije.

Poznavanje tehničkog crtanja je neophodno onima koji se na bilo koji način bave mašinama i njihovim delovima, bilo da ih konstruišu, izrađuju, koriste ili održavaju.

Osnovni zadaci tehničkog crtanja, kao naučne discipline su:

- da predmete koji imaju tri dimenzije, na određen način, prikaže na crtežu (papiru), koji ima dve dimenzije;
- da crteži jasno, precizno i jednoznačno definišu predmete crtanja, od ideje do konstrukcionog rešenja;
- da omogući čitanje i korišćenje tehničke dokumentacije i
- da razvija osobine grafičkog zamišljanja predmeta u prostoru i na crtežu.

Osim toga, tehničko crtanje, kao naučna i obrazovna disciplina, ima zadatak da razvija i neke profesionalne osobine inženjera tehničkih struka, kao što su: upornost, doslednost, sistematičnost, strpljivost, tačnost, urednost, marljivost i ostale neophodne osobine za složene zadatke crtanja i korišćenja tehničke dokumentacije.

Znanje tehničkog crtanja neophodno je i za uspešno praćenje i proučavanje ostalih aplikativnih tehničkih i stručnih nastavni predmeta i disciplina.

2. OSNOVNI ELEMENTI NACRTNE GEOMETRIJE

Nacrtna geometrija je nauka koja se bavi teorijom grafičkog predstavljanja predmeta, zamisli i ideja, odnosno iznalaženjem načina da se predmet koji ima tri dimenzije predstavi na papiru sa dve dimenzije. **Nacrtna geometrija predstavlja osnovu tehničkog crtanja**, za izradu tehničke i ostale dokumentacije iz oblasti mašinstva, arhitekture, građevinarstva, saobraćaja, pejsažne arhitekture, melioracija itd.

2.1. PROJICIRANJE

Projiciranje je postupak dobijanja slike predmeta na papiru, odnosno postupak dobijanja crteža predmeta. Crtež (projekcija, slika predmeta) se dobija tako što se predmet crtanja "obavije" projekcijskim zracima (projekcijskim pravama) i tamo gde oni prodiru (probijaju) projekcijsku ravan (ravan crtanja, papir) dobija se slika predmeta, projekcija ili crtež. Projekcijski zraci mogu se seći u jednoj očnoj tački i mogu biti paralelni. Kada se projekcijski zraci seku u jednoj tački, veličina projekcije zavisi od udaljenosti projekcijske ravni od predmeta crtanja. Ovakav način projiciranja naziva se centralnim projiciranjem (sl. 2.1). Kada su projekcijski zraci međusobno paralelni (paralelno projiciranje) veličina projekcije ne zavisi od položaja projekcijskih ravni u odnosu na predmet crtanja (sl. 2.2).





projekcija (crtež)

SI. 2.1: Postupak dobijanja crteža: projekcijskiSI. 2.2: Paralelni projekcijski zraci -
paralelno projiciranjezraci se seku - centralno projiciranjeparalelno projiciranje

Paralelni projekcijski zraci mogu biti upravni (ortogonalni) na projekcijsku ravan (pod uglom od 90°) ili pod nekim proizvoljnim uglom (kosi). Bez obzira na ugao paralelnih projekcijskih zraka prema projekcijskoj ravni, dobijena projekcija se ne menja (sl. 2.3). Kada su projekcijski zraci upravni na ravan crtanja dobija se ortogonalna projekcija (sl. 2.4), a kada su pod proizvoljnim uglom kosa projekcija (sl. 2.3).

Predmet crtanja (površine i ivice predmeta) može biti različito postavljen u odnosu na projekcijsku ravan: pod proizvoljnim uglom, upravno na projekcijsku ravan ili paralelno sa projekcijskom ravni. Kada je duž AB (kao ivica predmeta) pod proizvoljnim uglom φ prema projekcijskoj ravni π , projekcija na ravan π je deformisana (kraća) od duži AB (sl. 2.4). Deformacija duži zavisi od vrednosti ugla φ , porastom vrednosti od 0 do 90° veća je i deformacija. Ako je duž AB upravna na ravan π , projekcija se maksimalno deformiše, odnosno projicira se kao tačka. Kada je duž AB paralelna sa ravni π njena projekcija predstavlja pravu nedeformisanu veličinu duži (AB=A'B').



SI. 2.3: Ortogonalni i kosi projekcijski zraci

SI. 2.4: Položaj predmeta crtanja u odnosu na projekcijsku ravan π

Kada se projekcijski zraci seku u jednoj tački dobija se slika predmeta u perspektivi (centralnoj projekciji) (sl. 2.5). Dobijena projekcija je deformisana slika predmeta (kocke). Stepen deformacije zavisi od međusobne udaljenosti tačke sečenja projekcijskih zraka, predmeta i projekcijske ravni i od položaja tačke sečenja projekcijskih zraka u odnosu na projekcijsku ravan. Ovaj način projiciranja koristi se u građevinarstvu i arhitekturi, dok u tehnici nema primenu.

Kada su projekcijski zraci upravni na projekcijske ravni i kada se na jednom pogledu vide ivice predmeta paralelne sa osom X, Y i Z dobija se ortogonalna aksonometrija (sl.2.6), a ako su projekcijski zraci paralelni i pod proizvoljnim uglom u odnosu na jednu projekcijsku ravan dobija se slika predmeta u kosoj projekciji (sl.2.7). Dobijeni crteži su deformisani u odnosu na predmet (kocku). Ortogonalna aksonometrija i kosa projekcija se koriste u tehnici.



SI. 2.5: Kocka - perspektiva



Korišćenjem paralelnih projekcijskih zraka pod uglom od 90° prema projekcijskoj ravni dobija se slika predmeta u ortogonalnoj projekciji. Takođe, i ortogonalna projekcija predmeta je deformisana u odnosu na predmet, jer samo površine predmeta koje su paralelne sa projekcijskim ravnima projiciraju se nedeformisano, odnosno vide se u pravoj veličini. Stoga se kod ortogonalnog projiciranja koriste više međusobno upravnih projekcijskih ravni koje su paralelne sa površinama predmeta. Na sl. 2.8 prikazane su dve ortogonalne projekcije kocke, na horizontalnu i vertikalnu projekcijsku ravan. Da bi se crtež sveo na dve dimenzije obara se horizontalna projekcijska ravan na dole, sve dok se ne dovede u vertikalnu projekcijsku ravan, a zajedno sa njom i projekcija. Ortogonalni crtež kocke bi imao dve ortogonalne projekcije, koje u stvari predstavljaju pogled odozgo (upravno na horizontalnu projekcijsku ravan – prva projekcija) i pogled spreda (upravno na vertikalnu

projekcijsku ravan – druga projekcija). Ortogonalne projekcije predstavljaju osnovni način crtanja u tehnici.

Ako se tačkama (temenima) kocke na prvoj projekciji daju vrednosti vertikalnih odstojanja od horizontalne projekcijske ravni (kote) dobija se kotirana projekcija (sl. 2.9). Kotirana projekcija koristi se za prikazivanje zemljišta, puteva, kanala, velikih pejzažnih prostora itd.





SI. 2.8: Kocka u paru ortogonalnih projekcija

SI. 2.9: Kotirana projekcija kocke

2.2. OKTANTI

Bez obzira na to koji se projekcijski zraci pri crtanju koriste, kakav je predmet crtanja i koju vrstu crteža crtamo, predmet se pre crtanja zamišljeno postavi u jedan od oktanata.

Oktanti predstavljaju prostor omeđen sa tri međusobno upravne projekcijske ravni: horizontalnom, vertikalnom i profilnom. Označavaju se sa:

H - horizontalna (horizontalnica) ili prva projekcijska ravan ili ravan π_1 ,

V(F) - vertikalna (vertikalnica), frontalna (frontalnica) ili druga projekcijska ravan ili ravan $\pi_2\,i$

P - profilna (profilnica) ili treća projekcijska ravan ili ravan π_3 .

Ove tri projekcijske ravni dele prostor na osam oktanata i seku se po osama X, Y, Z u koordinatnom početku u tački 0, koje su međusobno upravne (sl. 2.10). Ose mogu biti pozitivnog i negativnog usmerenja. Granica preznaka osa je tačka 0. Horizontalna projekcijska ravan (H) određena je osama X, Y, vertikalna (V) sa X, Z, a profilna (P) sa Y, Z ili kratko zapisano: H(X;Y), F(X;Z), P(Y;Z). Oktanti su definisani sledećim osama: I(X;Y;Z) II(X;-Y;Z) III(X;-Y;-Z) IV(X;Y;-Z) V(-X;Y;Z) VI(-X;-Y;Z) VII(-X;-Y;-Z) i VIII(-X;Y;-Z).

Oktanti I, II, V i VI su gornji oktanti (nalaze se iznad H); III, IV, VII i VIII donji; I, IV, V i VIII su prednji (ispred V); II, III, VI i VII su zadnji; I, II, III i IV su desni (desno su od P) i V, VI, VII i VIII su levi oktanti.

Da bi crtanje predmeta u ovako omeđenom prostoru bilo jednostavnije, odnosno da bi se prostor sveo na jednu ravan, tj. ravan papira, sve tri projekcijske ravni dovode se na jednu ravan tako što se obaraju H i P ravni na V projekcijsku ravan. To znači da je V ravan, ravan crtanja. Horizontalna projekcijska ravan rotira se oko X ose sa prednjim krajem na dole; profilna rotira oko Z ose sa prednjim delom na levu stranu za 90°. Smerovi rotacije su stvar dogovora. Pri tome osa Y se "cepa" na dva dela; jedan deo odlazi sa H, a drugi sa P ravni. Deo Y ose koji odlazi sa P ravni zove se Y° (Y oboreno). Nakon obaranja H i P ravni oktanti se crtaju kao na sl. 2.11.







Veličina projekcijskih ravni nije bitna (smatraće se da su projekcijske ravni beskonačne - krajnji obrisi se ne crtaju), te se oktanti nakon obaranja predstvaljaju sasvim pojednostavljeno, samo sa osama, kao na sl. 2.12. Pozitivno usmereni delovi osa su u pravcu strelica, a negativani na suprotnu stranu od koordinatnog početka 0, što važi i za Y°.



Predmet crtanja se postavlja u neki od osam oktanata. Crtež je, uglavnom, najpregledniji kada je predmet crtanja u l oktantu (sl. 2.13), međutim, može se postaviti i u bilo koji od osam oktanata.

Drugi oktant u prostoru i nakon obaranja ravni prikazan je na sl. 2.14. Sve tri projekcijske ravni nakon obaranja nalaze se na istom mestu, poklapaju se.



SI. 2.13: Prvi oktant u prostoru i nakon obaranja projekcijskih ravni



SI. 2.14: Drugi oktant u prostoru i nakon obaranja projekcijskih ravni

2.3. ORTOGONALNE PROJEKCIJE TAČKE

Tačka je elementarni deo prave, površine i tela. Obeležavaće se velikim slovima A, B, C... ili arapskim brojevima 1, 2, 3... Ortogonalne projekcije tačke dobijaju se korišćenjem projekcijskih prava (projekcijskih zraka): AA', AA'', AA'', koje su upravne (ortogonalne) na projekcijske ravni: H, V i P (sl. 2.15). Tačke prodora (prodori) projekcijskih prava kroz projekcijske ravni daju projekcije tačke i to:

A' - prodor projekcijske prave kroz H ili prva projekcija tačke A,

A" - prodor projekcijske prave kroz V ili druga projekcija tačke A i

A''' - prodor projekcijske prave kroz P ili treća projekcija tačke A.

Oznaka A' se čita kao "A prim", A" kao "A sekund" i A" kao "A terca". Prva projekcija A' prave A leži na H ravni, druga A" na V, a treća A" na P ravni.

Na sl.2.15. prikazane su ortogonalne projekcije tačke u I oktantu. Položaj tačke A u odnosu na projekcijske ravni određen je koordinatama x, y i z, što će se u daljem tekstu pisati kao A(x;y;z). Koordinate tačke A predstavljaju:

x - rastojanje tačke A od P ravni,

y - rastojanje tačke A od V ravni i

z - rastojanje tačke A od H ravni.

Prvu projekciju A' tačke A, određuju koordinate x, y, drugu projekciju A'' x, z i treću projekciju A''' y, z ili kratko zapisano: A'(x;y), A''(x;z) i A'''(y;z).

Pri obaranju projekcijskih ravni obaraju se i projekcije tačke A kao i projekcijski zraci, tako da je tačka predstavljena sa svoje tri projekcije A', A" i A" (sl. 2.15). Deo projekcijskog zraka, od tačke do njene projekcije, naziva se sponom, i to:

A'A" - vertikalna spona,

A"A" - horizontalna spona i

A'A'" - izlomljena spona.

Može se zaključiti da se:

A' i A" nalaze uvek na zajedničkoj vertikalnoj sponi,

A" i A" nalaze uvek na zajedničkoj horizontalnoj sponi i

A' i A''' nalaze uvek na zajedničkoj izlomljenoj sponi.

Treća projekcija A'' dobija se na osnovu poznatih dveju projekcija A' i A'' pošto je određena koordinatama y i z, koje su već sadržane u tim projekcijama. Na jedan od prikazanih načina, na sl. 2.16 (šestarom, ili trouglom pod uglom od 45°) prenese se koordinata y na osu Y° na levu stranu pošto je y koordinata u I oktantu pozitivno usmerena.

U preseku izlomljene spone iz prve projekcije A' (u pravcu strelice) i horizontalne spone iz druge projekcije A'', dobija se treća projekcija A'''.

Za jednoznačno definisanje tačke u prostoru dovoljne su bilo koje dve projekcije. Koristi se prva i druga projekcija koje se nazivaju par ortogonalnih projekcija ili pogleda.





SI. 2.15: Ortogonalne projekcije tačke A u I oktantu u prostoru



Šematski prikaz dobijanja ortogonalnih projekcija tačke, bez obzira na to u kojem se oktantu nalazi, dat je na sl. 2.17.



Kao što je već rečeno tačka se može postaviti u bilo koji od osam oktanata. Na sl. 2.18. prikazana je tačka A u II oktantu. Koordinate x i z su pozitivne, a koordinata y je negativna, odnosno šematski dato A(x;-y;z). Nakon obaranja projekcijskih ravni sve tri projekcije tačke A su u istom kvadrantu, gornjem desnom. Pošto je y koordinata negativnog predznaka obara se na desnu stranu u pravcu -Y°, što pokazuje strelica i u preseku ove izlomljene spone iz A' i horizontalne iz A" dobija se treća projekcija A''' tačke A.



SI. 2.18: Ortogonalne projekcije tačke A u II oktantu u prostoru i nakon obaranja projekcijskih ravni

Prema šemi sa sl. 2.17 na osnovu poznatih vrednosti i predznaka koordinata x, y i z po istom principu bi se odredile projekcije tačaka i u ostalim oktantima. Koordinate tačke A u svih osam oktanata su:

I - A(x;y;z)	II - A(x;-y;z)	III – A(x;-y;-z)	IV – A(x;y;-z)
V - A(-x;y;z)	VI – A(-x;-y;z)	VII – A(-x;-y;-z)	VIII – A(-x;y;-z).

2.3.1. Specijalni položaji tačke

Tačka je u specijalnom položaju u prostoru ako se nalazi na nekoj od projekcijskih ravni ili na nekoj od osa. Neki od specijalnih položaja tačke dati su na sl. 2.19 i to:

A na H (leži na H) između I i IV oktanta,

B na V (leži na V) između I i II oktanta,

C na P (leži na P) između I i V oktanta,

D na X osi između I, II, III i IV oktanta,

E na Y osi između I, IV, V i VIII oktanta i

F na Z osi između I, II, V i VI oktanta.



SI. 2.19: Specijalni položaji tačaka

Zadatak 2.1.

a) 0(7;8). Crtati na A4 formatu. Položaj koordinatnog početka 0(x;y) računati od gornjeg levog ugla papira i to x horizontalno (x=7 cm), a y vertikalno na dole (y=8 cm). Ovo važi za sve buduće primere i zadatke. Ugao Y ose je 30° bez srkaćenja (1:1). Veličina ravni u oktantu je 4,5 cm po svakoj osi. Nacrtati tri ortogonalne projekcije zadatih tačaka u prostoru i napisati u kojem se oktantu nalaze: A(-2;1;1); B(3;-2;-2); C(-3;2;-3); D(-0,5;-2,5;3); E je 2,5 cm desno od P ravni, 2,5 cm ispred V ravni i 3,5 cm ispod H ravni; F je 3,5 levo od P ravni, 3,5 cm iza V ravni i 1,5 cm ispod H ravni; G je na V ravni 1 cm desno od P ravni i 1,5 cm iznad H ravni; tačka H je na Z osi 3,5 cm iznad H; tačka I je na P ravni 3 cm iza V ravni i 4 cm iznad H ravni i 1,5 cm ispred V ravni 4 cm levo od P ravni i 1,5 cm ispred V ravni.

b) 0(7;20). Za tačke iz prethodnog zadatka nacrtati tri ortogonalne projekcije nakon obaranja projekcijskih ravni.

Tačka A je u V, B u III, C u VIII i tačka D u VI oktantu (sl. 2.20), što se zaključuje na osnovu zadatih koordinata. Pošto je tačka E 2,5 cm desno od P ravni znači koordinata x=2,5

cm; ispred V ravni je 2,5 cm znači da je koordinata y=2,5 cm; ispod H ravni je 3,5 cm što znači da je koordinata z=-3,5 cm. Znači da je tačka E definisana koordinatama E(2,5;2,5;-3,5) i nalazi se u IV oktantu. Na isti način dolazi se do koordinata ostalih tačaka. Tačka F je određena sa F(-3,5;-3,5;-1,5) i nalazi se u VII oktantu. Tačka G je na V ravni između I i II oktanta pošto ima koordinate G(1;0;1,5). Tačka H sa koordinatama H(0;0;3,5) je na z osi između I, II, V i VI oktanta. Tačka I je na P ravni između II i VI oktanta pošto ima koordinatama J(-4;1,5;0) je na H ravni između V i VIII oktanta.

Projekcije zadatih tačaka nakon obaranja prikazane su na sl. 2.21.



SI. 2.20: Otogonalne projekcije tačaka u prostoru (Zadatak 2.1,a.)

Zadatak 2.2.

0(6;6). Data je tačka A(1,5;2;1). Nacrtati sve tri projekcije tačaka koje su joj ortogonalno simetrične u odnosu na H, V i P projekcijsku ravan.

Ortogonalno simetrična tačka A_H u odnosu na tačku A je ona tačka koja se nalazi na projekcijskom zraku koji prolazi kroz tačku A i koji je upravan (ortogonalan) na ravan H, na suprotnoj strani od tačke A i na istom rastojanju od ravni H. To se isto odnosi i na tačke simetrične u odnosu na ravni V i P. Koordinate ortogonalno simetričnih tačaka su: $A_H(1,5;2;-1)$, $A_V(1,5;-2;1)$ i $A_P(-1,5;2;1)$ (sl. 2.22).



SI. 2.21: Otogonalne projekcije tačaka nakon obaranja projekcijskih ravni (Zadatak 2.1,b.)

Zadatak 2.3.

Nacrati sve tri projekcije trougla koji je zadat tačkama A(0,5;1;1), B(3,5;2,5;0,5) i C(2,5;0,5;2,5) ako se ravan P prvo obori oko Y ose na levu stranu za 90°, te zajedno sa H ravni oko X ose na dole, tako da se poklope sa ravni V.

Pri ovakvom "nestandardnom" obaranju ravni P osa Z se "cepa" (a ne osa Y) te jedan deo ostaje sa vertikalnom ravni, a drugi deo Z° je u pravcu –X. Sada se prva i treća projekcija nalaze na horizontalnim sponama, a druga i treća na izlomljenim (sl. 2.23).



SI. 2.22: Ortogonalno simetrične tačke (Zadatak 2.2.)

SI. 2.23: Obaranje P na H ravan, te zajedno na V ravan (Zadatak 2.3.)

Zadatak 2.4.

0(9;9). Nacrtati sve tri ortogonalne projekcije tačaka: A(2;1;1); B(3,5;-1;-2,5); C(5;-3;4); D koja je u IV oktantu 2 cm udaljena od P ravni, 2 cm od V ravni i 2 cm od H ravni; E koja je u V oktantu 2 cm udaljena od H ravni, 1 cm od V ravni i 2 cm od P ravni; G koja je 5 cm levo od P ravni, 1,5 cm iza V ravni i 4,5 cm iznad H ravni; I koja je 2 cm ispod H ravni, 4,5 cm iza V ravni i 6,5 cm levo od P ravni; J koja je 3 cm ispod H ravni, 1 cm ispred V ravni i 6 cm levo do P ravni; K koja je na H ravni, 2 cm ispred V ravni i 2 cm levo od P ravni; L koja je na V ravni, 3,5 cm iznad H ravni i 3,5 cm desno od P ravni; M koja je na P ravni, 5 cm iza V ravni i 6 cm iznad H ravni; N koja je na X osi 4 cm levo od P ravni; R koja je na Y osi 4,5 cm ispred V ravni i S koja je na Z osi na 4 cm iznad H ravni.

2.4. ORTOGONALNE PROJEKCIJE PRAVE (DUŽI)

Pravu čine niz uzastopnih tačaka na istom pravcu. Potpuno je određena dvema tačkama. Prava se označava malim slovima latinice: a, b, c... Ako je prava a data dvema tačkama A i B kroz koje prolazi, tada će se projekcije prave a nalaziti na pravcu definisanom odgovarajućim istoimenim projekcijama tačaka A i B, odnosno a' je na A'B', a" je na A"B" i a'" je na A''B''' (sl. 2.24). Prava je jednoznačno određena dvema projekcijama (kao i tačka) te se koristi prva i druga, a treća po potrebi.



SI. 2.24: Projekcije prave a zadate tačkama AB u prostoru i nakon obaranja projekcijskih ravni

Ako se tačka C nalazi na pravoj a, tada se sve tri projekcije tačke C nalaze na odgovarajućim projekcijama prave a, odnosno C' je na a', C" je na a" i C" je na a'' (sl.2.25). Tačke E i D na sl.2.26 ne leže na pravoj a, bez obzira na to što se prva projekcija E' tačke E nalazi na a', jer, da bi tačka pripadala pravoj potrebno je da sve tri projekcije tačke leže na sve tri projekcije prave.





SI. 2.25: Tačka C na pravoj a

SI. 2.26: Tačke D i E ne leže na pravoj a

2.4.1. Specijalni položaji prave

Prava je u specijalnom položaju: ako se nalazi na nekoj od projekcijskih ravni, ako je sa nekom od njih paralelna, ako je upravna na projekcijsku ravan ili ako leži na nekoj od osa.

Na sl. 2.27 prikazana je prava b koja prolazi kroz tačke C i D, a paralelna je sa ravnima H i P. Ako je prava paralelna sa dvema, tada mora biti upravna na treću projekcijsku ravan. U ovom slučaju prava b je upravna na V, pošto je paralelna sa H i P ravnima.

Kako je prava b paralelna sa H i P ravnima u prvoj i trećoj projekciji se vidi u pravoj veličini, a kako je upravna na V ravan, u drugoj projekciji se projicira kao tačka.

Kada prava c leži na horizontalnici (sl. 2.28), tada c" leži na osi X, a c" na osi Y°. Ugao između prve projekcije c' i X ose (φ_V) predstavlja pravu veličinu ugla koji prava c zaklapa sa V ravni. Prava veličina prave c je u c'.

Kada je prava d paralelna sa vertikalnicom, tada je d' paralelna sa X osom, a d''' paralelna sa Z osom (sl. 2.29). Prava d se projicira u pravoj veličini u drugoj projekciji. Pravu vrednost ugla φ_H prave d prema horizontalnici daju d'' i X osa.



SI. 2.27: Specijalni položaj prave b: b // sa H i P; b \perp V





SI. 2.28: Specijalni položaj prave c: leži na H, a sa V zaklapa ugao φ_V



2.4.2. Uzajamni odnos dve prave

Dve prave u prostoru mogu da se seku, da se mimoilaze ili da su paralelne.

Ako se prave a i b seku (nazivaju se i presečne prave), tada se tačka sečenja C u sve tri projekcije C', C" i C" poklapaju sa tačkom preseka projekcija prava i leže na istoj vertikalnoj, horizontalnoj i izlomljenoj sponi (sl. 2.30).

Dve prave se mimoilaze ako nemaju zajedničku presečnu tačku. Prave a i b sa sl. 2.31 se mimoilaze pošto se tačke preseka projekcija prava (tačke A i B) ne nalaze na istoj vertikalnoj sponi.

Kada se prave mimoilaze, jedna drugu zaklanjaju, pri čemu se jedna od njih ne vidi. Vidljivost mimoilaznih prava određuje se za svaku projekciju posebno.





SI. 2.30: Prave a i b se seku u tački C



Vidljivost u prvoj projekciji određuje se posmatranjem druge i obrnuto. Prave a i b u prvoj projekciji se seku u tački A'=B' (sl. 2.32). Prateći sponu do druge projekcije vidi se da je tačka A" koja je na pravoj a iznad tačke B" koja je na pravoj b. Kako se prva projekcija dobija posmatrajući prave odozgo (u pravcu strelice I), vidi se tačka A", pošto je bliža posmatraču, a zaklonjena je tačka B". S obzirom na to da je tačka A na pravoj a, tada će se a' videti, a b' neće (na tom mestu je b' "prekunuta"). Vidljivost prava u drugoj projekciji određuje se analiziranjem položaja tačaka C i D zato što se poklapaju u drugoj projekciji. Druga projekcija

se dobija kada se prave posmatraju spreda (u pravcu strelice II). Tačka D', koja je na pravoj b', bliža je posmatraču, te se u drugoj projekciji vidi, odnosno vidi se b", dok se a" i C" ne vide. Na tom mestu mestu je a" prekunuta.



SI. 2.32: Princip određivanja vidljivosti mimoilaznih prava

Dve prave su paralelne ako su im sve tri projekcije međusobno paralelne a'//b', a"//b" i a''' // b''' (sl. 2.33). Prave a i b sa sl.2.34 nisu paralelne pošto im nisu sve tri projekcije međusobno paralelne.



Sl. 2.33: Paralelne prave

Sl. 2.34: Prave a i b nisu paralelne

2.4.3. Tačka na pravoj

Ako se tačka nalazi na pravoj tada se njene projekcije nalaze na projekcijama prave. Na sl. 2.31 tačka B se nalazi na pravoj b, zato što se B' nalazi na b', B" na b" i B" na b". Tačka A sa iste slike pripada pravoj a, dok ne pripada pravoj b iako se A" nalazi na b", pošto se A' i A'" ne nalaze na b' i b'".

2.4.4. Prodori prave kroz projekcijske ravni

Prava u proizvoljnom položaju u prostoru prodire (probija) sve tri projekcijske ravni H, V i P. Tamo gde prava probija ravan H dobija se tačka prodora kroz H ili prvi prodor i obeležava se brojem 1. Gde prava probija V ravan dobija se drugi prodor i obeležava se brojem 2, a gde probija ravan P dobija se treći prodor i obeležava brojem 3. Tačke prodora (prodori) mogu se i drugačije obeležavati.

Prodor prave a kroz projekcijske ravni u prostoru prikazan je na sl. 2.35. Prodori se mogu definisati i kao tačke gde se seku prava i njene projekcije. Tamo gde se seku prava i njena prva projekcija dobija se prvi prodor, gde se seku prava i druga projekcija daju drugi prodor i gde se seku prava i treća projekcija daju treći prodor. Svaki prodor određen je sa svoje tri projekcije, odnosno prvi 1 sa 1'; 1"; 1"', drugi 2(2';2";2"') i treći 3(3';3";3"'). Prvi prodor (1) leži na H, drugi (2) na V i treći (3) na P ravni. Tačka prvog prodora (njen položaj u prostoru) poklapa se sa prvom projekcijom prvog prodora. Drugi prodor se poklapa sa drugom projekcijom drugog prodora, a treći prodor se poklapa sa trećom projekcijom trećeg prodora. Prethodno rečeno o prodoru prave kroz projekcijske ravni jeste:

prvi prodor (1=1') leži na ravni H, te je 1" na X osi a 1" na Y osi; drugi prodor (2=2") leži na ravni V, te je 2' na X osi a 2" na Z osi i treći prodor (3=3") leži na P, te je 3' na Y osi a 3" na Z osi.



SI. 2.35: Prodor prave a kroz ravni H, V i P u prostoru

Projekcije prodora leže na odgovarajućim projekcijama prave, odnosno:

- 1', 2', 3' je na a',
- 1", 2", 3" je na a" i
- 1"", 2"", 3"" je na a"".

Tačke prodora definišu položaj prave u prostoru i u projekcijama. Znači prvu projekciju a' određuju prve projekcije sva tri prodora, drugu projekciju a'' druge projekcije sva tri prodora i treću projekciju a''' treće porojekcije sva tri prodora.

Ako se projekcije prave shvate kao senke prave na projekcijske ravni, tada se prodori nalaze na mestima gde se prava spaja sa svojim senkama na H, V i P projekcijskim ravnima.

Iz prethodne analize proizilaze pravila na osnovu kojih se određuju prodori prave kroz projekcijske ravni:

- Gde prva projekcija prave a seče X osu dobija se prva projekcija drugog prodora;
- Gde druga projekcija prave a seče X osu dobija se druga projekcija prvog prodora;
- Gde prva projekcija prave a seče Y osu dobija se prva projekcija trećeg prodora i
- Gde druga projekcija prave a seče Z osu dobija se druga projekcija trećeg prodora.

Prodor prave a kroz projekcijske ravni, nakon obaranja, dat je na sl. 2.36.



SI. 2.36: Prodor prave a kroz ravni H, V i P nakon obaranja projekcijskih ravni

2.4.5. Vidljivost projekcija prave

Vidljivost prave nacrtane u prostoru određuje se na osnovu toga da se posmatrač nalazi u I oktantu. Samo deo prave u koji se nalazi u I oktantu se vidi, dok se ostali deo prave ne vidi.

Vidljivost prave nacrtane u ortogonalnim projekcijama određuje se posebno za prvu, posebno za drugu i posebno za treću projekciju. Pri tome se, takođe, posmatrač nalazi u l oktantu. Granične tačke vidljivosti su prodori 1=1', 2=2" i 3=3" kroz H, V i P ravni.

Deo prave iznad ravni H u prvoj projekciji se vidi sve do prvog prodora; deo prave ispred ravni V u drugoj projekciji se vidi sve do drugog prodora, i deo prave desno od ravni P u trećoj projekciji se vidi sve do trećeg prodora.

Prava se u prvoj projekciji vidi kada prolazi kroz gornje oktante (tj. iznad H): I, II, V i VI, a ne vidi se kada prolazi kroz donje oktante (tj. ispod H): III, IV, VII i VIII. Granica vidljivosti je prvi prodor 1=1'.

Prava se u drugoj projekciji vidi kada prolazi kroz prednje oktante (tj. ispred V): I, IV, V, i VIII, a ne vidi se kada prolazi kroz zadnje oktante: II, III, VI i VII. Granica vidljivosti je drugi prodor 2=2".

U trećoj projekciji prava je vidljiva kada prolazi kroz desne oktante (desno od P) I, II, III i IV, a nevidljiva je kada prolazi kroz leve oktante V, VI, VII i VIII. Granica vidljivosti je treći

prodor 3=3". Vidljivi deo prave se crta punom, a nevidljivi isprekidanom tanjom linijom (crtacrta-crta).

Određivanjem položaja tačaka prodora 1', 2" i 3" u oktantima iz prethodnog primera (sl. 2.35 i 2.36) određena je vidljivost. Vidljivost prave u projekcijama može se odrediti i tako što se prethodno odrede oktanti kroz koje prolazi.

2.4.6. Određivanje oktanata kroz koje prava prolazi

Da bi se odredili oktanti kroz koje prava prolazi treba analizirati položaj projekcija prave u odnosu na oktante i redosled prodora kroz H, V i P ravni. Ovi parametri (a', a", a", 1', 2" i 3"') posmatraju se sa desne na levu stranu ili obrnuto, svejedno (sl. 3.13). Da bi se lakše odredili oktanti kroz koje prava prolazi mogu se dodati neke proizvoljne tačke pre, između i posle prodora kroz projekcijske ravni (tačke A, B, C i D).

Tačka A se nalazi na pravoj a pre prodora koji se prvo nalazi gledano sa desne na levu stranu. U ovom primeru je to prvi prodor 1=1'. Prema predznacima koordinata tačke A(x;y;-z) zaključuje se da se tačka A nalazi u IV oktantu, što znači da prava a dolazi iz tog oktanta. Tačka B(x;y;z) se nalazi u prvom oktantu, tačka C(x;-y;z) u drugom i tačka D((-x;-y;z) i šestom oktantu.

Takođe, prema položaju projekcija a', a" i a"', gledano sa desna na levo do prvog prodora 1=1', zaključuje se da se prava a, na ovom delu, nalazi u IV oktantu odakle probija H u prvom prodoru u tački 1'. Prema položaju, tačaka 1', 1" i 1"' vidi se da se prvi prodor nalazi na H izmeļu I i IV oktanta, što potvrđuje prethodni zaključak da prava dolazi iz IV oktanta, probija H ravan u 1' i ulazi u I oktant.

Prava se u I oktantu nalazi sve do drugog prodora (2=2"), gde probija ravan V. Položaj tačaka 2', 2" i 2" pokazuje da se drugi prodor nalazi između I i II oktanta, što znači da prava iz I ulazi u II oktant. Prava se nalazu u II oktantu sve do trećeg prodora, do tačke 3=3". Prema položaju projekcija trećeg prodora 3', 3" i 3" zaključuje se da se prava nalazi na P ravni između II i VI oktanta, što znači da iz II ulazi u VI oktant. Prava a prolazi kroz IV, I, II i VI oktant.

Prva projekcija prave a' iznad 1' vidi se jer je u gornjim oktantima, dok ispod 1' se ne vidi jer je u donjim oktantima. Druga projekcija prave a" iznad 2" ne vidi se jer je u zadnjim oktanima, dok se ispred 2" (u smeru na dole) vidi, jer u prednjim oktantima. Treća projekcija a''' desno od 3''' ne vidi se jer je prava u levim oktantima, a levo od 3''' se vidi jer je u desnim oktantima.

Zadatak 2.1.

0(5;3). Odrediti prodore, vidljivost i oktante kroz koje prolazi prava a koja je određena tačkama A(-3;0;0) i B(0;2;0).

Prava a leži na H između V i VIII oktanta (sl. 2.37). Probija V ravan u tački 2" koja je na -X osi i P ravan u tački 3" koja je na osi Y. Prava a pripada I, IV, V, VI, VII i VIII oktantu.

Zadatak 2.2.

0(5;5). Odrediti prodore, vidljivost i oktante kroz koje prolazi prava b koja je određena tačkama A(1;2;1) i B(3;0,5;2).

Rešenje zadatka je na sl. 2.38.



SI. 2.37: Prodori prave a (Zadatak 2.1.)

SI. 2.38: Prodori prave b (Zadatak 2.2.)

Zadatak 2.3.

0(4;3). Odrediti prodore, vidljivost i oktante kroz koje prolazi prava c koja je određena tačkama C(1;1,5;1) i D(2,5;0,5;1).

Prava c je paralelna sa H ravni (pošto je c" // X osom, c" // Y osom) te nema prvi prodor (sl. 2.39). Kako se nalazi iznad H ravni, cela je vidljiva u prvoj projekciji. Na osnovu položaja drugog i trećeg prodora, tačaka 2=2" i 3=3" može se zaključiti da prava c dolazi iz II, ulazi u I i odlazi u V oktant.

Zadatak 2.4.

0(3;4). Odrediti prodore, vidljivost i oktante kroz koje prolazi prava d koja je određena tačkama E(1,5;1;1) i F(1,5;1;2,5).

Iz nacrtanih projekcija se vidi da je prava d paralelna sa V i P ravnima a upravna je na H ravan, što znači da ima samo prvi prodor, dok drugi i treći nema (sl. 2.40). Prvi prodor, (1',1",1"') nalazi se na H ravni između I i IV oktanta. Kako se prava d u prvoj projekciji projicira kao tačka ne može se naznačiti vidljivost, dok je u drugoj i trećoj projekciji vidljiva po celoj dužini.

Zadatak 2.5.

0(5;7). Nacrtati u paru ortogonalnih projekcija: pravu a koja prolazi kroz tačku A(3;2;1,5), paralelna je sa P ravni, a sa V ravni zaklapa ugao od 45°; pravu b koja prolazi kroz tačku B(1,5;2;5) paralelna je sa P ravni, a sa V ravni zaklapa ugao od 60°; pravu c koja prolazi kroz tačku C(-2;3;?) leži na H ravni i paralelna je sa X osom; pravu d koja prolazi kroz tačku D(5;4;3,5) upravna je na ravan P i pravu e koja prolazi kroz tačku E(7;2,5;2,5) i upravna je na V ravni.





SI.2.39: Prodori prave c (Zadatak 2.3.)

SI.2.40: Prodori prave d (Zadatak 2.4.)

Zadatak 2.6.

0(8;6). Nacrtati sve tri projekcije kvadrata ABCD koji je paralelan sa profilnicom ako je njegova dijagonala A(4;4;5), C(4;1,5;-3).

Zadatak 2.7.

0(3;5). Data je prava a tačkama A(1,5;2;3) i B(5;1;1,5). Kroz tačku C(-1,5;5;2,5) nacrtati pravu b koja je paralelna sa pravom a.

Zadatak 2.8.

0(6;6). Nacrtati sve tri projekcije prave a kroz tačku A(2;1,5;2) i upravna je na P ravan i prave b koja prolazi kroz tačku B(5,5;2,5;3) i upravna na H ravan.

Zadatak 2.9.

0(8;6). Nacrtati sve tri projekcije prave c kroz tačku C(5;1,5;2,5) i upravna je na V ravan i prave d kroz tačku D(3;2;1,5) koja je paralelna sa H, a sa V ravni zaklapa ugao od 60°.

Zadatak 2.10.

0(9;8). Nacrtati ortogonalne projekcije sva tri prodora prave a koja prolazi kroz tačke A(-2;6;5) i B(5;-1;6). Odrediti vidljivost projekcija i oktante kroz koje prava a prolazi.

Zadatak 2.11.

0(10;10) Pravu a iz prethodnog zadatka nacrtati u kosoj projekciji. Odrediti vidljivost prave i njenih projekcija i oktante kroz koje prolazi. Ugao između osa –XY=30°, skraćenje 3:4. Veličina ravni u oktantu je 7 cm po svakoj osi.

Zadatak 2.12.

0(5;7). Date su prave a tačkama A(1;2;2) i B(4;3,5;0,5) i b tačkama C(1;-5;-1,5) i D(4,5;-2;2). Odrediti prodore, oktante kroz koje prolaze i naznačiti vidljivost. Da li se prave seku ili se mimoilaze?

Zadatak 2.13.

0(5;13). Prava a prolazi kroz tačke A(2;1,5;5) i B(8;4;2). Kroz tačku C(1;2,5;3) nacrtati tri ortogonalne projekcije:

- prave b, tako da seče pravu a u tački P(4;?;?)
- prave c kroz tačku C, tako da bude paralelna sa pravom a.

Zadatak 2.14.

0(8;13). Date su tri tačke A(3;4;4.5), B(3;1,5;2,5) i C(3;2,5;-1,5). Da li se ove tačke nalaze na istoj pravi?

Zadatak 2.15.

0(8;13). Date su prave a tačkama A(2;4;4) i B(8;7;1) i b tačkama C(2;-6;-2) i D(9;-4;4). Odrediti međusobni odnos prava a i b.

Zadatak 2.16.

0(8;13). Odrediti tri ortogonalne projekcije prave a, po svom izboru, koja prolazi kroz II, I i IV oktant. Zatim odrediti vidljivost prave a u svim projekcijama.

Zadatak 2.17.

0(9;13). Odrediti tri ortogonalne projekcije presečnih prava a i b. Prava a je zadata tačkama A(6;4;5) i B(1;2;1). Prava b je zadata tačkama C(7;1;1) i D(-1;4;?).

Zadatak 2.18.

0(9;13). Kroz tačke A(6;-2;4), B(-5-2;-5), C(1;2;2) i D(4;3;0) nacrtati parave a, b, c i d tako da:

- prava a prolazi kroz tačku A, da je paralelna sa H, a sa F zaklapa ugao od 60°,
- prava b prolazi kroz tačku B, da je paralelna sa F, a sa H zaklapa ugao od 45°,
- prava c prolazi kroz tačku C, da je paralelna sa P, a sa F zaklapa ugao od 30°,
- prava d prolazi kroz tačku D, da leži na H, a sa F zaklapa ugao od 45°.

3. UVODNO RAZMATRANJE

3.1. PRIBOR ZA CRTANJE

Da bi se nacrtao tehnički crtež **neophodno je korišćenje odgovarajućeg pribora za crtanje**. Pribor za crtanje može biti **klasičan**, kada se crta rukom pomoću klasičnog pribora za crtanje i **savremen, računarom**. Pri odlaganju i čuvanju, tehnička dokumentacija se mikrofilmuje. Za mikrofilmovanje crteža koriste se **uređaji za mikrofilmovanje**. Kada se za crtanje koristi računar, za njihovo odlaganje i čuvanje koriste se diskovi, diskete, kompakt diskovi - CD i druge mogućnosti računarske tehnologije.

3.1.1. Klasičan pribor za crtanje

U neophodan klasičan pribor za crtanje spada: tabla za crtanje, papir, olovke, garnitura šestara, trouglovi, pera za tuširanje, tuš, pribor za brisanje, lepljiva traka (selotejp) i krivuljari. Osim toga mogu se koristiti: pera za ispisivanje, lenjiri, šabloni, razmernici itd.

Tabla za crtanje

Tabla za crtanje služi da se na nju postavi papir za crtanje. Izrađuju se od drveta ili plastične mase. Mogu biti različite veličine, prikladne za pisaći sto ili namenjene konstrukcionim biroima. Opremljene su posebnim mehanizmom za crtanje "kulmanom" na kojem se nalaze dva lenjira pod uglom od 90°. Na taj način crtež se brže nacrta.

Papir

Za tehničke crteže koriste se više vrsta papira:

- Hamer nazvan po proizvođaču ove vrste bele deblje hartije za crtanje koristi se za crtanje originalnih crteža tušem ili olovkom;
- Paus je providna tanka hartija, koristi se za crtanje originalnih crteža tušem;
- Bankpost je trgovački naziv za belu tanku kvalitetnu hartiju A4 ili A3 formata. Koristi se za pisanje proračuna tušem, olovkom, pisaćom mašinom ili štampačem. Osim toga koristi se i za šematske crteže i skice;
- Bela hartija služi za pripremu crteža i za skice koje se rade olovkom;
- Hartija za kopiranje. Postoje različite vrste ove hartije i u različitim bojama i koriste se za kopiranje crteža;
- Milimetarska hartija je ona na kojoj je odštampana kvadratna milimetarska mrežica. Može biti urađena na pausu ili na nekoj beloj hartiji itd.

Olovke

Koriste se obične ili tehničke olovke, a izrađuju se u sledećim stepenima tvrdoće: 9H, 8H, ... 2H, H, F, HB, B, 2B, ... i 7B. Olovke **H su sa tvrdim grafitnim jezgrom** (veći broj - veća tvrdoća), a **B su sa mekim grafitnim jezgrom** (veći broj - mekše jezgro). Olovke oznake F i HB su sa srednjom tvrdoćom jezgra.

Tehničke olovke su praktičnije od običnih, jer se lakše oštre brusnim papirom (šmirglom) ili se uopšte ne oštre, ako su tanke. Debljina grafitnog jezgro za tehničke olovke može biti: 0,3; 0,5; 0,8 i 1 mm.

Crteži se prvo nacrtaju tankom tvrdom olovkom. Tako se grafitno jezgro ne razmazuje po papiru, a crtež je preciznije nacrtan i uredniji je. Nakon toga olovkom sa mekim jezgrom podebljavaju se linije koje treba da su debele.

Garnitura šestara

Neophodna su dva ili tri šestara: **osnovni, "nultaš" i prenosnik**. Na osnovni šestar dodaje se deo sa grafitnim uloškom, deo sa iglom ili deo za tuširanje. Nultaš ima deo sa grafitnim uloškom i deo za tuširanje. Koristi se za crtanje malih krugova prečnika od 0,6 do 12 mm. Šestar prenosnik koristi se za prenošenje rastojanja.

Trouglovi

Trouglovi mogu biti izrađeni od drveta ili plastične mase, sa ravnim ili skošenim ivicama (za tuširanje), različitih veličina. Za crtanje su neophodna dva pravougla trougla čije su hipotenuze pod uglom od 45° i 30° (60°). Najpogodnije su veličine trouglova čija je hipotenuza duga oko 30 cm. Pri crtanju i tuširanju pravih linija treba istovremeno **koristiti par trouglova**.

Pera za tuširanje

Za tuširanje se koriste **rapidograf** pera, koja su praktična i jednostavna za korišćenje. Svako pero je određene standardne debljine: (0,18); 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,0; 1,4; 2,0; ... mm. Liniju debljine od 0,18 mm treba izbegavati zbog mikrofilmovanja crteža (suviše je tanka ne vidi se). Sa četiri debljine rapidograf pera: **0,25; 0,30, 0,50 i 0,70 mm** mogu da se zadovolje sve potrebe tuširanja tehničkih crteža i tehničke dokumentacije. Ova pera koriste se i za pisanje. Ako se pravilno koriste, imaju dug vek trajanja.

Tuš

Postoje različite vrste tuševa, prema kvalitetu i nameni. U tehničkom crtanju koristi se isključivo **crni tuš.** Treba koristiti samo tuševe onog kvaliteta, koji su namenjeni za rapidograf pera.

Pribor za brisanje

U pribor za brisanje spadaju: **gumice za brisanje, žilet i koreks (belilo)**. Gumice mogu biti: tvrde, meke i veoma meke. Tvrde gumice se koriste za brisanje tuširanih linija sa hamera i pausa, meke za brisanje linija nacrtanih olovkom, a vrlo meke za čišćenje crteža nakon tuširanja. Za brisanje linija nacrtanih tušem na pausu uspešno se koristi žilet. Žiletom se pažljivo sastruže pogrešno nacrtana linija, zatim se to mesto, pre ponovnog tuširanja, izglača grafitnom olovkom. Na taj način tuš se neće razliti. Tuširane linije na hameru mogi se brisati i nanošenjem tankog sloja belog koreksa (koristi se pre svega u daktilografiji). Kada se koreks dobro osuši, preko njega se može ponovo tuširati.

Pribor za pričvršćivanje papira

Za pričvršćivanje papira za tablu ili sto koriste se specijalni ekserčići ili lepljiva traka, **"selotejp".** Selotejp je praktičniji, te se koristi više od specijalnih ekserčića.

Krivuljari.

Krivuljari se koriste za crtanje i tuširanje pravilnih i nepravilnih krivih linija. Mogu biti vrlo različitih oblika i veličina. Kriva linija treba da bude tako nacrtana da nema naglih prelaza, da je "kontinualna". To se postiže tako što se svaki put pri pomeranju krivuljara, delimično krivuljarem obuhvati već nacrtani deo krive linije.

Lenjiri

Lenjiri se koriste za crtanje dužih pravih linija. Postoje razne veličine i oblici lenjira: **običan lenjir, T lenjir** (glavaš), **razmernik** itd.

Šabloni

U prodaji se mogu naći različite vrste šablona za crtanje krugova, delova krugova, elipsi, šestougaonih navrtki itd, kao i šabloni za pisanje tehničkih slova. Početnicima se ne preporučuju, što se posebno odnosi na šablone za pisanje, jer inženjeri tehničkih struka moraju lepo pisati i bez šablona.

3.1.2. Računar kao pribor (alat) za crtanje

Računar kao pribor za crtanje predstavlja savremenu opremu, koja će se u budućnosti uglavnom koristiti. Osim računara, za crtanje tehničke dokumentacije potrebni su: **ploter, štampač, digitajzer, svetleća olovka, tabla, "miš", skener** itd. Na sl. 3.1. prikazan je deo računarske opreme za izradu tehničkih crteža. Da bi se ova računarska oprema uopše mogla koristiti potreban je odgovarajući **softver.**



SI.3.1: Deo računarske opreme za tehničko crtanje

Ploter predstavlja "tablu" na kojoj se prenosi crtež nacrtan pomoću računara. Štampač je uglavnom, predviđen za štampanje teksta, a mogu se odštampati i crteži. Digitajzer je deo za uvećanje sitnih detalja crteža. Pri tome se detalji crteža mogu ispravljati ili docrtavati. Svetleća olovka služi da se njome slobodnom rukom crta na specijalnoj tabli, što se prenosi na monitor. "Miš" se koristi radi jednostavnijeg biranja željenih komandi. Skenerom se snima već nacrtan crtež. Pri tome se skeniran crtež može, pre štampanja korigovati, docrtati itd.

Računar sa hardverskom opremom nema naročitog smisla da se koristi samo za tehničko crtanje. Računarska oprema koristi se za: projektovanje, konstrusanje, proračune, izradu tehničke dikumentacije i tehničkih crteža, razradu tehnologije izrade predmeta na numerički upravljanim mašinama i kontrolu kvaliteta izrade. Čitav ovaj postupak, od ideje do izrade i kontrole gotovog proizvoda najčešće se, u stručnoj literaturi, naziva CAD (Computer Aided Desing). Za ovo su potrebni odgovarajući programi - alati (softver), koji se veoma brzo razvijaju. Danas je za ove svrhe, najprikladniji: AutoCad, Proengineering itd.

3.2. FORMATI I SAVIJANJE CRTEŽA

U tehničkom crtanju koristiti se papir određene veličine i oblika (**format A**), što je definisano standardom SRPS A.A0.104 i SRPS A.A0.105. Osnovne veličine formata date su u tabeli 3.1. Najveći format je A0, koji ima površinu 1 m², sa odnosom strana $1:\sqrt{2}$. Dimenzije ovog formata su 1189 x 841 mm. Ako se format A0 prepolovi dobijaju se dva A1 formata i tako dalje. Na isti način dobijaju se i ostali formati do A4, kako je to prikazano na sl. 3.2.

Tabela 3.1: Osr	ovne veličine formata
-----------------	-----------------------

Oznake formata	Mere (mm)
osnovnih veličina	
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297



SI. 3.2: A formati za tehničke crteže

Za crtanje dugačkih i uskih predmeta koriste se produžene veličine formata prema tabeli 3.2. Ovi formati dobijaju se produženjem kraće strane formata do dužina koji su umnošci te kraće strane. Takva mogućnost produženog A4 formata data je na sl. 3.3. Za crtanje veoma dugačkih predmeta, objekata i sl. mogu se koristiti i drugačija produženja osnovnih formata.

Tabela 3.2: Produžene veličine formata

Oznake formata	Mere (mm)
produženih veličina	
A3 x 3	420 x 891
A3 x 4	420 x 1189
A4 x 3	297 x 630
A4 x 4	297 x 841
A4 x 5	297 x 1051



Sl. 3.3: Produžen A4 format

Na papiru datog formata, pre nego što se predmet počne crtati, prvo se nacrtaju okvir i zaglavlje, što je prikazano na sl. 3.4 i 3.5. Linija okvira treba da je debela najmanje 0,5 mm.
Veličina margine sa leve strane zavisi od veličine formata i od toga kako će se crtež odlagati. Može da bude 7, 10 i 20 mm.

Svi formati veći od A4, savijaju se na A4 format (210 x 297 mm). Način savijanja takođe, zavisi od načina odlaganja crteža i veličine crteža. Osnovni princip je, da je "lice" crteža, ono što se prvo vidi kada se crtež uzme li otvori fascikla, deo crteža sa zaglavljem. Ako se format A3 odlaže u fasciklu bez poveza savija se na pola, kao na sl. 3.6. Kada se A3 format odlaže u fasciklu sa povezom savija se kao na sl.3.7. Kota 25 predstavlja slobodnu marginu potrebnu za povez fascikle. Način savijanja A1 formata kada se odlaže u fasciklu sa povezom dat je na sl. 3.8.

3.3. ZAGLAVLJA

Na svakom konstrukcionom crtežu mora postojati odgovarajuće zaglavlje. Zaglavlje predstavlja uokvireni deo na crtežu, koji se nalazi u donjem desnom uglu formata (sl. 3.8). U zaglavlje se upisuju podaci koji su bitni za identifikaciju i korišćenje crteža. Ti podaci su i tehničke i pravne prirode i crtež sa popunjenim zaglavljem predstavlja tehnički dokument.





Sl.3.4: Okvir i zaglavlje na A3 formatu



SI. 3.5: Okvir i zaglavlje na A4 formatu



SI. 3.6: Savijanje A3 formata



SI. 3.7: Savijanje A3 formata za fasciklu sa povezom

Zaglavlja za crteže mogu biti različita po svom obliku i sadržaju, zavisno od namene i vrste crteža, mesta korišćenja itd. Mogu biti prilagođena potrebama proizvođača, škola i ustanova. Standardima SRPS M.A0.040 i M.A0.041 su definisana i predložena zaglavlja za tehničke konstrukcione crteže. Na sl. 3.9 prikazano je **zaglavlje za crtež** jednog predmeta (za radionički crtež). Sastoji se iz osnovnog dela (polja označena od 1 do 9b) i dodatnog dela (polja od 10 do 15). Zaglavlje mora biti ispisano na tačno određen način, kako je to dato u tabeli 3.3. Nazivi polja koji nisu u zagradi (Izmena, Datum - ime, ...) se pišu, dok se nazivi polja u zagradi (Oznaka dokumenta, Izvorni dokument, ...) ne pišu, već samo ono što sledi pod tim nazivom. Zaglavlje prikazano na sl. 3.9, može se proširiti sa poljima u kojima će biti upisani podaci o termičkoj obradi, površinskoj zaštiti itd.



Sl. 3.8: Savijanje A1 formata kada se odlaže u fasciklu sa mehanizmom

Za sklopove, odnosno sklopne crteže, koristi se zaglavlje koje se naziva **sastavnica**. Sastavnica predstavlja nastavak zaglavlja za crtež. Može da stoji na istom formatu sa crtežom ili na posebnom (kada se koristi i kao dokument za porudžbinu). Izgled sastavnice, kada je na istom formatu sa crtežom, prikazan je na sl. 3.10,a, a kada je na posebnom na sl.3.10,b. U oba slučaja polja su ista i isto se popunjavaju, s tim da je redosled pisanja pozicija drugačiji. Kada se nalazi na istom formatu gde i crtež, pozicioni brojevi se pišu u rastućem nizu odozdo na gore (sl. 3.10,a), a kada je na posebnom, pozicioni brojevi se pišu odozgo na dole (sl. 3.10,b).

Način popunjavanja polja sastavnice dat je u tabeli 3.4. Sastavnica može biti sa zasebnim poljem za "Izabrane karakteristike", kada se koristi A3 format. Tada su i širine svih ostalih polja veće, u skladu sa uvećanim zaglavljem (kota 259,2, sl. 3.9). Zaglavlja se mogu ispisivati rukom, pomoću šablona, pisaće mašine ili štampača. Ako se koristi pisaća mašina ili štampač onda se dimenzije pojedinih polja navedenih zaglavlja mogu menjati prema potrebi. Tekst u zaglavljima je horizontalan (ispisivanje paralelno sa kraćom stranom A4 formata, odnosno dužom stranom A3 formata).



259,2 (za uvecano zaglavlje)

SI. 3.9: Zaglavlje za konstrukcioni crtež predmeta

ਲ।	10,4	13	10,4	-	49,4	a)		67,4		36,6
i										
ozi	4									
roj I	3									
5 x b	2									
8,5	1									
8.5	Poz.	Kol.	Jm.	N	aziv	Stand	ard - izabi	rane karakt	eristike	Primedba
	Z	aglavlje	za crte	ž						

b)

Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard - izabrane karakteristike	Primedba
1					
2					
3					
4					
Z	aglavlje :	za crte	ž		

SI. 3.10: Zaglavlje za sklopni crtež (sastavnica)
a) kada je sastavnica na istom formatu sklopnog crteža,
b) kada je sastavnica na posebnom formatu

27

Polje	Objašnjenje
1	Izmena: U slučaju izmene upisuju se traženi podaci i lice odgovorno za nastale
	izmene. Odnosi se na crteže proizvođača.
2 i 3	Datum - ime: Datumi i imena odgovornih lica za crtež. Moraju biti čitki.
4	(Naziv) - (Oblik i veličina): Naziv predmeta crtanja i broj crteža (polje 6) pišu se
	većim i debljim slovima od ostalog teksta u zaglavlju i to na sredini polja. Naziv se
	daje prema obliku. Treba da je sažet i kratak.
5	(Preduzeće): Naziv proizvođača, odnosno vlasnika dokumenta. Na primer:
	Poljoprivredni fakultet, Novi Sad (vlasnik dokumenta).
6	(Oznaka dokumenta): Oznaka dokumenta proizvođača, odnosno vlasnika
	dokumenta (broj crteža).
7	List - Listova: Koristi se za upisivanje rednog broja lista i ukupnog broja listova,
	ako je za istu oznaku (broj crteža) potrebno više listova.
8	(Klasifikacija): Oznaka klasifikacije predmeta predstavljenog dokumentom (neke
	interne oznake).
9a	(Izvorni dokument): Oznaka izvornog dokumenta, iz kojeg je proizašao crtež.
9b	(Zamena za): Oznaka zamenjenog dokumenta, ako je do toga došlo.
10	(Veza - pripadnost): Koristi se za upisivanje sledećih podataka:
	- upisuje se oznaka sklopa ili proizvoda kojem predmet crtanja pripada,
	 broj sklopnog crteža kada se sastavnica crta odvojeno od crteža,
	- kao nastavak polja 7 (ako je potrebno) itd.
11	(Tolerancije slobodnih mera): Podatak za tolerancije slobodnih mera.
12	(Površine - klasa kvaliteta hrapavosti): Oznaka za kvalitet površina, koje nisu
	označene na crtežu.
13	Merilo: Podatak za glavno merilo (razmeru) prikazanog predmeta na crtežu.
14	(Masa kg/kom.): Neto masa gotovog predmeta prikazanog na crtežu.
15	Sirovina (poluproizvod - materijal - stanje): Standardna oznaka materijala
	predmeta na crtežu ili odgovarajuća oznaka za poluproizvod ili sirovinu.

Tabela 3.3: Način popunjavanja polja zaglavlja za crtež (SRPS M.A0.040)

Naziv polja	Objašnjenje
Poz. (Pozicija)	Broj pozicione oznake predmeta (dela).
Kol. (Količina)	Broj komada ili količina materijala za predmet označen
	pozicionom oznakom.
JM (Jedinica mere)	Jedinica mere za količinu, npr.: kom., kg, i dr.
Naziv	Naziv predmeta. Ako je predmet standardan (mašinski element)
	treba da je naziv standardan.
Standard	Oznaka standarda ako je predmet standardan ili broj crteža ako je
	predmet nestandardan (mašinski deo).
Izabrane	Neke odabrane karakteristike o predmetu (materijal, tolerancije
karakteristike	mere itd.)
Primedbe	Dopunski podaci po potrebi proizvođača, najčešće oznaka
	materijala.
Masa	Neto masa predmeta u kg po jedinici mere.

Tabela 3 4 [.] Način	nonuniavani	a polia sastavnice	(SRPS M A0 041)
	popunjavanj	a pulja saslavilice	(3111 3 10.70.071)

4. OPŠTI STANDARDI U TEHNIČKOM CRTANJU

4.1. TEHNIČKO PISMO

Tehnički crteži i sva ostala tehnička dokumentacija ispisuje se tehničkim pismom. Ovo pismo je tako oblikovano da je precizno, jasno, čitko, ujednačeno i pogodno za sve vidove reprodukcije i snimanje na mikrofilm. Mora biti ispisano tako da, čak ni u slučaju manjeg oštećenja ne sme doći do bilo kakve konfuzije. Mora se jasno razlikovati npr. nula (0) od slova O. Tehnička slova se pišu rukom, šablonima, mašinom, računarom ili nekim drugim postupkom.

SRPS i međunarodni standardi su definisali **latinično, ćirilično i grčko** tehničko pismo. U okviru ovih pisama definisani su arapski i rimski brojevi, znaci interpunkcije, oznake računskih radnji, matematičke oznake itd. Tehničko pismo može biti **vertikalno** (uspravno) i **koso** (pod uglom od 75⁰ prema horizontali). Parametri koji definišu veličinu i međusobne odnose tehničkog pisma dati su na sl. 4.1. Osim toga tehničko pismo može biti **tipa A** i **B**. Međusobno se razlikuju po odnosu datih vrednosti parametara sa sl. 4.1.



SI. 4.1: Parametri koji definišu tehničko pismo h - visina slova; c - visina malih slova; a - rastojanje između slova i brojki u istoj reči; b - minimalno rastojanje između dva susedna reda; e -

rastojanje između dve susedne reči; d - debljina linije

Osnovni parametar je visina slova h (visina velikih slova i brojeva). Vrednost visine slova može biti iz sledećeg niza: **2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14 i 20 mm**. Visina malih slova c je iz istog niza za jedan stepen manja od visine h. Na primer, ako su velika slova visoka 10, mala su 7 mm; ako su velika visoka 7, mala su 5 mm itd. Debljina slova d je iz istog niza umanjenog za 10 puta, odnosno debljina d može biti: **(0,18); 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,4 i 2 mm**. Koja će vrednost parametra d biti zavisi od visine h i tipa slova. Kod slova tipa A odnos d/h je 1/14, a kod tipa B je 1/10. To znači da su slova tipa A uža, a tipa B šira, za istu visinu. Vrednosti svih parametara pisma tipa A i B date su u tabelama 4.1 i 4.2.

Karakteristike	Oznaka				Mere			
Visina velikih slova	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Visina malih slova (bez drške ili repa)	С	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Rastojanje između slova/brojki u jednoj reči	а	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Minimalno rastojanje između dva reda	b	3,5	5	7	10	14	20	28
Minimalno rastojanje između reči	е	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Debljina linija	d	0,18	0,25	0,3	0,5	0,7	1	1,4

Tabela 4.1: Vrednosti parametara slova tipa A. Mere su u mm.

Karakteristike	Oznaka				Mere			
Visina velikih slova	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Visina malih slova (bez drške ili repa)	С	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Rastojanje između slova/brojki u jednoj reči	а	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Minimalno rastojanje između dva susedna reda	b	3,5	5	7	10	14	20	28
Minimalno rastojanje između reči	е	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Debljina linija	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

Tabela 4.2: Vrednosti parametara slova tipa B. Mere su u mm.

Širina slova je vrlo različita. Na slici 4.2, prikazano je tehničko pismo latinično vertikalno tipa B. Oblik slova, brojeva i svih ostalih oznaka pisma definisan je mrežicom, a širina brojem kolona u mrežici. Mrežica je sa rastojanjem *d*. Na primer: slovo D, tipa slova B latinično, uspravno široko je 6 kolona mrežice. To znači za ovo slovo (D) visine 10 mm, debljina slova je d=1 mm, širina je 6 mm (6x1=6). Debljina svih slova je ista. Visina za *h* i *c* ne sme biti manja od 2,5 mm i usvaja se prema raspoloživom prostoru za tekst. Rastojanje *a* se može smanjiti za polovinu, ako se na taj način postiže bolji vizuelni efekat, kao npr. LA, TV itd. Tada je rastojanje *a=d*.

Pošto se u tehnici za osnačavanje raznih veličina i parametara koriste skoro sva slova grčkog pisma, SRPS standard je definisao grčko tehničko pismo. Sve ono što je rečeno za tehničko pismo latinično i ćirilično, važi i za grčko tehničko pismo. Izgled grčkog tehničkog pisma tipa B dat je na sl. 4.3.



Pri izboru vrste slova iz računarski programa treba birati ona koja su slična prikazanim, da bi svako slovo bilo jasno i pregledno zapisano (npr. txt, ariel...).

SI. 4.2: Tehničko pismo, latinično, tipa B, vertikalno



SI. 4.3: Tehničko pismo, grčko, tipa B, vertikalno

4.2. VRSTE LINIJA

U tehničkom crtanju koriste se **tačno određene linije različitih debljina i oblika**. Debljina linija je iz istog niza kao i debljina tehničkih slova, odnosno: **(0,18); 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1; 1,4 i 2... mm**. Linija debljine 0,18 mm izbegava se zbog snimanja na mikrofilm. Na crtežu mogu biti dve debljine: debela i tanka. Odnos između debele i tanke linije mora biti najmanje 2:1. Znači, ako je debela linija 0,7 mm, tada je tanka 0,35 ili 0,25 mm. Linije mogu biti različitih oblika, odnosno tipova. Tipovi linija se označavaju sa: A, B, C, D, E, F, G, H, J i K. Izgled, naziv i primena linija u tehničkom crtanju dati su u tabeli 4.3.

Tabela 4.3: Linije u tehničkom crtanju
--

Tip linije	o linije Naziv i izgled linije Primena		Prikazano na sl. broj
1	2	3	4
A	Puna, debela	 Vidljive ivice i konture Kraj zavojnice Prelazak između različitog kvaliteta obrade ili tolerancije na glatkom delu predmeta Zaokrenut presek nacrtan van mesta gde se on stvarno nalazi 	SI. 4.4 SI. 4.19

В	Puna, tanka	 Pomoćne kotne linije Glavne kotne linije Pokazne linije Šrafurne linije Šrafurne linije Linije imaginarnog prodora Konture zaokrenutog preseka Dubina zavojnice Blagi konturni prelazi Završetak pokazne linije Kratke osne linije Označavanje ravnih površina Podnožni prečnik zupčanika Označavanje detalja predmeta 	SI. 4.5 SI. 4.6 SI. 4.7 SI. 4.19
С	Puna, tanka, izvučena slobodnom rukom	 Linije delimičnih preseka Linije skaraćenih pogleda 	SI. 4.8 SI. 4.19
D1)	Puna, tanka (prava) sa cikcakom 	Isto gde i linija tipa C	SI. 4.9
E	Isprekidana, debela	Zaklonjene (nevidljive) ivice i konture predmeta	SI. 4.10
F 2)	Isprekidana, tanka	Isto gde i linija tipa E	SI. 4.11 SI. 4.19
G	Crta-tačka-crta, tanka	 Osne linije Simetralne linije Putanje (trajektorije) pokretnih tačaka 	SI. 4.12 SI. 4.13 SI. 4.19
н	Crta-tačka-crta, tanka, zadebljana na krajevima i na mestima promena pravca	Za označavanje tragova ravni presecanja	SI. 4.14 SI. 4.19
J	Crta-tačka-crta, debela	Za linije i površine kojima se postavljaju specijalni zahtevi	SI. 4.15
К	Crta-dve tačke-crta, tanka	 Za konture susednih delova Alternativni i krajnji položaji pokretnih delova Težišne linije Polazne konture pre završnog oblikovanja Za delove koji se nalaze ispred ravni zamišljenog presecanja 	SI. 4.16 SI. 4.17 SI. 4.18 SI. 4.19
Napomena	 a: ¹⁾ Koristi se kod mehaniz ²⁾ Na jednom crtežu mož 	ovanog crtanja. že biti samo jedna alternativa E ili F.	

Na svim ortogonalnim pogledima jednog predmeta u istoj razmeri, debljine linija moraju biti iste. Minimalan razmak između paralelnih linija, uključujući i šrafuru, ne sme biti manji od dvostruke debljine linija, odnosno ne manji od 0,7 mm.

Linija tipa **A je glavna linija na crtežu**, pošto predstavlja vidljiv deo ivica i kontura predmeta. Primena ove linije prikazana je na sl. 4.4.

Linija **tipa B** ima široku primenu, što je prikazano na sl. 4.5, 4.6 i 4.7. To je tanka linija jer se njome predstavlja ono što je manje "važno" na predmetu.



SI. 4.4: Primena linije tipa A



SI. 4.5: Primena linije tipa B





SI. 4.6: Primena linije tipa B za imaginaran prodor

SI. 4.7: Primena linije tipa B za označavanje detalja predmeta

Linija **tipa C i D** koristi se za skraćene poglede i delimične preseke (sl. 4.8 i 4.9). Na jednom crtežu može se koristiti samo linija tipa C ili D, po izboru. Linija tipa C se crta slobodnom rukom, a D računarom ili šablonom.



SI. 4.8: Primena linije tipa C



SI. 4.9: Primena linije tipa D

Zaklonjene ivice i konture predmeta crtaju se linijom **tipa E ili F** (sl. 4.10 i 4.11). Na jednom crtežu koristi se samo jedna alternativa E ili F. Na ortogonalnom crtežu (pogledima) crtaju se sve zaklonjene ivice i konture predmeta (ako se presekom to ne izbegne), dok se na aksonometrijskom crtežu crtaju samo one koje će crtež učiniti jasnijim i preglednijim.





SI. 4.10: Primena linija tipa E



Linijom **tipa G** obavezno se crtaju sve simetralne linije, kao i osne linije za kružne i polukružne linije u svim ortogonalnim pogledima, što je prikazano na sl. 4.12. Kratke osne linije crtaju se linijom tipa B. Putanje pokretnih delova crtaju se linijom tipa G (sl. 4.13).





SI. 4.12: Primena linije tipa G

Si. 4.13.1 filmena ilinje upa S za putalije

Pri crtanju preseka, kada se ravni presecanja ne nalaze na simetralnim linijama, njihovi tragovi se predstavljaju linijom **tipa H** (sl. 4.14). Ova linija može biti izlomljena na različite načine, zavisno od načina sečenja.



SI. 4.14: Primena linije tipa H

Linija **tipa J** crta se iznad površine za koju se propisuju neki specijalni zahtevi (sl. 4.15). Na tom crtežu, iznad zaglavlja za crtež daje se pojašnjenje tog zahteva.



– lepovati SI. 4.15: Primena linije tipa J

Linija **tipa K**, ima vrlo široke mogućnosti korišćenja (sl. 4.16). Kada prikazuje konture predmeta, koje su ispred ravni odsecanja (sl. 4.17) ima status glavne linije tipa A. To znači da se može kotirati, da se na liniju tipa K mogu stavljati oznake za obradu, tolerancije itd.





Primena linije tipa K za alternativne (početne, krajnje) položaje predmeta prikazana je na sl. 4.18. Na istoj slici korišćena je linija tipa G za putanju i za simetralne linije.

SI. 4.18: Primena linija tipa K i G

Na jednom primeru (sl. 4.19) prikazana je primena skoro svih vrsta linija.



4.2.1. Prioritet crtanja linija

Kada se poklope više različitih vrsta linija (kada se istovremeno nađu na istom pravcu) tada je prioritet crtanja sledeći:

- 1. Vidljive ivice i konture linija tipa A,
- 2. Konture predmeta ispred ravni odsecanja; konture predmeta pre oblikovanja; težišne linije; konture susednih delova linija tipa K,
- 3. Zaklonjene ivice i konture linija tipa E i F,
- 4. Ravni presecanja linija tipa H,
- 5. Osne linije i simetrale linija tipa G,
- 6. Pomoćne kotne linije linija tipa B i
- 7. Linije skraćenih pogleda i delimičnih preseka linija tipa C i D.

Pri određivanju prioriteta crtanja linija, kada se poklope, treba se pridržavati sledećih principa:

- Predmet je na crtežu najvažniji i to njegove vidljive ivice i konture, koje se predstavljaju linijom tipa A, a kada se nađu ispred ravni odsecanja, linijom tipa K. Zatim slede nevidljive ivice i konture predmeta koje se crtaju linijom tipa E ili F;
- Nakon toga slede one linije koje se ne mogu pomerati: linije za označavanje ravni odsecanja (tipa H), osne linije i simetralne linije i putanje (tipa G);
- Na kraju prioriteta su pomoćne linije koje se mogu, bez ikakvih posledica za tačnost crteža, pomerati (linije tipa B, C i D).

Na sl. 4.20 prikazan je prioritet crtanja linije tipa F, H i G. Nacrtana je linija tipa F jer predstavlja ivicu predmeta.

4.2.2. Pokazne linije

Pokazne linije imaju široku primenu u tehničkom crtanju. Crtaju se linijom tipa B. Međutim, mogu da imaju različite završetke. Ako se pokazna linija završava u okviru konture predmeta tada se stavlja tačka na njenom kraju (sl. 4.21,a). Na drugom kraju takve pokazne linije može da bude završetak u vidu tanke linije (sl. 4.23,a) ili debele (sl. 4.21,b). Kada se



završava tankom linijom, tada na njoj stoji neka oznaka ili pojašnjenje, a ako je debela linija, na njoj stoji pozicioni broj. Pokazna linija se na jednom kraju završava strelicom, a na drugom tankom linijom kada upućuje na konturu predmeta (sl. 4.21,c). Ako pokazna linija upućuje na kotnu liniju (sl. 4.21,d), tada je taj kraj i bez tačke i bez strelice, a na drugom kraju je tanka linija.

SI. 4.20: Prioritet crtanja linija



4.3. KRIVE LINIJE

Krive linije, bilo matematički pravilne ili proizvoljnih oblika imaju široku primenu u tehnici. Delovi mašina su takvog konstuktivnog oblika da često sadrže krive linije ili se procesi u mašinama odvijaju po zakonitostima promene različitih matematičkih krivih linija. To su: **kružnica, elipsa, sinusoida, kosinusoida, parabola, hiperbola, evolventa, cikloida, zavojnica** itd. Radi toga prikazaće se konstrukcija samo nekih od njih, koje u tehnici imaju najširu primenu.

4.3.1. Kružnica (krug)

Kružnica je kriva linija koja se često sreće u tehnici. Predstavlja geometrijsko mesto tačaka u ravni jednako udaljeno od jedne stalne tačke O (centra). Nastaje rotacijom tačke A oko nepomične tačke (centra O) na konstantnom rastojanju R. Na sl. 4.22 definisani su osnovni parametri kružnice.

Postupak konstruisanja kružnice je različit, zavisno od toga šta je zadato. Ako su zadate tri nekolinearne tačke na krugu ABC, (sl. 23,a), postupak crtanja kružnice po fazama, prikazan je na sl. 23,b,c. Duži AB i BC su tetive. U preseku normala kroz njihova središta dobija se centar kruga O. Poluprečnik kruga R predstavlja rastojanje OA, OB i OC.



O - centar kruga OA=R - poluprečnik kruga AB=2R=D - prečnik kruga AC - tetiva t - tangenta ODEO - kružni isečak DE - luk F - tačka u kojoj tangenta *t* dodiruje

SI. 4.22: Osnovni parametri kruga



SI. 4.23: Postupak crtanja kružnice kada su zadate tri nekolinearne tačke na njoj

Ako je zadata kružnica i tačka A van kružnice (sl. 4.24,a), postupak crtanja tangente iz tačke A na zadatu kružnicu je sledeći: Spoji se centar O i tačka A i odredi središte te duži, tačka B; Iz tačke B nacrta se luk sa radijusom OA/2 i dobijaju se tačke C i D; Tačke C i D su dodirne tačke traženih tangenti (sl. 4.24,b).

Crtanje tangente na dve kružnice (sl. 4.24,c) je sledeći: Spoje se osne tačke dve kružnice, C i D; Iz središta jedne kružnice (tačke B) povuče se upravna prava na ovu duž; Gde ova prava seče kružnicu dobija se tačka E; Prava određena tačkama B i E se nacrta iz centra druge kružnice (iz tačke A); Gde ova prava seče drugu kružnicu dobija se tačka F; Tangenta t na dve kružnice određena je tačkama E i F.



SI. 4.24: Crtanje tangenti na kružnice

4.3.2. Elipsa

Krug posmatran pod nekim uglom različitim od 90° (iskosa) vidi se kao elipsa. Elipsa nastaje kada se tela kružnog poprečnog preseka (valjka, kupe...) preseku sa ravni, koja je pod nekim proizvoljnim uglom na bazis. Elipsa i parametri koji je definišu prikazana je na sl. 4.25. Elipsa predstavlja geometrijsko mesto tačaka E (E₁, E₂, E₃...) čiji je zbir rastojanja od dveju fiksnih tačaka (žiža, fokusa: F₁, F₂) jednak dužini velike ose.

Postoji više metoda za crtanje elipse, zavisno od toga šta je zadato. Ako su zadate velika i mala osa metode za cratnje elipse su: metoda po definiciji, metoda dve kružnice, metoda šestara, metoda parčeta hartije, metoda podeoka itd. Pravci velike i male ose su pod uglom od 90^o.



SI. 4.25: Elipsa sa parametrima koji je definišu

AB =2a - velika osa elipse CD=2b - mala osa elipse AO=OB=a CO=OD=b a - velika poluosa b - mala poluosa $F_1 F_2$ - fokusi, žiže DF_1 =DF_2 =a CF_1 =CF_2 =a $F_1E+EF_2=r_1+r_2=2a$

Metoda po definiciji

Na osnovu zadate vrednosti velike i male ose odrede se žiže F_1 i F_2 na osnovu uslova iz prethodne slike (sl. 4.25). Rastojanje F_1O podeli se na proizvoljan broj delova i



obeleže sa 1, 2, 3... koji ne moraju biti međusobno jednaki (sl. 4.26). Takođe, rastojanje OF₂ se podeli na isti broj podeoka, ista međusobna rastojanja i obeleže sa 1', 2', 3... Iz žiža F_1 i F_2 se povlače šestarom lukovi rastojanja, npr. A4 iz tačke F_1 i B4 iz tačke F_2 , te se dobija tačka 4'', koja predstavlja tačku na elipsi. Postupak se ponavlja za sve ostale podeone tačke 1, 2, 3... i 1', 2', 3...

SI. 4.26: Crtanje elipse prema definiciji

Metoda šestara

Nacrta se paralelogram na osnovu zadate velike i male ose (tačke AB i CD). Iz tačke G (sl. 4.27) povuče se normala na pravac AC i u preseku sa velikom osom daje tačku E, a sa malom osom tačku F. Tačke H i J dobijaju se simetrično u odnosu na tačku O. Iz tačke E nacrta se luk EA, koji predstavlja deo elipse. Iz tačke F nacrta se luk FC koji, takođe, predstavlja deo elipse. Simetrično ovome dobijaju se i ostala dva luka. Spajanjem ovih lukova sa krivuljarem dobija se elipsa.



4.3.3. Zavojnica

Zavojnica nastaje kada se pravougli trougao obrće oko valjka prečnika D. Duža kateta trougla jednaka je obimu kruga prečnika D, a kraća koraku (hodu) zavojnice. Pri obrtanju, tačka hipotenuze opisuje krivu po obimu valjka koja se zove zavojnica. Zavojnica se koristi za oblik žljeba na stablu vijka, pužnog valjka, zavojnih vretena itd. Postupak konstruisanja zavojnice dat je na sl. 4.28. Krug prečnika D podeli se na npr. 12 jednakih delova (1,2...,12) i obeleži kao na slici. Iznad kruga na proizvoljnom rastojanju nacrta se horizontalna linija na koju se nanese duž jednaka obimu kruga i podeli na 12 jednakih delova (1',2'...,12'), što predstavlja dužu katetu trougla. Iz podeoka 12' nacrta se kraća kateta provouglog trougla (12'A), koja je jednaka koraku zavojnice (zadata vrednost). Iz podeljaka

1',2'...,12' do hipotenuze povlače se vertikalne, a odatle horizontalne linije. U preseku linija iz istoimenih tačaka sa kruga i hipotenuze trougla (1-1', 2-2..., 12-12') dobijaju se tačke zavojnice.



SI. 4.28: Postupak dobijanja zavojnice; 0'12' = $D\pi$; 12'A= korak zavojnice (zadato)

4.3.4. Cikloida

Cikloida nastaje kotrljanjem kruga po pravoj liniji bez klizanja. Pri tome tačka A na krugu za potpun obrtaj kruga (2π) ima putanju oblika cikloide (sl. 4.29). Primenjuje se za oblik boka zubaca nekih zupčanika, za rulete i centroide, za putanje tačaka mašinskih delova itd. Postupak konstruisanja dat je na sl. 4.29 Krug se podeli na 12 jednakih delova (1,2...,12) iz kojih se nacrtaju horizontalne linije. Na horizontalnu liniju iz središta kruga O nanese se duž jednaka obimu kruga i podeli na 12 jednakih delova (1',2'...,12'). Iz tačaka 1',2'...,12' se šestarom, čiji je otvor jednak poluprečniku kruga *R*, zasecaju se istoimene horizontalne linije i dobijaju tačke cikloide.



SI. 4.29: Postupak dobijanja cikloide

4.3.5. Evolventa

Evolventa nastaje rotacijom duži po krugu koji miruje. Drugačije rečeno, nastaje "odmotavanjem" obima kruga, pri čemu početna tačka obima opisuje evolventu. Ima široku primenu za oblik boka zubaca zupčanika. Postupak dobijanja evolvente dat je na sl. 4.30.

Krug se podeli na 12 jednakih delova (1,2...,12) iz kojih se povuku tangente. Na tangentu podeoka 12 nanese se duž jednaka obimu kruga i podeli na 12 jednakih delova (1',2'...,12'). Iz svakog podeoka kruga nanose se odgovarajuće dužine obima na povučene tangente: iz podeoka 1 duž 01', iz podeoka 2 duž 02' itd.



Sl. 4.30. Postupak dobijanja evolvente

4.3.6. Proizvoljne krive linije

Osim matematičkih krivih linija i druge krive linije imaju široku primenu u tehnici. To su uglavnom krive linije dobijene: spajanjem pravih linija i delova kružnice, spajanjem delova kružnica itd. Na slikama od sl. 4.31 do 4.36 prikazane su neke od mnogobrojnih mogućnosti za dobijanja proizvoljnih krivih linija.





SI. 4.31: Spajanje dela kružnice i pravih linija

SI. 4.32: Spajanje delova dve kružnice



SI. 4.33: Spajanje dve kružnice



SI. 4.35: Spajanje dela kružnice i pravih linija pod nekim uglom



SI. 4.34: Spajanje tri kružnice



SI. 4.36: Spajanje više pravih linija i delova kružnice

4.4. RAZMERE

Razmera predstavlja odnos između mera (dimenzija) predmeta na crtežu i stvarnih mera na samom predmetu. Predmet se na crtežu može crtati u pravoj (prirodnoj) veličini koja se označava sa 1:1. Ako je predmet veći od formata papira, crta se sa umanjenjem koje se označava sa 1:X, a ako je manji, crta se sa uvećanjem koje se označava sa X:1. Jednostavno je zapamtiti na primeru razmere 1:2 (1:X). Ako se 1:2 napiše u vidu razlomka 1/2=0,5<1, znači umanjenje. Isto važi i za uvećanje 2:1 (X:1), gde je 2:1=2/1=2>1, što znači da je uvećanje. Vrednosti razmere za umanjenje i uvećanje date su u tabeli 4.4.

Tabela 4.4: Vredn	osti standardnih razmera
-------------------	--------------------------

Vrsta razmere	Vrednosti						
Stvarna veličina		1:1					
Razmere za umanjenje	1:2	1:5	1:10				
1:X	1:20	1:50	1:100				
	1:200	1:500	1:1000				
	1:2000	1:5000	1:10000				
Razmere za uvećanje	2:1	5:1	10:1				
X:1	20:1	50:1					

Na jednom crtežu može se koristiti više razmera. Osnovna razmera se upisuje u odgovarajuću rubriku zaglavlja za crtež. Sitni detalji predmeta mogu se uvećati i pored tog uvećanog detalja označi se razmera (sl. 4.7), koja je u tom slučaju različita od osnovne razmere crteža. Ako je za posebne namene potrebna neka druga razmera od onih datih u tabeli 4.4, raspon razmera može biti uvećan u oba smera pod uslovom da ta nova razmera bude izvedena iz osnovnih množenjem sa 10.

Izbor razmere zavisi od veličine i složenosti predmeta koji se crta. Mora biti takva da je crtež dovoljno precizan i jasan i da je usklađena sa formatom papira.

4.5. VRSTE CRTEŽA

U tehnici se koriste različite vrste crteža, zavisno od načina crtanja, mesta korišćenja, šta je nacrtano, gde će se crtež koristiti itd. Dele se prema:

- 1. Sadržini;
- 2. Načinu prikazivanja;
- 3. Mestu korišćenja;
- 4. Nameni i
- 5. Načinu izrade.
- 1. Prema sadržini dele se na:
 - Sklopne crteže koji predstavljaju više različitih delova u sklopu (naležu jedni na druge) i imaju zajedničku ulogu i funkciju i
 - Detaljne crteže, koji predstavlja crtež jednog detalja (predmeta), koji se bez razaranja ne može razdvojiti.
- 2. Prema načinu prikazivanja dele se na:
 - Aksonometrijski, gde je predmet prikazan u tri dimenzije u jednom pogledu;
 - Ortogonalni, gde je predmet nacrtan u više ortogonalnih projekcija (pogleda) u dve dimenzije i
 - Šematski, gde se delovi, uređaji i mašine prestavljaju standardnim simbolima.
- 3. Prema mestu korišćenja dele se na crteže za:
 - Konstrukcioni biro;
 - Tehnološki biro;
 - Biro kontrole;
 - Proizvodni pogon;
 - Transportnu službu;
 - Prodajnu službu;
 - Propagandnu službu i
 - Skladište gotovih proizvoda.
 - 4. Prema nameni dele se na:
 - a) Konstrukcione crteže, koji mogu biti:
 - Sklopni (ortogonalni, ređe aksonometrijski);
 - Montažni (ortogonalni, aksonometrijski i šematski);
 - Instalacioni (šematski) i

 Radionički (ortogonalni, ređe aksonometrijski crtež na osnovu kojeg se predmet u radionici izrađuje.

b) **Tehnološke crteže**, koji mogu biti:

- Crtež obrade (ortogonalni). Na ovom crtežu daje postupak izrade po tehnološkim operacijama i
- Kontrolni crtež (ortogonalni).

c) Komercijalne crteže, koji mogu biti:

- Crtež za porudžbinu (ortogonalni ili aksonometrijski). To je tehnički deo dogovorenog dokumenta između naručioca i izvršioca;
- Crtež za ponudu (ortogonalni ili aksonometrijski). Predstavlja dopunski tehnički dokument uz ponudu za traženje posla;
- Crtež za odobrenje (ortogonalni ili aksonometrijski). To je tehnički dokument, koji služi za utvrđivanje ugovorene izvedbe;
- Crtež isporuke (ortogonalni ili aksonometrijski) je tehnički dokument uz isporuku robe;
- Kontrolno prijemni crtež (ortogonalni, aksonometrijski ili šematski), na osnovu kojeg se kontrolišu samo oni elementi koji su bitni za prijem;
- Opisni crtež (ortogonalni, aksonometrijski ili šematski) je namenjen kupcu uz uputstvo za rukovanje;
- Crtež pakovanja (ortogonalni ili aksonometrijski, na kojem se daje način pakovanja pri skladištenju i transportu i
- Crtež za publikaciju (ortogonalni, aksonometrijski ili šematski) namenjen je za prospektni, kataloški i propagandno-marketinški materijal itd.

d) **Projektini i investiciono projektni crteži** predstavljaju početna okvirna tehničkotehnološka rešenja. Na osnovu ovih dokumenata obezbeđuju se investiciona sredstva.

- e) Ostale crteže, koji mogu biti:
- Patenti;
- Crteži uz proračune, dijagrame i nomograme itd.

5. Prema načinu izrade dele se na:

- Originalni crtež koji se crta tušem ili olovkom, na pausu, hameru, poluhameru ili bankpost papiru. Čuva se u arhivi, a koristi se njegova kopija;
- Kopija je umnoženi original i
- Skica predstavlja uprošćen crtež nacrtan slobodnom rukom. Može da se koristi i kao priprema za crtež.

Navedeni crteži ne moraju se svi u svakoj prilici crtati. Jedan crtež može da ima više namena, npr. montažni crtež može ujedno biti i sklopni. Svaki crtež se crta na određen način, sa određenim elementima i podacima.

5. AKSONOMETRIJSKI CRTEŽI

Aksonometrijski crteži su oni crteži na kojima se **predmeti predstavljaju sa tri dimenzije na jednom pogledu.** Dobijena slika predmeta je **približno** onakva kakvu vidi naše oko. Pri tome se predmet na slici "**deformiše**" u odnosu na stvarni izgled. Površine predmeta se različito deformišu, neke više, neke manje, zavisno od njihovog položaja prema projekcijskim ravnima.

Aksonometrijski crteži nisu trodimenzionalni crteži jer se na takvim crtežima ne može odrediti zapremina predmeta niti površine njegovih stranica. Aksonometrijski crtež samo stvara iluziju prostornog izgleda predmeta.

Predmet crtanja postavlja se u oktante čije su ose pod različitim uglom i različito usmerene (sl. 5.1). Zavisno od položaja projekcijskih ravni postoje sledeće vrste aksonometrijskog crteža:



a) za ortogonalnu aksonometriju, b i c) za kosu aksonometriju

5.1. ORTOGONALNA AKSONOMETRIJA

Ova metoda je pogodna za one predmete koji nemaju mnogo kružnih površina. Projektni zraci su međusobno paralelni i normalni na projektne ravni. Deli se na dimetriju i izometriju. Osa Z je uvek vertikalna, dok su ose X i Y pod različitim uglovima (sl. 5.1). Ivice predmeta koje su paralelne sa osama X, Y i Z crtaju se u pravoj veličini (označeno sa 1) ili se skraćuju na 1/2 i 3/4 (označeno sa 1/2, 3/4) što je prikazano u tabeli 5.1. Zavisno od položaja osa i skraćenja ivica predmeta, neke površine predmeta se ističu (bolje vide, tj. više ističu u odnosu na druge), a neke ne. Kocka nacrtana u različitim metodama dimetrije, sa uglovima osa koje se mogu koristiti prikazana je na sl. 5.2.

5.2. KOSA AKSONOMETRIJA (KOSA PROJEKCIJA)

Kosa aksonometrija **prikladna je za predmete sa kružnim površinama**, jer se one u jednoj ravni vide u pravoj veličini (nedeformisane). Projektni zraci su međusobno paralelni, normalni i pod uglom od 30°, 45° ili 60° prema vertikalnici. Osa Z je uvek vertikalna, X uvek horizontalna, a Y je pod uglovima 30°, 45° ili 60° u odnosu na X osu, što je dato u tabeli 5.2. Osa X je usmerena na levu ili desnu stranu (sl. 5.1,b,c).

Metode	Ро	ložaj o	osa	Skraćenja po osama na			Vidljivost (istaknutost)
aksonometrije	Χ	Υ	Ζ	X	Y	Z	površina predmeta
	10°	45°	90°	1	1/2	1	Istaknuta prednja površina predmeta
Dimetrija	7 °	42°	90°	1	1/2	1	Istaknuta prednja površina predmeta
	45°	45°	90°	1	1	1/2	Istaknuta gornja površina predmeta
	15°	60°	90°	1	1	3/4	Istaknuta donja površina predmeta
Izometrija	30°	30°	90°	1	1	1	Podjednako istaknute sve površine predmeta

Tabela 5.1: Položa	j osa i skraćenja	kod ortogonalne a	ksonometrije
--------------------	-------------------	-------------------	--------------



SI. 5.2: Prikazivanje kocke u ortogonalnoj aksonometriji a, b, c, d) dimetrija, e) izometrija

lvice predmeta paralelne sa osama X i Z ne skraćuju se (označene sa 1), a one paralelne sa Y osom se skraćuju na 1/2, 2/3 ili 3/4 od stvarne dužine (1/2, 2/3, 3/4¾). Pri tome se prednja površina uopšte ne deformiše, a bočna i gornja se različito deformišu. Kocka nacrtana u kosoj projekciji sa različitim uglom Y ose prikazana je na sl.5.3. Kada je ugao Y ose 30° deformacija gornje i bočne površine je najveća (sl. 5.3,a). Za ugao Y ose od 45°, manja je deformacija, s tim što se i bočna i gornja površina isto deformišu (sl. 5.3,b). Kada je ugao Y ose 60°, deformacija gornje površine je najmanja, a bočne najveća (sl. 5.3,c).

Metoda	Položaj osa		Skraćenja			Vidljivost (istaknutost)	
aksonometrije				po osama		na	površina predmeta
	X	Y	Z	Χ	Υ	Ζ	
	0 °	30 °	90 °	1	1/2	1	Prednja površina predmeta sasvim nedeformisana, a bočna
Kosa							i gornja znatno.
aksonometrija	0 °	45 °	90 °	1	2/3	1	Prednja površina predmeta sasvim nedeformisana, a bočna i gornja manje.
	0 °	60 °	90 °	1	3/4	1	Prednja površina predmeta sasvim nedeformisana, bočna veoma, a gornja najmanje.

Tabela 5.2: Položaj osa	i skraćenja kod kos	e aksonometrije
-------------------------	---------------------	-----------------



SI. 5.3: Kocka u kosoj aksonometriji (kosoj projekciji)

5.3. CRTANJE KRUŽNIH POVRŠINA NA AKSONOMETRIJSKOM CRTEŽU



Kružne površine se projektuju kao krug samo u onim projektnim ravnima koje su paralelne sa tom površinom. Na projektnim ravnima koje su pod nekim uglom na kružnu površinu, krug se projektuje kao elipsa. Kod aksonometrijskog crteža samo kod kose projekcije i samo one kružne površine koje su paralelne sa vertikalnicom, projektuju se kao krugovi, dok u svim ostalim projektnim ravnima i kod svih ostalih metoda, projektuju se kao elipse. Crtanje kružnih površina, odnosno elipsi, kod dimetrije i izometrije dato je na sl. 5.4 i 5.5. *Sl. 5.4: Crtanje kružnica u dimetriji*



SI. 5.5. Crtanje kružnica u izometriji

Prvi način dobijanja elipse na površinama predmeta nacrtanog u izometriji dat je na sl. 5.6. Nacrta se romb pod uglom od 30° stranica prečnika kruga d. Pravac velike i male ose nalazi se na dijagonalama romba. Veličina velike ose je 2a=1,22d, a male 2b= 0,7d. Drugi način dobijanja elipse u izometriji je isti, s tim što je velika osa 2a=d, a mala 2b=0,58d. Nekom od metoda konstruisanja elipse, kada su poznate velika i mala osa, može se nacrtati elipsa



Sl. 5.6: Crtanje elipse u izometriji gde je: 2a=1,22d; 2b=0,7d



SI. 5.8: Crtanje približne izometrijske elipse (ovala)



SI. 5.7: Crtanje elipse u izometriji gde je: 2a=d; 2b=0,58d

Konstruisanje i crtanje elipse je sporo, naročito kada su malih dimenzija. Približna elipsa (oval) može se jednostavnije nacrtati šestarom. Nacrta se romb stranice *d* pod uglom od 30° (sl. 5.8). Opiše se luk poluprečnika BE iz tačke B i D. Iz tačke J i K opiše se luk poluprečnika JE. Ovi lukovi daju približnu elipsu (oval).

Postupak dobijanja elipse na bočnoj površini predmeta nacrtanog u dimetriji pod uglom osa X i Y od 10° i 45° prikazan je na sl. 5.9. Nacrta se romb čija je vertikalna stranica jednaka prečniku kruga npr. d=4 cm, pošto nema skraćenja. Kraća stranica romba je 2 cm, pošto je skraćenje na 1/2. Tako se dobijaju spregnuti prečnici elipse EF i GH, čije je središte

u tački O. Elipsa se konstruiše pomoću neke od ranije prikazanih metoda, kada su poznati spregnuti prečnici (poglavlje 4.3).

Postupak dobijanja spregnutih prečnika elipse na gornjoj površini predmeta nacrtanog u kosoj projekciji prikazan je na sl.5.10. Na primer potrebno je nacrtati krug prečnika d=4 cm, gde je osa Y pod uglom od 60°. Prvo se nacrta romb stranica d=4 cm i 3/4d=3 cm. Na taj način se dobiju spregnuti prečnici elipse EF i GH. Postupak je isti i za sve ostale kružne površine predmeta nacrtanog u dimetriji i kosoj projekciji, jer spregnute prečnike elipse određuju ose i odgovarajuća skraćenja.





SI. 5.9: Postupak dobijanja konjugovanih prečnika elipse u dimetriji



5.4. POSTUPAK IZRADE AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA

Pre nego što se počne crtati predmet u aksonometriji usvoji se metoda. Pri tome se vodi računa da predmet na crtežu bude što jasniji i jednostavniji za crtanje. Zatim se predmet "**pravilno postavi**" u odnosu na projektne ravni. Predmet je pravilno postavljen, ako su površine predmeta (što je moguće više površina) paralelne ili normalne na projektne ravni. Osim toga predmet je pravilno postavljen ako dobijeni crtež ima što manje nevidljivih linija.

Postupak crtanja svodi se na **crtanje pojedinačnih površina predmeta**, a ne celog predmeta odjednom. Crtanje se sastoji iz faza i to određenim redosledom. Za predmet na sl. 5.11,a detaljno je opisan postupak crtanja po fazama. Crta se olovkom sa tankim linijama tipa B. Redosled je sledeći:

- 1. Nacrtaju se ose X, Y, i Z za odabrani metod aksonometrije. Za ovaj primer usvaja se kosa projekcija, pošto ima puno kružnih površina (sl. 5.11,b)
- 2. Prvo se crtaju one površine koje su paralelene se projektnim ravnima. Počinje se sa najbližom ili najudaljenijom površinom od crtača. Preglednije je za crtanje da to bude najbliža površina. Crtaju se prvo sve one površine koje su paralelne sa vertikalnicom, a zatim sve one koje su paralelne sa profilnicom ili obrnuto.

Nakon toga se crtaju površine koje su paralelne sa horizontalnicom. Na kraju se crtaju površine koje su pod nekim uglom na projektne ravni, cilindrične površine itd. Najčešće su te površine već nacrtane, crtanjem prethodnih. Nacrta se, za početak, samo jedna od odabranih površina prema redosledu crtanja. Na datom primeru to je površina 1, koju čine dva kruga prečnika D_1 i D_2 (sl. 5.11,c). Središte te površine je označeno sa O_1 . Ova površina se crta u koordinatnom sistemu (sl. 5.11,b).









f)







g)

SI. 5.11: Postupak dobijanja kose projekcije predmeta

- 3. Zatim se crta druga po redu površina. Ovde je to površina broj 2, koju čine krug D_2 i D_3 sa centrom u tački O_2 (sl. 5.11,d). Centar O_2 se nalazi na Y osi iza O_1 na rastojanju y_1 . Nacrtana vrednost ovog rastojanja zavisi od stvarnog rastojanja, skraćenja tih ivica i od razmere crtanja. Na primer, ako je stvarna vrednost O_1O_2 na predmetu 2,3 cm, ugao nagiba Y ose 45°, što znači da je skraćenje na 2/3 i razmera 1:1, nacrtana vrednost rastojanja O_1O_2 biće 1,5 cm. Iz središta O_2 nacrtaju se ponovo ose X, Y i Z (sl. 5.11,b).
- 4. Iza središta drugonacrtane površine crta se središte površine 3. Nalazi se na Y osi pošto se i na predmetu nalaze na istoj, simetralnoj liniji predmeta. Središte površine 3, O_3 se nalazi na rastojanju y_2 od O_1 (sl. 5.11,b). Površinu 3 čine dva kruga prečnika D_1 i D_3 (sl. 5.11,e).

- 5. Pošto su nacrtane sve površine paralelne sa vertikalnicom, crtaju se druge po redu, u ovom slučaju, cilinindrične. To je površina 4 (sl. 5.11,f), koja se sastoji iz dve spojene kružnice prečnika D_1 na rastojanju y_2 sa središtima O_1 i O_3 . Pošto su te dve kružnice već nacrtane, samo se spajaju sa dve tangente paralelne sa Y osom.
- 6. Nakon toga crta se površina 5 (sl. 5.11,g) koju čine dva kruga prečnika D_2 , sa središtima u tačkama O_1 i O_2 na rastojanju y_1 . Pošto su ta dva kruga već nacrtana (sl.5.11,b), samo se spoje tangentama paralelnim sa Y osom.
- 7. Crta se površina 6 koju čine dva kruga prečnika D_3 sa središtima u tačkama O_2 i O_3 na rastojanju $y_2 y_1$ (sl. 5.11,h). Ta dva kruga su takođe već nacrtana samo se spoje tangentama kao prethodne dve (sl. 5.11,b).
- Ovako nacrtan predmet daje nejasnu sliku. Da bi crtež bio jasan i pregledan, brišu se sve pomoćne linije (suvišne ose itd.). Nevidljive linije se crtaju isprekidanom linijom tipa E ili F (sl. 5.12,a). Međutim, crtež je i dalje nepregledan. Tada se nevidljive linije sasvim brišu (sl. 5.11,a) ili se neke od njih zadržavaju (sl. 5.12,b).

Koje će se nevidljive linije sasvim izbrisati, a koje nacrtati isprekidanom linijom, nema sasvim preciznog pravila. Opše pravilo je da **crtež treba da je što pregledniji i jasniji** za onog ko čita i koristi crtež. Ako se sve nevidljive linije izbrišu, a zadrže samo vidljive, koje se podebljavaju, (sl. 5.11,a) neće korisniku crteža biti sasvim jasno do koje dubine ide rupa prečnika D_3 . Međutim, ako u ovom slučaju tako ostane nacrtan predmet, smatraće se da je ta rupa do kraja predmeta, tj. do površine sa središtem u tački O_3 .

Ako se samo neke nevidljive linije zadrže na crtežu, u ovom slučaju to bi trebalo da bude cilindrična površina 6 (sl. 5.12,b). Sada je sa ovog crteža jasnije da je rupa do kraja predmeta.



SI. 5.12. Crtanje nevidljivih linija na aksonometrijskom crtežu a) nacrtane sve nevidljive ivice i konture, b) nacrtane samo neke nevidljive ivice i konture

Ako je potrebno da se unutrašnji nevidljivi deo predmeta sasvim jasno i precizno definiše i predstavi na crtežu, tada se predmet mora **fiktivno (zamišljeno) odseći**. Zamišljeno odsecanje predmeta može biti različito: sa jednom ili više ravni. Najčeće se predmet fiktivno seče po simetralnim linijama na pola, četvrtinu, ili delimično, samo neki manji deo. Pri tome se mora imati na umu da se predmet ne sme toliko "iseći", da se na crtežu ne vidi kako on izgleda sa spoljašnje strane.

Na ovom primeru zamišljeno je odsečena četvrtina predmeta sa izlomljenom ravni, koju čine ravni α i β (sl. 5.13,a). Deo predmeta koji zaklanja unutrašnjost, zamišljeno se odstrani. Da bi bilo potpuno jasno da predmet nije odsečen stvarno, već fiktivno, deo predmeta koji je došao u dodir sa ravnima sečenja α i β se šrafira. Šrafiranje predstavlja

crtanje tankih linija tipa B, koje su međusobno paralelne na malom rastojanju, najčešće pod uglom od 45°. Linije šrafure ne smeju biti paralelne sa konturnim linijama tipa A. Na aksonometrijskom crtežu, za razliku od ortogonalnog, površine predmeta koje su sečene različitim ravnima sečenja (α , β) šrafiraju se sa različitim nagibom linija iste gustine.

Sam postupak sečenja i crtanja preseka, svodi se na sečenje pojedinačnih površina, istim redom kao što su se i crtale. Ova faza crtanja radi se nakon nacrtanih svih površina predmeta (sl. 5.11,b).

Crtanje aksonometrijskog crteža svodi se na crtanje na jednom mestu (sl.5.11,b) bez crtanja pojedinačnih rasčlanjenih površina, kao što je zbog objašnjenja postupka dato u ovom primeru.



SI. 5.13: Postupak dobijanja preseka predmeta: a) način sečenja, b) crtež sa presekom

Drugi primer crtanja aksonometrijskog crteža predmata prikazan je na sl.5.14. Nacrtaju se pravci osa u izometriji. Uočava se da se predmet može dobiti odsecanjem od prizme čije su dimenzije određene gabaritima predmeta. Prvo se odseca prednji deo predmeta, takođe u vidu prizme, nacrtana tankom linijom (sl. 5.14,b). Odsečeni deo se briše gumicom i zavisno od predmeta nastavi se sa odsecanjem, što je prikazano na sl. 5.14,c,d.



SI. 5.14: Postupak dobijanja aksonometrijskog crteža odsecanjem

Sledeći primer postupnog crtanja prikazan je na sl. 5.15. Predmet ima kose površine, čije se ivice i konture na aksonometrijskom crtežu različito deformišu. Stoga kose površine treba crtati tako, ako je to moguće, da se dobijaju crtanjem površina predmeta koje su paralelne sa projektnim ravnima. Na ovom primeru to su gornje i donje površine paralelne sa

horizontalnom projektnom ravni sa centrom u tački O_1 i O_2 (sl. 5.15,b). Spajanjem ovih površina dobijaju se kose. Odgovarajućim odsecanjem od nacrtanih površina (sl. 5.15,c) dobija se aksonometrijski crtež, kao na sl. 5.15,a ili d.



SI. 5.15: Postupak dobijanja aksonometrijskog crteža predmeta sa kosim površinama

5.5. PREDNOSTI I NEDOSTACI AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA

Zbog niza nedostataka **aksonometrijski crtež nije osnovni crtež u tehnici**. Nedostaci su sledeći:

- dobija se deformisana slika predmeta;
- nejasan je izgled zaklonjenih površina;
- nepogodan je za crtanje složenijih predmeta i sklopova;
- izrada je skupa, jer je potrebno mnogo vremena, naročito kod sklopova i složenijih predmeta i
- nepogodan je za crtanje ostalih podataka na crtežu (kote, oznake za tolerancije, kvalitet obrade površina itd.).

Prednost aksonometrijskog crteža u odnosu na ortogonalni je u tome što je **aksonometrijski crtež jasan i laiku**. Zbog toga se koristi u tehnici.

Na sl. 5.16 prikazan je predmet nacrtan u različitim metodama aksonometrije. Ako se usvoji izometrija (sl. 5.16,a) te se nacrtaju sve nevidljive konture predmeta, dobija se crtež koji je nepregledan i pretrpan nevidljivim linijama. Ako se nacrtaju samo neophodne nevidljive linije da bi se definisala zaklonjena strana sa krilcem (sl. 5.16,b) crtež je pregledniji. Ako se pak uopšte ne nacrtaju nevidljive ivice predmeta (sl. 5.16,c) neće biti jasno kako predmet izgleda sa desne, zaklonjene strane.

Ako se predmet nacrta u kosoj projekciji (sl. 5.16,d), pa se delimično nacrtaju nevidljive ivice dobiće se pregledan crtrež i predmet delimično definisan. Naime i dalje nisu definisane zaklonjene strane predmeta, zadnja i donja. Ako se na kosoj projekciji potpuno izostave nevidljive ivice predmeta (sl. 5.16,e) leva bočna strana predmeta je nedefinisana. Ako se usvoji dimetrija za isticanje donje površine predmeta i predmet okrene kao na (sl. 5.16,f), sada desna strana se neće na crtežu dovoljno videti.

Isto ili slično bi bilo i sa drugim metodama i položajima osa i položajima predmeta u odnosu na projektne ravni. Nijedna metoda aksonometrije neće dati crtež predmeta na kojem će upotpunosti biti definisane sve strane predmeta. Uvek će, dve ili tri strane biti zaklonjene ili deformisane. Ovaj problem se ne može rešiti ni jednom metodom aksonometrije.

5.6. IZBOR METODA AKSONOMETRIJE

Delovi mašina, odnosno predmeti crtanja su vrlo različitih konstrukcionih oblika. Ako se crta aksonometrijski crtež, tada je važno odabrati najadekvatniju metodu aksonometrije, da bi predmet na crtežu bio što približniji slici koju vidi naše oko. Pravi izbor metode jasnije prikazuje predmet u aksonometriji, koliko je to moguće i skraćuje potrebno vreme za crtanje.

Na crtežu (sl. 5.17,a) prikazan je predmet nacrtan u izometriji sa četvrt presekom. Izgled predmeta je precizno definisan, izuzev zaklonjenih površina (donja, dalja bočna i zadnja), koje se ne mogu drugačije definisati ni jednom drugom metodom. Međutim, kružne površine predmeta se deformišu u elipse, koje se sporo crtaju, naročito ako su malih dimenzija. Stoga je za ovaj predmet, sa aspekta crtanja, prikladnija kosa projekcija (sl. 5.17,b). Usvoji se ugao ose Y od 30°, pošto nema nikakvih detalja na bočnoj površini. Na ovaj način predmet će se brže nacrtati, ali je više deformisan od crteža u izometriji.



SI. 5.16: Predmet nacrtan u različitim metodama aksonometrije a), b), c) izometrija, d), e) kosa projekcija, f) dimetrija



SI. 5.17: Prikaz predmeta u: a) izometriji i b) kosoj projekciji SI. 5.18: Prikaz predmeta u: a) kosoj projekciji i b) izometrijii

Predmet na sl.5.18,a nacrtan je u kosoj projekciji. Unutrašnji deo predmeta se ne vidi. Ako bi se unutrašnjost tog upusta nacrtala isprekidanim linijama crtež bi bio nepregledan. Isti predmet nacrtan u izometriji dat je na sl. 5.18,b na kojem se više vidi upust, te je u ovom slučaju izometrija prikladnija. Međutim, crtež predmeta u izometriji zauzima više prostora od njegove kose projekcije.

Na osnovu prethodnih primera može se uočiti da i kosa projekcija daje takvu sliku predmeta koja se razlikuje od slike predmeta koju vidi naše oko u prostoru. To je nedostatak u odnosu na izometriju koja daje sliku predmeta bližu stvarnom izgledu u prostoru.

Predmet nacrtan u dimetriji sa uglom osa X i Y pod 7° i 42° daje najmanje deformisanu sliku predmeta. Na sl.5.19 prikazan je predmet nacrtan u dimetriji i izometriji. Dobijena slika u dimetriji je manja od izometrijske. Međutim, u dimetriji su skraćenja po Y osi, što je nepodobno za crtanje, za razliku od izometrije kod koje nema skraćenja.

Iz prethodne analize i pokazanih primera jasno je da aksonometrijski crtež nije prikladan da bude osnovni crtež u tehnici.





SI. 5.19: Predmet nacrtan u: a) dimetriji i b) izometriji



Sklop više delova nacrtan u aksonometriji zahteva mnogo vremena i dobijena slika često je nejasna i nepregledna. Postupak crtanja svodi se na crtanje svakog dela pojedinačno. Dodirne linije predmeta su zajedničke. Obavezno se koristi presek. Svaki predmet se šrafira različitom gustinom da bi se međusobno razlikovali. Osim toga ravni sečenja imaju različite nagibe linija štafure, što sve zajedno daje nepregledan crtež. Predmeti se označavaju pozicionim brojevima. Na sl. 5.20 prikazano je kućište kotrljajnog ležaja.

SI. 5.20: Sklopni aksonometrijski crtež kućišta ležaja 1. gornji deo kućišta, 2. donji deo kućišta, 3. zavrtanj, 4. navrtka, 5. podloška

6. ORTOGONALNI CRTEŽI

Ortogonalni crteži ili 2D su takvi crteži gde se predmeti crtaju u **dve dimenzije u više ortogonalnih pogleda (projekcija).** Projekcijski zraci su međusobno paralelni i normalni na projekcijske ravni. Predmet crtanja postavlja se u prostor omeđen sa šest međusobno normalnih, odnosno paralelnih projekcijskih ravni. Zbog toga se za svaki predmet može nacrtati šest osnovnih ortogonalnih pogleda. Prostor sa šest međusobno normalnih projekcijskih ravni je kocka sa svojih šest stranica (sl. 6.1). Kocka ima po dve paralelne stranice, odnosno po dve: horizontalne - H, vertikalne - V i profilne - P projekcijske ravni. Predmet crtanja se zamišljeno postavi unutar kocke, tako da mu najveći broj površina budu paralelne sa stranicama kocke. Stranice kocke (projekcijske ravni) obaranjem se, kao na sl. 6.2, dovode u jednu ravan - ravan crtanja, tj. vertikalnu ravan. Zadnja verikalna stranica (V) kocke je u sredini, dok su ostale oko nje. Horizontalne ravni se obaraju na dole i gore, a profilne sa strane, na levo i na desno. Prednja vertikalna ravan se obara na desnu stranu pored profilne. Na taj način svih šest stranica kocke (projekcijskih ravni) **obaraju se sve dotle dok se ne dovedu u jednu ravan**, zadnju vertikalnu ravan V, koja se nalazi u sredini u ravan crtanja (sl. 6.2).







SI. 6.2: Obaranje projekcijskih ravni

6.1. POSTUPAK DOBIJANJA ORTOGONALNOG CRTEŽA

Ortogonalni pogledi (ortogonalne projekcije) dobijaju se korišćenjem međusobno paralelnih projekcijskih zraka koji su normalni na projekcijske ravni. Postupak dobijanja ortogonalnih pogleda prikazan je na sl. 6.3 i **zasniva se na principima nacrtne geometrije**. Projekcijski zraci obuhvataju predmet i gde probijaju projekcijske ravni daju tačke čijim spajanjem se dobijaju pogledi. Korišćenjem **projekcijskih zraka koji su normalni na vertikalnu, horizontalnu i profilnu projekcijsku ravan dobijaju se tri osnovna pogleda**. Svaki pogled predstavlja izgled predmeta samo sa jedne strane i to posmatrano normalno na tu stranu. Vidljive ivice i konture predmeta crtaju se debelom punom linijom (tip A), a nevidljive isprekidanom (tip E ili F). Da bi se ortogonalni pogledi nalazili u jednoj ravni, **obaraju se horizontalna i profilna projekcijska ravan** za 90° oko ose X i Z, kao na sl. 6.3, tako da se poklope sa vertikalnom ravni. Sa projekcijskim ravnima obaraju se i ortogonalni pogledi (sl. 6.4), kao i projekcijskih zraci.



Sl. 6.3: Postupak dobijanja ortogonalnih pogleda (projekcija)



Sl. 6.4: Ortogonalni pogledi (projekcije) nakon obaranja ravni

Delovi projekcijskih zraka između projekcija nazivaju se sponama. Spone koje su prave, bilo vertikalne ili horizontalne nazivaju se direktnim sponama. Direktne spone spajaju poglede na horizontalnoj i vertikalnoj ravni ili na vertikalnoj i profilnoj ravni. Izlomljene spone su one koje spajaju poglede na horizontalnoj i profilnoj ravni i nazivaju se indirektnim sponama.

Ortogonalni crtež se dobija kada se **zadrže samo ortogonalni pogledi, a sve ostalo se izbriše** (projekcijske ravni, spone, ose itd.). Zavisno od vrste crteža i od toga gde se crtež koristi, na ove poglede se crtaju kote, oznake za kvalitet obrađenih površina, tolerancije itd. Na taj način dobija se ortogonalni crtež koji je za prethodni primer dat na crtežu broj 6.01.



6.2. RASPORED POGLEDA (PROJEKCIJA)

Za svaki predmet može se nacrtati **šest osnovnih ortogonalnih pogleda** (projekcija). Pogledi se raspoređuju na različite načine. U praksi se koriste:

1. Evropski raspored pogleda i

2. Američki raspored pogleda.

Osim ova dva načina rasporeda pogleda, u izuzetnim prilikama može se koristiti i proizvoljan raspored. Međutim, takav raspored pogleda veoma je nepovoljan za one koji čitaju crtež i treba ga izbegavati.

Bez obzira na to koji se raspored pogleda koristi predmet se pri crtanju posmatra kao što je prikazano na sl. 6.5. **Predmet crtanja postavi se u odabrani položaj u odnosu na projekcijske ravni i više se ne pomera**. Pomera se crtač i nalazi se u šest različitih položaja, od A do F, kako je to prikazano na slici 6.5.



SI. 6.5: Položaj crtača pri crtanju ortogonalnih pogleda A - pogled spreda (glavni), B - pogled odozgo, C - pogled sleva, D - pogled zdesna, E - pogled odozdo, F - pogled straga

6.2.1. Evropski raspored pogleda

Kod evropskog rasporeda pogleda, dobijeni **pogledi se obaraju u smeru posmatranja**, znači suprotno od posmatrača, tako da se predmet crtanja nalazi u sredini, između oka crtača i dobijenog pogleda (sl. 6.6). Oznaka (simbol) za evropski raspored pogleda dat je na sl. 6.7.

Pogled spreda je glavni pogled. Dobija se na zadnjoj vertikalnoj ravni V (sl. 6.8,a), crta se u sredini i obeležava sa A. Pogled odozgo je ispod A i obeležava se sa B. Pogled sa leve strane predmeta crta se na desnoj strani glavnog pogleda A i obeležava sa C. Pogled sa desne strane obeležava se sa D i nalazi se sa leve strane pogleda A. Pogled odozdo je pogled E i crta se iznad A. Pogled od straga označava se sa F i crta se sa desne strane pogleda A, a pored C. Raspored osnovnih pogleda nakon potpunog obaranja ravni dat je na sl. 6.8,b.


SI. 6.6: Položaj posmatrača (crtača), predmeta

i pogleda prema evropskom rasporedu







SI. 6.8: Raspored pogleda po evropskom načinu rasporeda a) pre obaranja ravni, b) nakon obaranja ravni A - pogled spreda (glavni), B - pogled odozgo, C - pogled sleva, D - pogled zdesna, E - pogled odozdo, F - pogled straga

Za predmet sa sl.6.5 nacrtano je šest ortogonalnih pogleda i raspoređeni su po evropskom rasporedu (sl.6.9). Ako se ovakvi crteži koriste na američkom ili nekom drugom tržištu, tada se oznaka za evropski raspored pogleda nalazi na crtežu, obično iznad zaglavlja za crtež. Cela oznaka se crta linijom tipa B, na površini veličine oko 1,5 cm².



evropskom rasporedu

6.2.2. Američki raspored pogleda

Kod američkog rasporeda pogleda dobijeni pogledi se obaraju prema crtaču, suprotno od smera posmatranja, tako da se dobijeni pogled nalazi u sredini između oka crtača i predmeta crtanja (sl. 6.10). Oznaka za američki raspored pogleda prikazana je na sl. 6.11. Glavni pogled, takođe se obeležava sa A, nalazi se na zadnjoj vertikalnioj ravni u sredini (sl. 6.12,a), kao i kod evropskog rasporeda pogleda. Pogled odozgo B nalazi se iznad, a pogled odozdo E ispod pogleda A. Pogled sa leve strane C je na levoj, a sa desne strane D na desnoj strani pogleda A. Pogled od straga je desno od pogleda A, a pored D. U odnosu na evropski, kod američkog rasporeda zamenjena su mesta pogledima B i E i C i D. Raspored pogleda nakon obaranja projekcijskih ravni dat je na sl. 6.12,b.

predmet

$$\mathcal{A} \equiv \bigcirc \equiv \bigcirc$$

pogled



SI. 6.11: Oznaka za američki

SI. 6.10: Položaj posmatrača (crtača), pogleda i predmeta prema američkom rasporedu

posmatrač





SI. 6.12: Raspored pogleda po američkom načinu rasporeda a) pre obaranja, b) nakon obaranja A - pogled spreda (glavni), B - pogled odozgo, C - pogled sleva, D - pogled zdesna, E - pogled odozdo, F - pogled straga

Za predmet sa sl.6.5 nacrtano je šest ortogonalnih pogleda i raspoređeni su po američkom rasporedu pogleda (sl.6.13).



SI. 6.13: Osnovni pogledi prema američkom rasporedu

Ako se crteži sa američkim rasporedom pogleda koriste na evropskom ili drugom tržištu, tada se oznaka za američki raspored pogleda crta na crtežu, iznad zaglavlja za crtež.

6.3. POVEZANOST ORTOGONALNIH POGLEDA

Ortogonalni **pogledi (projekcije) su međusobno povezani projekcijskim zracima**, odnosno sponama. Pogledi A, B i E su povezani vertikalnim sponama, pogledi A, C, D i F horizontalnim, a pogledi D, B; D, E; C, B; C, E sa izlomljenim sponama. Primer povezanosti ortogonalnih pogleda dat je na sl. 6.14 gde su pogledi raspoređeni po evropskom rasporedu. Glavni pogled A nalazi se u sredini. Ispod se nalazi pogled B. Svaka tačka, ivica i površina predmeta na ovim i svim ostalim pogledima, mora biti na zajedničkim sponama. Recimo tačka X u svim projekcijama mora biti u preseku vertikalne, horizontalne i izlomljene spone. Ako se uoči, npr. pravougaona tačkasta površina predmeta na pogledu B, praćenjem njenih spona vidi se da se ona različito projektuje na pojedinim pogledima. Na pogledima A, C i D projektuje se kao linija, pošto je ta površina paralelna sa H, a normalna na P i V ravan. Projekcije ove površine, kao i svih ostalih, moraju biti u preseku zajedničkih vertikalnih, horizontalnih i izlomljenih spona.

6.4. DOVOLJAN BROJ POGLEDA

Sa sl. 6.9 vidimo da su ortogonalni pogledi B i E, zatim C i D, kao A i F međusobno slični, odnosno ponavljaju se sa malim razlikama u vidljivosti linija. To se odnosi i za primer sa sl. 6.13 i sl. 6.14. Prema tome nije ni potrebno crtati svih šest pogleda. Ma kako delovi mašina koje crtamo, bili složenih konstrukcionih oblika, ne zahtevaju crtanje svih šest pogleda. Dovoljna su tri, dva ili jedan pogled, zavisno od složenosti predmeta. Treba nacrtati minimalan broj pogleda koji predmet jednoznačno određuju.

Uvek se prvo crta glavni pogled, pogled A. Ako predmet sa pogledom A nije potpuno definisan, tada se uz pogled A crta još i pogled B ili C ili D. Ako nisu dovoljna dva pogleda (A i jedan od B, C i D) crta se treći koji može biti neki od preostalih iz grupe B, C ili D. Kombinaciju pogleda A sa E treba izbegavati, pošto se isto to može postići sa A i B. Pogled F se nikad ne crta. Ortogonalni crtež se može nacrtati sa sledećim mogućnostima pogleda:

(A);
$$\begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix}$$
; (DA); (AC); $\begin{pmatrix} AC \\ B \end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix} DA \\ B \end{pmatrix}$.

Ne može se nacrtati crtež sa pogledima koji se ponavljaju npr. A sa F, jer se u tom slučaju ne bi mogla dati treća dimenzija predmeta i predmet ne bi bio potpuno definisan. Iz istih razloga se ne mogu koristiti kombinacije pogleda B sa E i C sa D. Ne može se nacrtati crtež sa pogledima D, A i C. Pogledi C i D su isti sa razlikama u vidljivosti linija i ovakav crtež bi bio neracionalan. Ne može se nacrtati ni crtež sa pogledima D i B. Ovakav crtež bi se teško čitao pošto pogledi nisu povezani direktnim, već izlomljenim sponama. **Ne mogu se koristiti sledeće kombinacije ortogonalnih pogleda:**



Sl. 6.14: Povezanost ortogonalnih pogleda

Postupak izbora minimalnog broja pogleda (karakterističnog broja pogleda) dat je za predmete sa sl. 6.15. Ako se za prvi predmet naznačen sa "a)" nacrta samo pogled spreda A (sl. 6.16,a), vidi se da je taj pogled isti za sve različite predmete sa sl. 6.16,b,c,d. Znači da u ovom slučaju nije dovoljan samo pogled A jer ne definiše jednoznačno prvi predmet. Ako se uz pogled A nacrta i pogled C ili D (sl. 6.16,b) situacija je ponovo ista, pošto su i ova dva pogleda ista za sva četiri različita predmeta. Da bi se bilo koji od četiri predmeta jednoznačno definisao uz ova dva pogleda trebalo bi nacrtati i pogled odozgo B. Tek sa kombinacijom od ta tri pogled predmeti bi bili jednoznačno definisani. Međutim, ako se usvoji da se uz pogled A nacrta pogled B (sl. 6.16,c,d) tada je to dovoljno da se predmeti jednoznačno definišu. Na taj način (izborom pogleda) smanjuje se broj potrebnih pogleda na minimalan, što je bitno,

pošto je izrada tehničke dokumentacije skupa, jer zahteva puno vremena. Treba **crtati samo neophodan, minimalan broj pogleda**. Odgovarajućim kotiranjem za prva dva predmeta sa sl. 6.16 bio bi dovoljan samo jedan pogled, glavni A.

Krajnje merilo izbora minimalno potrebnog broja pogleda su kote (dimenzije), o čemu će biti reči i poglavlju 8.



SI. 6.15: Različiti predmeti sa istim pogledom A, C i D



6.5. KARAKTERISTIKE GLAVNOG "A" POGLEDA

Glavni pogled je važan pogled, pošto su njegovim izborom određeni svi ostali pogledi. Pri izboru glavnog pogleda A, odnosno pri izboru položaja predmeta za glavni pogled, treba se rukovoditi sledećim:

- da taj pogled najviše i najjasnije pokazuje predmet,
- da njegovim izborom najviše površina predmeta budu paralelne, odnosno normalne na projekcijske ravni,
- da se maksimalno smanji broj potrebnih pogleda,
- da se što više, koliko je to moguće, smanji broj nevidljivih linija predmeta,

- da se olakša crtanje i čitanje takvog crteža i
- da u ovom pogledu predmet stoji u funkcionalnom položaju (npr. traktor, kuća), ako je to bitno ili u položaju izrade predmeta.

Ako se za predmet sa sl. 6.17,a izabere kao glavni pogled u smeru strelice A_1 , tada je potrebno nacrtati tri pogleda A, B i C (sl. 6.17,b). Međutim, ako se za glavni usvoji pogled u smeru A_2 , tada su potrebna samo dva pogleda A i B (sl. 6.17,c). Ovakav izbor je u skladu sa osobinama glavnog pogleda.



SI. 6.17: Izbor glavnog pogleda: b) nepravilno, c) pravilno

Još jedan primer analize izbora glavnog pogleda dat je za predmet sa sl. 6.18,a. Ako se usvoji kao glavni pogled u pravcu A₁, i nacrtaju dva pogleda, glavni i odozgo, predmet nije jednoznačno definisan (sl. 6.18,b). Da bi se predmet potpuno definisao, potrebna su tri pogleda (sl. 6.19,c), a ako se usvoji da je glavni pogled u pravcu A₂, potrebna su samo dva pogleda (sl. 6.18,d).

Za predmet sa sl. 6.19,a nacrtana su dva pogleda A i B, sl. 6.19,b što je dovoljno da se premet jednoznačno definiše. Međutim, za ovaj predmet bolje je nacrtati pogled A i C, sl. 6.19,c, jer ovakav izbor pogleda omogućava lakše čitanje predmeta.





Sl. 6.19: Izbor potrebnog broja pogleda

6.6. SPECIJALNI ORTOGONALNI POGLEDI

Površine predmeta koje stoje pod nekim proizvoljnim uglom u odnosu na projekcijske ravni (kose površine) projektuju se u svih šest ortogonalnih pogleda deformisano, što je vrlo nepovoljno i za crtanje i za čitanje ortogonalnog crteža (sl. 6.20).

Za takve predmete crtaju se specijalni ortogonalni pogledi. Dobijaju se tako što se postavljaju **nove projekcijske ravni koje su paralelne sa kosim površinama predmeta**. Dobijeni ortogonalni pogledi na tim projekcijskim ravnima daju nedeformisane slike tih kosih površina predmeta. Za predmet na sl. 6.20 nacrtan je specijalni ortogonalni pogled na ravan koja je paralelna sa gornjom kosom površinom (sl. 6.21). Dobijeni pogled može da se obori na jednu ili drugu stranu od pravca posmatranja, zavisno od prostora na crtežu, što se označava strelicom (sl. 6.22). Pri tome se crta samo ta kosa površina, bez ostalih delova predmeta.





SI. 6.20: Ortogonalne projekcije kosih površina predmeta

SI. 6.21: Specijalni ortogonalni pogled

Specijalni pogled se može nacrtati i za površine koje nisu pod nekim proizvoljnim uglom u odnosu na projekcijske ravni (sl. 6.23). Pogled D u ovom primeru je nacrtan na desnoj strani pogleda A, a ne na levoj, kako bi trebalo po evropskom rasporedu, pošto su pogled A i B po ovom rasporedu nacrtani. Da bi se to naznačilo stavlja se strelica koja govori o pravcu posmatranja te površine. Tako pogled D postaje specijalni pogled, pošto se ne nalazi na mestu na kojem bi treblo da bude po odabranom rasporedu pogleda. Ova mogućnost koristi se vrlo retko, kada prostor na crtežu to zahteva.



SI. 6.22: Specijalni pogled

SI. 6.23: Pogled D kao specijalni pogled

6.7. UPROŠĆENJA NA ORTOGONALNOM CRTEŽU

Pri crtanju ortogonalnih crteža koriste se neka uprošćenja radi bržeg i racionalnijeg crtanja. **Uprošćenja ne smeju ići na uštrb jasnoće crteža**.

Linije stvarnog geometrijskog prodora crtaju se punom debelom linijom (tipa A) ako su vidljive ili isprekidanim linijama ako su nevidljive (sl. 6.24). Stvarna linija prodora dva valjka datih prečnika je kriva linija. Međutim, zbog bržeg crtanja, može se uprošćeno nacrtati tako da je ta linija prodora prava linija (sl. 6.25).

Linije imaginarnih prodora, kao što su zaobljeni uglovi i blagi konturni prelazi, crtaju se punom tankom linijom (tipa B) koja ne dodiruje konture kao na sl. 6.26. Može biti kriva, kako stvarno izgleda ili uprošćeno, prava linija.



SI. 6.24: Linije stvarnog geometrijskog prodora



SI. 6.25: Uprošćeno crtanje linija stvarnog geometrijskog prodora



SI. 6.26: Crtanje linija imaginarnih prodora i zaobljenja

Potpuno simetrični delovi uprošćeno se mogu nacrtati tako da se nacrta samo polovina ili čak četvrtina pogleda (sl. 6.27). Tada na osnim linijama stoje dve kratke paralelne tanke linije || pod uglom od 90° na simetralnu liniju. Druga mogućnost za oznaku ovog uprošćenja je ta, da se malo produže konture preko simetralne linije. Po istom principu, uprošćeno, mogu se crtati i neokrugli delovi (sl. 6.28).

Crtanje blagih konusnih površina uprošćava se tako šte se ne crtaju sve konture. Ne crtaju se one koje su blizu jedna drugoj, bliže od 0,7 mm (sl. 6.29). Koja će se kontura nacrtati, a koja ne, zavisi od površina. Treba nacrtati one koje imaju veći funkcionalni značaj.



SI. 6.28: Uprošćeno crtanje simetričnih predmeta

SI. 6.29: Uprošćeno crtanje blagih konusa a) pravilno, b) nepravilno

Uprošćenja se mogu koristiti i u prilikama kao na sl. 6.30, kada odstupanje od pravila projiciranja (nacrtne geometrije) ne dovodi do zabune pri čitanju, a jednostavnije je za crtanje.



SI. 6.30: Uprošćeno prikazivanje dubine žljeba za klin a) pravilno, b) pravilno-uprošćeno



Predmet na sl. 6.31 nastao je spajanjem prizme i valjka. Prodor (spoj) ova dva tela može se uprošćeno nacrtati, odnosno mogu se izostaviti linije prodora.

Kada se isti detalji predmeta ponavljaju, takođe se crtaju uprošćeno. Nacrta se prvi i poslednji isti detalj, dok se ostali samo predstave osnom linijom kao na sl. 6.32.

SI. 6.31: Uprošćeno prikazivanje prodora prizme i valjka



SI. 6.32: Uprošćeno prikazivanje predmeta sa istim detaljima koji se ponavljaju

Ukoliko predmet ima sitnih detalja koji se ne mogu kotirati, crtaju se uvećano kako je to prikazano na sl. 6.33. Sitan detalj predmeta zaokruži se tankom linijom tipa B i označi identifikacionom oznakom, npr. A. Na istom crtežu, gde ima mesta, crta se uvećan detalj sa identifikacionom oznakom i razmerom.

Za predmete koji se dobijaju savijanjem, bitan je početni oblik pre definitivnog oblikovanja. Početni oblik se crta tankom linijom tipa K (sl. 6.34).





SI. 6.33: Uvećan sitni detalj predmeta

SI. 6.34: Crtanje početnog oblika pre definitivnog oblikovanja

Ako je predmet sa ravnim ili kosim (konusnim) površinama, kvadratnog ili pravougaonog poprečnog preseka, može se izbeći crtanje jednog pogleda, ako se te površine označe tankim dijagonalama kao na sl. 6.35. Međutim, ako se crta više pogleda na kojima se vidi da su to ravne površine, označavanje sa tankim dijagonalama nije potrebno.



SI. 6.35: Označavanje ravnih i konusnih površina kvadratnog i pravougaonog poprečnog preseka

Svi delovi od providnog materijala crtaju se kao da su neprovidni. Boje na tehničkim konstrukcionim crtežima se ne primenjuju. Mogu se koristiti u ostaloj tehničkoj dokumentaciji, s tim da se njihovo korišćenje precizno označi.

6.8. PREDNOSTI I NEDOSTACI ORTOGONALNOG CRTEŽA

Zbog niza prednosti **ortogonalni crtež je osnovni crtež u tehnici**. Te prednosti su sledeće:

- Lako i brzo se crta;
- Predmet na ortogonalnom crtežu je precizno jasan;
- Površine predmeta se na crtežu vide nedeformisane;
- Pogodan je za crtanje i najsloženijih predmeta i sklopova i
- Pogodan je za označavanje svih parametara bitnih za izradu i funkcionisanje (kote, tolerancije, kvalitet obrade itd.) predmeta.

Nedostatak ortogonalnog crteža je taj što nije jasan laiku.

6.9. POVEZANOST ORTOGONALNOG I AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA

Ortogonalne projekcije i aksonometrijski crtež predmeta međusobno su povezani, što je pokazano na početku ovog poglavlja. U ovom delu će se još jednom ukazati na ovu uzajamnu zavisnost, kao i način dobijanja aksonometrije (kose projekcije, dimetrije i izometrije) kada su poznate ortogonalne projekcije.

6.9.1. Kosa projekcija tačke

Neka je zadata tačka A sa koordinatama X, Y i Z, odnosno sa prvom A' i drugom A" projekcijom (sl. 6.36). U kosoj projekciji ose X i Z zadržavaju položaj kakav su imale u paru ortogonalnih projekcija, dok se osa Y pomera u položaj definisan nekim proizvoljnim uglom prema osi X i obležava sa \overline{Y} (Y nadvučeno). Na taj način vertikalna projekcijska ravan V ostaje na istom mestu kao kod ortogonalnih projekcija, dok se horizontalna ravan H "podiže" u horizontalan položaj, a profilna ravan P se pomera u položaj upravan na H i V ravan.

U kosoj projekciji sve ivice paralelne sa osom X i Z crtaju se bez skraćenja (1:1) dok se one paralelne sa osom \overline{Y} mogu crati bez ili sa skraćenjem od 1:1 do 1:2. Kada nema

skraćenja, usvoji se jedan proizvoljan podeljak koji se nanese na osu Y i na osu \overline{Y} (sl. 6.36,a).

Linija koja spaja ova dva podeljka predstavlja sponu između prve ortogonalne A' i prve kose projekcije $\overline{A'}$ tačke A. Prva kosa projekcija $\overline{A'}$ određena je ovom sponom i linijom paralelnom sa osom \overline{Y} koja polazi sa mesta gde vertikalna spona prve i druge ortogonalne projekcije seče osu X. Kosa projekcija tačke A ili tačka A u prostoru dobija se u preseku linije paralelne sa osom Z (vertikalne linije) koja polazi iz tačke $\overline{A'}$ i linije paralelne za osom \overline{Y} koja projekcija A'' tačke A.

Ako se usvoji skraćenje npr. 3:2 tada se tri ista podeljka nanesu na osu Y, a dva na osu \overline{Y} i tako se dobija linija koja spaja prvu ortogonalnu A' i prvu kosu projekciju $\overline{A'}$ tačke A (sl. 6.37,b). Kosa projekcija tačke A se dobija isto kao u prethodnom primeru sa sl. 6.36,a.



SI. 6.36: Crtanje kose projekcije tačke A na osnovu njenih ortogonalnih projekcija a) bez skraćenja 1:1, b) sa skraćenjem 3:2



Sl. 6.37: Crtanje kose projekcije prave "a" na osnovu njenih ortogonalnih projekcija

6.9.3. Kosa projekcija tela

6.9.2. Kosa projekcija prave

Princip dobijanja kose projekcije prave je isti kao i za tačku, s obzirom na to da pravu definišu dve tačke kroz koje prolazi. Na osnovu zadate prve a' i druge a" ortogonalne projekcije prave koja prolazi kroz ortogonalne projekcije tačaka A i B odrede se prve kose projekcije tačaka A i B čijim spajanjem se dobija prva kosa projekcija $\overline{a'}$ prave a. Na isti način kao za tačku, na osnovu prve kose projekcije $\overline{a'}$ i druge ortogonalne projekcije a" prave *a* dobija se kosa projekcija prave *a* (sl. 6.37).

Princip crtanja kose projekcije tela na osnovu njenih ortoganalnih projekcija je isti kao za tačku i pravu, jer se svako telo, ma kako bilo složeno može nacrtati na osnovu njegovih tačaka i prava (duži).

Kocka je najjednostvnije pravilno geometrijsko telo. Prva i druga ortogonalna projekcija kocke su kvadrati (sl. 6.38). Kosa projekcija kocke dobija se spajanjem kose projekcije rogljeva (tačaka). Rogalj A u kosoj projekciji se dobija na način kako se određuje kosa projekcija bilo koje tačke. Na isti način se odrede kose projekcije i ostalih rogljeva čijim spajanjem se dobija kosa projekcija kocke.

Bočne strane kocke, kao i donja i gornja različito se deformišu, što zavisi od skraćenja po osi \overline{Y} . Prednja strana se vide u pravoj veličini jer je paralelna sa V ravni. Zadnja strana je, takođe, u pravoj veličini, ali je zaklonjena.

6.9.4. Aksonometrijska projekcija tela

Aksonometrijska projekcija tela dobija se kada se osa X "izvede" iz horizontalnog položaja pod određenim uglom, osa Y je pod nekim uglom prema horizontalnoj liniji (kao kod kose projekcije), a osa Z ostaje i dalje vertikalna. Ivice tela paralelne sa osom Z se ne skraćuju (1:1), a one koje su paralelne sa osom X i Y se skraćuju za različite vrednosti od 1:1 do 1:2. Skraćenja ivica tela paralelnih sa osom X i Y mogu se definisati i zarotiranim položajem prve projekcije tela (sl. 6.39). Nakon rotiranja osa X i Y, prva ortogonalna projekcija kocke je i dalje kvadrat ivica a. Na osnovu prve i druge ortogonalne projekcije kocke, tj. u preseku spona paralelnih sa osom Y i Z iz istih tačaka (rogljeva) dobija se aksonometrijski crtež kocke. Zavisno od ugla rotiranja prve projekcije i uglova pod kojima se nalaze ose X i Y, dobijaju se različite vrste aksonometrijskog crteža: trimetrija, dimetrija i izometrija.





Sl. 6.38: Kosa projekcija kocke

SI. 6.39: Aksonometrijska projekcija kocke

Na isti način kako je nacrtana kosa projekcija kocke sa sl. 6.38, crtajući tačku po tačku, crta se i kosa projekcija bilo kojeg pravilnog i nepravilnog geometrijskog tela.

Kosa projekcija valjka koji je različitim položajima u odnosu na projekcijske ravni prikazan je na narednim slikama. U prvom slučaju bazis valjka je paralelan sa vertikalnom projekcijskom ravni V (sl. 6.40) u drugom je bazis paralelan sa horizontalnom ravni H (sl. 6. 41), a u trećem je paralelan sa profilnom projekcijskom ravni P (sl. 6.42).

Na ortogonalnim projekcijama kružnica se vidi kao kružnica na onim ravnima sa kojim je paralelna, dok se na aksonometrijskom crtežu uvek vidi kao elipsa, različito deformisana.





SI. 6.40: Kosa projekcija valjka (bazis je paralelan sa V ravni)



SI. 6.41: Kosa projekcija valjka (bazis je paralelan sa H ravn)i



Kosa projekcija kupe čiji je bazis paralelan sa horizontalnom projekcijskom ravni prikazan je na sl. 6.43. Osa Y je pod uglom od 30°, a skraćenje je 3:2.

Prvo se nacratju ortogonalne projekcije kupe. Pošto je bazis paralelan sa H ravni kupa se u prvoj projekciji vidi kao krug zadatog poluprečnika, a u drugoj projekciji kupa se projicira kao trougao zadate visine. Na isti način kao i pri crtanju kose projekcije kocke, odredi se prva kosa projekcija kupe, najjednostavnije pomoću tačaka koje se dobijaju crtanjem spregnutih prečnika kruga (tačaka 1, 2, 3 i 4). Što se više ovih tačaka usvoji, elipsa kao prva kosa projekcija bazisa (kruga) biće pravilnije nacrtana.



Sl. 6.43: Kosa projekcija kupe: bazis je paralelan sa H ravni



Na sl. 6.44 zadat je par ortogonalnih projekcija "složenijeg" tela na osnovu kojeg treba nacrtati kosu projekciju. Osa Y je pod uglom od 30°, a skraćenje je 3:2.

Iz svih tačaka i ivica zadatih ortogonalnih projekcija povuku se linije koje spajaju prvu ortogonalnu projekciju i prvu kosu projekciju. Prva kosa projekcija tela je ista kao prva ortogonalna projekcija. U preseku vertikalnih linija iz svake tačke i ivice prve kose projekcije tela i linija paralelnih sa osom \overline{Y} iz istoimenih tačaka druge ortogonalne projekcije, dobijaju se tačke i ivice kose projekcije tela.

Sl. 6.44: Crtanje kose projekcije složenijeg tela na osnovu zadatih ortogonalnih projekcija

7. PRESECI NA ORTOGONALNIM CRTEŽIMA

Sve zaklonjene (nevidljive) ivice i konture predmeta na ortogonalnim crtežima crtaju se na svim pogledima. Međutim, **nevidljive konture se ne mogu kotirati** niti se na njih mogu stavljati druge oznake potrebne za izradu predmeta, kao npr. oznake za tolerancije, kvalitet izrade površina itd.

Da bi unutrašnji (zaklonjeni) detalji predmeta postali vidljivi, **predmet se, zamišljeno odseca** i deo predmeta koji je smetao da se unutrašnjost vidi, zamišljeno se odstrani pre crtanja. Da bi se dalo do znanja da predmet nije stvarno, već zamišljeno (imaginarno) odsečen, **deo predmeta koji je došao u dodir sa ravni sečenja se šrafira**. Šrafuru čine međusobno paralelne tanke linije tipa B, prvenstveno pod uglom od 45° ili 135°. Ako su konturne linije pod uglom od 45° u odnosu na horizontalnu liniju, tada su šrafurne linije pod uglom od 30°, 150°, 90° ili 0° (sl. 7.1). Šrafurne linije ne mogu biti paralelne sa konturnim (sl. 7.2,d). Nagib i rastojanje između linija šrafure treba da je na jednom predmetu isto u svim projekcijama. Rastojanje ne sme biti suviše malo, pa da se šrafirana površina zatamni (sl. 7.2,b), niti suviše veliko, pa da ne liči na šrafuru (sl. 7.2).



SI. 7.1: Nagib linija šrafure



SI. 7.2: Pravilno i nepravilno nacrtana šrafura: a) pravilno, b) c) d) nepravilno

Zamišljeno odsecanje predmeta može biti izvedeno na razne načine sa različitim ravnima odsecanja, tako da se preseci vide u svim projekcijama. Ravni odsecanja se označavaju velikim slovima latinice A, B, C... Kada se tragovi ravni odsecanja poklope sa simetralnim linijama predmeta, onda se ne označavaju. Ako tragovi ravni nisu na simetralnim linijama predmeta, tada se označavaju linijama tipa H, C ili D, zavisno od vrste sečenja.

7.1 VRSTE PRESEKA

Zavisno od načina sečenja predmeta postoje sledeći preseci:

- potpun uzdužni,
- poprečni,
- polovičan (četvrt),
- delimičan,
- kombinovan četvrt i delimičan,

- stepenast (izlomljen),
- zarotiran,
- okrenut (zaokrenut),
- mestimičan (razrez) i
- kombinovani presek.

7.1.1. Potpun uzdužni presek

Ako se predmet sa sl. 7.3,a nacrta bez preseka, unutrašnji detalji predmeta na glavnom pogledu se ne vide i crtaju se isprekidanom linijom (sl. 7.3,b). Ovi detalji se ne bi videli niti u pogledu sa strane, odnosno crtali bi se isprekidanom linijom. Dubina unutrašnjih detalja se ne može kotirati, pošto se isprekidane linije ne kotiraju. Zbog toga se predmet zamišljeno potpuno preseče na pola sa ravni A-A, koja je paralelna sa vertikalnom projekcijskom ravni po simetralnoj liniji (sl. 7.4,a). Trag ravni odsecanja projektuje se u pogledu odozgo (pogled B) kao linija koja se poklapa sa simetralnom linijom i ne crta se. Dobijeni presek se vidi u glavnom pogledu (sl. 7.4,b). Razlika glavnog pogleda bez i sa presekom je u tome što su nevidljive linije postale vidljive, a pogled B je ostao isti sa i bez preseka. Pošto je sečenje zamišljeno, šrafira se površina predmeta koja je došla u dodir sa ravni sečenja A-A. Potpun poprečni presek koristi se **za nesimetrične predmete**.



SI. 7.3: Predmet pogodan za potpun uzdužni presek: a) predmet crtanja, b) pogled A i B bez preseka



SI. 7.4: Potpun presek u pogledu A: a) način sečenja za potpun presek, b) pogled A i B sa presekom





SI. 7.6: Potpun presek u pogledu B



SI. 7.7: Presek tankih površina



Pogrešno je kada se kod potpunog uzdužnog preseka označi trag ravni sečenja (sl. 7.5) jer se nalazi na simetralnoj liniji. Predmet se može zamišljeno seći tako da se potpun presek dobije na pogledu spreda ili odozgo. Primer potpunog uzdužnog preseka koji se vidi u pogledu odozgo prikazan je na sl. 7.6. Ako je predmet malih debljina, ne šrafira se, već se presečene površine zatamne (sl. 7.7).

Kada se seku tanka rebra, krilca, paoci i sl. ne šrafiraju se, tj. preskaču sa sa sečenjem. Na sl. 7.8,a prikazan je predmet u kosoj projekciji, koji je pogodan za potpun uzdužni presek. Krilce koje se nalazi sa desne bočne strane, ne seče se (ne šrafira se), kao što je prikazano na sl. 7.8,b. Pogrešno nacrtan potpun presek ovog predmeta dat je na sl. 7.8,c.



SI. 7.8: Potpun presek sa izuzetkom sečenja; a) kosa projekcija, b) pravilno, c) nepravilno

Pri crtanju preseka prave se "početničke" greške, gde se izostave linije površina koje se nalaze iza ravni sečenja što je prikazano na sl. 7.9. Za predmet sa sl. 7.9,a pravilno i nepravilno je nacrtan glavni pogled, gde su izostavljene linije kontura iza ravni sečenja.



a)

SI. 7.9: Pravilno i nepravilno nacrtan uzdužni presek: a) predmet, b) pravilno, c) nepravilno

Posledica izostavljanja ovih linija dovodi do pogrešnog čitanja crteža, što je ilustrovano na primeru (sl. 7.10). Ako se greškom izostave ove linije (sl. 7.10,c) predmeti će se međusobno razlikovati (sl. 7.10,a i 7.10,d).



7.1.2. Potpun poprečni presek

Potpun poprečni presek koristi se **za predmete sa unutrašnjim detaljima koji stoje normalno na dužu simetralnu osu** predmeta. Predmet sa sl. 7.11,a pogodan je za ovaj presek. Na osnovu pogleda spreda (A) i sleva (C) (sl. 7.11,b) može se zaključiti da se bez preseka, unutrašnji detalji ne mogu kotirati.



SI. 7.11: Predmet pogodan za poprečni presek: a) izometrijska slika, b) ortogonalni pogledi

Predmet se zamišljeno odseče sa ravni koja stoji pod uglom od 90° na uzdužnu osu (popreko na dužu osu predmeta) na mestu gde se nalaze unutrašnji detalji predmeta (sl. 7.12,a). Pre crtanja zamišljeno se odstrani prednji deo predmeta. Trag ravni sečenja crta se linijom tipa H i označi strelicom koja pokazuje pravac posmatranja predmeta nakon zamišljenog sečenja (sl. 7.12,b). Na liniji sa strelicom stoji oznaka ravni sečenja A, kao i na dobijenom poprečnom preseku u pogledu C (A-A). Predmet se može seći tako da se poprečni presek vidi u pogledima A, B, C i D.



Sl. 7.12: Poprečni presek; a) način sečenja za poprečni presek, b) pogled C sa presekom



Primer poprečnog preseka koji se vidi u pogledu odozgo prikazan je na sl. 7.13. Predmet se seče sa poprečnom ravni B-B, koja stoji pod uglom od 90° u odnosu na vertikalnu osu, odnosno sa ravni koja je paralelna sa horizontalnom projekcijskom ravni.

Sl. 7.13: Poprečni presek u pogledu odozgo

7.1.3. Polovičan (četvrt) presek

Polovičan ili četvrt presek koristi se **za predmete koji su potpuno simetrični i po spoljašnjosti i po unutrašnjosti i po svim osama simetrije**. Predmet prikazan na sl. 7.14,a je upravo takav. Sa glavnim pogledom (spreda) i odozgo predmet je jednoznačno definisan (sl. 7.14,b).

Međutim, ne mogu se kotirati dubine rupa. Zbog toga se predmet zamišljeno iseče sa dve izlomljene ravni pod uglom od 90° i to po dvema simetralnim osama predmeta. Praktično, zamišljeno se odseca četvrtina predmeta (sl. 7.15,a). Na desnoj strani predmeta na pogledu A crta se unutrašnjost predmeta (pošto se nakon zamišljenog sečenja vidi), a na levoj strani samo spoljašnjost predmeta (sl. 7.15,b).



a) b) SI. 7.14: Predmet pogodan za polovičan (četvrt) presek a) izometrijska slika, b) ortogonalni pogledi

lako leva polovina predmeta na pogledu A ima untrašnjih nevidljivih detalja, koji su isti kao i na desnoj, oni se ne crtaju, ali se podrazumeva da postoje, jer se samo potpuno simetričan predmet tako može seći. Takođe se podrazumeva da spoljašnjost desne strane ie predmeta ista kao i leve. Trag ravni se ne označava pošto se predmet seče po osama simetrije. Četvrt presek je racionalan, pošto jednom pogledu na obuhvata i spoljašnost i unutrašnjost predmeta.



SI. 7.15: Polovičan (četvrt presek): a) način sečenja za četvrt presek, b) pravilan presek, c) nepravilan presek

Na sl. 7.15,c namerno su napravljene greške. Ne crtaju se nevidljive linije na onoj četvrtini predmeta koja se ne seče iako postoje, zato što se to podrazumeva, jer je predmet simetričan. Takođe, greška je što je pogled odozgo nacrtan bez četvrtine kruga, pošto je predmet zamišljeno, a ne stvarno tako odsečen. Osim toga, na glavnom pogledu je pogrešno nacrtana konturna linija umesto osne. Bilo bi to pravilno kada bi se predmet tako stvarno odsekao, a ne fiktivno.



Predmet se može seći tako da se četvrt presek vidi i u pogledima B, C i D. Treba težiti da se četvrt presek vidi na desnoj ili donjoj polovini pogleda (sl. 7.16).

SI. 7.16: Četvrt presek na pogledu odozgo

7.1.4. Delimični presek

Delimični presek koristi se za prikazivanje **sitnih unutrašnjih detalja predmeta**, koji se ne mogu ubuhvatiti jednom ravni sečenja. Predmet prikazan na sl. 7.17,a pogodan je za četvrt presek pošto se na ortogonalnim pogledima (sl. 7.17,b) unutrašnji detalji ne vide, a ne mogu se seći jednom ravni.



SI. 7.17: Predmet pogodan za delimični presek: a) izometrijska slika, b) ortogonalni pogledi

Predmet se zamišljeno delimično odseče po osnoj liniji otvora i žljeba tako da se vide po celoj dubini (sl. 7.18,a). Ukoliko se deo unutrašnjeg detalja i nakon delimičnog odsecanja ne vidi, crta se isprekidanom linijom tipa E ili F. Trag ravni sečenja označava se se linijom tipa C ili D (sl. 7.18,b). Šrafurne linije na aksonometrijskom crtežu su različite za isti predmet.



Za svaku ravan sečenja bira se druga šrafura različita po nagibu ili gustini (sl. 7.18,a). Na svim ortogonalnim pogledima jednog predmeta šrafura je ista i po gustini i po nagibu (sl. 7.18,b).

SI. 7.18: Delimični presek: a) način sečenja za delimični presek, b) pogledi A i B sa delimičnim presekom

Pri sečenju za delimičan presek treba voditi računa da se predmet ne seče po konturnim linijama, već tako da se vidi trag ravni sečenja, tj. mora postojati linija tipa C ili D. Na sl. 7.19 dat je paravilno i nepravilno nacrtan delimični presek.



a) b) SI. 7.19: Pravilno i nepravilno nacrtan delimični presek: a) pravilno, b) nepravilno

7.1.5. Kombinovan četvrt i delimični presek

Ako predmet ima unutrašnju ili spoljašnju konturnu liniji koja pada na osnu liniju predmeta po kojoj se seče za četvrt presek, a predmet je podesan za ovaj presek, koristi se kombinacija delimičnog i četvrt preseka. Zamišljeno se predmet seče po jednoj osi simetrije, a nešto pre ili posle ose, seče se paralelno drugoj osi simetrije, ali slobodnoručno.

Predmet pogodan za ovaj presek dat je na sl. 7.20,a. Konturna linija koja se nalazi sa spoljašnje strane poklapa se sa vertikalnom osom simetrije na glavnom pogledu (sl. 7.20,b).

Predmet se seče po horizontalnoj osnoj liniji, zatim nešto pre druge osne linije, seče se proizvoljno tako da se vidi spoljašnja kontura koja se poklapa sa osnom linijom (sl. 7.21,a). Na taj način ta kontura se vidi i u glavnom pogledu (sl. 7.21,b).



SI. 7.20: Predmet pogodan za kombinovan četvrt i delimični presek a) kosa projekcija, b) ortogonalni pogledi

Nevidljive linije sa leve strane predmeta se ne crtaju, kako je to pogrešno urađeno na sl. 7.22.

Kada se kontura predmeta, koja se poklapa sa osnom linijom nalazi unutar predmeta (sl. 7.23), javlja se isti problem kao kada se nalazi spolja. Predmet se slično odseca, znači po horizontalnoj osi simetrije, ali malo dalje od preseka sa drugom osom, odakle se seče delimično, ali paralelno sa osom simetrije (sl. 7.24).



a)

SI. 7.21: Kombinovan delimični i četvrt presek kada je kontura spolja; a) način sečenja, b) ortogonalni pogledi sa presekom





SI. 7.22: Pogrešno nacrtan kombinovan četvrt i delimični presek



a)

SI. 7.23: Predmet pogodan za kombinovan četvrt i delimični presek; a) kosa projekcija, b) ortogonalni pogledi

b)



b) a)

SI. 7.24: Kombinovan delimični i četvrt presek kada je kontura unutra; a) način sečenja, b) ortogonalni pogledi sa presekom

7.1.6. Stepenast (izlomljen) presek

Stepenasti ili izlomljeni presek koristi se **za predmete sa unutrašnjim detaljima koji se ne mogu obuhvatiti sa jednom ravni sečenja**. Ravan sečenja je izlomljena tako da preseče i obuhvati unutrašnje detalje po njihovim pojedinačnim osnim linijama. Trag ravni sečenja označava se linijom tipa H. Predmet na sl. 7.25 je pogodan za stepenast presek. Način sečenja pokazan je na sl. 7.26,a, a pogledi sa stepenastim presekom na sl. 7.26,b.



a) b) SI. 7.25: Predmet pogodan za stepenast presek; a) kosa projekcija, b) ortogonalni pogledi



SI. 7.26: Stepenast presek a) način sečenja predmeta za stepenast presek, b) pogled sa presekom

Ako neki unutrašnji detalj predmeta nije obuhvaćen sa ravni sečenja, a nalazi se iza ravni sečenja, on se više ne crta (ne mogu preko šrafurnih linija da se crtaju

isprekidane). Njegovo definisanje se rešava na drugi način. Pogrešno nacrtan stepenast presek, gde su iza ravni sečenja nacrtane isprekidane linije dat je na sl. 7.27.

Kada je ravan sečenja tako izlomljena da se detalji predmeta koji se seku poklapaju kao na sl. 7.28, tada se crta po polovina presečenih detalja. Pri tome se šrafura "smiče" na osnoj liniji. Ovakav stepenasti presek može se koristiti ako su presečeni detalji simetrični u odnosu na ravan sečenja.





SI. 7.27: Pogrešno nacrtan stepenast presek

SI. 7.28:Stepenast presek detalja koji se poklapaju

7.1.7. Zarotiran presek

Zarotiran presek koristi se za unutrašnje detalje predmeta koji se nalaze pod nekim uglom u odnosu na projekcijske e ravni, jer projekcije takvih detalja bez ovakvog načina sečenja su deformisane. Stoga se takvi detalji seku pomoću ravni koja prati osnu liniju predmeta, ali se pre crtanja deo ravni sečenja zarotira, sve dok cela ne bude paralelna sa nekom od projekcijskih ravni. Na taj način se i detalji koji su pod uglom na projekcijske ravni projektuju nedeformisano. Trag ravni sečenja označava se linijom tipa H. Na sl. 7.29 prikazan je predmet kod kojeg je potreban ovakav presek. Žljeb na gornjem delu predmeta je deformisan na ortogonalnom pogledu (sl. 7.29,b) pošto se nalazi na delu predmeta koji je pod nekim uglom u odnosu na profilnu projekcijsku ravan.



SI. 7.29: Predmet pogodan za zarotiran presek; a) kosa projekcija, b) ortogonalni pogle

Način sečenja ovog predmeta i dobijanje zarotiranog preseka prikazan je na sl. 7.30,a. Pre nego što se nacrta pogled sa leva, zamišljeno se zarotira deo odsečenog predmeta koji se želi videti u pravoj veličini tako da se nađe na vertikalnoj osnoj liniji (sl. 7.30,b). Položaj žljeba nakon zamišljenog rotiranja prikazan je tačkastom linijom.

Na primeru sa sl. 7.31 rotira se položaj rupa, tako da se i na glavnom pogledu vidi prava (nedeformisana) vrednost osnog kruga. Podrazumeva se da se predmet seče i po simetralnoj liniji preko krilaca, koji se ne šrafiraju. Crtanje zarotiranog preseka pokazano je i na sl. 7.32.



a) b)
SI. 7.30: Princip dobijanja zarotiranog preseka
a) način sečenja, b) ortogonalni pogledi u preseku





SI. 7.31: Zarotiran presek zbog položaja rupa

SI. 7.32: Zarotiran presek

Pri korišćenju zarotiranog preseka kod prenosnika, točkova itd, kada se seku po paocima, čini se izuzetak i trag ravni sečenja se ne označava (sl. 7.33,a). Osim toga, pri sečenju paoka izuzetak je i da se oni ne šrafiraju, odnosno preskaču se pri sečenju i crtaju se onako kako izgledaju spolja. Pogrešno je ako se na ovom predmetu označi trag ravni sečenja, kao što je dato na sl. 7.33,b.



a) b) SI. 7.33: Zarotiran presek kaišnika; a) pravilno, b) nepravilno

Kada bi se za ovaj primer koristio poprečni presek dobijeni pogledi bi bili kao na sl. 7.34. Na osnovu pogleda sa leva moglo bi se pogrešno zaključiti da su paoci kraći nego što stvarno jesu.

Još jedan primer primene zarotiranog preseka prikazan je na sl. 7.35. Predmet je tako sečen i ravan sečenja tako zarotirana da se na gornjoj strani pogleda A-A vidi otvor i prava vrednost poluprečnika osnog kruga, a na donjoj vidi se pravi položaj krilaca. U ovom primeru predmet je sečen samo po označenim ravnima, a ne i po simetralnoj liniji.



Sl. 7.34: Pogrešno izabrana vrsta preseka

SI. 7.35: Zarotiran presek zbog krilca

7.1.8. Okrenut presek

Okrenut presek koristi se **za definisanje poprečnih preseka detalja predmeta**. Detalj predmeta se seče jednom ravni, koja se okrene za 90° i dovede u ravan crtanja. Na primeru sa sl. 7.36,a pokazan je princip dobijanja okrenutog preseka. Površina koja se dodirne sa ravni sečenja okrene se i crta na tri različita načina na mestu gde se taj detalj stvarno nalazi ili van tog mesta. Prvi način je da se nacrta na mestu gde se nalazi. Tada se crta tankom linijom tipa B, šrafira se i ima prednost nad konturama na tom mestu (sl. 7.36,b). Tako okrenut presek, iako je nacrtan tankom linijom, može se kotirati i označiti sa ostalim potrebnim oznakama za toleranciju, hrapavost itd. Ako na tom mestu ima spoljašnjih kontura ili je malo prostora, okrenut presek se može nacratati i izvan pogleda na dva različita načina, ali tada debelom linijom tipa A. Prvi način je da se presek crta van mesta gde se nalazi, a sa projekcijom je spojen osnom linijom tipa G (sl. 7.37,a). Drugi način je da se nacrta na mestu gde se nalazi, tako što se skrati pogled na tom mestu. Tada se takođe, crta debelom linijom (sl. 7.37,b).







7.36: Princip dobijanja okrenutog preseka a) način sečenja, b) ortogonalni pogledi sa presekom

a)



b)



SI. 7.37: Različiti položaji crtanja okrenutog preseka

SI. 7.37: Različiti položaji crtanja okrenutog preseka a) van mesta gde se stvarno nalazi, b) na mestu gde se stvarno nalazi



Poprečni kuke (sl. 7.38) presek najjednostavnije se prikazuje okrenutim presekom. Na ovaj način se smanjuje potreban broj pogleda.

SI. 7.38: Okrenut presek kuke

7.1.9. Mestimičan presek (razrez)

Mestimičan presek ili razrez dobija se tako što **se predmet zamišljeno preseče (kao i za presek) i nacrta se samo onaj deo predmeta, koji je došao u dodir sa ravni sečenja, bez ostale pozadine predmeta.** Dobijeni razrez može se nacrtati na proizvoljnom mestu na formatu, a ne po tačno određenom rasporedu pogleda, evropskom ili američkom. Označava se linijom tipa H. Način dobijanja mestimičnog preseka (razreza) prikazan je na sl. 7.39, a drugi primeri na sl. 7.40 i 7.41.



SI. 7.41: Primena razreza



Ako su dobijeni razrezi na različitim mestima isti, crtaju se kao na sl. 7.42, bez ponavljanja.

Poprečni presek predmeta sa sl. 7.43 pokazan je korišćenjem razreza sa ravni A-A. To isto se moglo rešiti i okrenutim presekom na tom mestu (sl. 7.44). Dobija se ista slika poprečnog preseka, samo u drugom položaju u odnosu na predmet.

SI. 7.42: Isti razrezi na različitim mestima





SI. 7.43: Korišćenje razreza

SI. 7.44: Korišćenje okrenutog preseka

7.1.10. Kombinovani preseci

Kombinovani preseci su različite kombinacije svih preseka, zavisno od izgleda predmeta. Kombinuju se oni preseci koji će jasno jednostavno i racionalno jednoznačno definisati izgled predmeta i po spoljašnjosti i po unutrašnjosti. Preseke ne treba praviti bez određene namene i potrebe, već samo onda kada se unutrašnji detalji ne mogu bez preseka kotirati, označiti kvalitet površina itd. Primer kombinacije preseka prikazan je na sl. 7.45. Kombinovan je poprečni presek sa ravni A-A, mestimični (razrez) sa ravni B-B, okrenut, koji je nacrtan van mesta gde se on stvarno nalazi i delimičan.



7.2. PRESEK VIŠE DELOVA U SKLOPU

Kada se predmeti nalaze u sklopu (naležu jedan na drugi) i kada imaju neku zajedničku funkciju, obavezno se crtaju koristeći neki od preseka. Pri tome se različiti predmeti šrafiraju različitim šrafurama, bilo po nagibu, bilo po gustini. Na sl. 7.46 nacrtana su dva predmeta u sklopu, korišćenjem uzdužnog preseka. Na sl. 7.47 prikazana su 4 predmeta u sklopu, takođe, korišćenjem uzdužnog preseka. Na ovom primeru čivija nije šrafirana, pošto se svi elementi za vezu (čivije, klinovi, zavrtnjevi, zakivci, podloške, osigurači itd.) ne seku se (ne šrafiraju se), odnosno preskaču se pri sečenju i crtaju se kako izgledaju spolja. Ovaj izuzetak važi i za druge mašinske elemente u sklopu: vratila, osovine, osovinice, kotrljajni elementi, ležaja itd. Izuzetak mogu činiti i drugi mašinski delovi čije su površine velike za šrafiranje, čijim bi šrafiranjem crtež bio jako šaren i nepregledan. Površina, koja je velika za šrafiranje, može se šrafirati samo uz konturu, a ostali deo da ostane nešrafiran (sl. 7.47).





SI. 7.46: Presek dva predmeta u sklopu

Sl. 7.47: Presek četiri predmeta u sklopu

Presek tri predmeta u sklopu kada se daje kota prikazan je na sl. 7.48. Obično je to kota sa tolerancijom naleganja. Primena stepenastog preseka za četiri dela u sklopu pokazana je na (sl. 7.49).



SI. 7.48: Presek tri dela u sklopu sa kotom

Sl. 7.49: Stepenast presek četiri dela u sklopu

Kada su predmeti uskih površina u sklopu, ne šrafiraju se, već se zatamne (sl. 7.50). Pri tome se crtaju tako, kao da se ne dodiruju, odnosno ostaje belina između zatamnjenih površina. Presek sklopa dva predmeta, od kojih za jedan nije bitno kako izgleda i koji je nacrtan linijom tipa K, crta se kao na sl. 7.51. Šrafira se samo jedan predmet, a onaj koji je nacrtan linijom tipa K ne šrafira se.



SI. 7.50: Šrafiranje tankih predmeta u sklopu jedan nacrtan linijom tipa K

Tri predmeta u sklopu nacrtana primenom potpunog preseka data su na sl. 7.52,a i kada je korišćen četvrt presek (sl. 7.52,b).







8. KOTIRANJE (DIMENZIONISANJE)

8.1. OSNOVNI ELEMENTI KOTIRANJA

Kotiranje ili dimenzionisanje predstavlja označavanje dimenzija predmeta na crtežu. Da bi se crtež kotirao koriste se odgovarajući osnovni elementi za kotiranje. Elementi za kotiranje su: pomoćna kotna linija, kotna linija, kotni završetak (strelica) i kotni broj (sl. 8.1). Osim ovih elemenata mogu se koristiti: pokazna linija, početni kružić, tačka i crtica.

Pomoćna kotna linija crta se u produžetku konturnih linija predmeta koji se kotiraju ili, ako je malo mesta, može i pod proizvoljnim uglom (sl. 8.2). Mogu izostati pomoćne kotne linije (sl. 8.3), ako unutar kontura predmeta ima mesta za ostale elemente kotiranja.



SI. 8.1: Osnovni elementi kotiranja



SI. 8.2: Pomoćne kotne linije

- a) pomoćna kotna linija b) kotna linija c) kotni broj

 - d) kotni završetak (strelica)



SI. 8.5: Kotiranje fiktivnih

površina

SI. 8.3: Izostavljene pomoćne kotne linije

Ako se kotira neki od prečnika konusne površine, tada se pomoćne kotne linije povlače od pokazne linije pod nekim proizvoljnim uglom (sl. 8.4). Kada se kotira neka fiktivna površina predmeta, tada se pomoćne kotne linije seku sa pokaznim linijama fiktivnih površina (sl. 8.5).





Kotna linija je paralelna sa konturom predmeta koja se kotira (sl. 8.6). Rastojanje između konturne i kotne linije kreće se približno od 5 do 8 mm, zavisno od visine kotnog broja i od toga gde se on nalazi (sl. 8.7). Pomoćna kotna linija prelazi glavnu linije za oko 2 mm. Ako se skraćuje pogled, kotna linija se ne prekida (sl. 8. 8).

Pomoćna i kotna linija crtaju se linijom tipa B.



SI. 8.7: Odstojanje kotne linije od konturne

SI. 8.8: Kotna linija kod skraćenog pogleda

Kotni završetak je obično strelica različitih oblika (sl. 8.9,a). Na jednom crtežu koristi se jedna od mogućnosti. Prednost ima prvi oblik strelice (sl. 8.9,a broj 1). Površina predmeta koja predstavlja bazu paralelnog kotiranja označava se početnim kružićem (sl. 8.9,b). Ako su mala rastojanja između pomoćnih kotnih linija, umesto strelice može se koristi kosa crtica ili tačka (sl. 8.10,c,d). Strelice se ne crtaju priborom, već rukom. Različite su veličine, zavisno od predmeta crtanja. Dimenzije strelica date su na sl. 8.9,e. Kose crtice se crtaju priborom i dimenzija su kao na sl. 8.9,f. Kotna strelica može da se piše unutar pomoćnih kotnih linija ili sa spoljašnje strane (sl. 8.11).



SI. 8.9: Vrste kotnih završetaka

Kotni broj predstavlja vrednost dimenzije na predmetu u **mm** (na crtežima u mašinstvu), bez obzira na to koja je razmera crtanja. Piše se tako da se može čitati sleva na desno (sl. 8.12), i to prevenstveno na sredini kotne linije. Ako je kotna linija vertikalna, kotni broj se piše kao na sl. 8.12,b, što proizilazi iz principa obrtanja crteža pri posmatranju. Crtež se posmatra tako da je zaglavlje dole desno ili se obrne iz tog položaja samo jednom za 90° u smeru kazaljke na satu (sl. 8.13). Kotni broj se može pisati i horizontalno na vertikalnoj

kotnoj liniji, ali tada se mora prekinuti kotna linija, pošto broj ima prednost (sl. 8.12,c). Kotni broj se ne može pisati kao na sl. 8.12,d.

Kada su kotne linije pod nekim proizvoljnim uglovima, položaj kotnog broja treba da je kao na sl. 8.14. Ako nema dovoljno mesta na kotnoj liniji kotni brojevi se mogu pisati kao što je na sl. 8.15. Ako se neka kota nacrta mimo razmere crtanja, ona se podvuče punom debelom linijom tipa A (sl. 8.15, kota 30).



SI. 8.10: Tačka, crtica i početni kružić umesto kotne strelice

a) tačka umesto strelice, b) crtica umesto strelice, c) početni kružić umesto ctrelice



SI. 8.11: Položaj kotnih strelica u odnosu na pomoćne kotne linije



SI. 8.12: Kotni brojevi a) na horizontalnoj kotnoj liniji, b)c) na vertikalnoj kotnoj liniji,

d) nepravilno pisanje kotnog broja



SI. 8.13: Princip obrtanja crteža pri kotiranju

Ako nema dovoljno mesta na kotnoj liniji za ispisivanje kotnog broja, koristi se pokazna linija pored koje stoji kotni broj ispisan horizontalno (sl. 8.16). Kotni broj se piše, pre svega, paralelno sa kotnom linijom ili, ako to nije zgodno zbog ugla pod kojim je kotna linija,
tada su kotni brojevi horizontalni na prekinutoj kotnoj liniji. Može se na jednom crtežu koristititi samo jedna od dve alternative (sl. 8.17).



SI. 8.15. Mogući položaji kotnih brojeva i podvučen kotni broj



SI. 8.16: Pokazna linija za pisanje kotnih brojeva

SI. 8.17: Alternative ispisivanja kotnih brojeva a) prioritetan način, b) alternativni

Uglovi se kotiraju tako da kotni broj predstavlja vrednost ugla u stepenima. Za pisanje kotnih brojeva uglova koristi se jedan od načina pokazan na sl. 8.18. Prednost ima jedan od prva dva načina.



SI. 8.18: Kotiranje uglova i način pisanja kotnih brojeva uglova

Način kotiranja tetive, luka i ugla luka dat je na sl. 8.19. Kotiranje dela predmeta sa nekim posebnim zahtevom, definisanim linijom tipa J pokazano je na sl. 8.20. Kotiranje dela predmeta pre definitivnog oblikovanja pokazano je na sl. 8.21. U ovom slučaju linija tipa K ima status linije tipa A, što znači da se može kotirati.



SI. 8.20: Kotiranje dela predmeta definisanog linijom tipa F

SI. 8.21: Kotiranje predmeta pre konačnog oblikovanja

Kotiranje dela predmeta koji se nalazi ispred ravni sečenja, a nacrtan je linijom tipa K, kotira se isto kao da je linija tipa A (sl. 8.22). Na taj način se smanjuje broj potrebnih pogleda.



I. 8.22: Kotiranje dela predmeta koji je nacrtan linijom tipa ł a) način sečenja predmeta b) glavni pogled

8.2. OSNOVNA PRAVILA KOTIRANJA

Pomoćne kotne linije ne mogu polaziti od isprekidanih linija (sl. 8.23), ne mogu se bezpotrebno seći (sl. 8.24) i ne treba da budu suviše dugačke (sl. 8.25).



SI. 8.23: Pomoćne kotne linije na unutrašnjim konturama a) pravilano, b) nepravilno SI. 8.24: Sečenje pomoćnih kotnih linija a) pravilno, b) nepravilno

Kotna linija ne sme da leži na osnoj, na konturnoj, niti da je u produžetku konturne linije i ne sme da bude paralelna sa šrafurnim linijama (sl. 8.26).





SI. 8.25: Dužine kotnih linija a) pravilno, b) nepravilno

SI. 8.26: Nedozvoljeni položaji kotne linije

Kotna strelica ne sme biti sama bez kotne linija (sl. 8.27,b). Ako mora da se seče kotna strelica i konturna linija, prednost ima strelica i na tom mestu se prekine konturna linija (sl. 8.28,a).



SI. 8.27: Kotna strelica i pomoćna kotna linija a) pravilano, b) nepravilano



SI. 8.28: Presek konturne i kotne linije a) pravilno, b) nepravilno

Kotni broj ne može biti u drugim jedinicama na crtežima u mašinstvu, osim u mm (sl. 8.29). Kotni broj treba da leži na horizontalnoj kotnoj liniji i da je paralelan sa njom. Pri tome ne sme da dodirne niti kotnu, nitu konturnu liniju (sl. 8.30).





Sl. 8.29: Jedinica kotnog broja a) pravilno, b) nepravilno

SI. 8.30: Položaj kotnog broja u odnosu na kotnu liniju a) pravilno, b, c) nepravilno

8.2.1. Kotiranje kružnih površina

Kotiranje kružne površine prikazano je na sl. 8.31. Kotni broj predstavlja vrednost prečnika. Kada se kružnica ne projektuje kao kružnica, ispred kotnog broja stoji oznaka Ø.



SI. 8.31: Mogućnosti za kotiranje kružne površine

Oznaka Ø se ne stavlja ispred prečnika kruga na pogledu kada se projektuje kao krug (sl. 8.32). Ako su dve kružnice na istoj osnoj liniji, naprimer kod cevi, kotiraju se tako da se daju vrednosti prečnika obeju kružnica, a ne debljina cevi (sl. 8.33).





SI. 8.32: Nepravilno stavljena oznaka Ø

SI. 8.33: Kotiranje dveju kružnica na jednoj osnoj liniji a) pravilno, b) nepravilno

Kružne površine kotiraju se zavisno od toga da li je cela kružnica ili deo kružnice. Ako je kružnica cela ili manja od cele (do polovine kružnice) kotira se tako što se daje vrednost prečnika (sl. 8.34).



SI. 8.34: Kotiranje kružnice koja nije potpuna

Ako je polovina kružnice i manja od polovine, kotni broj predstavlja poluprečnik kružnice, ispred kojeg stoji oznaka R. Na sl. 8.35 prikazano je kotiranje polovine kružnice i manje od polovine, kao i kotiranje položaja delova kružnice, odnosno radijusa. Položaj centra kružnice se ne kotira kada su radijusi mali, odnosno kada je blizu (sl. 8.36). Ako je centar kružnice daleko, kotna linija je izlomljena, kao kota R60 na sl. 8.37,a. Primer kotiranja radijusa i njegovog položaja prikazan je na sl. 8.37,b.



SI. 8.35: Kotiranje polovine kružnice i radijusa







58

SI. 8.36: Kotiranje radijusa







SI. 8.37: Primer kotiranja radijusa i položaja radijusa a) izlomljena kotna linija (R60), b) neizlomljene kotne linije

8.2.2. Kotiranje kugle (sfere)

Kugla se kotira tako što se ispred kotnog broja stavlja oznaka S (sfera). Vrednost kotnog broja zavisi od toga da li je cela kugla ili njen manji deo. Ako je cela kugla ili deo kugle, sve do polovine, ispred kotnog broja stoji oznaka Ø i daje se vrednost prečnika. Ako je polovina kugle ili manje od polovine, ispred kotnog broja stoji oznaka R i daje se vrednost poluprečnika. Način kotiranja kugle i delova kugle prikazan je na sl. 8.38.



SI. 8.38: Kotiranje kugle i delova kugle

8.2.3. Kotiranje položaja kružnih površina

Kotiranje položaja kružnih površina je pravilno kada su kote do osnih linija (do centra kruga) što je dato na sl. 8.39. Kotiranje ne može da bude od krivih površina već samo od ravnih (sl. 8.40). Ako nema ravnih površina položaj se kotira od osnih linija (sl. 8.41). Mogu se kotirati i krive površine samo ako su gabaritne (najveće), kota 25 na sl. 8.40 i kota 38 na sl. 8.41.



SI. 8.39: Kotiranje položaja kružnih površina a) pravilno, b),c) nepravilno





SI. 8.40: Pravilno i nepravilno kotiranje položaja kruga a) pravilno, b) nepravilno

SI. 8.41: Kotiranje položaja krugova između osa

Kotiranje kružnih površina (na primer klinova i žljebova za klinove) može biti na jedan od načina prikazan na sl. 8.42. Radijus se kotira samo u onom pogledu gde se vidi kao radijus, što znači da je kotiranje u pogledu odozgo na sl. 8.43 nepravilno.



a) sa kotom poluprečnika, b) bez kote poluprečnika



Položaj kružnih površina kada se nalaze na osnom krugu kotiraju se tako što se daje prečnik osnog kruga, kao na sl. 8.44,a. Nepravilno kotirani krugovi na osnom krugu pokazani su na sl. 8.44,b. Ako se jasno vidi ugao položaja krugova (npr. na osnim linijama), tada se ne kotira (sl. 8.44,a). Međutim, ako su krugovi pod različitim međusobnim uglovima tada se moraju kotirati (sl. 8.44,c).



SI. 8.44: Kotiranje položaja krugova na osnom krugu a,c) pravilno, b) nepravilno

8.3. DODATNE OZNAKE ISPRED KOTNIH BROJEVA

Ispred kotnih brojeva, osim oznaka: Ø, R *i* S koje su u prethodnim tačkama objašnjene koriste se i oznake u vidu kvadratića i pravougaonika i to za ravne površine. Ako je površina poprečnog preseka kvadrat, ispred kotnog broja stoji oznaka \Box (sl. 8.45).

Na ovaj način nepotrebno je crtati pogled sa strane (pogled C). Isti je slučaj kada je površina poprečnog preseka pravougaonik, tada ispred kotnog broja stoji oznaka, □ kao na sl. 11.46. I u ovom slučaju, pogled sa strane je suvišan.







SI. 81.46: Korišćenje oznake 🗆 za pravougaoni poprečni presek



SI. 8.47: Korišćenje oznake Ø za kružni poprečni presek Korišćenjem oznake Ø za kružnu površinu, smanjuje se potreban broj pogleda (sl. 8.47). Pogled sa znakom ? je suvišan. Na sl. 8.48 prikazani su primeri za sve oznake koje se mogu koristiti ispred kotnog broja.



SI. 8.48: Različite oznake ispred kotnog broja

8.4. KOTIRANJE OBORENIH IVICA (ZAKOŠENJA)

Kotiranje oborenih ivica na spoljašnjem delu predmeta pod nekim proizvoljnim uglom pokazano je na sl. 8.49,a. Ako je ugao obaranja ivica pod 45°, tada je kotiranje jednostavnije (sl. 8.49,b). Mogućnosti kotiranja unutrašnjih oborenih ivica i upusta prikazano je na sl. 8.50.

Ako oborene ivice nemaju neku određenu ulogu i funkciju na predmetu, već su potrebne samo da bi se skinule oštre ivice koje bi mogle povrediti ruke pri montaži ili za vreme rada, one se ne moraju nacrtati. Tada se ispod crteža u napomeni napiše: "oštre ivice oboriti sa 1/45°". To važi i za livačke radijuse. Ako ih ima mnogo, da se ne bi crtali i kotirali, u napomeni treba da stoji: "livački radijusi su R3".



Sl. 8.49: Kotiranje oborenih ivica na spoljašnjem delu predmeta a) zakošenje pod uglom od 30°, b) zakošenje po uglom od 45°



SI. 8.50: Kotiranje oborenih ivica na unutrašnjem delu predmeta

8.5. KOTIRANJE NAGIBA, KONUSA I SUŽENJA

Kotiranje nagiba i suženja na crtežima može biti na više načina, zavisno od: toga za koje je kote bitno da budu tačne (u okviru tolerancija), od načina izrade, funkcije predmeta itd.

Prvi način je da se kotiraju oba prečnika, veći i manji (ØD i Ød) i dužina predmeta na kojoj se javlja suženje (*L*) (sl. 8.51). Ako su ravne površine, daju se dimenzije ivice kvadrata ili dimenzije pravougaonika ($\Box A \ i \Box a \ ili \Box axb$).

Drugi način je kotiranje pomoću ugla $\alpha/2$ (sl. 8.52).





SI. 8.52: Kotiranje nagiba sa uglom $\alpha/2$

Treći način je kotiranje vrednosti nagiba (sl. 8.53). Vrednost nagiba računa se prema jednačini:

1: Y = 1:
$$\frac{\frac{D-d}{2}}{L} = \frac{\frac{A-a}{2}}{L} = 1: \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Dobijena vrednost piše se na nagnutoj površini rečima kao na sl. 8.53. Ako se dobije npr. vrednost 1:100, to znači da je na dužini L = 100 mm, smanjenje visinske razlike između kota (*D-d* ili *A-a*) 1 mm. Za ovaj primer na nagnutoj površini bi pisalo: nagib 1:100.

Četvrti način je kotiranje konusa ili suženja (sl. 8.54). Konus, odnosno suženje se određuje prema jednačini:

1:
$$X = 1$$
: $\frac{D-d}{L} = \frac{A-a}{L} = 1$: $2tg\frac{\alpha}{2}$.

Dobijena vrednost piše se na horizontalnoj liniji. Ako se dobije npr. 1:100, na osnoj liniji treba stoji: konus 1:100.



SI. 8.53: Kotiranje pomoću vrednosti nagiba

SI. 8.54: Kotiranje nagiba pomoću vrednosti konusa i suženja

8.6. NAČINI KOTIRANJA

Način kotiranja predmeta na crtežu zavisi od: konstrukcionog izgleda predmeta, načina izrade, funkcije predmeta u nekom sklopu, tačnosti izrade itd. Postoje tri načina kotiranja: redni, paralelni i kombinovani.

8.6.1. Redno kotiranje

Kod rednog kotiranja kote su u jednom redu (lancu) (sl. 8.55). Koristi se onda kada je bitno da svaka međusobna kota bude tačna u granicama zadatih tolerancija, a ne ukupna dužina. Vrednost kote ukupne dužine zavisiće od grešaka i odstupanja pojedinačnih kota u lancu.

8.6.2. Paralelno kotiranje

Kod paralelnog kotiranja pojedinačne kote se daju u odnosu na jednu površinu predmeta, koja se zove baza kotiranja (sl. 8.56). Koristi se kada je bitna tačnost pojedinačnih mera od baze kotiranja, a ne međusobna rastojanja. Tačnost međusobnih rastojanja zavisiće od tačnosti i grešaka mera od baze kotiranja.



Sl. 8.55: Redno kotiranje

Sl. 8.56: Paralelno kotiranje

Da bi se izbegao veliki prostor koji je potreban za paralelno kotiranje može se kotirati uprošćeno paralelno, kao što je dato na sl. 8.57. Kotna linija je jedna u lancu, kao kod rednog kotiranja, s tim da je pisanje kotnih brojeva drugačije. Kotni brojevi se pišu bliže strelici, a ne

na sredini, ili pored strelice. Baza kotiranja je označena početnim kružićem.



SI. 8.57: Uprošćeno paralelno kotiranje a) kotni brojevi blizu strelice, b) kotni brojevi pored strelice

Takav način uprošćenog paralelnog kotiranja naročito je pogodan za kotiranje predmeta prikazanih na sl. 8.58 i sl. 8.59.



SI. 8.58: Primer uprošćenog paralelnog kotiranja



SI. 8.59: Uprošćeno paralelno kotiranje sa dve baze kotiranja

8.6.3. Kombinovano kotiranje

Očigledno je da i redna i paralelna metoda kotiranja imaju nedostataka u tačnosti izrade pojedinih mera. Stoga se koristi i kombinovani način, gde su kote i u redu i paralelne (sl. 8.60.).



8.7. UPROŠĆENJA PRI KOTIRANJU

Da bi kotiranje bilo jednostavnije, crtež pregledniji i izrada crteža racionalnija koriste se razna uprošćenja pri kotiranju. Jedno od uprošćenja je koordinatno kotiranje (sl. 8.61). Položaji otvora obeleženi brojevima su kotirani uprošćeno paralelno, pomoću koordinata x, y. Pored ovog crteža daje se tablica sa vrednostima kota (tab. 8.1).

SI. 8.60: Kombinovano kotiranje

Ako se jedan predmet istog konstrukcionog oblika radi u više varijanti vrednosti kota, radi racionalizacije, kote su označene slovima (sl. 8.62). Uz ovako kotiran predmet daje se tablica (tab.8.2) sa vrednostima mera. Na taj način za, recimo tri različite varijenate vrednosti mera predmeta, crta se jedan crtež, a ne tri.



Sl. 8.61: Koordinatno kotiranje



SI. 8.62: Kotiranje opštim oznakama

Tabela 8.1: Vrednosti kota

Detalji	Kote			
predmeta	d	x	у	
1	4,5	4,5	40	
2	3	14	30	
3	4	14	15	
4	4	4,5	4,5	
5	8	24	23	

Tabela 8.2: Vrednosti kota označene opštim brojevima

	opsum brojevima				
Parametri	Varijante				
	1	2	3		
а	10	12	6		
b	12	16	8		
С	15	20	10		
d	45	60	40		
е	15	26	20		
f	10	20	14		
g	30	52	40		
h	60	80	52		

Otvori malih dimenzija mogu se kotirati tako da se ne crtaju pomoćne kotne i kotne linije, odnosno da ih zameni pokazna linija pored koje stoji kotni broj (sl. 8.63). Crtanje malih otvora može biti još uprošćenije, tako što se ne crtaju, već se prikazuju samo osnom linijom, a kote pojašnjavaju šta osne linije predstavljaju (sl. 8.64) u bilo kom pogledu.





SI. 8.63. Uprošćeno kotiranje malih otvora

SI. 8.64: Uprošćeno crtanje i kotiranje malih otvora

Kotiranje simetričnih, uprošćeno nacrtanih predmeta (kada se crta samo polovina pogleda) prikazano je na sl. 8.65. Kotne linije prelaze osnu liniju, a kote imaju vrednost koja se odnosi na celu konturu, a ne nacrtanu. Na datom primeru kota 22 i 34 su prečnici, a ne poluprečnici.

Kada ima potrebe za manjim razmakom između kotnih linija, tada se može izostaviti druga strelica (iako bi je trebalo nacrtati, pošto je nacrtan drugi deo konture). Tada kotni brojevi nisu na sredini, već bliže strelicama, tako da se dobije potreban prostor za njihovo ispisivanje (sl. 8.66). Kote Ø20, Ø30 i Ø40 predstavljaju vrednosti prečnika.



SI. 8.65: Uprošćeno crtanje polovine pogleda

SI. 8.66: Uprošćeno kotiranje izostavljanjem jedne strelice

Druga strelica se izostavlja uvek pri kotiranju unutrašnjih detalja polovičnog preseka (sl. 8.67), zato što se druga polovina i ne crta. Naravno, vrednosti kota su za ceo unutrašnji detalj, a ne nacrtane polovine. Na predmetu (sl. 8.67) kote Ø10, Ø20 i Ø30 prestavljaju prečnike, a ne poluprečnike.

Mogu se, osim pomoćnih i kotnih linija izostaviti i pokazne linije i kotni završeci, znači svi elementi kotiranja osim kotnih brojeva. Takav primer dat je na uprošćenom prikazu rešetkastog nosača (sl. 8.68). Kotni brojevi se tada pišu iznad konturnih linija i paralelni su sa

njima. Kada bi se ovaj crtež kotirao sa svim elementima, bez uprošćenja, bio bi vrlo nepregledan.







SI. 8.68: Kotiranje samo kotnim brojem

Uprošćeno redno kotiranje razmaka istih detalja predmeta koji se ponavljaju dato je na sl. 8.69. Isto se odnosi i na detalje predmeta prikazanog na sl. 8.70. Kada su detalji predmeta isti i grupisani, kotiraju se kao na sl. 8.71.



SI. 8.69: Kotiranje razmaka detalja koji se ponavljaju



SI. 8.70: Kotiranje detalja koji se ponavljaju



SI. 8.71: Kotiranje istih i grupisanih detalja predmeta

Isti princip uprošćenog kotiranja važi i za položaj detalja predmeta koji su definisani uglom (sl. 8.72).



SI. 8.72: Kotiranje ugla položaja delova koji se ponavljaju

Uprošćenja mogu biti i u vidu označavanja kotnog broja sa slovima (sl. 8.73). Tada pored crteža moraju stajati vrednosti mera označene slovima.

Ako na postojećem crtežu dođe do izmene kotnog broja, a konstrukcioni oblik predmeta se ne menja, kotni broj se može izmeniti kako je to prikazano na sl. 8.74. Kotni broj koji se menja, prevuče se tankom linijom, tako da bi se on mogao i dalje pročitati, a iznad toga piše se novi kotni broj (30). Pored novog kotnog broja, koji je sada merodavan, u krugu stoji broj izmene (1) pod kojim se u odgovarajućoj rubrici zaglavlja za crtež ova izmena potvrdi. Takve ispravke mogu se koristiti za manji broj kota. **Na ovaj način se ne mogu ispravljati tehničke greške crtanja.**



SI. 8.73: Označavanje kotnog broja slovima



30⁽¹⁾

Ako je predmet jednostavnog konstrukcionog oblika kao na sl. 8.75 može se debljina predmeta (5 mm) uprošćeno kotirati (sl. 8,75,b) čime se uštedi na jednoj projekciji. Takva mogućnost može da se koristi samo za predmete koji nemaju drugih detalja.

Uprošćeno nacrtane i kotirane zakošene ivice date su na sl. 8.76,b. Ako pored crteža stoji: "Sve oštre ivice oboriti na 2x45°", pojednostavljuje se crtanje i kotiranje takvih predmeta.



SI. 8.75: Uprošćeno prikazivanje debljine predmeta a) bez uprošćenja, b) sa uprošćenjem



Sl. 8.76: Kotiranje oborenih ivica; a) bez uprošćenja, b) sa uprošćenjem

8.8. OPŠTI PRINCIPI KOTIRANJA

Pored datih pravila kotiranja treba se pridržavati još nekih opštih principa kotiranja.

- Crtež treba da je tako iskotiran da je jednoznačan, jasan, precizan i pregledan, bez ikakve mogućnosti zabune, sa svim potrebnim kotama, zavisno od vrste crteža i njegove namene.
- Na crtežu je najvažniji predmet, odnosno njegovi pogledi. Zato sve pomoćne linije i oznake treba crtati i rasporediti tako da ne zasenjuju poglede. Drugim rečima, kada se crtež pogleda, prvo treba da se uoče pogledi, a sve ostalo da ostane manje uočljivo u pozadini. Iz toga razloga strelice ne smeju biti suviše velike, zatamnjene i napadne. Pomoćnih linija i svih ostalih oznaka ne treba da bude bezpotrebno mnogo itd.
- Crtež treba da zadovolji i osnovne zahteve estetike. Pogledi treba da su simetrično raspoređeni na formatu. Ne smeju biti suviše krupni, pa da popune ceo format, niti suviše sitni, pa da su nepregledni i da ih je teško iskotirati. Moraju biti tehnički korektno urađeni.
- Svaka kota trebalo bi da se može neposredno izmeriti standardnim mernim instrumentima: npr. dubina unutrašnjeg detalja na sl. 8.77,a (kota 10) je pravilno kotirana, dok je taj detalj na sl. 8.77,b nepravilno kotiran. Kota 8,5 dobija se kada se izmeri ukupna visina 18,5, zatim kota 10 i oduzimanjem se dobija označena 8,5.
- Linije (konturne, osne, pomoćne itd.) ne mogu da seku kotni broj. Ako se ovo ne može postići, u tom slučaju kotni broj ima prednost i na tom mestu prekidaju se sve ostale linije (sl. 8.78).
- Ne treba prepustiti radniku, koji izrađuje predmet prema datom crtežu, da do nekih važnih mera dođe računanjem, naročito ako te mere nisu celi brojevi (sl. 8.79). Zato je dobro što je nacrtana kota 42,3, bez obzira na to što se ne bi morala dati ta ukupna dužina.

b)



SI. 8.77: Kotiranje dubine detalja predmeta a) pravilno, b) nepravilno

a)



SI. 8.78: Prednost kotnog broja a) pravilno, b) nepravilno



SI. 8.79: Kotiranje kote koja se dobija računanjem a) pravilno, b) nepravilno

Kote treba, koliko je moguće, ravnomerno rasporediti po nacrtanim pogledima (sl. 8.80).
 Ne sme se desiti da pogled ostane bez ijedne kote, jer to onda znači da je nepotreban (sl. 8.81).





SI. 8.80: Ravnomerno raspoređene kote po pogledima

9





SI. 8.81: Nepotreban pogled kada je bez ijedne kote

 Ako je potrebno, zbog preglednosti kotiranja, može se nacrtati i jedan pogled više nego što je to potrebno zbog čitanja ortogonalnog crteža. Na primeru (sl. 8.82) to je pogled odozgo (B), dobijen presekom sa ravni A-A.



SI. 8.82: Crtanje dodatnog pogleda radi kotiranja

Predmet prikazan na sl. 8.83 je primer pravilnog kotiranja, gde su ispoštovana sva navedena pravila i principi.

Na sl. 8.84 isti taj predmet je sasvim nepravilno iskotiran. Svaka nacrtana kota je pogrešna. Na glavnom pogledu ispred kote 21 treba da stoji oznaka Ø pošto je to kružna površina, a ne vidi se kao krug. Kota 10 se ne može neposredno izmeriti. Kota 40 ima suviše dugačke pomoćne kotne linije. Kota 30 na glavnom pogledu je nepotrebna jer je data od krivih površina i ne može se meriti i kontrolisati. Na pogledu odozgo (B) ispred kota Ø11 i Ø21 ne treba da stoji oznaka Ø, pošto se krug vidi kao krug. Kota 30 na pogledu odozgo je pogrešna, jer predstavlja vrednost prečnika, a za polovinu kruga kotira se vrednost poluprečnika. Kote 16, 26 i 93 imaju suviše dugačke pomoćne kotne linije. Vrednost kote 44 je pogrešna, pošto treba da bude kotiran poluprečnik, a ne prečnik. Kota 26 je suviše blizu konturne i kotne linije. Kotni broj 93 nije na sredini linije.



Sl. 8.83: Pravilno iskotiran predmet



SI. 8.84: Nepravilno iskotiran predmet

8.9. KOTIRANJE AKSONOMETRIJSKOG CRTEŽA

Pri kotiranju aksonometrijskog crteža važe ista pravila i principi kao i za kotiranje ortogonalnog crtež. Ima nekih izuzetaka i razlika. Na primer, pri kotiranju kružnih površina kada se projektuju kao elipse, ispred vrednosti kota prečnika treba staviti oznaku Ø. Ako je to elipsa, koja se na aksonometrijskom crtežu projektuje kao neka deformisana elipsa, treba dati vrednosti male i velike ose i napisati rečima da je to elipsa itd. Primer pravilno kotiranog aksonometrijskog crteža dat je na sl. 8.85 i 8.56.



SI. 8.86: Kotiranje aksonometrijskog crteža

9. ČITANJE ORTOGONALNIH CRTEŽA

Ortogonalni crtež može pročitati samo onaj ko nauči principe crtanja ortogonalnih crteža. Pod čitanjem ortogonalnog crteža podrazumeva se mogućnost za sagledavanje prostornog izgleda predmeta na osnovu ortogonalnih pogleda i crtanje predmeta u nekoj od metoda aksonometrije. Čitanje ortogonalnog crteža je obrnut postupak od crtanja. Čitanje je teže od crtanja, pošto zahteva sposobnost zamšljanja predmeta u prostoru i znanje tehnike crtanja aksonometrijskog crteža. Čitanje ortogonalnog crteža je lakše onima koji imaju prirodan dar i "osećaj" za prostor. Ova veština može da se savlada uz korišćenje nekih od metoda čitanja:

- metoda rasčlanjavanja na sastavne površine,
- metoda odsecanja od osnovnog tela i
- kombinovana metoda.

Koriste se i druge metode, ali, ove su najjednostavnije. Izbor metode zavisi od konstrukcionog izgleda predmeta, odnosno od zadatih ortogonalnih pogleda i od naklonosti onog ko čita poglede i crta predmet u aksonometriji.

9.1. METODA RASČLANJAVANJA NA SASTAVNE POVRŠINE

Ova metoda sastoji se od **rasčlanjavanja tela na sastavne površine i crtanja tih pojedinačnih površina**. Na svim zadatim ortogonalnim **pogledima obeleži se svaka pojedinačna površina** (A, B, C...) (sl. 9.1,a). Analiziranjem pogleda odredi se položaj svake označene površine u odnosu na projekcijske ravni. Usvoji se metoda aksonometrijskog crteža i nacrtaju odgovarajuće ose.

Čitanje ortogonalnog pogleda sastoji se iz crtanja predmeta u aksonometriji po fazama. Prvo se crtaju one površine koje su jednostavnijeg oblika (ravne površine) i koje su paralelne sa projekcijskim ravnima (pošto se vide nedeformisane). Najbolje je da to bude neka krajnja površina (gornja, donja, prednja, zadnja, ...). Zatim se crtaju površine koje stoje pod uglom na projekcijske ravni. Nakon toga se crtaju cilindrične i druge krive površine. Treba odabrati takav redosled crtanja površina da se one površine koje su "teže" za crtanje, već dobiju crtanjem prethodnih, "lakših".

Za ovaj primer neka to bude površina A koja će se prvo nacrtati. Ova površina je provougaona, paralelna je sa vertikalnom, a normalna na horizontalnu i profilnu ravan. Prava veličina i oblik ove površine vidi se u glavnom pogledu (od napred). Oivičena je spoljašnjim konturama glavnog pogleda. Ivice površine A su paralelne sa X i Z osom. Crtanje površine A je prva faza čitanja (sl. 9.1,b). Dalji redosled crtanja površina označen je slovima B, C, D, E, F, G, H i J. Bitno je uočiti pravi oblik svake nacrtane površine. Pravi, nedeformisani oblik površine vidi se samo na onom pogledu na kojem je paralelna sa projekcijskom ravni. Posle nacrtane površine A crta se neka od površina koje se naslanjaju na ovu. To može biti površina B, D ili E. Neka druga faza bude čitanje i crtanje površine B. Sledeće površine koje mogu da se čitaju i crtaju su C, D ili E. Usvaja se površina C, koja je paralelna sa površinom A. Nakon toga sledi crtanje površine D, zatim površina E, F, G i H. Površina I dobija se na osnovu već nacrtanih površina D i H.

Sam proces crtanja, tj. faze crtanja odvijaju se na jednom mestu, što ubrzava i čitanje i crtanje, a ne tako kako je zbog preglednosti pokazano na ovom primeru.



SI. 9.1: Metoda rasčlanjavanja na sastavne površine a) zadati ortogonalni pogledi, b) faze čitanja i crtanja

9.2. METODA ODSECANJA OD OSNOVNOG TELA

Metoda odsecanja sastoji se u tome **da se sečenjem prvobitnog, osnovnog tela dobija predmet**. Osnovno telo definisano je konturama i gabaritnim merama datih ortogonalnih pogleda. Za prethodni primer osnovno telo je prizma koja je nacrtana u kosoj projekciji (sl. 9.2,b). Prateći zadate ortogonalne poglede (sl. 9.2,a), postepeno se odseca osnovno telo. Na sl. 9.2,c pokazan je postupak odsecanja, prvo sa ravni $\alpha\beta$, zatim sa ravni γ i sa ravni $\delta\epsilon$. Ceo postupak odvija se na jednom mestu (sl. 9.2,b). Redosled odsecanja nije bitan.



SI. 9.2: Metoda čitanja odsecanjem od osnovnog tela a) zadati ortogonalni pogledi, b) osnovno telo, c) faze čitanja i crtanja odsecanjem

9.3. KOMBINOVANA METODA

Kombinovana metoda se **sastoji iz prethodne dve**. Proces čitanja odvija se u glavi čitaoca. Posmatrajući zadate ortogonalne poglede čitalac zamišlja predmet. Pri tome koristi i metodu rasčlanjavanja na sastavne površine i metodu odsecanja. Tek kada kompletno sagleda predmet, odluči se za metodu aksonometrije i nacrta ga. Ova metoda nije prikladna za početnike. Koristi se kada se savladaju prethodne dve.

Za primer sa sl. 9.3,a prikazan je postupak čitanja i crtanja kombinovanom metodom. Na osnovu pogleda jasno je da je predmet najviše definisan konturama glavnog pogleda. Kontura predmeta iz glavnog pogleda je nepromenjena po celoj dubuni što se vidi iz pogleda odozgo. Dve vertikalne linije na glavnom pogledu predstavljaju žljeb u obliku prizme i to samo do neke dubine, što se vidi u pogledu odozgo. Desna strana predmeta je skošena. Pri crtanju može se koristiti metoda odsecanja od osnovnog tela (prizme) (sl. 9.3,b).



Crtanje i čitanje kombinovanom metodom brže je od prethodne dve. Može se koristiti kada se potpuno savlada postupak crtanja ortogonalnog i aksonometrijskog crteža. Još jedan primer čitanja ortogonalnog crteža pogodnog za čitanje kombinovanom metodom, dat je na sl. 9.4.



SI. 9.4: Kombinovana metoda čitanja ortogonalnih pogleda a) zadati ortogonalni pogledi, b) kosa projekcija zadatog predmeta

Čitanje ortogonalnih pogleda može biti "teže" i "lakše". To zavisi, ne samo od komplikovanosti predmeta već i od izbora nacrtanih ortogonalnih pogleda. Ako je npr. predmet predstavljen sa glavnim pogledom i pogledom odozgo (sl. 9.5,a), čitaocu će biti veoma teško da ga pročita Međutim, ako se nacrta glavni pogled i pogled sa leva na desno (sl. 9.5,b) problem čitanja je jednostavan (sl. 9.5,c).

Za sledećih pet primera (sl. 9.6), korišćenjem kombinovane metode čitanja, nacrtani su aksonometrijski crteži.



SI. 9.5: Čitanje ortogonalnih pogleda zavisno od zadatih pogleda a) zadati pogledi A i B, b) zadati pogledi A i C, c) aksonometrijski izgled predmeta



SI. 9.6: Primeri korišćenja kombinovane metode čitanja ortogonalnih crteža

10. CRTANJE MAŠINSKIH ELEMENATA

Mašinski elementi **su elementarni sastavni delovi mašina** čiji su konstrukcioni oblici, dimenzije i materijali definisani nacionalnim i međunarodnim standardima (zavrtnji, čivije, osigurači, ležaji...) i kao takvi serijski se proizvode ili su neki njihovi parametri definisani standardima (zupčanici, lančanici...), a serijski se ne proizvode. Prilikom crtanja mašinskih elemenata, pored svih principa i pravila tehničkog crtanja, o kojima je napred bilo reči, **koriste se, radi racionalizacije crtanja, različita uprošćenja.**

10.1. ZAVRTNJI

Zavrtnji **služe za razdvojivo spajanje mašinskih delova**. Najčešće se upotrebljava zavrtanj **sa šestougaonom glavom** koji ima stablo sa zavojnicom na koje dolazi navrtka. Aksonometrijski izgled zavrtnja i navrtke dat je na sl. 10.1.



- 1. glava zavrtnja
- 2. stablo sa zavojnicom
- navrtka

Sl. 10.1: Aksonometrijski izgled zavrtnja sa šestougaonom glavom

Vitalni deo na zavrtnju je **zavojnica**. To je žleb na stablu zavrtnja i u otvoru navrtke ili ploča u obliku krive linije - zavojnice koja ih spaja.

10.1.1. Crtanje zavojnica

Izgled zavojnice na stablu zavrtnja i u rupi navrtke, bez uprošćenja sa najelementarnijim kotama prikazan je na sl. 10.2,a,b. Ovakav način prikazivanja iziskivao bi mnogo vremena **te se zavojnica crta uprošćeno** kao na sl. 10.2,c,d. Način kotiranja zavojnice na svoj tehničkoj dokumentaciji prikazan je na sl. 10.2,e,f. Označava se samo vrednost nominalnog prečnika (d,D) ispred kojeg stoji slovna oznaka vrste zavojnice (I,L). Crtanje zavojnice u sklopu zavrtnja u rupi prikazan je na sl. 10.2,g.

Zavojnica može biti: metrička, trapezna, obla, kosa itd. Kada je metrička, ispred vrednosti nominalnog prečnika stoji slovo M (sl. 10.3,a). Ako je metrička zavojnica sitnog koraka, tada se kotira i korak (*h*) (M12x1,5) kao na sl. 10.3,b, gde je d=12 mm i h=1,5 mm. Zavojnica može biti desne i leve kosine. Ako je desna, ne piše se uz kotu (to se podrazumeva), a ako je leva, tada se to i napiše (M12 leva) (sl. 10.3,c). Zavojnica može biti jednohoda i višehoda. Ako je jednohoda, to se ne piše (podrazumeva se), a ako je višehoda, piše se (M12 dvohoda) (sl. 10.3,d).

Metrička zavojnica može biti i konusna (stablo je cilindrično, a sama zavojnica je konusna). Koristi se za dobro zaptivanje cevnih spojeva. Kotira se tako što se ipred pređašnje oznake doda skraćenica "kon" (kon M16) (sl. 10.3,e).

Kada je zavojnica trapezna kotira se kao na sl. 10.3,f (Tr16x4), gde je d=16 mm, a korak h=4 mm. Bez obzira da li je trapezna zavojnica obična ili fina pri kotiranju se unosi i korak zavojnice.

Vitvortova zavojnica se kotira tako što se daje vrednost nominalnog prečnika u colovima (1 col=25,4 mm), bez slovne oznake (5/8") (sl. 10.3,g). Ako je fina vitvortova zavojnica dodaje se i korak u colovima. Vitvortova cevna zavojnica se kotira tako što se ispred vrednosti unutrašnjeg prečnika cevi u colovima stavlja oznaka R, na primer R2".

Za obli navoj se koristi oznaka Rd i vrednost prečnika u mm (Rd 16) (sl. 10.3,h).



SI. 10.2: Crtanje i kotiranje zavojnice na zavrtnju i u rupi
a) bez uprošćenja na stablu zavrtnja, b) bez uprošćenja u rupi, c) uprošćeno na zavrtnju,
d) uprošćeno u rupi, e) kotiranja na zavrtnju, f) kotiranja u rupi, g) zavojnica u sklopu

10. CRTANJE MAŠINSKIH ELEMENATA



SI. 10.3: Kotiranje različitih vrsta zavojnica a) metrička b) metrička fina, c) metrička leva, d) metrička dvohoda, e) metrička konusna, f) trapezna, g) vitvortova, h) obla

Postoje i druge vrste zavojnica: kosa, različite vrste oble, za drvo, za lim itd. i slično prethodnim se kotiraju i označavaju.

Crtanje i kotiranje zavojnice na stablu zavrtnja u dva pogleda prikazan je na sl. 10.4, a u rupi na sl. 10.5. Zavojnica se kotira prevenstveno na onom pogledu gde se ne projektuje kao krug. Ako je to neizvodljivo može se kotirati i na pogledima gde se projektuje kao krug, ali to treba izbegavati (sl. 10.6). Tanak, ne potpun krug koji označava dubinu zavojnice kod zavrtnja je unutar nominalnog (nazivnog) prečnika, a kod rupe je spolja.





SI. 10.4: Zavojnica na zavrtnju u dva pogleda

a)







SI. 10.6: Alternativno kotiranje zavojnice (kada se projektuje kao krug) *a)* na osovini, b) u rupi

Crtanje zavojnice u rupi sa presekom i bez preseka prikazano je na sl. 10.7, a na stablu zavrtnja ili nekog drugog mašinskog dela na sl. 10.8



SI. 10.7: Crtanje zavojnice u rupi sa presekom i bez preseka a) rupa do neke dubine, b) po celoj dužini otvora





SI. 10.8 Crtanje zavojnice na stablu zavrtnja sa i bez preseka

Na sl. 10.9 uporedo je prikazan način crtanja zavojnica na stablu i u rupi, kada se koristi delimičan presek. Na stablu se zavojnica crta isto sa i bez preseka, dok kod rupe drugačije. Na delu rupe koji se zamišljeno seče, zavojnica se vidi, a na nesečenom delu se ne vidi, te se i zavojnica i rupa crta isprekidanom linijom.



SI. 10.9: Crtanje zavojnice na stablu i u rupi korišćenjem delimičnog preseka a) na stablu zavrtnja, b) u rupi

Kada je stablo zavrtnja ili otvor konusan zavojnica se crta kao na sl. 10.10. Pri tome se zavojnica crta samo na jednom kraju i to na onom koji je bliži posmatraču.



SI. 10.10: Zavojnica na konusna površini

Načini crtanja zavojnice u rupu u različitim varijantama dubine rupe i zavojnice u njoj prikazan je na sl. 10.11. Pravilno i nepravilno šrafiranje zavojnice u preseku prikazano je na sl. 10.12.



SI. 10.12: Pravilno i nepravilno šrafiranje zavojnice a),c) pravilno, b),d) nepravilno

Ivice stabla i rupe sa zavojnicom su oborene, bilo da se to namerno čini ili se tako već dobiju izradom zavojnice. Kada se konture oborene ivice i linija zavojnice poklope, zavojnica ima prednost nad konturom oborene ivice (sl. 10.13). U pogledu odozgo crta se zavojnica na većoj rupi M20 (tanak nepotpun krug), a ne oborena ivica.

Neki primeri crtanja zavojnice u sklopu prikazani su na sl. 10.14.



Sl. 10.13: Crtanje zavojnice i oborene ivice Sl. 10.14: Primeri crtanja zavojnice u sklopu

10.1.2. Konstrukcioni oblici zavrtnja

Ortogonalni crtež i način kotiranja zavrtnja sa sl. 10.1, prikazan je na sl. 10.15, a navrtke na sl. 10.16. Zavrtanj zajedno sa navrtkom imaju funkciju kada spaje dve ploče ili

neka druga dva mašinska dela. Na sl. 10.17 prikazan je zavrtanj sa navrtkom i podloškom u sklopu sa dve ploče. Zavrtanj se može koristiti i bez navrtke (sl. 10.18), tada ulogu navrtke ima donja ploča.





Zavrtanj **se označava sa Mdxl i broj SRPS -a**, a navrtka sa Md i broj SRPS-a. Na primer: M10x35 SRPS M.B1.050 je zavrtanj sa šestougaonom glavom, srednje klase izrade, sa prečnikom stabla 10 mm, dužine stabla 35 mm, sa zavojnicom na dužini l_z =25 mm. Oznaka M10 SRPS M.B1.601 predstavlja navrtku sa šestougaonom glavom, srednje klase izrade, normalne visine, nominalnog prečnika rupe 10 mm.

lvice glave zavrtnja i navrtke se obaraju pod uglom od 30°. Način konstruisanja i crtanja oblika šestougaone glave zavrtnja i navrtke prikazan je na sl. 10.19. Kote koje su date na ovom crtežu se ne crtaju, već su potrebne samo radi konstruisanja oblika glave. Zavrtanj i navrtka se kotiraju kao na sl. 10.15 i 10.16. Crtanje i kotiranje navrtke sa presekom prikazan je na sl. 10.19,b.



SI. 10.19: Konstrukcija šestougaone glave zavrtnja i navrtke sa oborenim ivicama a) bez preseka, b) sa presekom

Radijusi R₁ i R₂ računaju se prema izrazima: $R_1 = \frac{3}{4}e$; $R_2 = \frac{e}{2}$. Radijus R se dobija kao na sl. 10.19.

Na crtežima gde su moguća veća uprošćenja, radi racionalizacije crtanja, zavrtanj i navrtka sa šestougaonim oblikom mogu se prikazati bez zaobljenja nastalih obaranjem ivica (sl. 10.20).

Dimenzije osnovnih parametara šestougaonog zavrtnja i navrke date su u tabeli 10.1. Ove dimenzije su propisane našim SRPS i međunarodnim ISO standardima.



SI. 10.20: Uprošćeno crtanje šestougaonog oblika glave zavrtnja i navrtke bez zaobljenja

Nazivni	Otvor	Maksi.	Visina	Visina	Visina	Preč	nik otvora	a ploča
prečnik	ključa	mera	glave	navrtke	niske	za	zavrtnje	(D _o)
navoja					navrtke			
(d)	(s)	(e)	(h	(I _n)	(I _n)	fini	srednji	grubi
1	-	-	-	-	-	1,1	1,2	1,3
1,2	-	-	-	-	-	1,3	1,4	1,5
1,4	-	-	-	-	-	1,5	1,6	1,8
1,6	3,2	-	1,1	1.3	1	1,7	1,8	2
1,8	3,5	3	1,3	1,5	1,1	1,9	2	2,3
2	4	4,6	1,4	1,6	1,2	2,2	2,4	2,6
2,2	4,5	5,2	1,5	1,8	1,2	2,4	2,6	2,8
2,5	5	5,8	1,7	2	1,6	2,7	2,9	3,1
3	5,5	6,4	2	2,4	1,6	3,2	3,4	3,6
3,5	6	6,9	2,4	2,8	2	3,7	3,9	4,1
4	7	8,1	2,8	3,2	2	4,3	4,5	4,8
5	8	9,2	3,5	4	2,5	5,3	5,5	5,8
6	10	11,5	4	5	3	6,4	6,6	7
8	13	15	5,5	6,5	5	8,4	9	10
10	16	19,6	7	8	6	10,5	11	12
12	19	21,9	8	10	7	13	14	15
14	22	25,4	9	11	8	15	16	17
16	24	27,7	10	13	8	17	18	19
18	27	31,2	12	15	9	19	20	21
20	30	34,6	13	16	9	21	22	24
22	32	36,9	14	18	10	23	24	26
24	36	41,6	15	19	10	25	26	28
27	41	47,3	17	22	12	28	30	32
30	46	53,1	19	24	12	31	33	35
33	50	57,7	21	26	14	34	36	38
36	55	63,5	23	29	14	37	39	42
39	60	69,3	25	31	16	40	42	45

Tabela 10.1: Osnovne dimenzije zavrtnjeva i navrtki sa šestougaonom glavom (izvod). Mere su u mm.

Veliki je broj standardnih zavrtnjeva sa vrlo različitim konstrukcionim izgledom. Neki od tih prikazani su na sl. 10.21. Uvrtni zavrtnji ili zavrtnji za podešavanje dati su na sl. 10.22, a njihove standarne dimenzije u tabeli 10.2.



SI. 10.21: Različite vrste zavrtnjeva a) bez glave (goli zavrtanj), b) sa konusno-cilindričnom glavom, d) sa upuštenom glavom



SI. 10.22: Uvrtni zavrtnji (bez glave za podešavanje) a) bez završetka, b) sa šiljkom, c) sa cilindričnim završetkom

Tabela 10.2: Uvrtni zavrtnji	(za podešavanje) (i.	zvod)
------------------------------	----------------------	-------

Navoj	SRPS M.B1.280	Sa šiljkom SRPS M.B1.290		Sa cilindričnim završetkom SRPS M.B1.291		
	l (mm)	c₁ (mm)	l (mm)	c₁ (mm)	d₁ (mm)	l (mm)
M1	2-4	0,5	2-4	-	-	-
M1,2	2-4	0,6	2-4	-	-	-
(M1,4)*	2-5	0,7	2-5	-	-	-
M1,6	2-6	0,8	2-6	-	-	-
M2	3-8	1	3-8	1,5	1,4	3-6
(M2,2)	3-10	1,15	3-10	2	1,5	4-8
M2,5	3-10	1,3	4-10	2	1,7	4-10
M3	3-10	1,5	4-12	2,5	2	5-12
(M3,5)	3-12	1,75	5-12	2,5	2,5	5-15
M4	4-12	2	6-15	3	2,5	6-15
M5	4-15	2,5	8-18	3	3,5	8-18
M6	5-18	2,5	8-22	3,5	4,5	8-22
M8	6-25	3	10-28	5	6	10-28
M10	10-30	4	15-35	5,5	7	12-35
M12	12-40	5	15-45	7	9	18-45
M16	18-50	6	22-55	9	12	22-55
M20	20-55	7	28-60	9	15	28-60

* Dimenzije zavrtnjeva u zagradi (M1,4) treba izbegavati.

Način crtanja nekih od standardnih zavrtnjeva u sklopu sa pločama prikazan je na sl. 10.23. Bez obzira u kojem se trenutnom položaju nalazi glava ili navrtka, uvek se crta u onom položaju kao na sl. 10.23. Žleb u glavi koji služi za zavrtanje-odvrtanje uvek je na vertikalnoj osi u pogledu spreda, a u pogledu odozgo uvek pod uglom od 45°.



SI. 10.23: Zavrtnji u sklopu sa pločama a) sa šestougaonom glavom, b) sa cilindričnom glavom, c) sa upuštenom glavom, d) sa poluokruglom glavom

Zavrtanj i navrtka sa prstenastom glavom prikazan je na sl. 10.24, a dimenzije su date u tabeli 10.3.



SI. 10.24: Prstenasti zavrtanj i navrtka

Navrtke, takođe, mogu biti različitih konstrukcionih izgleda. Na sl. 10.25 prikazana je krunasta navrtka koja zajedno sa rascepkom osigurava vezu od odvrtanja. Standardne dimenzije krunaste navrtke i rascepke date su u tabeli 10.4.

Navoj	D (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	l (mm)	l₃ (mm)
M8	20	20	36	14	18
M10	25	25	45	16	22
M12	30	30	54	20	26
M16	35	35	63	25	30
M20	40	40	72	28	35
M24	50	50	90	35	45
M30	65	60	108	42	55
M36	75	70	126	50	65
M42	85	80	144	58	75
M48	100	90	184	75	95
M64	120	110	206	85	105
M72x6	150	140	260	100	130
M80x6	170	160	296	115	150
M100x6	190	180	330	125	165

Tabela 10.3: Zavrtnji (SRPS M.B1.210) i navrtke (SRPS M.B1.690) sa prstenastom glavom (izvod)

Tabela 10.4: Krunasta navrtka i rascepka SRPS M.B1.631, SRPS M.B2.300 (izvod)

Nazivni prečnik navoja d (mm)	s (mm)	l _n (mm)	l (mm)	Rascepka dxl (mmxmm)
4	7	3,2	5	
5	8	4	5,5	1x10
6	10	5	7,5	1x12
8	13	6,5	9,5	1,5x15
10	17	8	11	2x18
12	19	9,5	14	2x22
14	22	11	16	3x25
14	24	13	19	4x32
18	27	15	21	4x35
20	30	16	22	4x40
22	32	17	25	5x40
24	36	18	26	5x45
27	41	20	28	5x50
30	46	22	31	6x55
33	50	25	34	6x60
36	55	28	37	6x65
39	60	30	42	8x70
42	65	32	44	8x75
45	70	35	47	8x75
48	75	38	50	8x80
52	80	40	52	8x90



SI. 10.25: Krunasta navrtka i rascepka a) navrtka, b) rascepka
Za crtanje zavrtanjskih veza potrebno je mnogo vremene, zato se na sklopnim crtežima mogu uprošćeno crtati kao što je prikazano na sl. 10.26.



10.26: Uprošćeno crtanje zavrtanjskih veza a) sa šestougaonom glavom i navrtkom, b) sa krunastom navrtkom i rascepkom, c) sa cilindričnom glavom, d) sa ukopanom glavom

10.2. ELEMENTI ZA OSIGURANJE

Mašinski elementi za osiguranje imaju ulogu da obezbede navrtku od samoodvrtanja, kao i ostale mašinske elemente ili delove mašina od pomeranja. To su: rascepka, navrtka za osiguranje, navrtka sa osiguračem, podloška, unutrašnji i spoljašnji uskočnik, prsten sa vijkom, čivija itd.

Rascepka

Na sl. 10.25,b prikazana je rascepka čije su dimenzije date u tabeli 10.4. Rascepka u sklopu sa šestougaonom i krunastom navrtkom prikazana je na sl. 10.27. Na sklopnim crtežima rascepka se može uprošćeno nacrtati (sl. 10.26,b). Standardna oznaka rascepke je **dxl SRPS M.B2.300**.



SI. 10.27: Osiguranje zavrtanjske veze rascepkom

Podloška

Podloška povećava površinu naleganja navrtke, a time i trenje između dodirnih površina, čime osigurava zavrtanjsku vezu od samoodvrtanja. Na sl. 10.28 prikazana je obična podloška, a na sl. 10.29 elastična. Standardne vrednosti običnih podloški date su u

tabeli 10.5. Standardna oznaka podloški je **d**_o *SRPS* **M.B2**. Poslednja tri broja oznake zavise od konstrukcionog oblika podloške.





SI. 10.28: Obična podloška



Način crtanja elastične podloške u sklopu sa zavrtnjem, navrtkom i pločama prikazan je na sl. 10.30. Sasvim uprošćeno (sl. 10.31), samo sa osnom linijom i odgovarajućim oznakama veličine i vrste mašinskih elemenata za vezu i osiguranje, moguće je prikazati na skicama, proračunima i sklopnim crtežima.





Sl. 10.30: Elastična podloška u sklopu

SI. 10.31: Uprošćeno prikazan zavrtanj, podloška i navrtka (sa osnom linijom)

Tabela 10.5: Standardne dimenzije običnih podloški (izvod)

Nazivni prečnik zavrtnja	Unutrašnji otvor podloške	Za zavrtnje sa šestougaonom glavom SRPS M.B2.011		Za zavr cilindri poluoki glav SRPS M	tnje sa čnom i ruglom ⁄om .B2.013	Sa velikim spoljašnjim prečnikom SRPS M.B2.014		
d (mm)	d _o (mm)	D (mm)	n (mm)	D (mm)	n (mm)	D (mm)	n (mm)	
2	2,2	5,5	0,5	4,5	0,5	-	-	
3	3,2	7	0,5	6	0,5	9	0,8	
3,5	3,7	8	0,5	7	0,5	11	0,8	
4	4,3	9	0,8	8	0,5	12	1	
5	5,3	11	1	10	1	15	1,5	
6	6,4	12	1,5	11	1,5	18	1,5	
8	8,4	17	2	15	1,5	25	2	
10	10,5	21	2,5	18	1,5	30	2,5	
12	13	24	3	20	2	40	3	
14	15	28	3	25	2	45	3	
16	17	30	3	27	2	50	3	
18	19	34	4	30	2,5	56	4	
20	21	36	4	33	2,5	60	4	

22	23	40	4	34	3	-	-
24	25	44	4	-	-	-	-
27	28	50	5	-	-	-	-
30	31	56	5	45	5	-	-
36	37	68	6	-	-	-	-
39	40	72	6	-	-	-	-
42	43	78	7	-	-	-	-

Navrtka sa osiguračem

Navrtka sa osiguračem koristi se za aksijalno osiguranje prenosnika i unutrašnjih prstenova ležaja na vratilu. Jedan od standardnih oblika navrtke dat je na sl. 10.32, a osigurača na sl. 10.33.







Sl. 10.33: Osigurač za navrtku

Aksonometrijski izgled navrtke i osigurača dat je na sl. 10.34. Način crtanja navrtke sa osiguračem na vratilu prikazan je na sl. 10.35. Crta se u položaju kako je to prikazano na slici, bez obzira u kojem se trenutno nalazi.

Strandardne dimenzije navrtke i osigurača date su u tabeli 10.6. Standardna oznaka za sigurnosnu navrtku je **KM d SRPS M.B1.709.** Parametar d predstavlja prečnik vratila u mm.



SI. 10.34: Aksonometrijski izgled navrtke i osigurača

Sl. 10.35: Sklop navrtke, osigurača, vratila i dela koji se osigurava

Unutrašnji i spoljašnji uskočnik

Koristi se za osiguranje prstenova ležajeva i prenosnika od aksijalnog pomeranja na vratilu. Spoljašnji uskočnik je prikazan na sl. 10.36, a unutrašnji na sl. 10.37.



SI. 10.36: Spoljašnji uskočnik

a) izgled i standardne mere, b) izgled i mere žleba na vratilu za spoljašnji uskočnik, c) spoljašnji uskočnik u sklopu sa vratilom

|--|

Navrtka SRPS M.B1.709			Osigurač SRPS M.B2.139				
Oznaka	Navoj,	d ₃	b	Oznaka	е	f	δ
KM 4	M20x1	32	6	MB 4	4	18.5	1
KM 5	M25x1,5	38	7	MB 5	5	23	1,2
KM 6	M30x1,5	45	7	MB 6	5	28	1,2
KM 7	M35x1,5	52	8	MB 7	6	33	1,2
KM 8	M40x1,5	58	9	MB 8	6	38	1,2
KM 9	M45x2	65	10	MB 9	6	43	1,2
KM 10	M50x2	70	11	MB 10	6	48	1,2
KM 11	M55x2	75	11	MB 11	8	53	1,2
KM 12	M60x2	80	11	MB 12	8	58	1,5
KM 13	M65x2	85	12	MB 13	8	63	1,5
KM 14	M70x2	92	12	MB 14	_	_	_
KM 15	M75x2	98	13	MB 15	8	72	1,5
KM 16	M80x2	105	15	MB 16	10	77	1,7
KM 17	M85x2	110	16	MB 17	10	82	1,7
KM 18	M90x2	120	16	MB 18	10	87	1,7
KM 19	M95x2	125	17	MB 19	10	92	1,7
KM 20	M100x2	130	18	MB 20	12	97	1,7
KM 21	M105x2	140	18	MB 21	_	_	_
KM 22	M110x2	145	19	MB 22	12	106	1,7
KM 23	M115x2	150	19	MB 23	_	_	-
KM 24	M120x2	155	20	MB 24	14	115	2
KM 25	M125x2	160	21	MB 25	_	_	-
KM 26	M130x2	165	21	MB 26	14	125	2
KM 28	M140x2	180	22	MB 28	16	135	2
KM 30	M150x2	195	24	MB 30	16	145	2
KM 32	M 160x2	210	25	MB 32	_	-	-
KM 34	M 170x2	220	26	MB 34	18	165	2,5



a) izgled i standardne mere, b) izgled i mere žleba u kućištu za unutrašnji uskočnik, c) unutrašnji uskočnik u sklopu sa kućištem

Standardne vrednosti dimenzija (izvod) spoljšnjeg i unutrašnjeg uskočnika date su u tabeli 10.7.

Tabela 10.7: Standardne dimenzije uskočnika SRPS M.C2.400 (izvod). Mere su u mm.

	5	Spoljašr	nji uskočr	nik			Ur	utrašnj	i uskoč	nik	
d	s	b	d ₁	m₁	n	d	s	b	d ₁	m₁	n
20	1,2	2,6	19	1,3	1,5	20	1	2,3	21	1,1	1,5
21	1,2	2,7	20	1,3	1,5	21	1	2,4	22	1,1	1,5
22	1,2	2,8	21	1,3	1,5	22	1	2,5	23	1,1	1,5
24	1,2	3	22,9	1,3	1,7	24	1,2	2,6	25,2	1,3	1,8
25	1,2	3	23,9	1,3	1,7	25	1,2	2,7	26,2	1,3	1,8
26	1,2	3,1	24,9	1,3	1,7	26	1,2	2,8	27,2	1,3	1,8
28	1,5	3,2	26,6	1,6	2,1	28	1,2	2,9	29,4	1,3	2,1
29	1,5	3,4	27,6	1,6	2,1	30	1,2	3	31,4	1,3	2,1
30	1,5	3,5	28,6	1,6	2,1	32	1,2	3,2	33,7	1,6	2,6
32	1,5	3,6	30,3	1,6	2,6	34	1,5	3,3	35,7	1,6	2,6
34	1,5	3,8	32,3	1,6	2,6	35	1,5	3,4	37	1,6	3
35	1,5	3,9	33	1,6	2,6	36	1,5	3,5	38	1,6	3
36	1,75	4	34	1,85	3	37	1,5	3,6	39	1,6	3
38	1,75	4,2	36	1,85	3	38	1,5	3,7	40	1,6	3
40	1,75	4,4	37,5	1,85	3,8	40	1,75	3,9	42,5	1,85	3,8
42	1,75	4,5	38,5	1,85	3,8	42	1,75	4,1	44,5	1,85	3,8
45	1,75	4,7	42,5	1,85	3,8	45	1,75	4,3	47,5	1,85	3,8
48	1,75	5	45,5	1,85	3,8	47	1,75	4,4	49,5	1,85	3,8
50	2	5,1	47	2,15	4,5	48	1,75	4,5	50,5	1,85	3,8
52	2	5,2	49	2,15	4,5	50	2	4,6	53	1,85	3,8
55	2	5,4	52	2,15	4,5	52	2	4,7	55	2,15	4,5
56	2	5,5	53	2,15	4,5	55	2	5	58	2,15	4,5
58	2	5,6	55	2,15	4,5	56	2	5,1	59	2,15	4,5
60	2	5,8	57	2,15	4,5	58	2	5,2	61	2,15	4,5
62	2	6	59	2,15	4,5	60	2	5,4	63	2,15	4,5
63	2	6,2	60	2,15	4,5	62	2	5,5	65	2,15	4,5

65	2,5	6,3	62	2,65	4,5	63	2	5,6	66	2,15	4,5
68	2,5	6,5	65	2,65	4,5	65	2,5	5,8	68	2,65	4,5
70	2,5	6,6	67	2,65	4,5	68	2,5	6,1	71	2,65	4,5
72	2,5	6,8	69	2,65	4,5	70	2,5	6,2	73	2,65	4,5
75	2,5	7	72	2,65	4,5	72	2,5	6,4	75	2,65	4,5
78	2,5	7,3	75	2,65	4,5	75	2,5	6,6	78	2,65	4,5
80	2,5	7,4	76,5	2,65	5,3	78	2,5	6,8	81	2,65	5,3

10.3. KLINOVI

Klinovi **služe za spajanje prenosnika i drugih mašinskih elemenata za vratilo**, što omogućava zajedničko obrtanje. Klinovi imaju više standardnih oblika. Aksonometrijski izgled nekih standardnih klinova u vratilu i u glavčini prikazan je na sl. 10.38, 10.39 i 10.40.



SI. 10.38: Aksonometrijski i ortogonalni crtež normalnog zaobljenog klina u vratilu i glavčini



SI. 10.39: Aksonometrijski i ortogonalni crtež klina sa nagibom u vratilu i glavčini



SI. 10.40: Aksonometrijski i ortogonalni crtež segmentnog klina u vratilu i glavčini

10.4. OPRUGE

Osnovna **namena opruga je da elastično spoje dva mašinska dela**. Postoji veliki broj različitih konstrukcioni oblika. Na sl. 10.41 prikazane su u aksonometriji neke od opruga.



a) torziona pritisna, b) torziona istežuća, c) torziona zavojna, d) torziona konusna, e) spiralna, f) fleksiona (gibanj), g) tanjirasta

Opruge se crtaju uglavnom sa skraćenim pogledom, ali bez označavanja tog skraćenja. Crtaju se sa ili bez preseka zavisno od toga da li se želi pokazati poprečni presek žice ili ne. Na sl. 10.42 prikazan je način crtanja torzionih pritisnih opruga. Cilindrična opruga, sa kružnim poprečnim presekom žice, nacrtana ja bez preseka na sl. 10.42,a, a sa presekom na sl. 10.42b. Kada je poprečni presek žice kvadrat, način crtanja bez preseka je pokazan na



sl. 10.42,c, a sa presekom na sl. 10.42,d. Crtanje konusne torzione opruge bez i sa presekom dato je na sl. 10.42,e,f.

 SI. 10.42: Torzione opruge izložene sabijanju a,b) cilindrična sa kružnim poprečnim presekom žice, c,d) cilindrična sa kvadratnim poprečnim presekom žice, e,f) konusna sa kružnim poprečnim presekom žice

Torzione opruge namenjene za opterećenja na istezanje prikazane su na sl. 10.43.

Crtaju se uvek u položaju kako je to dato na slici, bez obzira na trenutni položaj. Zavojna opruga bez i sa presekom prikazana je na sl. 10.44.



Način kotiranja torzione opruge prikazan je na sl. 10.45.

Jedna od različitih vrsta fleksionih opruga (gibnjeva) data je na sl. 10.46, a tanjirasta i bez i sa preseka na sl. 10.47.





Sl. 10.46: Fleksiona opruga (gibanj)

SI. 10.45: Kotiranje torzione opruge



SI. 10.47: Tanjirasta opruga bez i sa presekom

10.5. ZAVARENI SASTAVCI

Zavareni sastavci se koriste za spajanje različitih mašinskih delova i elemenata nanošenjem vara odgovarajućim tehnološkim postupkom. Zavareni sastavci na crtežu se predstavljaju odgovarajućim simbolima i oznakama.

Oznaka zavarenog sastavka na crtežu (SRPS C.T3.011 i SRPS C.T3.012) (sl. 10.48) sastoji se iz:

- 1. Pokazne strelice;
- 2. Pokazne linije;
- 3. Simbola vrste šava;
- 4. Dopunske oznake vrste šava i
- 5. Oznake dimenzija šava.



SI. 10.48: Elementi za označavanje zavarenog sastavka

Pokazna strelica

Pokazna strelica **upućuje na mesto (stoji na mestu) gde se nalazi šav**. Može da stoji na konturnoj ili osnoj liniji predmeta.

Pokazna linija

Na pokaznoj liniji stoji simbol vrste šava. To je tanka puna ili isprekidana linija. Ako je puna pokazna linija znači da se šav nalazi na toj strani gde je strelica, a ako je isprekidana šav je na suprotnoj strani od strelice (sl. 10.49). Isprekidana pokazna linija može da bude ispod ili iznad pune linije. Simbol na punoj pokaznoj liniji, takođe, može da bude iznad ili ispod linije.





SI. 10.49: Pokazna linija

Simbol vrste šava

Simbol vrste šava je **oznaka koja predstavlja vrstu sastavka i oblik šava**. Svojim izgledom asocira na oblik šava. Na sl. 10.50 dati su simboli nekih vrsta sastavaka i oblika šava.

Dopunska oznaka vrste šava

Dopunska oznaka vrste šava **služi da se preciznije definiše oblik šava** i stoji iznad simbola vrste šava. Dopunske oznake su date na sl. 10.51.



SI. 10.50: Neki od simbola vrste šava



Sl. 10.51: Dopunske oznake vrste šava

Oznaka dimenzije šava

Dimenzije šava označavaju se slovnim i brojčanim oznakama. Slovna oznaka može biti slovo a, što predstavlja računsku širinu šava i slovo z, što predstavlja širinu šava (sl. 10.52). Uz slovnu oznaku stoji broj koji predstavlja tu vrednost u mm. Slovna oznaka sa vrednošću u mm može biti samo a ili z i stoji sa leve strane simbola šava. Sa desne strane simbola šava stoji vrednost dužine šava u mm.



Sl. 10.52: Oznake dimenzije šava

Osim navedenih oznaka može se upotrebljavati i kružić koji stoji ispred simbola vrste šava (sl. 10.53) i znači da je taj šav u zatvorenoj konturi. Ako se na crtežu želi dati i tehnološki postupak zavarivanja, tada se na kraju pokazne linije nalazi broj postupka zavarivanja (sl. 10.54). Primeri označavanja zavarenog sastavka na crtežu dati su na sl. 10.55.

Na sl. 10.56 prikazan je predmet dobijen zavarivanjem. Na osnovu oznaka može se pročitati sledeće: Predmet se sastoji iz četiri zavarena dela; Gornji deo je zavaren za središnji, skroz ukrug, ugaonim varom računske širine a=3 mm i Dve "nožice" ispod središnjeg dela zavarene su sa spoljašnje i unutrašnje strane ugaonim varom računske širine a=3 mm na dužini od 10 mm.





SI. 10.54: Označavanje postupka zavarivanja

Sl. 10.53: Označavanje zatvorenog šava



SI. 10.55: Primeri označavanja zavarenog sastavka



Sl. 10. 56: Predmet dobijen zavarivanjem

10.6. ZUPČASTI PRENOSNICI

Zupčasti prenosnik čine dva spregnuta zupčanika. Zadatak im je da prenose obrtni moment sa jednog na drugo vratilo. Zavisno od konstrukcionog oblika zupčanika, prenose obrtni moment na međusobno paralelna vratila, na vratila koja se seku i na vratila koja se mimoilaze. Na sl. 10.57 prikazan je par spregnutih cilindričnih zupčanika koji prenose obrtni moment i obrtno kretanje na paralelna vratila. Aksonometrijski izgled cilindričnog zupčanika prikazan je na sl. 10.58.



SI. 10.57: Aksonometrijski izgled cilindričnog zupčastog para: a) sa pravim zupcima, b) sa kosim zupcima

SI. 10.58: Aksonometrijski izgled cilindričnog zupčanika 1. venac, 2.trup, 3. glavčina

Po obodu (vencu) zupčanika su zupci koji imaju vitalnu ulogu u prenosu obrtnog momenta (sl. 10.59). Ovakav način crtanja je neracionalan, te **se zupci crtaju uprošćeno** i na ortogonalnom crtežu **predstavljaju se sa tri kružnice** (sl. 10.60).

Spoljašnji prečnik D_t , koji se naziva temeni, najveći je i crta se debelom konturnom linijom.



Središnji, kinematički ili dodirni prečnik D crta se osnom linijom. Unutrašnji je najmanji i naziva se podnožni prečnik D_p , a crta se različito, zavisno od toga da li se zupčanik crta sa ili bez preseka.

SI. 10.59: Zupci na zupčaniku

Sasvim uprošćeno, podnožni prečnik se može i izostaviti (sl. 10.60,a). Ako se ipak crta, a ne koristi se presek, crta se punom tankom linijom tipa B u oba pogleda (sl. 10.60,b). Ako se koristi presek, crta se debelom konturnom linijom, a punom tankom na pogledu gde se vidi kao kružnica (sl. 10.60,c).

Ako se želi prikazati kosina zubaca crta se kao na sl. 10.61. Tada se ne crta donji podnožni prečnik zupčanika. Kosina zubaca se može prikazati i kada se koristi polovičan presek (sl. 10.61,e).







SI. 10.61: Označavanje kosine zubaca zupčanika a) pravi zupci b) desna kosina zubaca, c) leva kosina zubaca, d) strelasti zupci, e) označavanje kosine zubaca na polovičnom preseku

Zupčanici mogu biti veoma različitih konstrukcioni oblika. Na sl. 10.62 prikazan je cilindrični zupčanik složenijeg konstrukcionog izgleda od prethodno prikazanih, kada se ne koristi presek, a na sl. 10.63 sa presekom.

Konusni zupčanik je prikazan na sl. 10.64. Venac zupčanika na kojem se nalaze zupci ima beskonačno temenih, kinematičkih i podnožnih prečnika. Na ortogonalnom crtežu crtaju se oni sa maksimalnim vrednostima (sl. 10.65).





SI. 10.62: Cilindrični zupčanik bez preseka



SI. 10.63: Cilindrični zupčanik sa presekom





SI. 10.64: Konusni zupčanci u aksonometriji



Isti je način crtanja i ostalih zupčanika. Na sl. 10.66 data je skica pužnog prenosnika, a na sl. 10.67 prikazan je pužni zupčanik.





SI. 10.66. Pužni prenosnik

SI. 10.67: Pužni zupčanik

Zupčanik se može nacrtati kao na sl. 10.68, gde je prikazan jedan ili nekoliko zubaca. Zupčasta letva se obično crta kao na sl. 10.69, s tim da se zupci ne moraju crtati, kao i kod zupčanika. Zupci na zupčastoj letvi crtaju se, uglavnom, kada se želi kotirati položaj ozubljenja.



SI. 10.68: Crtanje zupčanika sa nacrtanim jednim zupcem



Način kotiranja cilindričnog zupčanika sa pravim zupcima dat je na sl. 10.70. S obzirom na to da se zupčanik crta uprošćeno, bez zubaca, osim kota koje su nacrtane na crtežu daju se dodatne kote i podaci u posebnoj tabeli. Tabela se crta iznad zaglavlja za crtež i predstavlja nerazdvojivi deo crteža zupčanika. U tabeli se daju neke osnovne kote i one koje se ne mogu prikazati na crtežu. Zavisno od vrste crteža zupčanika postoji osnovna tabela, tabela za obradu zupčanika i tabela za kontrolu zupčanika. Podaci u navedenim tabelama razlikuju se prema vrsti zupčanika. Potrebni osnovni podaci za cilindručni zupčanik sa pravim zupcima dati su u tabeli 10.8.



SI. 10.70: Kotiranje cilindričnog zupčanika sa pravim zupcima

Isti princip kotiranja važi i za sve ostale zupčaste prenosnike. Na sl. 10.71 prikazan je način kotiranja konusnog zupčanika sa pravim zupcima, a osnovni podaci koji idu uz crtež, kao kod cilindričnog zupčanika, daju se u posebnoj tabeli.

Vrsta zupčanika	Cilindrični zupćanik sa pravim zupćima sa					
	spoljasnjim zupcanjem					
Broj zubaca	Z	20				
Modul	m (mm)	5				
Prečnik temenog kruga	D _t (mm)	105				
Standardni profil	-	SRPS M.C1.016				
Pomeranje profila	xm (mm)	2,5				
Prečnik podnožnog kruga	D _p (mm)	94				
Prečnik osnovnog kruga	D _b (mm)	93,9693				
Kontrola, kvaliteti	-	S".6edd3 SRPS M.C1.031				
Merni broj zubaca	Zw	3				
Mera preko zubaca	$W^{Aw,g}_{Aw,d}$ (mm)	$40,012_{-0,096}^{-0,072}$				
Prečnik kinematičkog kruga	D (mm)	100				
Kodeks, broj spregnutog zupčanika	-	01.002				
Broj zubaca spregnutog zupčanika	Z ₂	50				
Osno rastojanje	$a \pm A_{a,g,d}$ (mm)	179,584 ± 0,020				
Ugao dodirnice	α(°)	23° 41′ 36″				
Kružni zazor	j (mm)	0,1520,244				
Minutni broj obrtaja	n (°/min)	2300				

Tabela 10.8:Osnovna tabela na crtežu cilindričnog zupčanika sa pravim zupcima
(SRPS M.C1.039)



Sl. 10.71: Kotiranje konusnog zupčanika sa pravim zupcima

Zupčasti parovi (par spregnutih zupčanika - zupčasti prenosnici) takođe se po istom principu crtaju uprošćeno. Na sl. 10.72 prikazan je jednostavan cindrični zupčasti par bez (sl. 110.72,a) i sa presekom (sl. 110.72,b).

Treba uočiti da se spoljašnji prečnici oba zupčanika, kada se crtaju bez preseka, crtaju tako kao da se ne zaklanjaju (oba se vide) u projekciji gde se vide kao krugovi. Središnji prečnici se dodiruju (osni krugovi), a podnožni ne moraju da se crtaju (sl. 10.72,a). Ako se crtaju sa presekom crtaju se sve četiri linije kao na sl. 10.72,b. Osna linija je zajednička, a jedan podnožni prečnik se crta isprekidanom linijom.



Pužni zupčasti par nacrtan u aksonometriji dat je na sl. 10.73. Pri crtanju ortogonalnog crteža važi isti princip kao i za prethodne zupčaste parove. Zupci na pužnom točku se crtaju uprošćeno (sl. 10.74), kao i žleb u obliku zubaca na pužu (pužnom valjku). Krug koji predstavlja temeni prečnik zupčanika i linija koja predstavlja teme žleba crtaju se tako kao da se ne zaklanjaju, odnosno obe linije su pune debele.



SI. 10.73: Pužni prenosnik u aksonometriji



SI. 10.74: Pužni zupčasti par

Zupčasti cilindrični par složenijeg konstrukcionog oblika prikazan je na sl. 10.75. Kada se želi pokazati kosina zubaca na zupčastom paru, crta se kao na sl. 10.76. Kosina zubaca se crta samo na jednom zupčaniku. Na drugom je suprotna, kada su zupci kosi. To se, međutim, ne crta, već se podrazumeva.







SI. 10.75: Cilindrični zupčasti par

10.76: Označavanje kosine zubaca na cilindričnom paru



Aksonometrijski izgled konusnih zupčanika koji prenose kretanja na vratila koja se seku pod uglom od 90° prikazana su na sl. 10.77.

SI. 10.77: Konusni zupčanici u aksonometriji

Crtanje konusni zupčastih parova bez preseka dato je na sl. 10.78. Pošto su ovde zupčanici delimično zaklonjeni jedan drugim, tako se i crtaju. Crtanje konusnog zupčastog para u preseku prikazano je na sl. 10.79 i sl. 10.80. Princip crtanja zubaca u dodiru je isti kao kod cilindričnih zupčanika, crtaju se sa četiri linije, tri debele pune, jedna isprekidana i zajednička osna linija.



Sl. 10.78: Konusni zupčasti parovi bez preseka

Kod konusnih zupčanika crtaju se i linije sprezanja oba zupčanika zajedno sa presečnom tačkom u oba pogleda, bez obzira na to pod kojim uglom se seku (sl. 10.78 i 10.79).





Ako je bitno da se samo jedan zupčanik zupčastog para prikaže, drugi se može ceo predstaviti samo središnjim prečnikom (sl. 10.81).

SI. 10.81: Crtanje zupčastog para kada se samo jedan zupčanik ističe

Aksonometrijski prikaz hiperboloidnih zupčanika za prenos kretanja na mimoilazna vratila dat je na sl. 10.82. Uprošćen ortogonalni crtež ovih zupčanika dat je na sl. 10.83. Pošto se ovde zupčanici fizički zaklanjaju, deo zupčanika koji se ne vidi crta se isprekidanom linijom.





SI. 10.82. Aksonometrijski prikaz hiperboloidnih zupčanika za mimoilazna vratila

SI. 10.83: Crtanje zupčanika za mimoilazna vratila

Kosa projekcija cilindričnog zupčastog para sa unutrašnjim zupčanjem data je na sl. 10.84, a u dva ortogonalna pogleda na sl. 10.85.





SI. 10.84: Kosa projekcija zupčastog para sa unutrašnjim zupčanjem

SI. 10.85: Cilinrični zupčasti par sa unutrašnjim zupčanjem

Zupčanik u sprezi sa zupčastom letvom u tri ortogonalna pogleda prikazan je na sl. 10.86. Pogled sa strane dat je sa i bez preseka.







SI. 10.86: Zupčanik u sprezi sa zupčastom letvom

Aksonometrijski izgled zupčanika u sprezi sa zupčastom letvom dat je na sl. 10.87.

Pužni prenosnik dat je na sl. 10.88. Korišćen je presek, te se puž, kao i pužni zupčanik šrafira.

Sl. 10.87: Zupčanik i zupčasta letva



Sl. 10.88: Pužni prenosnik

Zupčanici malih dimenzija izrađuju se zajedno sa vratilom. Način crtanja takvog zupčanika dat je na sl. 10.89.



SI. 10.89: Zupčanik koji se izrađuje zajedno sa vratilom a) aksonometrijski, b) ortogonalni crtež

10.7. LANČANI PRENOSNICI

Lančani prenosnik sastoji se iz **dva lančanika i lanca kojih ih spaja**. Osim toga mogu imati zatezače i prigušivače vibracija. Različitog su konstrukcionog oblika. Prenose obrtni moment na veća rastojanja od zupčastog para. Skica lančanih prenosnika data je na sl. 10.90.



SI. 10.90: Skica lančanih prenosnika a) sa valjkastim lancem, b) za zupčastim lancem

Uprošćen ortogonalni crtež lančanog prenosnika dat je na sl. 10.91. Lančanik po obodu ima zupce koji se predstavljaju sa tri kruga, odnosno linije, kao kod zupčanika. Spoljašnji krug se crta debelom punom linijom, a srednji kinematički sa osnom linijom kao i



lanac. Podnožni krug se crta punom tankom linijom ili se ne crta.

- 1. pogonski lančanik
- 3. gonjeni lančanik

SI. 10.91: Uprošćen ortogonalni crtež lančanog prenosnika

Ortogonalni crtež lančanog prenosnika dat je na sl. 10.92,a, a sasvim uprošćeno može se prikazati kao na sl. 10.92,b.



Vitalni deo na lančanom prenosniku je lanac. Sastoji se iz više istih segmenata, a svaki segment iz više delova. Može biti vrlo različitih konstrukcionih oblika.

Aksonometrijske skice nekih lanaca date su na sl. 10.93. Najširu primenu ima valjkasti lanac, koji je sa dva ortogonalna pogleda dat na sl. 10.94. Zupčasti lanac prikazan je na sl. 10.95.



Sl. 10.93: Različte vrste lanaca





Sl. 10.94: Ortogonalni crtež valjkastog lanca



SI. 10.95: Zupčasti lanac lančanog prenosnika

Lančanik, takođe može biti vrlo različitih konstrukcionih oblika, zavisno od vrste lanca, veličine, namene i načina izrade. Izgled lančanika dat je na sl. 10.96.

Ortogonalni crtež lančanika dat je na sl. 10.97. Postoje dve mogućnosti za crtanje lančanika kada se projektuje kao kružnice, bez i sa crtanjem zubaca (kao kod zupčanika).

Način kotiranja lančanika prikazan je na sl. 10.98. Kada se ne crtaju zupci, uz crtež se daje odgovarajuća tabela (slična kao za zupčanike) sa potrebnim podacima i standardnom oznakom tipa zubaca.



SI. 10.96: Izgled lančanika



SI. 10.97: Mogućnosti za crtanje lančanika



SI. 10.98: Crtanje i kotiranje lančanika

10.8. KAIŠNI (REMENI) PRENOSNICI

Kaišni (remeni) prenosnik sastoji se iz **dva kaišnika (remenice) i kaiša (remena) koje ih spaja**. Aksonometrijska skica kaišnog prenosnika prikazana je na sl. 10.99, a uprošćen ortogonalni crtež na sl. 10.100. Kaišnici se predstavljaju sa dva kruga, a kaiš punom debelom linijom. Konstrukcioni oblici kaišnika i kaiša su vrlo različiti. Kaišnik za pljosnati kaiš prikazan je na sl. 10.101, a remenica za remen na sl. 10.102.



SI. 10.99: Aksonometrijska skica kaišnog prenosnika
a) pljosnati sa zatezačem,
b) trapezni





SI. 10.100: Uprošćen ortogonalni crtež kaišnog prenosnika 1. pogonski kaišnik, 2. kaiš, 3. gonjeni kaišnik



SI. 10.101: Crtanje i kotiranje kaišnika



SI. 10.102: Crtanje i kotiranje remenice

10.9. LEŽAJI, LEŽIŠTA I KUĆIŠTA

Ležaji su mašinski elementi koji **služe za oslanjanje vratila i osovina**. Mogu bitu kotrljajni (ležaji) i klizni (ležišta). Ležaji se nalaze u kućištima, koja mogu biti standardna ili nestandardna. Nestandarno kućište je deo mašine u kojem se nalazi ležaj.

Kotrljajni ležaj u sklopu sa kućištem prikazan je na sl. 10.103.



SI. 10.103: Kotrljajni ležaj u kućištu 1. vratilo, 2. zaptivni prsten, 3. spoljašnji uskočnik, 4. unutrašnji uskočnik, 5. kućište, 6. spoljašnji prsten, 7. kuglice, 8. unutrašnji prsten, 9. zavrtanj

Kotrljajni ležaji su vrlo različitih standardnih konstrukcionih oblika. Svi imaju: unutrašnji prsten koji je na vratilu, spoljašni prsten koji se nalazi u otvoru kućišta i kotrljajne elemente između prstenova (sl. 10.104). Osim toga mogu imati kavez u kojem se nalaze kuglice ili drugi kotrljajni elementi i koji ih drži na određenom međusobnom rastojanju, zaštitu i zaptivku. Kotrljajni elementi su: kuglice, valjčići, konusni valjčići, burići, konusni burići i iglice.



SI. 10.104: Aksonometrijski prikaz osnovnih delova kotrljajnih ležaja a) ležaj, b) spoljašnji prsten, c) unutrašnji prsten, d) kuglice, e) kavez



Kao i ostali mašinski elementi i ležaji se na konstrukcionim crtežima crtaju uprošćno, kako je to prikazano na sl. 10.105.

- 1. spoljašnji prsten
- 2. kuglice
- 3. unutrašnji prsten
- 4. kavez

Sl. 10.105: Osnovni delovi ležaja

Zavisno od vrste kotrljajnih elemenata i žlebova u prstenovima, ležaji mogu nositi različita opterećenja. Aksonometrijske skice nekih ležaja sa kuglicama prikazane su na sl. 10.106.



SI. 10.106: Aksonometrijske skice nekih ležaja sa kuglicama

Na crtežu se mogu prikazati i označiti i ostali delovi ležaja, kao što je zaštita, zaptivka itd. Na sl. 10.107 prikazane su te mogućnosti na primeru kugličnog ležaja. To se odnosi i na ostale ležaje (valjkaste, buričaste itd.).

Neki od ostalih tipova ležaja prikazani su na slikama sl. 10.108, 10.109, 10.110 i 10.111.



SI. 10.107: Crtanje i označavanje ostalih delova ležaja a) samo prstenovi i kuglice, b) kavez, c) zaštita sa jedne strane, d) zaštita za obe strane, e) zaptivka sa jedne strane, f) zaptivka sa obe strane, g) sa žlebom za uskočnik, h) sa žlebom i uskočnikom



SI. 10.108: Aksonometrijska skica valjkastih, buričastih i igličastih ležaja



SI. 10.109: Aksonometrijska skica kolutnih kugličnih aksijalnih ležaja



SI. 10.110: Crtanje valjkastih, buričastih i igličastih ležaja a) valjkasti, b) buričasti, c) konusno valjkasti, d) igličasti



720	
H =	\square
\oplus	\Box
277	

SI. 10.111: Crtanje kolutnih kugličnih aksijalnih ležaja



Kotrljajni ležaj u sklopu, može se nacrtati uprošćeno kao na sl. 10.112. Nacrtan je bez preseka, što znači da nisu nacrtani unutrašnji i spoljašnji prstenovi i kotrljajni elementi. Dijagonalne tanke linije u ovom slučaju označavaju ležaj.

SI. 10.112: Uprošćeno crtanje ležaja

Prstenovi kotrljajnih ležajeva osiguravaju se od aksijalnog pomeranja po vratilu pomoću standardnih elemenata za osiguranje ili pomoću nekih drugih delova unutar ležaja. Na sl. 10.113 prikazano je osiguranje unutrašnjeg prstena pomoću navrtke i osigurača, a spoljašnjeg pomoću delova samog nestandardnog kućišta. Na sklopnom crtežu osnovni

delovi kotrljajnog ležaja (spoljašnji i unutrašnji prsten i kotrljajni elemeni) označava se jednim pozicionim brojem.



- 1. zavrtanj
- 2. poklopac kućišta
- 3. navrtka sa osiguračem
- 4. vratilo
- 5. kućište
- 6. spoljašnji prsten
- 7. kuglice
- 8. zaptivni prsten
- 9. unutrašnji prsten

SI. 10.113: Osiguranje ležaja od pomeranja po vratilu

Klizni ležaj (ležišta) predstavlja tanku cilindričnu čauru u kojoj se oslanja vratilo i koja se nalazi u kućištu. Kako je malih dimenzija, na sklopnom crtežu se zatamni (sl. 10.114).



SI. 10.114: Klizni ležaji

Klizni ležaj u standarnom kućištu prikazan je na sl. 10.115. Klizni ležaj predstavlja u ovom slučaju dva prstena, poz. 2 i 8, koji dolaze na rukavac vratila.



SI. 10.115: Klizni ležaj u standardnom kućištu 1. čaura, 2. gornji deo kliznog ležaja, 3. gornji deo kućišta, 4. donji deo kućišta, 5. zavrtanj, 6. navrtka, 7. podloška, 8. donji deo kliznog ležaja

10.10. SPOJNICE

Spojnice su mašinski elementi koji **služe za spajanje dva vratila i pri tome prenose obrtni moment** sa jednog na drugo vratilo. Vrlo su različitih konstrukcionih oblika zavisno od uslova rada vratila koja se spajaju.

Elastična spojnica u kosoj projekciji prikazana je na sl. 10.116. Ortogonalni pogled iste te spojnice dat je na sl. 10.117. Obodi (4) i (5) nalaze se na jednom i drugom vratili. Obodi su međusobno spojeni zavrtnjem (6). Između oboda su elastični prstenovi (7).

Frikciona cilindrična sigurnosna spojnica ima primenu na poljoprivrednim mašinama. Ova spojnica osim osnovne namene ima zadatak da pri preopterećenju prekine tok kretanja i prenos obrtnog momenta. Ortogonalni crtež jedne od varijanti frikcione cilindrične sigurnosne spojnice prikazan je na sl. 10.118. Sastoji se iz dva oboda (sl. 10.118, poz. 2 i 6). Obod (2) nalazi se na pogonskom vratilu (1) i posredstvom klina (3) obrće se zajedno sa njim. Na gonjenom vratilu je obod (6) koji je, takođe spojen klinom za gonjeno vratilo (10). Obod (6) oslanja se na torzionu oprugu (8) čija se sabijenost podešava navrtkom (9). Između oboda (2) i (6) su frikcione lamele (4) i (5). Pri prenošenju obrtnog momenta sa pogonskog na gonjeno vratilo diskovi su spojeni pod dejstvom opruge. U slučaju da je otpor na gonjenom vratilu prevelik, povećana je sila pritiska između oboda, usled čega dolazi do sabijanja opruge (8). Pri tome se obodi (2) i (6) razmiču i prenos obrtnog momenta sa jednog na drugo vratilo se prekida. Kada preopterećenje prestane opruga potisne obod (6) i ponovo se uspostavi kontakt između oboda i ponovo se prenosi obrtni moment. Vrednost obrtnog momenta isključivanja može se menjati pomoću navrtke 9. Opruga se nalazi u vođici (7).



- 1. disk
- 2. sigurnosna navrtka
- 3. navrtka
- 4. levi obod
- 5. desni obod
- 6. zavrtanj
- 7. elastični prstenovi

SI. 10.116: Kosa projekcija elastične spojnice



SI. 10.117: Ortogonalni crtež elastične spojnice



SI. 10.118: Frikciona cilindrična sigurnosna spojnica
 1. pogonsko vratilo, 2. levi obod, 3. klin, 4. frikcina lamela na levom obodu, 5. frikcina lamela na desnom obodu, 6. desni obod, 7. vođica opruge, 8. opruga, 9. navrtka za osiguranje navrtke, 10. gonjeno vratilo

Sigurnosna spojnica sa grebenima sastoji se iz oboda (2) koji se pomoću žlebova spaja sa vratilom (5) (sl. 10.119). U obodu (2) nalaze se rupe u kojima su opruge (4) i grebeni (3). U obodu (1) su profilisani žlebovi u koje delimično ulaze grebeni, spajaju obode i tako prenose kretanje sa jednog na drugo vratilo. Kada dođe do preopterećenja, sila koja pritiska grebene savlada silu opruga, grebeni ulaze u rupe i prekida se kontakt između oboda, pa se prekida kretanje sa jednog na drugo vratilo. Dok preopterećenje prestane, opruge potisnu grebene i ponovo se uspostavlja kontakt između oboda. Kada se prekine kretanje između oboda, čuje se grebanje koje signalizira rukovaocu da spojnica ne prenosi kretanje.



SI. 10.119: Sigurnosna spojnica sa grebenima 1. obod sa profilisanim rupama, 2. obod, 3. grebeni, 4. opruge, 5. vratilo

11. OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

Površine predmeta i delova mašina obrađuju se različitim kvalitetom površinske hrapavosti. One površine predmeta, koje naležu jedne na druge treba da su "finije" obrađene, a ako se pri tome u radu i kreću jedna u odnosu na drugu, treba da su obrađene još "finije", kako bi se smanjilo trenje. Površine predmeta koje ne ulaze u sklop sa drugim površinama mogu se obraditi "grubo". Kvalitet površinske hrapavosti utuče na cenu izrade mašinskih delova. Što je obrada površina "finija" cena izrade je skuplja i obrnuto. Stoga je **važno da se na crtežu označi predviđeni kvalitet površinske hrapavosti.**

I "najfinije" obrađena površina, gledana pod mikroskopom je vrlo hrapava, odnosno profil se sastoji iz izbočina i udubljenja (sl. 11.1). Glavni parametri kojim se definiše kvalitet površina su:

p - Profil (linija stvarnih neravnina površine);

m - Srednja linija profila (izabrana srednja linija profila);

L - Referentna dužina (odabrana standardna dužina jednog odsečka profila na kojoj se meri i kontroliše hrapavost);

 y_1 , y_2 ... y_n - Odstojanja profila (odstojanje tačke profila od srednje linije m);

- R_a- Srednje aritmetičko odstojanje profila (srednja vrednost odstojanja svih tačaka profila od srednje linije) i
- *R_{max}* Najveća visina neravnina (Rastojanje između najviše i najniže tačke profila na referentnoj dužini *L*).



Sl. 11.1: Površinska hrapavost i parametri koji je definišu

Površinska hrapavost koja se koristi pri izradi delova mašina podeljena je na 12 kvaliteta koji se nazivaju klase i označavaju sa *N1, N2..., N12.* Klasa je određena vrednošću srednjeg aritmetičkog odstupanja profila R_a izražena u μ m (tabela 11.1)

					10			/				
Broj klase hrapavosti N	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Najveća vrednost R _a u μm	0,025	0,050	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50

 Tabela 11.1: Klase površinske hrapavosti (SRPS M.A1.020)
 Image: Comparison of the second second

Vrednost srednjeg aritmetičkog odstojanje profila R_a određuje se na osnovu jednačine:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)$$

gde je: *n* - broj podeljaka na referentnoj dužini *L*.

Referentna dužina *L* se usvaja iz reda sledećeg niza brojeva: 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 i 25 mm.

Da bi se kvalitet površina predmeta označio na crtežu koristi se kukica, koja ima oblike kao na (sl. 11.2). Osnovna kukica je prikazana na (sl. 11.2,a). Može se koristiti ako je značenje posebno u napomeni objašnjeno. Zatvorena kukica (sl. 11.2,b) se koristi za one površne koje se obrađuju skidanjem materijala (struganje, rendisanje...). Kukica sa kružićem (sl. 11.2,c) se koristi za one površine koje se ne obrađuju skidanjem materijala (livenje, presovanje...) ili za površine koje se ne obrađuju, već ostaju onakve kakve su dobijene prethodnom obradom koja je mogla biti i skidanjem materijala. Ako se želi naznačiti postupak izrade, anda se koristi produžena horizontalna linija na kukici (sl. 11.2,d).



Sl. 11.2: Oblici kukica za označavanje kvaliteta površina

Kraci kukice su pod uglom od 60° (sl. 11.3). Linije kukice su linija tipa B. Dimenzije kukice zavise od visine velikih slova *h*. Debljina linija kukice jednaka je debljini linija tipa B ili debljini slova. Visine krakova su date u tabeli 11.2.

Debljina i visine kukica	Mere u mm									
Visina velikih slova (h)	3,5	5	7	10	14	20				
Debljina kukice (d)	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2				
Visina (H₁)	5	7	10	14	20	28				
Visina (H ₂)	10	14	20	28	40	56				

Tabela 11.2: Dimenzije i debljina linija kukica*

* Oznake iz tabele 11.2. odnose se na sl. 11.3.

Same kukice ne definišu kvalitet površina, već se za to koriste podaci koji stoje na kukici. Podaci na kukici stoje na mestima *a, b, c, d, e i f* (sl. 11.4).





SI. 11.3: Dimenzije kukice

Sl. 11.4: Mesta za podatke kvaliteta površina

Na mestu označenom sa *a* daje se vrednost srednjeg aritmetičkog odstojanja profila R_a izražena u μ m ili odgovarajući broj klase (sl. 11..5). Ako je kvalitet površina u opsegu, označava se kao na sl. 11.5, na primer od 1,6 do 6,3 μ m ili N7 do N9.



SI. 11.5: Označavanje vrednosti srednjeg aritmetičkog profila ili broj klase hrapavosti na kukici

Na mestu *b* daje se postupak izrade (liveno, kovano, brunirano... itd.) (sl. 11.6). Referentna *L* dužina izražena u mm daje se na mestu c (sl. 11.7).





Sl. 11.6: Označavanje postupka izrade na kukici

SI. 11.7: Označavanje referentne dužine L=8 mm na kukici

Na mestu *d* daje se oznaka za pravac prostiranja neravnina (brazdi) koje ostaju nakon obrade (sl. 11.8). Te oznake su: =, \perp , X, M, C i R. Značenje ovih oznaka dato je u tabeli 11.3.



SI. 11.8: Označavanje pravca prostiranja neravnina na kukici

Na mestu *e* se daje vrednost dodatka za mašinsku obradu izraženo u mm (sl. 11.9). Za ovaj primer znači da se ima obradom skuniti 5 mm do kote koja stoji na crtežu. Na mestu označenom sa *f* daju se vrednosti drugih parametara hrapavosti, najčešće R_{max} izražena u µm (sl. 11.10).

Na kukici **se obavezno daje vrednost srednjeg aritmetičkog odstojanja profila** R_a **ili klasa površinske hrapavosti** N_i . Na jednom crtežu može da se koristi samo jedna alternativa, vrednost R_a ili klasa hrapavosti N_i . Ostali podaci koji stoje na mestima *b*, *c*, *d*, *e i f* mogu se dati, ali nisu obavezni.



(R_{max}=25) (R_{max}=25)

SI. 11.9: Označavanje dodatka za mašinsku obradu na kukici

SI. 11.10: Označavanje najveće visine neravnina na kukici

Kukica može da stoji na konturnoj liniji, pomoćnoj kotnoj, pokaznoj, osnoj i na liniji tipa B koja označava zavojnicu (sl. 11.11). Kada kukica stoji na pokaznoj liniji, tada se ona završava za strelicom.


Znak	Tumačenje	Izgled
=	Paralelno ravni projekcije u kojoj je znak postavljen.	
Ţ	Upravno na ravan projekcije u kojoj je znak postavljen.	
х	Ukršteno u dva kosa pravca relativno prema ravni projekcije u kojoj je znak postavljen.	
Μ	U više pravaca.	
С	Približno kružno prema središtu površine na koju je znak postavljen.	
R	Približno radijalno prema središtu površine na koju je znak postavljen.	

Tabela 11.3: Značenje oznaka za pravac prostitranja neravnina (SRPS M.A0.065)

Kukica se uvek crta u onom položaju da je na levoj strani kraći krak, a na desnoj duži, kada se stane ispred konturne linije na kojoj stoji. Kukica stoji na spoljnoj strani površine koja se obrađuje (asocira na položaj noža-alata pri obradi te površine). Podatak na kukici stoji tako da se može pročitati u skladu sa pravilom posmatranja i okretanja crteža (kotiranja) (sl. 11.12). Kada treba dati sve podatke na kukici, a nema dovoljno prostora tamo gde ona stoji na crtežu, može se dati kao na sl. 11.13.



SI. 11.12: Položaji kukica i način SI. 11.13: Mogućnost davanja podataka na kukici pisanja na njoj

Da na crtežu ne bi bilo previše kukica (pošto svaku površinu treba označiti), onaj kvalitet, koji je zajednički za najveći broj površina predmeta ne označava se na pogledima, već kukicom u gornjem desnom uglu crteža i u rubrici zaglavlja za crtež "klasa kvaliteta površinske hrapavosti". Ovaj kvalitet površinske hrapavosti je opšti ili zajednički kvalitet. Kvalitet obrade ostalih površina, koji se razlikuju od opšteg kvaliteta označava se na pogledima. Te pojedinačne kukice stoje u gornjem desnom uglu crteža u zagradi iza opšte kukice (sl. 11.14). Na datom primeru kvalitet N9 je zajednički, a kvaliteti N7 i N8 se odnose samo na površine na kojima stoje.

Koji će se kvalitet površina za pojedine mašinske delove i elemente usvojiti, zavisi od uloge, funkcije i naleganja dela u sklopu, od željene cene koštanja, načina izrade itd. Ako se na crtežu uopšte ne označi kvalitet površina, podrazumevaće se da je onaj koji se može postići predviđenom metodom i postupkom izrade. U tabeli 11.4. dati su opsezi kvaliteta površinske hrapavosti u zavisnosti od postupka izrade.





Sl. 11.14: Označavanje površinske hrapavosti na crtežu

Postur	pak dobijanja površina	Klase hrapavosti
1 0010	sak dobijanja povroina	Granične vrednosti Ba u um
Glavna grupa	Naziv	Prime
	U pesku	
	Uškoljki	
Livenje		
	Pod pritiskom	
	Precizno	
	Kovanje u kalupu	
Kovanje	Ravno valjanje	<u>──╂┼┼╏┼┼╏┼┼╏┼┼┨┿┿╋╋╋╋╋╋</u> ╋╋╋╋╋╋
ili	Duboko izviacenje	
preso-	Itiskivanje	
vanje	Valianie profila	
	Odsecanie	
	Podužno struganje	
	Bayno struganje	
	Struganie usecaniem	
	Bendisanie	
	Dublienie	
Ð	Grebanie	
anj	Bušenje	
ez.	Struganje rupa	
i	Upuštanje rupa	
na	Razvrtanje rupa	
oti	Glodanje valjka s glod.	
l ng	<u>Ceono glodanje</u>	
sti	Provlacenje	
nje	Turpijanje	
da	Okrugio podu busenje	
Ski	Okrugio ravno brusenje	<u></u>
	Okrugio unutr. brusenje	
	Ravno čeono bušenje	
	Polirno bušenje	
	Glačanje	
	Dugohodo honovanie	
	Kratkohodo honovanie	
	Okruglo lepovanie	
	Ravno lepovanie	
	Oscilatorno lepovanie	
	Polirno lepovanie	
	Obrada mlazom čestica	
	Obrada u bubnju	
	Rezanje plamenom	
*) Pri ov vred	rim postupcima livenja, za nošću Ra do 125 μm	odlivke mase do 250 kg, mora se računati sa

Tabela 11.4: Kvalitet površinske hrapavosti u zavisnosti od postupka izrade

12. TOLERANCIJE MERA

Pri izradi mašinskih delova i elemenata **vrednosti kota koje stoje na crtežu ne mogu se idealno postići** iz više razloga: zbog ograničenih mogućnosti alatnih mašina, zbog greške čoveka pri izradi, merenju i očitavanju mere, zbog nehomogenosti materijala itd.

Retko ima i potrebe da mera (kota) bude idealno tačna, odnosno tačno ona vrednost koja stoji na crtežu. Idealna mera nema praktični značaj. Dozvoljena su manja ili veća odstupanja od zadate vrednosti mera (kota) (onih koje su na crtežu), koja se naziva nominalna vrednost. Dozvoljeno odstupanje od nominalne vrednosti naziva se tolerancija, odnosno tolerancija predstavlja razliku između maksimalne i minimalne dozvoljene dimenzije. Tolerancije delova u sklopu obezbeđuju funkciju tih delova i sklopa. Tolerancija utiče na cenu, što je manja (uža) proizvod je skuplji i obrnuto.

Tolerancija se definiše **za osovinu i rupu**. Osovina predstavlja sve spoljašnje, a rupa sve untrašnje mere. Osim toga postoje i kombinovane mere (sl. 12.1).



Spoljašnje mere su: *d* i *c*. Unutrašnje mere su: Øa i b. Kombinovana mera je: *e*.

SI. 12.1: Spoljašnje, untrašnje i kombinovane mere predmeta

12.1. TOLERANCIJA OSOVINE (SPOLJAŠNJE MERE)

Tolerancija osovine je prikazana na (sl. 12.2) gde su dati svi parametri kojim se definiše. Ovi parametri se odnose i na sve spoljašnje mere. Osnovni parametar je tolerancija ili visina tolerancijskog polja, označena sa T_o . Raspoređuje se po celom prečniku kao što je prikazano na sl. 12.2,a. Zbog jednostavnosti prikazivanja tolerancija osovine se prikazuje kao na sl. 12.2,b, kao da je cela tolerancija samo na jednom delu osovine, sa jedne strane. Parametri kojima se definiše tolerancija osovine su:

 T_o - tolerancija osovine je maksimalno moguće ukupno odstupanje za osovinu;

d - nominalna vrednost osovine. Zadata vrednost. Vrednost na crtežu;

 d_d - donji granični prečnik osovine. Predstavlja minimalnu dozvoljenu vrednost osovine koja će zadovoljiti njenu funkciju;

 d_g - gornji granični prečnik osovine. Predstavlja maksimalno dozvoljenu vrednost prečnika osovine koja će zadovoljiti njenu funkciju;

 d_s - stvarna vrednost prečnika osovine. Mogući opseg prečnika osovine u okviru tolerancije;

O-O - nulta linija tolerancije, tj. linija koja označava nominalni prečnik. Iznad nulte linije prečnik se povećava, ispod se smanjuje;

 $a_g\-$ gornje granično odstupanje osovine, tj
 rastojanje maksimalno dozvoljenog prečnika osovine od nulte linije ili maksimalno dozvoljeno rastojanje tole
rancijskog polja osovine od nulte linije i

 a_d - donje granično odstupanje osovine. Rastojanje minimalno dozvoljenog prečnika osovine od nulte linije ili minimalno dozvoljeno rastojanje tolerancijskog polja osovine od nulte linije.



SI. 12.2: Tolerancijsko polje osovine i parametri koji ga definišu

Šematsko (uprošćeno) prikazivanje tolerancije za osovinu, njen položaj i parametri kojima se definiše dato je na sl. 12.2,c. Osovina se ne crta, već se predstavlja nominalnim prečnikom, koji se označava nultom linijom O - O.

Iznad nulte linije vrednosti prečnika rastu(\uparrow +), a ispod opadaju(\downarrow -).

Ako je vrednost tolerancije i položaj tolerancijskog polja u odnosu na nultu liniju poznat, odnosno poznate su vrednosti: d, T_o , a_g i a_d , tada se granični prečnici za položaj tolerancijskog polja preko nulte linije (sl. 11.2) određuju prema jednačinama:

 $d_d = d - |a_d|; \ d_g = d + a_g; \ d_g = d_d + T_o.$

Stvarna vrednost prečnika osovine $d_{\scriptscriptstyle S}$ kreće se između dve granične vrednosti, odnosno

$$d_s = od \, d_d \, do \, d_g \Rightarrow d_s = \left(d_d \div d_g \right)$$

Tolerancija osovine se definiše kao razlika graničnih prečnika $T_o = d_g - d_d$, ili preko grničnih odstupanja, što je za ovaj primer zbir graničnih odstupanja $T_o = a_g + |a_d|$.

Položaj tolerancijskog polja osovine može biti različit u odnosu na nultu liniju. Može se celo tolerancijsko polje nalaziti ispod nulte linije, iznad nulte linije ili da bude preko nulte linije. (sl. 12.3). Kada je preko nulte linije, delimično se nalazi iznad, a delimično ispod nulte linije. Osim toga, tolerancijsko polje može celo biti ispod ili iznad, a da pri tome jednim graničnim odstupanjem dodiruje nultu liniju.



SI. 12.3. Položaji tolerancijskog polja za osovinu; a) ispod, b) preko, c) iznad nulte linije

Parametri tolerancije za osovinu za date položaje (sl. 12.3) računaju se na sledeći način:

a)
$$a_d = a_g - T_o$$
; $d_d = d - |a_d|$; $d_g = d - |a_g|$; $T_o = |a_d| - |a_g|$; $T_o = d_g - d_d$
b) $a_g = a_d + T_o$; $d_d = d - |a_d|$; $d_g = d + a_g$; $T_o = |a_d| + a_g$; $T_o = d_g - d_d$
c) $a_g = a_d + T_o$; $d_d = d + a_d$; $d_g = d + a_g$; $T_o = a_g - a_d$; $T_o = d_g - d_d$

Kada tolerancijsko polje dodiruje nultu liniju, tada je jedno od graničnih odstupanja jednako nuli (sl. 12.4).



SI. 12.4: Tolerancijsko polje za osovinu na nultoj liniji; a) $a_g = 0$, b) $a_d = 0$

12.2. TOLERANCIJA RUPE (UNUTRAŠNJE MERE)

Tolerancija rupe sa svim parametrima sa kojima se definiše prikazana je na sl. 12.5. Nazivi parametara i oznake su iste kao za osovinu, samo se obeležavaju velikim slovima. Sve što se odnosi za toleranciju rupe, odnosi se i na ostale unutrašnje mere. Nazivi parametara tolerancije rupe su sledeći:

 T_R - tolerancija rupe je maksimalno dozvoljeno ukupno odstupanje za rupu;

D - nominalna vrednost prečnika rupe. Zadata vrednost. Vrednost na crtežu;

 D_d - donji granični prečnik rupe. Predstavlja minimalnu dozvoljenu vrednost prečnika rupe, koja će zadovoljiti njenu funkciju;

 D_g - gornji granični prečnik rupe. Predstavlja maksimalno dozvoljenu vrednost rupe, koja će zadovoljiti njenu funkciju;

 D_s - stvarna vrednost prečnika rupe. Mogući opseg prečnika rupe u okviru tolerancije;

 A_d - donje granično odstupanje rupe. Rastojanje minimalnog dozvoljenog prečnika rupe od nulte linije ili minimalno dozvoljeno rastojanje tolerancijskog polja rupe od nulte linije;

 A_g - gornje granično odstupanje rupe. Rastojanje maksimalnog dozvoljenog prečnika osovine od nulte linije ili maksimalno dozvoljeno rastojanje tolerancijskog polja rupe od nulte linije.



SI. 12.5: Tolerancijsko polje za rupu i parametri koji ga definišu

Za primer položaja tolerancijskog polja rupe sa sl. 12.5 parametri tolerancije se određuju prema jednačinama:

 $D_d = D - |A_d|; \quad D_g = D + A_g; \quad D_g = D_d + T_R.$

Stvarne vrednosti prečnika rupe kreću se između dve granične vrednosti:

 $D_s = od D_d do D_g \Rightarrow D_s = (D_g \div D_d).$

Tolerancija rupe definiše se kao razlika graničnih prečnika $T_R = D_g - D_d$, ili preko grničnih odstupanja, što je za ovaj primer (sl. 12.5) zbir graničnih odstupanja $T_R = |A_d| + A_g$.

Položaj tolerancijskog polja rupe može biti različit u odnosu na nultu liniju isto kao i za osovinu. Znači, može se celo tolerancijsko polje nalaziti ispod nulte linije, da bude preko nulte linije, iznad nulte linije, ili da je dodiruje (sl. 12.6).



SI. 12.6: Položaji tolerancijskog polja za rupu; a) ispod, b) preko, c) iznad nulte liniju

Parametri tolerancije za rupu za pojedine položaje računaju se na isti način kao za osovinu, samo što se označavaju (pišu) velikim slovima (sl. 11.6):

a) $A_d = A_g - T_R$; $D_d = D - |A_d|$; $D_g = D - |A_g|$; $T_R = |A_d| - |A_g|$; $T_R = D_g - D_d$ b) $A_g = A_d + T_R$; $D_d = D - |A_d|$; $D_g = D + A_g$; $T_R = |A_d| + A_g$; $T_R = D_g - D_d$ c) $A_g = A_d + T_R$; $D_d = D + A_d$; $D_g = D + A_g$; $T_R = A_g - A_d$; $T_R = D_g - D_d$.

12.3. VREDNOSTI TOLERANCIJA

Vrednosti tolerancija (visina tolerancijskih polja) za rupu i osovinu, koje imaju opštu primenu u tehnici podeljene su u **18 grupa ili kvaliteta**. Označavaju se sa *IT1* do *IT18*. Osim toga postoje i kvaliteti IT01 i IT0 za delove koji zahtevaju vrlo preciznu obradu. Vrednost tolerancije se računa prema jednačini:

 $T = IT_i = k_i \cdot i \left[\mu m\right]$

gde je:

 k_i - koeficijent kvaliteta tolerancije,

i - jedinica tolerancije [μm].

Jedinica tolerancije se računa kao:

 $i = 0.45\sqrt[3]{D} + 0.001D [\mu m].$

Vrednost tolerancija se računa za grupu prečnika, a ne za pojedinačne prečnike, te je

$$D = \sqrt{D_{min} \cdot D_{max}}$$

gde je:

 D_{min} - minimalna vrednost iz grupe prečnika [mm],

 D_{max} - maksimalna vrednost iz grupe prečnika [mm].

Koeficijent kvaliteta tolerancije k_i različit je za različite kvalitete i prikazan je u tabeli 12.1.

IT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k i	1	1,6	2,5	4	6,4	10	16	25	40
IT	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ki	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Tabela 12.1: Koeficijenti kvaliteta tolerancije k_i

Primer 1. Izračunati visinu tolerancijskog polja za grupu prečnika od 22 do 50 mm $(22 \div 50)$ za kvalitet *IT7*.

 $\begin{array}{l} T7 = k_7 \cdot i = 16 \cdot 1,76 = 28,18 \ \mu m \\ i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001D = 0,45 \cdot \sqrt[3]{33,16} + 0,001 \cdot 33,16 = 1,76 \ \mu m \\ D = \sqrt{D_{min} \cdot D_{mah}} = \sqrt{22 \cdot 50} = 33,16 \ mm \,. \end{array}$

Tolerancija (vrednost tolerancije, visina tolerancijskog polja, visina tolerancije) se ne računa za proizvoljnu grupu (proizvoljan opseg) prečnika, kao što je u prethodnom zadatku zadato, već za grupe koje su standardom definisane. Za prečnike od $(1 \div 500) mm$ određeno je 13 grupa i to: $1 \div 3$, $3 \div 6$, $6 \div 10$, $10 \div 18$ itd. Za prečnike od 500 do 3150 mm određeno je 8 standardnih grupa: $500 \div 630$, $630 \div 800$ itd. Na taj način tolerancija se ne računa već se određuje iz tablice broj 12.5 i 12.6. Visina tolerancije zavisi od kvaliteta i nazivnog prečnika, a ne zavisi od položaja tolerancijskog polja. Na primer, za prečnik Ø35 i kvalitet *IT8* tolerancija je *T8=39 µm*.

U opštem mašinstvu, uglavnom se koriste kvaliteti IT5 - IT12. Opšta podela primene kvaliteta je sledeća:

IT1 - IT7 - za merne instrumente,

IT5 – IT12 - za sklopove koji se koriste u opštem mašinstvu i

IT12 - IT18 - za vrlo grube sklopove.

12.4. TOLERANCIJSKA POLJA

Položaji tolerancijskih polja i način njihovog označavanja dat je na dijagramu (sl. 12.7). Označavaju se slovima abecede, velikim za rupe A, B..., ZC, a malim za osovine a, b..., zc. Na dijagramu je približno srezmerno prikazana udaljenost svakog tolerancijskog polja od nulte linije. Položaji tolerancijskih polja su određeni jednim od graničnih odstupanja: gornjim ili donjim. U principu, standardom je određeno ono granično odstupanje koje je bliže nultoj liniji. Položaj tolerancijskog polja iznad nulte linije određen je donjim graničnim odstupanjima (A_d , a_d), a gornja se računaju prema jednačinama:

$$A_g = A_d + T_R; \quad a_g = a_d + T_o$$

Položaj tolerancijskih polja ispod nulte linije određen je sa gornjim graničnim odstupanjem (a_g, A_g) , a donja se računaju prema jednačinama: $a_d = a_g - |T_o|$; $A_d = A_g - |T_R|$.

Vrednosti graničnih odstupanja kojima se definišu položaji tolerancijskih polja određene su odgovarajućim standardima (tabele 12.7 do 12.10).

Tolerancija definisana tolerancijskim poljem označava se prvo sa oznakom Ø (za kružni poprečni presek), zatim se daje vrednost nominalnog prečnika u mm, zatim oznaka tolerancijskog polja i na kraju kvalitet tolerncije, na primer Ø20B10. Ovo pravilo važi za sve mašinske delove i elemente, izuzev za zavojnicu. Kod označavanja tolerancije zavojnice redosled tolerancijskog polja i kvaliteta je obrnut sa crticom između prečnika i kvaliteta, na primer M20-10B.

Primer 2. Za nominalni prečnik rupe Ø220 odrediti sve parametre tolerancije i skicirati položaj tolerancijskog polja Ø220P7.

Na osnovu tabele 12.5 za prečnik Ø220 i kvalitet tolerancije 7 visina tolerancije je 46 μm , te je $T_R = 46 \ \mu m$. Iz tabele 12.10 za prečnik Ø220, tolerancijsko polje *P* i kvalitet 7 gornje granično odstupanje je -33 μm , odnosno $A_g = -33 \ \mu m$. Tada se može izračunati



Sl. 12.8: Tolerancijsko polje P

$$A_d = A_g - T_R = -33 - 46 = -79 \ \mu m$$
.

Prema usvojenoj razmeri šematski se predstavi zadato tolerancijsko polje P7 (sl. 12.8). Na osnovu poznatih graničnih odstupanja određuju se granični i stvarni prečnici prema sledećim relacijama: $D_d = D - |A_d| = 220 - 0,079 = 119,927 \text{ mm} \text{ i } D_S = 119,927 \div 119,967 \text{ mm}.$

Znači svi komadi sa prečnicima rupe od *119,927 ÷ 119,967 mm* su dobri, a izvan ovog opsega su škart. Na primer, komad sa nominalnim prečnikom od *220 mm* je škart.



SI. 12.7: Dijagram položaja tolerancijskih polja za rupu i osovinu

12.5. TOLERANCIJA NALEGANJA

Naleganje dve površine (sa spoljašnjom i unutrašnjom merom) može biti takvo da su im nominalni prečnici isti (D = d) ili različitiili ($D \neq d$).

Naleganje kada je $D \neq d$

Ovakvo naleganje može biti:

- pomično gde je D > d, javlja se zazor $Z = D d \left[\mu m \right]$ i
- nepomično gde je D < d, javlja se preklop $P = d D \left[\mu m \right]$.

Naleganje kada je D = d

Ovakvo naleganje se češće koristi kod mašinskih sklopova. Tolerancijama naleganja, gde se posebno definiše tolerancija za osovinu, a posebno za rupu, postiže se labavo, čvrsto ili neizvesno naleganje.

12.5.1. Labavo naleganje

Labavo naleganje je takvo naleganje gde su nominalni prečnici rupe i osovine isti (D = d), a stvarni **prečnik rupe veći je od prečnika osovine**. Kod labavog naleganja javljaju se granični zazori: maksimalan Z_g i minimalan Z_d (sl. 12.9). Stvarni zazor se kreće između dva granična. Labavo naleganje se koristi za delove koji se međusobno pomeraju u toku rada. Vrednosti zazora se određuju preko graničnih prečnika ili graničnih odstupanja. Zbir tolerancije rupe i osovine naziva se **tolerancija naleganja** T_n . Tolerancija naleganja se određuje na osnovu graničnih zazora.



Sl. 12.9: Labavo naleganje

12.5.2. Čvrsto naleganje

Čvrsto naleganje je takvo naleganje gde su nominalni prečnici rupe i osovine isti (D=d) a stvarni **prečnik rupe uvek je manji od prečnika osovine**. Kod čvrstog naleganja javljaju se granični preklopi: maksimalan P_g i minimalan P_d (sl. 12.10).

Stvarni preklop se kreće između dva granična. Čvrsto naleganje se koristi za delove koji se međusobno ne pomeraju u toku rada. Vrednosti preklopa se određuju na osnovu graničnih prečnika ili graničnih odstupanja.





12.5.3. Neizvesno naleganje

Kod neizvesnog naleganja nominalni prečnici rupe i osovine su isti (D=d). Neizvesno naleganje je takvo naleganje gde se dobija **labavo ili čvrsto naleganje**, zavisno od stvarnih prečnika osovine i rupe koji se spajaju (sl. 12.11). Kod neizvesnog naleganja javljaju se granični gornji zazor Z_g i granični gornji preklop P_g . Stvarni zazor i stvarni preklop se kreće

između nule i gornje granične vrednosti. Neizvesno naleganje se koristi za delove u sklopu između kojih su potrebni mali zazori ili mali preklopi. Vrednosti zazora i preklopa se određuju preko graničnih prečnika ili graničnih odstupanja.



 $P_g = d_g - D_d; P_g = a_g + |A_d|$ $Z_g = D_g - d_d; Z_g = A_g - a_d$ $T_n = T_o + T_R \text{ po definiciji}$ $T_n = P_g + Z_g$

SI. 12.11: Naizvesno naleganje

12.6. SISTEMI NALEGANJA

Labava, čvrsta i neizvesna naleganja se mogu ostvariti različitim kombinacijama tolerancijskih polja za rupu i osovinu. Na primer, labavo naleganje se dobija kombinacijom sledećih tolerancijskih polja: A, d; M, a; B, n itd. Kako bi se izbegla šarolikost kombinacija tolerancijskih polja za rupu i osovinu usvojena su dva osnovna sistema naleganja:

- sistem zajedničke rupe, koji se označava sa ZR i
- sistem zajedničke osovine, koji se označava sa ZO.

Svaki ovaj sistem može da obezbedi labavo, čvrsto i neizvesno naleganje. Kod sistema ZR tolerancijsko polje za rupu je H, a kod sistema ZO tolerancijsko polje za osovinu je h. I pored ovakvog ograničenja svi zahtevi naleganja delova u sklopovima mašina mogu da se zadovolje sa sistemom ZR ili ZO.

12.6.1. Sistem zajedničke rupe (ZR)

Tolerancijsko polje za rupu u sistemu **ZR je uvek tolerancijsko polje H**, koje se nalazi iznad nulte linije i dodoruje je sa svojim donjim graničnim odstupanjem. Tolerancijska polja za osovinu se biraju zavisno od toga da li se želi postići labavo, čvrsto ili neizvesno naleganje (sl. 12.12). Kada tolerancijsko polje za osovinu ima položaj kao na sl. 12.12,a naleganje je labavo. Položaj tolerancijskog polja za osovinu kao na sl. 12.12,b daje neizvesno naleganje, a na sl. 12.12,c čvrsto naleganje.



SI. 12.12: Sistem zajedničke rupe (ZR)

Labavo naleganje u sistemu ZR

Labavo naleganje u sistemu ZR sa parametrima koji ga definišu prikazano je na (sl. 12.13).



SI. 12.13: Labavo naleganje u sistemu ZR

Čvrsto naleganje u sistemu ZR

Čvrsto naleganje u sistemu ZR sa parametrima koji ga definišu prikazano je na (sl. 12.14)



 $P_g = d_g - D_d; P_g = a_g$ $P_d = d_d - D_g; P_d = a_d + A_g$ $T_n = T_o + T_R \text{ po definiciji}$ $T_n = P_g - P_d$

SI. 12.14: Čvrsto naleganje u sistemu ZR

Neizvesno naleganje u sistemu ZR

Neizvezno naleganje u sistemu ZR i parametri koji ga definišu dati su na (sl. 12.15).



 $P_g = d_g - D_d; P_g = |A_d|$ $Z_g = D_g - d_d; Z_g = A_g - a_d$ $T_n = T_o + T_R \text{ po definiciji}$ $T_n = P_g + Z_g$

SI. 12.15: Neizvesno naleganje u ZR

12.6.2. Sistem zajedničke osovine (ZO)

Tolerancijsko polje za osovinu u **sistemu ZO** je **uvek tolerancijsko polje h**, koje se nalazi ispod nulte linije i dodoruje je sa svojim gornjim graničnim odstupanjem. Polja za rupu biraju se zavisno od toga da li se želi postići labavo, čvrsto ili neizvesno naleganje (sl. 12.16). Kada tolerancijsko polje za rupu ima položaj kao na sl. 12.16,a naleganje je labavo. Položaj



rupe (sl. 12.16,b) daje neizvesno naleganje, a položaj (sl. 12.16,c) čvrsto naleganje.

SI. 12.16: Sistem zajedničke osovine (ZO)

Labavo naleganje u sistemu ZO

Labavo naleganje u sistemu ZO sa parametrima koji ga definišu prikazano je na sl. 12.17.



SI. 12.17: Labavo naleganje u sistemu ZO

Čvrsto naleganje u sistemu ZO

Čvrsto naleganje u sistemu ZO sa parametrima koji ga definišu prikazano je na sl. 12.18.



 $P_g = d_g - D_d; P_g = |A_d|$ $P_d = d_d - D_g; P_d = A_g - |a_d|$ $T_n = T_o + T_R \text{ po definiciji}$ $T_n = P_g - P_d$

SI. 12.18: Čvrsto naleganje u sistemu ZO

Neizvesno naleganje u sistemu ZO

Neizvezno naleganje u sistemu ZO datao je na sl. 12.19. Parametri koji definišu ovo naleganje i jednačine po kojima se određuju su:



 $P_g = d_g - D_d; P_g = |A_d|$ $Z_g = D_g - d_d; Z_g = A_g + |a_d|$ $T_n = T_o + T_R \text{ po definiciji}$ $T_n = P_g + Z_g.$

Sl. 12.19: Neizvesno naleganje u ZO

12.7. OZNAČAVANJE TOLERANCIJA NALEGANJA

Bez obzira na to da li je tolerancija naleganja u sistemu ZR ili ZO, da li je labavo, čvrsto ili neizvesno naleganje, piše se tako što se daje nominalna vrednost prečnika, tolerancijsko polje i kvalitet za rupu, razlomačka crta i tolerancijsko polje i kvalitet za osovinu, na primer Ø100G7/h7. Izuzetak su sklopovi sa zavojnicom kod kojih tolerancijsko polje i kvalitet zamenjuju mesta, na primer, M20-7H/-6f.

Primer 3. Za toleranciju naleganja Ø180H10/u9 odrediti sve parametre tolerancije, vrstu naleganja i šematski predstaviti položaje tolerancijskih polja.

Na osnovu prečnika od Ø180 mm i kvaliteta tolerancije za rupu 10, a za osovinu 9 iz tabele 12.5. dobija se $T_R = 160 \,\mu m$ i $T_o = 100 \,\mu m$. Pošto je tolerancijsko polje za rupu *H*, radi se o sistemu *ZR*. Tolerancijsko polje *H* se nalazi iznad nulte linije i dodiruje je donjim graničnim odstupanjem, što se vidi i iz tabele 12.9 gde je $A_d = 0$ za sve kvalitete tolerancije i sve prečnike.

Sada se mogu za tolerancijsko polje Ø180H10 odrediti parametri: $A_g = T_R = 160 \,\mu m$, $D_d = D = 180 \,mm$, $D_g = D + A_g = 180 + 0,160 = 180,160 \,mm$, $D_s = D_d \div D_g = 180 \div 180,160 \,\mu m$. Za tolerancijsko polje Ø180u9 iz tabele 12. 8 dobija se donje granično odstupanje $a_d = 210 \,\mu m$.

Ostali parametri polja za osovinu određuju se prema sledećim relacijama:

$$a_g = a_d + T_o = 210 + 100 = 310 \,\mu m$$
; $d_d = d + a_d = 180 + 0,210 = 180,210 \,mm$;

$$d_{\varphi} = d + a_{\varphi} = 180 + 0.310 = 180.310 \text{ mm}$$
; $d_{s} = d_{d} \div d_{\varphi} = 180.210 \div 180.310 \text{ mm}$

Na osnovu izračunatih vrednosti parametara, prema usvojenoj razmeru, mogu se tolerancijska polja šematski nacrtati (sl. 12. 20).



SI. 12.20: Šema uz primer 3

Na osnovu šeme i vrednosti parametara zaključuje se da je naleganje čvrsto. Na kraju se određuju vrednostu preklopa i tolerancije naleganja. Sledi da je:

$$P_g = a_g = 310 \,\mu m$$
; $P_d = a_d - A_g = 210 - 160 = 50 \,\mu m$;
 $T_n = T_R + T_o = 160 + 100 = 260 \,\mu m$ i $T_n = P_g - P_d = 310 - 50 = 260 \,\mu m$.

Primer 4. Za sklop glavčine zupčanika i vratila nominalnog prečnika Ø25 mm odabrati toleranciju elemenata tako da u sistemu ZO obrazuju naleganje sa $Z_g = 40 \,\mu m$ i $P_g = 10 \,\mu m$. Kvalitet tolerancije osovine treba da je za jedan stepen "finiji" od kvaliteta rupe.

Pošto je zadat sistem zajedničke osovine ZO, tolerancijsko polje za osovinu je *h*. Na osnovu zadatih vrednosti graničnih preklopa i zazora (zazor je veći od preklopa) može se skicirati položaj tolerantnih polja (sl. 12.21).

Tolerancija naleganja je: $T_n = Z_g + P_g = 40 + 10 = 50 \,\mu m$. Pošto su kvaliteti tolerancija za stepen različiti, tolerancija naleganja se deli u srazmeri 0,6 : 0,4 u korist rupe. Tada se određuje $T_R = 0,6 \cdot T_n = 0,6 \cdot 50 = 30 \,\mu m$ i $T_o = 0,4 \cdot T_n = 0,4 \cdot 50 = 20 \,\mu m$. Iz tabele 12.5 usvajaju se prve manje ili bliže stanardne vrednosti za rupu i osovinu, te je $T_{Rs} = 33 \,\mu m$, što određuje kvalitet IT8 i $T_{os} = 21 \,\mu m$ za kvalitet IT7. Sada je tolerancija sa osovinu poznata Ø25h7. Vrednosti parametara tolerancije osovine su:

$$a_d = a_g - T_{os} = 0 - 21 = -21 \mu m$$
, $d_d = d - |a_d| = 25 - 0,021 = 24,979 \text{ mm}$ i
 $d_s = d_d \div d_g = 24,979 \div 25 \text{ mm}$.

Tolerancijsko polje za rupu bira se iz uslova sa šeme (sl. 12.7 i sl. 12.21) da je A_g pozitivno, a A_d negativno i manje od $|a_d|$, odnosno manje od 21 μm . Iz tabele 12.9. to je tolerancijsko polje J8 definisano sa $A_g = 20 \mu m$. Vrednosti ostalih parametara tolerancije za rupu tolerancijskog polja Ø25J8 su:

 $A_d = A_g - T_{Rs} = 20 - 33 = -13 \,\mu m, \ D_g = D + A_g = 25 + 0,020 = 25,020 \,\mu m,$ $D_d = D - |A_d| = 25 - 0,013 = 24,987 \,\mu m \,\text{i} \quad D_s = D_d \div D_g = 24,987 \div 25,020 \,mm.$



SI. 12.21. Šema uz primer 4

Parametri nalagenja su: $Z_{gs} = A_g + |a_d| = 20 + 21 = 41 \mu m$, $P_{gs} = |A_d| = 13 \mu m$ i $T_{ns} = Z_{gs} + P_{gs} = 41 + 13 = 53 \mu m$, što je za 3 μm veće od zadate vrednosti.

Opšti princip pri usvajanju tolerancija naleganja je taj da se usvajaju ona tolerancijska polja koja sužavaju zadate vrednosti tolerancija ili ona koja su bliža zadatoj vrednosti. Pošto je $T_{ns} > T_n$ za 3 μm i $P_{gs} > P_g$ za 3 μm treba izračunati sve parametre za drugu varijantu

kada je $T_{Rs} = 21 \mu m$, što daje kvalitet IT7 i $T_{os} = 13 \mu m$ za kvalitet IT6. U ovoj drugoj varijanti, to je tolernacija naleganja Ø25J7/h6 sa $Z_{gs} = 25 \mu m$, $P_{gs} = 9 \mu m i$ $T_{ns} = 34 \mu m$, što je manje od zadatih vrednosti. Koja će se varijanta usvojiti zavisi od korisnika i željene cene izrade. U ovom primeru usvaja se tolerancija naleganja Ø 25J8/h7.

Preporuke za opštu primenu kvaliteta i tolerancijskih polja date su u tabeli 12.2, a primena nekih tolerancija naleganja u tabeli 12.3. Uzajamna veza između tolerancije mera i klase površinske hrapavosti data je u tabeli 12.4, a opšte smernice za izbor vrste naleganja u tabeli 12.11.

12.8. OZNAČAVANJE TOLERANCIJA MERA NA CRTEŽIMA

Tolerancije mera (kota) propisane tolerancijskim poljima, na crtežima pojedinačnih delova označavaju se tako da se uz kotu piše tolarancijsko polje i kvalitet, na primer \emptyset 25J8, a u gornjem levom uglu crteža, ili gde ima slobodnog mesta, u posebnoj tabeli daju vrednosti graničnih odstupanja u mm (sl. 12.22,a). Drugi način je da se uz kotu daju vrednosti graničnih odstupanja u mm (sl. 12.22,b).



Sl. 12.22: Označavanje tolerancije na crtežu pojedinačnog dela

Označavanje tolerancije naleganja delova u sklopu (na sklopnim crtežima) prikazano je na sl. 12.23. Ako nema dovoljno mesta, kota sa tolerancijom za rupu i osovinu se može razdvojiti (sl. 12.23,b). Kada se daju vrednosti graničnih odstupanja označava se kao na sl. 12.23,c.



SI. 12.23: Označavanje tolerancije na delovima u sklopu

Ako tolerancije kota nisu u skladu sa vrednostima standardnih tolerancijskih polja, mogu se definisati tako što će se uz kotu dati vrednosti graničnih odstupanja izraženo u mm, na primer $\phi 25^{\pm 0,150}$.

Za ostale kote na crtežu za koje nisu označene tolerancije na jedan od gore navedena dva načina, važe tolerancije slobodnih mera.

Preporuke za izbor kvaliteta tolerancija zavisno od nazivne mere i tolerancijskih polja za rupu i osovinu date su u tabeli 12.2.

Okvirne preporuke za izbor tolerancija naleganja za neke mašinske sklopove date su u tabeli 12.3.

Uzajamna zavisnost kvaliteta tolerancija mera i kvaliteta površinske hrapavosti data je u tabeli 12.4.

Tol. polje	Nazivna m	era (mm)	Tol. polje osovine	Nazivna r	nera (mm)
rupe	do 500	500 do 3150	-	do 500	500 do 3150
	Kval	itet		Kva	litet
А	9,11	_	а	9,11	_
B,C	8,9,11	—	b,c	8,9,11	_
D	6 do 11	10	d	5 do 11	10
Е	5 do 10	8,9	е	5 do 9	8,9
F	5 do 9	8,9	f	4 do 9	8,9
G	5 do 7	6,7	g	4 do 7	6,7
Н	1 do 18	6 do 16	h	1 do 18	6 do 16
J	6 do 8	_	j	5 do 7	_
J_s	1 do 18	6 do 19	j _s	1 do 18	6 do 16
K	5 do 8	6,7,8	k	4 do 7	6,7,8
М	5 do 8	6	m	4 do 7	6
Ν	5 do 11	6	n	4 do 7	6
Р	5 do 9	6,7	р	4 do 7	6,7
R	5 do 8	6,7	r	4 do 7	6,7
S	5 do 7	7	S	4 do 7	7
Т	6,7	7	t	5 do 7	7
U	6,7	7	u	5 do 8	7
V	6,7	7	v	5 do 7	7
Х	6,7	7	х	5 do 8	7
Y	7	7	у	6,7	7
Z	7,8	7	Z	6,7	7
ZA	7,8	—	za	6,7	_
ZB	8,9	_	zb	7,8	_
ZC	8,9	_	ZC	7,8	_
Napomena	a: 1. Upotrebu kv 2. Tolerancijska slučajevima k 3. Kvalitet 6 do	valiteta 17 i 18 tr polja koja nisu oristiti. 11 obuhvata i 6	eba izbegava obuhvaćena i 11.	ati. preporukom mog	ju se u izuzetnim

Tabela	12.2:	Toleranciis	ka poli	ia i kvalite	t za d	poštu	primenu
rubciu	12.2.	roiciuncija	na poj	arnvante	LZUC	pola	princina

Tabela 12.3: Primena nekih	tolerancija	naleganja
----------------------------	-------------	-----------

Tolerancije nalega.	Vrste naleganja	Primena
	Naleganja sa gara	antovanim zazorom
H11/a11; H11/c11	Jako veliki zazor	Osovine kočionih poluga, delovi poljoprivrednih mašina i tome sl.
H9/d10	Veliki zazor	Klizni prstenovi poljoprivrednih i građevinskih mašina.
H8/f8; H7/f7	Normalni zazor	Većina kliznih ležišta na alatnim mašinama

H7/g6	Mali zazor	Klizna ležišta, vodeće čaure alatnih mašina, vođice za bušenje itd.
H6/g5	Jako mali zazor	Llako promenljivi zupčanici, pokretne glavčine spojnice itd.
	Naleganja sa nega	arantovanim zazorom
H13/h11; H11/h9	Moguć jako velik zazor	Prstenovi uskočnici, razni elementi dizalica itd.
H8/h9	Moguć veliki zazor	Manje precizni, promenljivi zupčanici.
H7/h6	Moguć mali zazor	Promenljivi zupčanici, glavčine spojnica, vođice za bušenje itd.
H6/h5	Moguć jako mali zazor	Glodala na nosačima.
	Neizvesn	a naleganja
H6/j6	Manje	Centrirajući klinovi.
H7/j6	tesna	Posteljice ležaja.
H6/k6; H7/k6	naleganja	Remenice i ručice na osovinama.
H7/n6	Tesno naleganje	Čaure kliznih ležaja u kućištu.
h9/N9; h9/P9	Manje tesno	Uzdužni klinovi.
h9/JS9; h9/P9	naleganje	
	Naleganja	sa preklopom
H7/p6	Manji preklop	Centrirajući klinovi.
H7/r6	Mali preklop	Osovinice u klipovima motora.
H7/s6	Veći preklop	Bronzani venci na pužnim točklovima, bandaži na vagonskim točkovima.

Tapela 12.4. Veza između kvaliteta tolerancije mera i klase povrsinske nrapavost	Tabela 12.4:	Veza između	kvaliteta	tolerancije	mera i klase	površinske i	hrapavosti
--	--------------	-------------	-----------	-------------	--------------	--------------	------------

Ozn.	Klase	hrapavos	sti i odg	jovarajuć	a vredn	nost R _a u	um za p	odručje r	nazivnił	n mera u
povr			-		r	nm				
		do 3	izna	id 3-18	izna	d 18-80	iznac	80-250	izna	ad 250
hrap	k	lasa	k	lasa	k	lasa	k	lasa	k	lasa
-	hrapa	avosti R _a	hrapa	vosti R _a	hrapa	avosti R _a	hrapa	vosti R _a	hrapa	vosti R _a
IT5	N3	0,1	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8
IT6	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N6	0,8
IT7	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6
IT8	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2
IT9	N6	0,8	N6	0,8	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3
IT10	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3
IT11	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3	N10	12,5
IT12	N8	3,2	N8	3,2	N9	6,3	N10	12,5	N11	25
IT13	N9	6,3	N9	6,3	N10	12,5	N11	25	N11	25
IT14	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N11	25	N12	50
IT15	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N12	50	_	100 [*]
IT16	N11	25	N11	25	N12	50	_	100*	_	100 [*]
* Izuz	etno gru	ubi kvalitet	površir	ie.						

12.9. TOLERANCIJE SLOBODNIH MERA

Tolerancije slobodnih mera koristi se za kote predmeta koje ne ulaze u sklop i za koje nije bitna tačno određena "uska" tolerancija, odnosno za one kote koje ne utiču na upoterebljivost i funkcionalnost dela i sklopa. Tolerancije slobodnih mera određene su standardima, kao i internim standardima proizvođača. Mogu se definisati na četiri različita načina.

Prvi način je da se u rubriku "Tolerancija slobodnih mera" zaglavlja za crtež stavi oznaka strandarda koji ih definiše i kvalitet, na primer "SRPS M.A1.410 suženi". To znači da su tolerancije, za standardne opsege kota, definisane ovim standardom i da se nalaze u odgovarajućim tabelama.

Drugi način je da se u rubriku "Tolerancija slobodnih mera" zaglavlja za crtež napiše vrednost tolerancije, na primer \pm 0,100. To znači da ova tolerancija važi za sve one kote na crtežu koje drugačije nisu definisane.

Treći način je da se na crtežu u posebnoj tabeli daju vrednosti za pojedine opsege kota, na primer:

Opseg kota u mm	5÷12	12÷25	25÷60	60÷90
Granična odstupanja tolerancije u mm	±0,060	±0,120	±0,250	+ 0,300

Četvrti način je da se za te kote ne daje nijedan drugi podatak o tolerancijama slobodnih mera. To znači da njihove tolerancije zavise od tehnološkog postupka izrade i stručnosti lica koje pravi predmet. Koristi se onda kada tačnost tih kota nije bitna.

Tolerancije slobodnih mera odnose se na one mere za koje nije propisana tolerancija s tolerancijskim poljem ili nekim drugim načinom.

30 50 80 120 180 250 315 400 500 500 Yrednosti tolerancija u µm 1 1 1 1 2 2 5 3 4 500	
Yrednosti tolerancija u µm 0,6 0,8 1 1,2 2 2 3 4 5 6 1 1,2 1,5 2 2,5 3,5 4,5 6 7 8 1,5 2 2,5 3,5 4,5 6 7 8 2,5 3 4 5 6 8 10 12 18 2,5 3 4 5 7 8 9 10 7 8 10 12 14 16 18 20 11 13 15 18 20 23 25 27 16 19 22 25 29 36 40 55 74 87 100 115 130 140 155 160 190 220 250 230 360 400 160 190 220 250 290	0 10 18 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30
5 0,6 0,8 1 1,2 2 2 2,5 3 4 5 6 7 8 1 5 1,5 2 2,5 3,5 4,5 6 7 8 10 5 2,5 3 4 5 7 8 9 10 6 2,5 3 4 5 4,5 6 7 8 9 10 7 8 10 12 14 15 18 20 15 13 15 8 11 13 15 18 10 12 14 16 18 20 11 13 15 18 20 25 27 8 40 11 13 15 18 20 23 25 27 63 7 339 46 54 63 72 81 89 97 155 </th <th></th>	
1 1,2 1,5 2,5 3,5 4,5 6 7 8 5 1,5 2 2,5 3,5 4,5 6 7 8 9 10 5 2,5 3 4 5 6 8 10 12 13 15 6 7 8 10 12 14 16 13 15 7 8 10 12 14 16 13 15 3 16 19 22 25 29 32 36 40 3 16 19 22 25 33 36 40 1 25 30 35 40 46 52 57 63 3 9 46 54 63 72 81 89 97 1 100 120 140 160 187 36 40 1 100 <th>4 0,4 0,5 0,</th>	4 0,4 0,5 0,
51,522,53,54,567891072,53457891012145681012131537810121416182031113151810121416182031619222529333640125303540465563373394654637281899733946546372818997339465463728189974100120140160185210230250301601902502502903609703039046054063072081089097030300460250250250270230250301600190025002500290360400300160019002500250029036040030046002500250029037036040030046002500250029023002602603003004600 <td>6 0,6 0,8 7</td>	6 0,6 0,8 7
5 $2,5$ 3 4 5 6 8 7 8 9 10 4 4 5 6 8 10 12 13 15 3 7 8 10 12 14 16 18 20 3 16 19 22 25 29 32 36 40 3 16 19 22 25 29 32 36 40 3 16 19 22 25 29 32 36 40 3 39 46 54 63 72 81 89 97 3 39 46 54 63 72 81 89 97 33 46 54 63 72 81 89 97 30 160 120 140 160 185 210 230 260 30 460 540 630 720 810 890 970 30 460 540 630 720 810 890 970 30 160 190 220 250 270 570 630 40 1000 1200 1400 1600 190 220 270 290 30 400 220 250 290 2100 230 260 400 1900 2200 2500 2900 2900 2900 2900 4000 1900 <	1 1 1,2 1
4 4 5 6 8 10 12 13 15 6 7 8 10 12 14 16 18 20 9 11 13 15 18 20 23 25 27 13 16 19 22 25 29 32 36 40 21 25 30 35 40 46 57 63 27 23 39 46 54 63 72 81 89 97 33 39 46 54 63 72 81 89 97 33 160 120 140 160 185 210 230 560 400 30 160 120 140 160 185 210 230 570 630 30 500 500 500 500 570 570 500 500 <td>5 1,5 2 2</td>	5 1,5 2 2
67810121416182091113151820232527131619222529323640212530354046525763333946546372818997526274871001151301401555330465463728189975016019022025029032036040051025030035040011513014015551063072081081089097051025030035040011501300140015505101601902202502903203604005101000120014001600185021002300250051062030035002500230036009705102500300160018502100230025005102500290032003600400036004000510250025002900320036004000360040005102500250025002900370025002500250030	5 2,5 3
9 11 13 15 18 20 23 25 27 13 16 19 22 25 29 32 36 40 21 25 30 35 40 46 52 57 63 33 39 46 54 63 72 81 89 97 52 62 74 87 100 120 140 155 63 30 160 120 140 160 190 220 290 370 89 97 30 160 190 220 250 290 330 250 970 650 310 160 190 220 250 370 890 970 320 620 740 870 720 810 890 970 330 160 1200 1400 1600 1400 1500 970 <	4 5
13 16 19 22 25 29 32 36 40 21 25 30 35 40 46 52 57 63 33 39 46 54 63 72 81 89 97 52 62 74 87 100 115 130 140 155 54 100 120 140 160 130 140 155 30 160 190 220 250 290 320 300 400 310 160 190 220 250 290 370 870 400 310 160 190 220 250 290 360 970 310 160 190 220 250 570 630 970 310 160 190 270 810 1300 1400 1550 310 1000 1000	5 6 8 8
21 25 30 35 40 46 55 57 63 33 39 46 54 63 72 81 89 97 52 62 74 87 100 115 130 140 155 34 100 120 140 160 350 360 400 30 160 190 220 250 290 320 360 400 310 160 190 220 250 290 370 360 400 320 390 460 540 630 720 810 890 970 30 1000 1200 1400 1600 1400 1550 570 570 570 570 300 1600 1200 1400 1560 370 2500 270 570 570 570 300 1600 1200 1600 1600	3 9 11
33 39 46 54 63 72 81 89 97 52 62 74 87 100 115 130 140 155 34 100 120 140 160 115 210 230 250 30 160 120 140 160 185 210 230 250 30 160 190 220 250 290 320 360 400 30 390 460 540 630 720 810 890 970 30 390 460 540 630 720 810 890 970 30 1000 1200 1400 1600 1150 1300 1400 1550 40 1600 1850 2100 2300 3600 4000 1000 1200 1400 1850 2100 2300 2500 300 1600<	2 15 18 2
52 62 74 87 100 115 130 140 155 34 100 120 140 160 120 140 155 210 230 250 30 160 190 220 250 290 320 360 400 310 250 300 350 400 460 520 570 630 300 460 540 630 720 810 890 970 300 1200 1400 1600 1150 1300 1400 1550 300 1600 1200 1400 1600 1300 2400 2500 300 1600 1200 1400 1600 2500 2700 2600 300 2500 3000 2500 2500 3600 4000 300 1600 1900 2500 2500 2700 2600 2600 300 <td< td=""><td>8 22 27 :</td></td<>	8 22 27 :
4 100 120 140 160 140 160 130 230 250 20 250 20 250 20 250 20	0 36 43 5
30 160 190 220 250 290 320 360 400 10 250 300 350 400 460 570 630 30 390 460 540 630 720 810 890 970 20 620 740 870 1000 1150 1400 1550 20 1000 1200 1400 1600 1850 2100 2300 2500 00 1600 1200 2200 2500 2900 3200 3600 4000 00 2500 3500 2600 3600 3600 4000 00 2500 3700 3600 3600 4000 000 3600 4000 00 3900 3600 5700 8100 8900 970 300 00 3900 5400 6300 7200 8100 8900 9700 9700	8 58 70 8
10 250 300 350 400 460 570 570 630 30 390 460 540 630 720 810 890 970 20 620 740 870 1000 1150 1300 1400 1550 40 1000 1200 1400 1600 1850 2100 2300 2500 00 1600 1900 2200 2500 2900 3600 4000 00 2500 3700 2600 2700 6300 3600 4000 00 3900 3500 5400 6300 7200 8100 8900 9700	5 90 110 1
30 390 460 540 630 720 810 890 970 20 620 740 870 1000 1150 1300 1400 1550 40 1000 1200 1400 1600 1850 2300 2500 300 1600 1200 2200 2500 2900 3200 3600 4000 100 2500 3000 3500 4000 6300 3600 4000 300 3900 4600 5200 8100 8900 9700	20 150 180 2
20 620 740 870 1000 1150 1300 1400 1550 40 1000 1200 1400 1600 1850 2300 2500 300 1600 1900 2200 2500 3600 4000 100 2500 3000 3500 4000 5700 5700 6300 300 3900 4600 5400 6300 7200 8100 8900 9700	30 220 270 3
340 1000 1200 1400 1600 1200 2300 2500 2500 260 <th< td=""><td>00 360 430 5</td></th<>	00 360 430 5
300 1600 1900 2200 2500 2900 3200 3600 4000 100 2500 3000 3500 4000 4600 5700 6300 300 3900 4600 5400 6300 7200 8100 8900 9700	30 580 700 8
100 2500 3000 3500 4000 4600 5200 5700 6300 300 3900 4600 5400 6300 7200 8100 8900 9700	50 900 1100 1:
300 3900 4600 5400 6300 7200 8100 8900 9700	- 1500 1800 2
	- 2700 3

Tabela 12.5: Vrednosti osnovnih tolerancija prema SRPS ISO 286-1 za prečnike od 1 do 500 mm

	a precnike iznad ouu d
	21-007 DCI CLUS
	a prema s
	su osnovnin tolerancija
Contraction of the second	.o. vreanos
Tobolo 40	labela 12

			Podr	učje nazivnih m	iera u mm			
Iznad	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
qo	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Kvalitet				Vrednosti to	olerancija u μm			
IT 6	44	50	56	66	78	92	110	135
IT 7	20	80	06	105	125	150	175	210
IT 8	110	125	140	165	195	230	280	330
IT 9	175	200	230	260	310	370	440	540
IT 10	280	320	360	420	500	600	200	860
IT 11	440	500	560	660	780	920	1100	1350
				Vrednosti tc	vlerancija u mr	_		
IT 12	0,70	0,80	06'0	1,05	1,25	1,50	1,75	2,10
IT 13	1,10	1,25	1,40	1,65	1,95	2,30	2,80	3,30
IT 14	1,75	2,00	2,30	2,60	3,10	3,70	4,40	5,40
IT 15	2,80	3,20	3,60	4,20	5,00	6,00	7,00	8,60
IT 16	4,40	5,00	5,60	6,60	7,80	9,20	11,00	13,50
Napomena:	Nazivna mer 800".	a 630 mm priț	oada području "	iznad 500 do 6	30", a mera 63(),001 mm pripade	a području "iznac	1 630 do

		100 do 120	-380 -410	-220 -240	-170 -180	-120 -120	-72 -72	-36 -36	-12 -12	0 0	6- 6-	-15 -15	-27 -27	-43 -43	-70 -70	-110 -110	-175 -175	-270 -270	-435 -435	-700 -700	1100 -1100	1750 -1750	2700 –2700	+3 +3	0 0	+13 +13	+23 +23	+37 +37	
ISO 286)		55 80 lo 80 do	-360 -	-200 -	-150 -	-100 -	- 09-	-30	-10	0	-7	-12	-23	-37	- 09-		-150 -	-230 -	-370 -	- 009-	-950	-1500 -	-2300 -	+2	0	+11	+20	+32	
m (SRPS	era u mm	50 6 do 65 c	-340	-190	-140	-100	-60	-30	-10	0	-7	-12	-23	-37	-60	-95	-150	-230	-370	-600	-950	-1500	-2300	+2	0	+11	+20	+32	
o 120 m	zivnih m	40 do 50	-320	-180	-130	-80	-50	-25	6-	0	<u> </u>	-10	-19	-31	-50	-80	-125	-195	-310	-500	-800	-1250	-1950	+2	0	+9	+17	+26	10
a od 1 de	ručje na:	30 do 40	-310	-170	-120	-80	-50	-25	6-	0	<u> </u>	-10	-19	-31	-50	-80	-125	-195	-310	-500	-800	-1250	-1950	+2	0	+9	+17	+26	V C
vnih mer	m za pod	24 do 30	-300	-160	-110	-65	-40	-20	7-	0	-4	-8	-16	-26	-42	-65	-105	-165	-260	-420	-650	-1050	-1650	+2	0	+8	+15	+22	00
učje nazi	ipanja u μ	18 do 24	-300	-160	-110	-65	-40	-20	-7	0	4-	8-	-16	-26	-42	-65	-105	-165	-260	-420	-650	-1050	-1650	+2	0	+8	+15	+22	00
e za podr	na odstu	14 do 18	-290	-150	-95	-50	-32	-16	9	0	-3	9-	-13	-21	-35	-55	-90	-135	-215	-350	-550	-900	-1350	+	0	+7	+12	+18	22
a osovine	Osnov	10 do 14	-290	-150	-95	-50	-32	-16	9-	0	-3	9-	-13	-21	-35	-55	-90	-135	-215	-350	-550	-900	-1350	+1	0	+7	+12	+18	22
ja za polj		6 do 10	-280	-150	-80	-40	-25	-13	- <u>5</u> -	0	-2	<u> 9</u> –	-11	-18	-29	-45	-75	-110	-180	-290	-450	-700	-1100	+	0	+6	+10	+15	10
dstupan		3 do 6	-270	-140	-70	-30	-20	-10	4	0	-2	4-	6-	-15	-24	-37	-60	-90	-150	-240	-375	-600	-900	+	0	+4	+8	+12	ן ער
ničnih o		1 do 3	-270	-140	-60	-20	-14	9-	-2	0	-2	-4	9-	-12	-20	-30	-50	-70	-125	-200	-300	-450	-700	0	0	+2	+4	9+	10
nosti gra	Gran.	odstu.	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donie
2.7: Vredi	Kvalitet	toleran.	1 do 16	1 do 16	1 do 16	1 do 16	1 do 16	1 do 16	1 do 16	1 do 18	516	7	8	6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	5 do 7	8 do 18	5 do 11	5 do 11	5 do 11	5 do 11
Tabela 1	Tol.	polja	а	q	ပ	q	e	f	б	۲			į	į		j	j				į	j	j	×	×	٤	L	d	<u>ر</u>

SO
NS I
SRP
5 4
ш
20
101
10
po
nera
цЧ
vni
nazi
je.
Irud
pod
za
ine
SOV
a o
iloc
za
Ja
Dan
stup
po
hih
nič
gra
osti
dnc
Vre
N.
12.
ela
ab
F

-

+51

+43

+28

+28

+23

	100	do 120	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
	80	do 100	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
L	65	do 80	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
iera u mn	50	do 65	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
ızivnih π	40	do 50	+43	+54	+70	+81	46+	+114	+136	+180	+242	+325
dručje na	30	do 40	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
um za po	24	do 30	+35	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
ipanja u _I	18	do 24	+35	Ľ	+41	74+	+54	+63	+73	+98	+136	+188
rna odstu	14	do 18	+28	T	+33	+39	+45	I	+60	17+	+108	+150
Osno	10	do 14	+28	Ľ	+33	Ι	+40	I	+50	+64	+90	+130
	9	do 10	+23	I	+28	I	+34	I	+42	+52	+67	+97
	3	do 6	+19	I	+23	I	28+	+42	+52	+67	+97	+80
	ŀ	do 3	+14	L	+18	-	+20	Ļ	+26	+32	+40	+60
Grani.	odstu.		donje									
Kvalitet	toleran.		5 do 11									
Tol.	polja		s	t	n	>	×	У	z	za	dz	zc

Nastavak tabele 12.7:

86
0 2
IS(
S
R
S
ши
00
50
ф
50
11
00
эrа
шe
ih
ivn
1az
er
učj
pdr
d
za
ne
OVI
SO
ija
od
Za
ija
Jar
tup
spc
ih c
čn
ani
gr
sti
лı
'rec
<u>ح</u>
2.8
1 E
)el
Tat

	450 do 500		-1650	-840	-480	-230	-135	-68	-20	0	-20	-32
	400 do	450	-1500	-760	-440	-230	-135	-68	-20	0	-20	-32
	355 do 400		-1350	-680	-400	-210	-125	-62	-18	0	-18	-28
ra u mm	315 do 355		-1200	-600	-360	-210	-125	-62	-18	0	-18	-28
azivnih me	280 do 315		-1050	-540	-330	-190	-110	-56	-17	0	-16	-26
odručje na	250 do	280	-920	-480	-300	-190	-110	-56	-17	0	-16	-26
i μm za po	225 do 250		-820	-420	-280	-170	-100	-50	-15	0	-13	-21
stupanja u	200 do 225		-740	-280	-260	-170	-100	-50	-15	0	-13	-21
snovna ods	180 do 200		-660	-340	-240	-170	-100	-50	-15	0	-13	-21
ŝ	160 do 180		-580	-310	-230	-145	-85	-43	-14	0	-11	-18
	140 do 160		-520	-280	-210	-145	-85	-43	-14	0	-11	-18
	120 do 140		-460	-260	-200	-145	-85	-43	-14	0	-11	-18
Gran.	odstu.		gornje	donje	donje							
Kvalitet	toleran.		1 do 16	1 do 18	5 i 6	7						
Tol.	polja		а	q	ပ	q	е	f	g	h	j	

ĪĒ

5 -40 -40 65 -65 -65 2 -105 -105 5 -160 -160	-36 -40 -40 -57 -65 -65 -92 -105 -105	-36 -36 -40 <th>-36 -36 -36 -40 -40 -57 -57 -57 -65 -65</th> <th>-31 -36 -36 -36 -40<th>-31 -31 -36 -36 -36 -40<th>-31 -31 -36 -36 -36 -40<th>donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40<!--</th--><th>8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40</th></th></th></th></th>	-36 -36 -36 -40 -40 -57 -57 -57 -65 -65	-31 -36 -36 -36 -40 <th>-31 -31 -36 -36 -36 -40<th>-31 -31 -36 -36 -36 -40<th>donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40<!--</th--><th>8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40</th></th></th></th>	-31 -31 -36 -36 -36 -40 <th>-31 -31 -36 -36 -36 -40<th>donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40<!--</th--><th>8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40</th></th></th>	-31 -31 -36 -36 -36 -40 <th>donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40<!--</th--><th>8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40</th></th>	donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40 </th <th>8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40</th>	8 donje -31 -31 -31 -36 -36 -36 -40
7 –65 – 2 –105 –	-57 -65 - -92 -105 -	-57 -57 -65 - -92 -92 -105 -	<u>-57 -57 -57 -65 -</u>	-50 -57 -57 -65 -	-50 -50 -57 -57 -65 -	-50 -50 -50 -57 -57 -65 -	donje –50 –50 –50 –57 –57 –57 –65 –	9 donje –50 –50 –50 –57 –57 –57 –65 –
2 -105 -1(5 -160 -1(-92 -92 -105 -1(_				
5 -160 -1			I- COI- 76- 76- 76- 76-	-80 -92 -92 -92 -105 -1	-80 -80 -92 -92 -92 -105 -1	-80 -80 -80 -92 -92 -92 -105 -1	donje -80 -80 -82 -92 -92 -105 -1	10 donje -80 -80 -80 -92 -92 -92 -105 -1
	-145 -160 -16	-145 -145 -160 -16	-145 -145 -145 -160 -16	-125 -145 -145 -145 -160 -16	125 125 145 145 145 160 16	-125 -125 -125 -145 -145 -145 -160 -16	donje -125 -125 -125 -145 -145 -145 -160 -16	11 donje -125 -125 -125 -145 -145 -145 -160 -16
0 -260 -26	-230 -260 -26	-230 -230 -260 -26	-230 -230 -230 -260 -26	-200 -230 -230 -230 -260 -26	_200 _200 _230 _230 _230 _260 _26	200 _200 _200 _230 _230 _230 _260 _26	donje -200 -200 -200 -230 -230 -230 -260 -26	12 donje -200 -200 -200 -230 -230 -230 -260 -26
0 -405 -40	-360 -405 -40	-360 -360 -405 -40	-360 -360 -360 -405 -40	-315 -360 -360 -360 -405 -40	-315 -315 -360 -360 -360 -405 -40	-315 -315 -315 -360 -360 -360 -405 -40	donje –315 –315 –315 –360 –360 –360 –405 –40	13 donje –315 –315 –315 –360 –360 –360 –405 –40
5 -650 -65	-575 -650 -65	-575 -575 -650 -65	-575 -575 -575 -650 -65	-500 -575 -575 -575 -650 -65	-500 -500 -575 -575 -575 -650 -65	-500 -500 -500 -575 -575 -575 -650 -65	donje -500 -500 -500 -575 -575 -575 -650 -65	14 donje -500 -500 -500 -575 -575 -575 -650 -65
5 -1050 -1050	-925 -1050 -1050	-925 -925 -1050 -1050	-925 -925 -925 -1050 -1050	-800 -925 -925 -925 -1050 -1050	-800 -800 -925 -925 -925 -1050 -1050	_800 -800 -800 -925 -925 -925 -1050 -1050	donje -800 -800 -800 -925 -925 -925 -1050 -1050	15 donje -800 -800 -800 -925 -925 -925 -1050 -1050
50 -1600 -1600	-1450 -1600 -1600	-1450 -1450 -1600 -1600	-1450 -1450 -1450 -1600 -1600	-1250 -1450 -1450 -1450 -1600 -1600	-1250 -1250 -1450 -1450 -1450 -1600 -1600		donje -1250 -1250 -1250 -1450 -1450 -1450 -1600 -1600	16 donje -1250 -1250 -1250 -1450 -1450 -1450 -1600 -1600
00 -2600 -2600	-2300 -2600 -2600	-2300 -2300 -2600 -2600	-2300 -2300 -2300 -2600 -2600	-2000 -2300 -2300 -2300 -2600 -2600	-2000 -2000 -2300 -2300 -2300 -2600 -2600	-2000 -2000 -2000 -2300 -2300 -2300 -2600 -2600	donje -2000 -2000 -2000 -2300 -2300 -2300 -2600 -2600	17 donje –2000 –2000 –2000 –2000 –2300 –2300 –2300 –2600 –2600
00 -4050 -4050	-3600 -4050 -4050	-3600 -3600 -4050 -4050	-3600 -3600 -3600 -4050 -4050	-3150 -3600 -3600 -3600 -4050 -4050	-3150 -3150 -3600 -3600 -3600 -4050 -4050	-3150 -3150 -3150 -3600 -3600 -3600 -4050 -4050	donje -3150 -3150 -3150 -3600 -3600 -3600 -4050 -4050	18 donje -3150 -3150 -3150 -3600 -3600 -3600 -4050 -4050
+ 4+	4+ +4 +4	+4 +4 +4 +4	+4 +4 +4 +4	-3 +4 +4 +4 +4 +4	-3 -3 +4 +4 +4 +4 +4	-3 -3 -3 +4 +4 +4 +4 +4 +4	donje –3 –3 –3 +4 +4 +4 +4 +4 +4	5 do 7 donje -3 -3 -3 +4 +4 +4 +4 +4 +4 +4
0 0	0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			donje 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	8 do 18 donje 0 0 0 0 0 0 0 0
7 +26 +26	+17 +26 +26	+17 +17 +26 +26	+17 +17 +17 +26 +26	+15 +17 +17 +17 +26 +26	+15 +15 +17 +17 +17 +26 +26	+15 +15 +15 +17 +17 +17 +26 +26	donje +15 +15 +15 +17 +17 +17 +26 +26	5 do 11 donje +15 +15 +15 +17 +17 +17 +26 +26
+34 +34 +	+31 +34 +34 +	+31 +31 +34 +34 +	+31 +31 +31 +34 +34 +	+27 +31 +31 +31 +34 +34	+27 +27 +31 +31 +31 +31 +34 +34	+27 +27 +27 +31 +31 +31 +34 +34 +	donje +27 +27 +27 +31 +31 +31 +34 +34 +	5 do 11 donje +27 +27 +27 +31 +31 +31 +34 +34 +
) +56 +56 +62	+50 +56 +56 +62	+50 +50 +56 +56 +62	+50 +50 +50 +56 +56 +62	+43 +50 +50 +50 +56 +56 +62	+43 +43 +50 +50 +50 +56 +56 +62	+43 +43 +43 +50 +50 +50 +50 +56 +56 +62	donje +43 +43 +43 +50 +50 +50 +56 +56 +62	5 do 11 donje +43 +43 +43 +50 +50 +50 +56 +62
t +94 +98 +108	+84 +94 +98 +108	+80 +84 +94 +98 +108	+77 +80 +84 +94 +98 +108	+68 +77 +80 +84 +94 +98 +108	+65 +68 +77 +80 +84 +94 +98 +108	+63 +65 +68 +77 +80 +84 +94 +98 +108	donje +63 +65 +68 +77 +80 +84 +94 +98 +108	5 do 11 donje +63 +65 +68 +77 +80 +84 +94 +98 +108
0 +158 +170 +190	+140 +158 +170 +190	+130 +140 +158 +170 +190	+122 +130 +140 +158 +170 +190	+108 +122 +130 +140 +158 +170 +190	+100 +108 +122 +130 +140 +158 +170 +190	+92 +100 +108 +122 +130 +140 +158 +170 +190	donje +92 +100 +108 +122 +130 +140 +158 +170 +190	5 do 11 donje +92 +100 +108 +122 +130 +140 +158 +170 +190
6 +218 +240 +268	+196 +218 +240 +268	+180 +196 +218 +240 +268	+166 +180 +196 +218 +240 +268	+146 +166 +180 +196 +218 +240 +268	+134 +146 +166 +180 +196 +218 +240 +268	+122 +134 +146 +166 +180 +196 +218 +240 +268	donje +122 +134 +146 +166 +180 +196 +218 +240 +268	5 do 11 donie +122 +134 +146 +166 +180 +196 +218 +240 +268
4 +215 +250 +290 4 +315 +350 +390	+130 +210 +240 +200 +284 +315 +350 +390	+258 +284 +315 +350 +390	+100 +100 +130 +210 +240 +200 +236 +258 +284 +315 +350 +390	+210 +236 +258 +284 +315 +350 +390	+134 +140 +210 +236 +258 +284 +315 +350 +390	+122 +134 +140 +210 +236 +258 +284 +315 +350 +390	donie +170 +190 +210 +100 +100 +200 +300 +315 +350 +390	5 do 11 donie +170 +190 +210 +236 +258 +284 +315 +350 +390
0 +385 +425 +475	+340 +385 +425 +475	1200 1201 1210 1200 1200 1210 12310 1385 1475 1475						
C/++ C7++ COC+ D	0404 1 0544 1 0004 1 0404 1						1 201 202	
			++ C2++ C0C+ 0+C+ 01C+ +202+	+252 +284 +310 +340 +385 +425	++ C2+ C2+ <thc2+< th=""> C2+ <thc2+< th=""> <thc2+< th=""> <thc2+< th=""></thc2+<></thc2+<></thc2+<></thc2+<>	++ C27+ C	donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 +4	5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 +4
	175 175		+244 +210 +540 +285 +284 -260 -2010 -405 -2010 -285	+252 +284 +310 +340 +385 +425 +4 240 250 205 425 43	++ C25+ U45+ U15+ 402+ 22+	++ C2++ C2++ U4C+ U1C+ 482+ C2++ <	donje +202 +252 +284 +310 +340 +385 +425 +4 donio ono ono <td< td=""><td>5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 +4 E do 11 donje -240</td></td<>	5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 +4 E do 11 donje -240
5 +475 +525 -	+425 +475 +525 -	+385 +425 +475 +525 -	- +264 +310 +340 +365 +425 - +350 +385 +425 +475 +525 -	+Z5Z + +Z84 +310 +340 +385 +425 - +310 +350 +385 +425 +475 +525 -		- <u>+246</u> +278 +272 +284 +310 +340 +385 +475 - - <u>+246</u> +280 +310 +350 +385 +425 +475 +475 -505	donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 - donje +246 +280 +310 +350 +385 +425 +475 +525 -	5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 - 5 do 11 donie +246 +280 +310 +350 +385 +475 +575 -
5 +475 +525	+425 $+475$ $+525$	+385 +425 +475 +525	+264 +310 +340 +365 +425 +555 +350 +385 +425 +425 +475 +555	+252 +284 +310 +340 +385 +425 +310 +360 +385 +425 +310 +350 +385 +425 +475 +525	+226 +232 +284 +310 +340 +340 +385 +425 +525 +286 +310 +310 +350 +385 +425 +475 +575 +575 +575 +575 +575 +575 +57	+2UZ + +2ZZ + +2ZZ + +25U + +31U + +34U + +38D +4Z5 + 475 +575 + +34D +37D +37D +385 + 425 +475 +575 +575	donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 donje +246 +280 +310 +350 +385 +425 +475 +525	5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +425 5 do 11 donie +246 +280 +310 +350 +385 +475 +475 +525
			+284 +310 +340 +383 +42	+252 +284 +310 +340 +385 +42	+220 +202 +204 +310 +340 +385	+202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +42	aonje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +42	5 do 11 donje +202 +228 +252 +284 +310 +340 +385 +42 ⁱ
4 +315 +3 0 +385 +4	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +	+ 210 +284 +315 +340 +340 +385	+ + 230 + 238 + 284 + 315 +	++ 1 +236 +238 +284 +284 +315 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5 +5	+ 1310 + 210 + 236 + 238 + 244 + 315 + 1315 + 236 + 23	+1/U +19U +21U +236 +258 +284 +315 +	uonje +1/U +19U +21U +236 +258 +284 +315 +3	2 u0 11 u0nje +1/0 +190 +210 +216 +256 +258 +284 +315 +
0 +385	+340 +385 +	+=00 +=01 + 240 + 385 + 1						
	0 +17 +31 +50 +84 +140 +196 +284 +	0 0 0 +17 +17 +17 +31 +31 +31 +50 +50 +84 +130 +140 + +170 +144 + +130 +146 +	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	aconje U </td <td>α do 18 donje 0 <t< td=""></t<></td>	α do 18 donje 0 <t< td=""></t<>
	$-\frac{-5}{36}$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	donje -200 -200 -230 -230 -230 -230 -230 -230 -230 -230 -230 -360 -2125 -1250 -1450 -1450 -1450 -1450 -1450 -1460 -1420 -2000 -2000 -2000 -2300 -2300 -2300 -2300 -2300 -2300 -265 -925 -92 -9	12 donje -200 -200 -200 -230 -230 -230 -230 -230 -230 -36 -36

192

iš
up. 1 3 6
do 3 do 6 do 10
je +270 +270 +280
je +140 +140 +150
je +60 +70 +80
je +20 +30 +40
je +14 +20 +25
je +6 +10 +13
je +2 +4 +5
je 0 0 0
nje +2 +5 +5
nje +4 +6 +8
nje +6 +10 +12
nje +12 +15 +18
nje +20 +24 +29
nje +30 +37 +45
nje +50 +60 +75
nje +70 +90 +110
nje +125 +150 +180
nje +200 +240 +290
nje +300 +375 +450
nje – – – – – – – – 1
je – – – –
nje 0 +2 +2
ıje 0 +3 +5
ije 0 +5 +6
nje –2 –1 –3
nje –2 0 0
je - +1

Tabela 12.9: Vrednosti graničnih odstupanja polja za rupu za područje nazivnih mera od 1 do 120 mm (SRPS ISO 286)

	100	do 120	-16	-10	4-	0	-30	-24	-37	-47	-41	-54	-72	-66	-79	-97	-91	-104	-137	-131	-144	-165	-159	-172	-203	-197	-210	-247	-241
	80	100	-16	-10	4-	0	-30	-24	-37	-44	-38	-51	-64	-58	-71	-84	-78	-91	117 -	-111 -	124	139 -	133 -	146 -	171 -	-165 -	178	207 -	201 -
		0 dc						-	-														-	-	-	-	-	-	
E	65	do 8(-14	6-	4	0	-26	-21	-32	-37	-32	-43	-53	-48	-59	-69	-64	-75	-96	-91	-102	-114	-109	-120	-140	-135	-146	-168	-163
era u mi	50	do 65	-14	6-	4	0	-26	-21	-32	-35	-30	-41	-47	-42	-53	09-	-55	99-	-81	92-	-87	96-	-91	-102	-116	-111	-122	-138	-133
zivnih m	40	do 50	-12	-8	-3	0	-21	-17	-26	-29	-25	-34	-38	-34	-43	-49	-45	-54	-65	-61	-70	-76	-72	-81	-92	-88	-97	-109	-105
ručie na:	30	do 40	-12	8-	с–	0	-21	-17	-26	-29	-25	-34	-38	-34	-43	-43	-39	-48	-55	-51	-60	-63	-59	-68	-75	-71	-80	-89	-85
m za pod	24	do 30	-11	-7	ကု	0	-18	-14	-22	-24	-26	-28	-31	-27	-35	-37	-33	-41	-44	-40	-48	-51	-47	-55	-60	-56	-64	-71	-67
pania u u	18	do 24	-11	-7	ကု	0	-18	-14	-22	-24	-26	-28	-31	-27	-35	I	I	I	-37	-33	-41	-43	-39	-47	-50	-46	-54	-59	-55
na odstu	14	do 18	6-	-D	ကု	0	-15	-11	-18	-20	-16	-23	-25	-21	-28	I	I	I	-30	-26	-33	-36	-32	-39	-42	-38	-45	I	I
Osnov	10	do 14	6-	-D	ကု	0	-15	-11	-18	-20	-16	-23	-25	-21	-28	I	I	I	-30	-26	-33	I	I	-	-37	-33	-40	I	I
	9	do 10	-7	4-	ကု	0	-12	6-	-15	-16	-13	-19	-20	-17	-23	I	I	I	-25	-22	-28	I	I	-	-31	-28	-34	I	I
	e	do 6	-5	4	-2	0	6-	-8	-12	-12	-11	-15	-16	-15	-19	I	I	I	-20	-19	-23	I	I	-	-25	-24	-28	I	1
	-	do 3	4-	4	I	I	9-	9-	9-	-10	-10	-10	-14	-14	-14	I	I		-18	-18	-18	I	I	Ι	-20	-20	-20	I	I
Granič.	odstup.	-	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje
Kvalitet	toleran.		9	7	∞	9 do 11	9	7	8	9	7	8 do 11	9	7															
Tole.	polja	-	z	z	z	z	٩	Ь	Ч	R	Я	R	S	S	S	F	T	F	n	Л	n	>	>	>	×	×	×	۲	≻

Nastavak tabele 12.9:

	100	do 120	-254	-303	-297	-310	-393	-387	-400	-518	-512	-525	-683	-677	-690
	80	do 100	-214	-251	-245	-258	-328	-322	-335	-438	-432	-445	-578	-572	-585
	65	do 80	-174	-204	-199	-210	-268	-263	-247	-354	-349	-36`0	-474	-469	-480
era u mm	50	do 65	-144	-166	-161	-172	-220	-215	-226	-294	-289	-300	-299	-394	-405
civnih me	40	do 50	-114	-131	-127	-136	-175	-171	-180	-237	-233	-242	-320	-316	-325
ručje naz	30	do 40	-94	-107	-103	-112	-143	-139	-148	-195	-191	-200	-269	-265	-274
n za pod	24	do 30	-75	-84	-80	-88	-114	-110	-118	-156	-152	-160	-214	-210	-218
oanja u μ	18	do 24	-63	-69	-65	-73	-94	-90	-98	-132	-128	-136	-184	-180	-188
na odstuj	14	do 18	I	-57	-53	-60	-74	-70	-77	-105	-101	-108	-147	-143	-150
Osnov	10	do 14	1	-47	-43	-50	-61	-57	-64	-87	-83	-90	-127	-123	-130
	9	do 10	1	-39	-36	-42	-49	-46	-52	-64	-61	-67	-94	-91	-97
	e	do 6	1	-32	-31	-35	-39	-38	-42	-47	-46	-50	-77	-76	-80
	-	do 3	I	-26	-26	-26	-32	-32	-32	-40	-40	-40	-60	-60	-60
Gran.	odstu.		gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje
Kvalitet	toelran.		8 do 11	9	7	8 do 11	9	7	8 do 11	9	7	8 do11	9	7	8 do 11
Tolera.	polja		≻	Z	Ζ	Z	ZA	ZA	ZA	ZB	ZB	ZB	ZC	ZC	ZC

12.9:	
tabele	
Vastavak	

	450 40.500			+840	+480	+230	+135	+68	+20	0	+33	+43	+66	+77	+125	+200	+315	+485	+775	+1250	+2000	+3150	+4850	+8	+18	+29
	400 40.450			+760	+440	+210	+125	+62	+18	0	+29	+39	+60	+70	+115	+180	+285	+445	+700	+1150	+1080	+3150	+4850	+8	+18	+29
E	355 do 400			+680	+400	+210	+125	+62	+18	0	+29	+39	+60	+70	+115	+180	+285	+445	+700	+1150	+1080	+2850	+4450	+7	+17	+28
nera u mr	315 40.355		+ 1200	+600	+360	+190	+110	+56	11+	0	+25	+36	+55	+65	+105	+160	+260	+405	+650	+1050	+1600	+2850	+4450	7+	+17	+28
nazivnih n	280 40.315		10001+	+540	+330	+190	+110	+56	+۲۲	0	+25	+36	+55	+65	+105	+160	+260	+405	+650	+1050	+1600	+2600	+4050	+5	+16	+25
područje i	250 40.280		+320	+480	+300	+190	+110	+56	+17	0	+25	+36	+55	+65	+105	+160	+260	+405	+650	+1050	+1600	+2600	+4050	+5	+16	+25
l u µm za I	225 40.750		1020+	+420	+280	+170	+100	+50	+15	0	+22	+30	+47	+57	+92	+145	+230	+360	+575	+925	+1450	+2300	+3600	+5	+13	+22
dstupanja	200 40.225	00 27 00	+/40	+380	+260	+170	+100	+50	+15	0	+22	+30	+47	+57	+92	+145	+230	+360	+575	+925	+1450	+2300	+3600	+5	+13	+22
snovna o	180 do 200	007 00	1000+	+340	+240	+170	+100	+50	+15	0	+22	+30	+47	+57	+92	+145	+230	+360	+575	+925	+1450	+2300	+3600	+5	+13	+22
U	160 do 180		noc+	+310	+230	+145	+85	+43	+14	0	+18	+26	+41	+50	+80	+125	+200	+315	+500	+800	+1250	+2000	+3150	+4	+12	+20
	140 40.160			+280	+210	+145	+85	+43	71 +	0	+18	+26	+41	+50	+80	+125	+200	+315	+500	+800	+1250	+2000	+3150	+4	+12	+20
	120 40.140		+400	+260	+200	+145	+85	+43	+14	0	+18	+26	+41	+50	+80	+125	+200	+315	+500	+800	+1250	+2000	+3150	+4	+12	+20
Gran.	odstu.		alinn	donje	donje	donje	donje	donje	donje	donje	gornje															
Kvalitet	toleran.	2 40 46		2 do 16	2 do 16	9	7	8	6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	9	7	8					
Tol.	polja	<	٢	в	ပ	٥	ш	ш	თ	т	ſ	ſ	ſ	ſ	ſ	ſ	ſ	ſ	ſ	٦	ſ	ſ	ſ	х	¥	¥

Tabela 12.10: Vrednosti graničnih odstupanja polja za rupu za područje nazivnih mera od 120 do 500 mm (SRPS ISO 286)

Tol.	Kval.	Granč.				Osnovna	odstupa	nja u μm	za podru	čje nazivi	nih mera u	mm		
polja	toler.	odstu	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
		ġ	do 140	do 160	do 180	do 200	do 225	do 250	do 280	do 315	do 355	do 400	do 450	do 500
Σ	9	gornje	8-	8-	8-	+8	8+	+8	6-	6-	-10	-10	-10	-10
Δ	7	gornje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μ	8	gornje	-8	8-	-8	6+	6+	6+	6+	6+	+11	+11	+11	+11
z	9	gornje	-20	-20	-20	-22	-22	-22	-25	-25	-26	-26	-27	-27
z	7	gornje	-12	-12	-12	-14	-14	-14	-14	-14	-16	-16	-17	-17
z	8	gornje	4-	4-	4-	G	G –	G -	G	<u>9</u> –	G –	<u> </u>	9-	9–
z	9 do 11	gornje	0-	0-	0-	0	0	0	47	47	-51	-51	0	0
Ъ	9	gornje	-36	-36	-36	-41	-41	-41	-47	-47	-51	-51	-55	-55
Ч	7	gornje	-28	-28	-28	-33	-33	-33	-36	-36	-41	-41	-45	-45
Ч	8	gornje	-43	-43	-43	-50	-50	-50	-56	-56	-62	-62	-68	-68
Я	9	gornje	-56	-58	-61	-68	-71	-75	-85	-89	-97	-103	-113	-119
Я	7	gornje	-48	-50	-53	-60	-63	-67	-74	-78	-87	-93	-103	-109
Я	8 do11	gornje	-63	-65	-68	-77	-80	-84	-94	-98	-108	-114	-126	-132
S	9	gornje	-85	-93	-101	-113	-121	-131	-149	-161	-179	-197	-219	-239
S	7	gornje	-77	-85	-93	-105	-113	-123	-138	-150	-169	-187	-209	-229
S	8 do 11	gornje	-92	-100	-108	-122	-130	-140	-158	-170	-190	-208	-232	-252
Г	9	gornje	-115	-127	-139	-157	-171	-187	-209	-231	-257	-283	-317	-347
Т	7	gornje	-107	-119	-131	-149	-163	-179	-198	-220	-247	-273	-307	-337
F	8 do 11	gornje	-122	-134	-146	-166	-180	-196	-218	-240	-268	-294	-330	-360
С	9	gornje	-163	-183	-203	-227	-249	-275	-306	-341	-379	-424	-477	-527
n	7	gornje	-155	-175	-195	-219	-241	-267	-295	-330	-414	-467	-517	-517
D	8 do 11	gornje	-170	-190	-210	-236	-258	-284	-315	-350	-390	-435	-490	-540
>	6	gornje	-195	-221	-245	-275	-301	-331	-376	-416	-464	-519	-582	-647
>	7	gornje	-187	-213	-237	-267	-293	-323	-365	-405	-454	-509	-572	-637
>	8 do 11	gornje	-202	-228	-252	-284	-310	-340	-385	-425	-475	-530	-595	-660

Nastavak tablice 12.10:

	450	do 500	-807	797-	-820	-987	LL6-	-1000	-1237	-1227	-1250	-1587	-1577	-1600	-2087	-2077	-2100	-2587	-2577	-2600
	400	do 450	-727	-717	-740	-907	-897	-920	-1087	-1077	-1100	-1437	-1427	-1450	-1837	-1827	-1850	-2587	-2377	-2400
mm	355	do 400	-649	-639	-660	-809	799	-820	-989	-979	-1000	-1289	-1279	-1300	-1639	-1629	-1650	-2089	-2079	-2100
nih mera u	315	do 355	-579	-569	-590	-719	-709	-730	-889	-879	-900	-1139	-1129	-1150	-1489	-1479	-1500	-1889	-1879	-1900
čje nazivi	280	do 315	-516	-505	-525	-641	-630	-650	-781	-770	-790	-991	-980	-1000	-1291	-1280	-1300	-1691	-1680	-1700
za podru	250	do 280	-466	-455	-475	-571	-560	-580	-701	-690	-710	-911	-900	-920	-1191	-1180	-1200	-1541	-1530	-1550
inja u µm	225	do 250	-416	-408	-425	-511	-403	-520	-631	-623	-640	-811	-803	-820	-1041	-1033	-1050	-1341	-1333	-1350
a odstupa	200	do 225	-376	-368	-285	-461	-453	-470	-566	-558	-575	-731	-723	-740	-951	-943	-960	-1241	-1233	-1250
Osnovna	180	do 200	-341	-333	-350	-416	-408	-425	-511	-503	-520	-661	-653	-670	-871	-863	-880	-1141	-1133	-1150
	160	do 180	-303	-295	-310	-373	-365	-380	-458	-450	-465	-593	-585	-600	-773	-765	-780	-993	-985	-100
	140	do 160	-273	-265	-280	-333	-325	-340	-408	-400	-415	-528	-520	-535	-693	-685	-700	893	-885	-900
	120	do 140	-241	-233	-248	-293	-285	-300	-258	-350	-365	-463	-455	-470	-613	-605	-625	-793	-785	-800
Grani.	odstu.		gornje	gornje	gornje	gornje	gornje	gornje												
Kval.	toler.		9	7	8 do 11	9	7	8 do11												
Tol.	polja		×	×	×	Y	۲	≻	Ζ	Ζ	Ζ	ZA	ZA	ZA	ZB	ZB	ZB	ZC	ZC	ZC

Nastavak tabele 12.10:

Vrste	Sistem zajednič unutrašnie mere	ke	Sistem zajedn	ičke spoljne mere	Karakteristike naleganja i
nalegania	Prenoručena	Prioritetna	Prenoručena	Prioritetna	smernice za nrimenu
	naleganja	naleganja	naleganja	naleganja	
	H11/b11, d11	H11/a11	A11/h11	B11, D11/h11	Vrlo veliki zazor, vrlo laka pokretljivost. Klizna ležišta i
	H9/d10	H11/c11	C11/h11	A9,B9,C9,D9/h8	vođice kod grubljih mašina (poljoprivreda i sl.). Ležišta
	H8/a9,b9,c8,e9	H9/e9	D10/h9	A9, B8, C8/h7	dugih vratila kod dizalica i transmisija. Ležišta koturova
	H7/a9, b8, c8,	H8/d9	E9/h9	A9, B8, C8, D8,	kod dizalica. Ležišta delova izloženih velikim promenama
	d8 H6/e7		E9/h8	E8/h6	temperature.
Labavo	H9/f8	H8/f8	F7/h6	F8/h8	Primetan zazor, laka pokretljivost. Većina kliznih ležišta i
naleganje	H6/16	H//1/		F6/N5	vodica.
	H6/g5	H7/g6	ı	G7/h6 G6/h5	Mali zazor, pokretijivost moguća. Klizna ležišta i vođice mašina alatvi Glavičina nomerlijvih zunčanika i snoinica
	H9/h8	H11/h11	H11/h11	H9/h8	Vrlo mali zazor nomerliivost rukom monuća nri
	H8/h7	H8/h8	H9/h9	H8/h7	podmazivanim površinama. Površine koje služe za
	H6/h5	H7/h6	H8/h8	H6/h5	centriranje, poklopci reduktora i sl. Glavčine promenljivih
			H6/h6		i pomerljivih zupčanika kod mašina alatki.
	H6/j5	H7/j6	I	J8/h7	Vrlo mali zazor ili sasvim mali preklop, pomerljivost
	H8/j7			J7/h6	moguća rukom ili uz pomoć drvenog čekića. Glavčine
				J6/h5	kaišnika, zupčanika i ručnih točkova, ležišne posteljice -
					pri čestim demontažama.
	H8/k7	H7/k6	I	K8/h7	Vrlo mali zazor ili vrlo mali preklop, pomerljivost moguća
	H6/k5			K7/h6	samo uz pomoć drvenog čekića. Glavčine kaišnika,
				K6/h5	zupčanika, spojnica, ručnih točkova i ručica.
Neizvesno	H8/m7	1	I	M8/h7	Sasvim mali zazor ili mali preklop, pomerljivost jedva još
naleganje	H7/m6			M7/h6	moguća ručnim čekićem. Glavčine kaišnika, zupčanika i
1	H6/m5			M6/h5	spojnica, koji se retko demontiraju. Podešeni vijci,
					svornjaci i sl.
	H8/n7	H7/n6	P7/h6	N8/h7	Znatan preklop (kod n i N mogući i sasvim mali zazori).
	H6/n5				Sklapanje moguće samo uz pomoć prese, odnosno
					hlađenjem dela sa spoljnom merom i zagrevanjem dela
					sa unutrašnjom merom.

Tabela 12.11: Opšte smernice za izbor vrste naleganja

Nastavak tat	oele 12.11:				
Vrste	Sistem zajedničke u (ZR)	nutrašnje mere	Sistem zajec	Iničke spoljne mere (ZO)	Karakteristike naleganja i
naleganja	Preporučena	Prioritetna	Preporuče	Prioritetna	smernice za primenu
	naleganja	naleganja	na naleganja	naleganja	
	H8/p7, r7	H7/p6		N6, P6, R6/h5	Venci zupčanika, čaure ležišta i glavčina,
	H6/p5, r5	H7/r6			bandaže vagonskih i lokomotivskih točkova,
					ulfili prsteriovi.
Čvrsto	H9/r9	ı	ı	T9/h9	Veliki preklop, sklapanje moguće samo
naleganje	H8/s8, t8, t7			S8, 58/h8	pomoću prese ili zagrevanjem, odnosno
	H7/s6, t6			S7, T7/h6	hlađenjem. Čaure u glavčinama i kućicama.
	H6/s5, t5			T6/h5	Bronzani venci na telima zupčanika od sivog
					liva. Glavčine spojnica na krajevima vratila.
	H11/x11, z11	H8/u8	U8/h8	U10, X10, Z10/h10	
	zb11,zc11;	H8/x8	X8/h8	ZB10, ZC10/h10	Vrlo veliki preklop, sklapanje moguće samo
	H10/u10, x10, z10,			U9, X9, Z9/h9	pomoću prese ili zagrevanjem, odnosno
	zb10, zc10;			ZB9, ZC9/h9	hlađenjem. Venci zupčanika, glavčine
	H9/u9, x9, z9, zb9,			Z8, ZB8, ZC8/h8	zupčanika, kaišnika i sl.
	zc9			X7, Z7/h7; U6/h5	
	H8/u7, x7, z7, z8,				
	zb8, zc8 ;H6/u5				

13. TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Kao što se pri izradi delova mašina ne mogu postići idealne mere (kote), tako se ne mogu postići ni idealni oblici površina i njihovi međusobni položaji koji su naznačeni na crtežu. Razlozi su isti.

Nije dovoljno samo definisati tolerancije mera, jer se može desiti da su za tačne vrednosti mera oblici površina neodgovarajući (sl. 13.1). Valjak (sl. 13.1,b) može imati na svakom merenom mestu vrednost prečnika 10 mm, pa da opet bude škart, zbog neodgovarajućeg oblika po dužini, odnosno neodgovarajuće ose simetrije. Osim toga, na svakom poprečnom preseku valjka, kružne površine mogu da zadovoljavaju vrednost mera, a da znatno odstupaju od idealnog kružnog oblika (sl. 13.1,d), odnosno da su škart. To isto važi i za sve ostale površine i međusobne položaje (sl. 13.2). Na sl. 13.2,b gornja i donja površina nisu paralelne, bočna i donja površina nisu upravne (sl. 13.2,c), kao ni osa otvora nije upravna na gornju i donju površinu (sl. 13.2,d).

Da odstupanje od idealnog oblika i položaja ne bi bilo proizvoljno i da izrađeni predmet ima upotrebnu vrednost, propisuju se, pored tolerancija mera i tolerancije oblika i položaja.







SI. 13.2: Idealni i stvarni mogući međusobni položaji površina predmeta
 a) idealni položaji površina, b, c, d) mogući položaji površina

Da bi se na crtežima označile tolerancije oblika i položaja koriste se elementi kao na sl. 13.3. Sve ove oznake crtaju se tankom linijom tipa B. Veličina kućice (okvira) u koju se upisuju podaci zavisi od odabrane visine slova, a u većini slučajeva odgovara visine kućice od od 5 i 7 mm.



Sl. 13.3: Elementi za označavanje tolerancija oblika i položaja

Pokazna strelica može da stoji na konturnoj, pomoćnoj kotnoj, pokaznoj i osnoj liniji (isto kao i kukice za označavanje kvaliteta hrapavosti). Kada se tolerancija oblika i položaja odnosi na površinu ili liniju površine, kućica sa tolerancijom koja se završava strelicom može da stoji na konturnoj ili na pomoćnoj kotnoj liniji (sl. 13.4). Na prvom primeru ove slike tolerancije se odnose na površine predmeta veće i manje visine. Na drugom primeru ove slike tolerancija nije ista po celoj površini. Granica dve različite tolerancije je debela linija koja ne predstavlja konturu predmeta. Ako se tolerancija odnosi na osu ili središnju ravan, kućica sa strelicom stoji u produžetku kotne linije ili na samoj osnoj liniji (sl. 13.5).



SI. 13.4. Označavanje tolerancije površine ili linije površine



SI. 13.5: Označavanje tolerancije ose ili središnje površine

Referentni trougao sa referentnim slovom (referentni element) može da stoji na konturnoj, pomoćnoj kotnoj i osnoj liniji. Referentni trougao može da bude popunjen ili ne (sl. 13.6). Referentna slova su velika latinična slova A, B, C... Referentni trougao sa slovom stoji na površini koja je u uzajamnoj vezi sa površinom za koju se propisuje tolerancija položaja i na kojoj stoji pokazna strelica. Znači, za površinu na kojoj stoji pokazna strelica, propisuje se tolerancija položaja u odnosu na površinu na kojoj stoji referentni trougao.



SI. 13.6: Referentni trougao i referentno slovo

13.1. SIMBOLI ZA TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Simboli sa tolerancije oblika i položaja su za: pravost, ravnost, kružnost, cilindričnost, oblik linije, oblik površine, paralelnost, upravnost, ugao nagiba, lokaciju, koncentričnost (koaksijalnost), simetričnost, "bacanje" i ukupno "bacanje" (tabela 13.1).

Elementi toler	ancije	Karakteristika-vrsta tolerancije	Simbol (oznaka)
		Pravost	
Pojedinačni		Ravnost	
elementi	Tolerancija	Kružnost	Q
	oblika	Cilindričnost	N
Pojedinačni ili		Prifil linije	\sim
referentni elementi		Profil površine	Ċ
	Tolerancije	Paralelnost	
	pravca	Upravnost	<u> </u>
Referentni		Nagib (kosina)	Á
elementi	Tolerancije	Položaj (lokacija)	X
	položaja	Koncentričnost i koaksijalnost	Ø
		Simetričnost	
	Tolerancije	Bacanje	
	bacanja	Ukupno bacanje	Ľ

Tabela 13.1: Simboli za toleranciju oblika i položaja SRPS ISO 1101/1992.

13.2 NAČINI OZNAČAVANJA TOLERANCIJA OBLIKA I POLOŽAJA

Vrednost tolerancije oblika i položaja t izražava se u mm. Zone tolerancije su različite i date su na sl. 13.7. Kada se tolernancija odnosi na liniju, zona tolerancije može da bude ograničena: sa dve idealno paralelne linije na rastojanju t (sl. 13.7,a), sa dve krive linije između kojih je idealan krug prečnika $\emptyset t$ (sl. 13.7,b), da bude unutar idealnog cilindra prečnika $\emptyset t$ (sl. 13.7,c), unutar kvadra idealnih dimenzija t_1 i t_2 (sl. 13.7,d) ili unutar dva idealno koncentrična kruga na rastojanju t (sl. 13.7,e).

Kada se tolerancija odnosi na površinu, zone tolerancije su ograničene: sa dve idealno paralelne ravne površine na rastojanju t (sl. 13.7,f), sa dve krive površine između kojih su idealne kugle prečnika $\emptyset t$ (sl. 13.7,g) i između dva idealna cilindra na rastojanju t (13.7,h). Stvarne ivice ili površine predmeta (nacrtano debelom linijom) moraju da budu u zonama tolerancije oblika i položaja.



SI. 13.7: Zone tolerancije oblika i položaja

Kada se simbol odnosi samo na jednu liniji ili površinu daje se samo simbol i vrednost tolerancije bez referentnog slova (sl. 13.8,a). Kada se simbol odnosi na označenu površinu (na kojoj stoji pokazna strelica) i još jednu, referentnu, daje se referentno slovo (sl. 13.8,b). Kada se tolerancija odnosi na više referentnih površina, a redosled prioriteta nije bitan, tada se referentna slova pišu jedno za drugom i istu kućicu (sl. 13.8,c), a kada je redosled bitan, označava se kao na (sl. 13.8,d). Tada je u prvoj kućici slovo prvog, u drugoj drugog prioriteta itd. Ako tolerancija važi za više istih elemenata označava se kao na sl. 13.8,e. Oznaka *6x* znači da ima šest istih detalja sa istom tom tolerancijom. Kada se za jednu površinu daju dve ili više različitih tolerancija oblika i položaja, označava se kao na sl. 13.8,f. Ako tolerancija važi samo za ograničenu dužinu na glatkom delu na kojem stoji strelica označava se kao na sl. 13.8,g. Oznaka /300 znači da tolerancija važi na dužini od *300 mm*. Kada je vrednost tolerancije različita po dužini označava se kao na sl. 13.8,h.



SI. 13.8: Načini označavanja tolerancija oblika i položaja

a) bez referentnog slova, b) sa referentnim slovom, c) sa više referentnih slova istog prioriteta, d) sa više referentnih slova različitog prioriteta, e) tolerancija važi za 6 istih detalja,
 f) dve tolerancije za istu površinu, g) tolerancija važi na ograničenoj dužini,
 h) dve vrednosti tolerancije za istu površinu

13.3. ZNAČENJA SIMBOLA TOLERANCIJA

Simbol pravosti

Ovaj simbol se odnosi na pojedinačne linije (ivice) predmeta, osne i simetralne linije. Način označavanja na crtežu, stvarni izgled predmeta (pojašnjenje značenja) i zona tolerancije, kada se odnosi na jednu ivicu predmeta dat je na sl. 13.9. Znači da ivica predmeta na kojoj stoji strelica može da se nalazi između dve idealno prave linije na rastojanju od 0,1 mm. Isto se označava i tolerancija svake pojedinačne linije površine (sl. 13.10). Kada se želi propisati tolerancija za osu samo jednog dela predmeta, tada se označava tako što se pokazna strelica nalazi na toj konturi ili na pomoćnoj kotnoj liniji sa te konture (sl. 13.11,a). Kada se tolerancija odnosi za ukupnu osu predmeta, pokazna linija treba da stoji na simetralnoj liniji predmeta (sl. 13.11,b).





SI. 13.10: Simbol za pravost za linije površine


SI. 13.11: Simbol za pravost za simetralnu osu

Simbol za ravnost 🗖

Simbol za ravnost odnosi se na ravnu površinu ili na simetralnu površinu predmeta. Na sl. 13.12 pokazano je označavanje tolerancije ravnosti površine na crtežu, mogući izgled predmeta i zona tolerancije ravnosti. Gornja površina predmeta može se nalaziti između dve idelano ravne i međusobno paralelne površine na rastojanju t = 0,2 mm, koje se nalaze na idealnom rastojanju od donje površine.



SI. 13.12: Simbol za ravnost površine

Simbol za kružnost O

Simbol za kružnost se odnosi na pojedinačne kružne površine predmeta, bilo na cilindrične ili konusne (sl. 13.13 i 13.14). Stvarna kružnica predmeta može da se nalazi između dve idealne i koncentrične kružnice na rastojanju od 0,05 mm. Kada je predmet konusan, znači da na svakom poprečnom preseku uzduž predmeta važi data tolerancija.





SI. 13.13: Simbol za kružnost

SI. 13.14: Simbol za kružnost konusne površine

a) simbol se odnosi na osu užeg dela predmeta, b) simbol se odnosi na celokupnu površinu

Simbol za cilindričnost D

Simbol za cilindričnost se odnosi za cilindrične površine. Na sl. 13.15 dat je način označavanja na crtežu, zona tolerancije i mogući izgled cilindra.



SI. 13.15: Simbol za cilindričnost površine

Simbol profila linije 🦳

Simbol za profil ili oblik linije odnosi se na svaku krivu ivicu (ne samo za deo kružnice) ili pojedinačne linije krive površine. Primer i značenje dato je na sl. 13.16.



Sl. 13.16: Simbol za profil linije

Simbol za profil površine 🛆

Označavanje i značenje tolerancije profila površine dato je na sl. 13.17. Profil površine može biti bilo koji, konveksan, konkavan, sferan ili neki drugi.



Sl. 13.17: Simbol za toleranciju profila površine

Simbol za paralelnost //

Ovim simbolom definiše se tolerancija paralelnosti položaja dve ili više površina ili dve ili više simetralnih linija. Na sl. 13.18 pokazano je i objašnjeno korišćenje ovog simbola za dve paralelne površine. Znači da se površina na kojoj stoji strelica (gornja) u odnosu na površinu na kojoj stoji referentno slovo (donja), koju smatramo idealno ravnom, može nalaziti između dve idealno ravne i paralelne površine na rastojanju od 0,1 mm.



SI. 13.18: Simbol za toleranciju paralelnosti površina a) oznaka na crtežu, b) mogući izgled gornje površine predmeta, c) položaj zone tolerancije

Način označavanja paralelnosti osa pokazan je na sl. 13.19. Ako je osa za koju se propisije tolerancija ograničena u dve ravni tada se označava kao na sl. 13.20. Znači da se osa gornjeg dela predmeta u odnosu na donju osu može nalaziti u kvadru idealnog oblika dimenzija 0,1x0,2 mm.





SI. 13.19: Simbol za paralelnost dveju osa u jednoj ravni

SI. 13.20: Simbol za paralelnost dveju osa u dve upravne ravni

Simbol za upravnost 上

Simbolom za upravnost definiše se tolerancija između dveju upravnih površina (sl. 13.21). Znači, da se površina na kojoj stoji strelica sa simbolom upravnosti, može nalazititi između dveju idealno ravnih i paralelnih površina na međusobnom rastojanju od 0,15 mm i koje su idealno upravne na površinu na kojoj stoji referentno slovo (donju). Ovim simbolom definiše se i tolerancija upravnosti između površine i ose simetrije (sl. 13.22).





SI. 13.21: Simbol za upravnost dveju površina

SI. 13.22: Simbol za upravnost površine i ose

Simbol za nagib 🖊

Simbolom za nagib definiše se tolerancija položaja između dveju površina, između dveju osa ili površine i ose pod nekim uglom. Na sl. 13.23 dat je primer za korišćenje i značenje ovog simbola za dve površine pod uglom. Površina pod uglom od 20° (na kojoj stoji strelica) može da se nalazi između dveju idelano ravnih i paralelnih površina na rastojanju od 0,5 mm, koje su pod uglom od 20° u odnosu na donju površinu koja je idealno ravna (na kojoj stoji referentno slovo).



Sl. 13.23: Simbol za toleranciju nagiba

Simbol za položaj (lokaciju) 🗸

Ovim simbolom se definiše tolerancija položaja nekih detalja predmeta (otvora, žlebova...) u odnosu na referentne površine ili ose. Na primeru sa sl. 13.24 definisan je međusobni položaj otvora prečnika 7 mm. Referentna rastojanja su 12 i 17 mm. Ove kote (uokvirene) su idealne. U odnosu na njih položaji otvora mogu da se kreću u idealnim cilindrima prečnika 0,1 mm.



SI. 13.24: Simbol za toleranciju lokacije

Simbol za koncentričnost ili koaksijalnost 🛛

Simbolom za koncentričnost ili koaksijalnost definiše se podudarnost (poklapanje) osa kružnih površina. Primerom na sl. 13.25 pokazan je način označavanja na crtežu i objašnjenje značenja ovog simbola. Osa dela predmeta na kojem stoji referentni element smatra se idealnom, a osa dela na kojem stoji pokazna strelica može da se kreće u zoni tolerancije cilindra idealnog prečnika od 0,1 mm.

Druga mogućnost za označavanje (bez referentnog slova) data je na sl. 13.26. Referentna osa je osa središnjeg dela (ona se smatrea idealno pravom), a ose na kojima stoje pokazne strelice nalaze se u zoni tolerancije od \emptyset 0,05 mm.



SI. 13.25: Simbol za toleranciju koaksijalnosti korišćenjem referentnog elementa



SI. 13.26: Simbol za toleranciju koaksijalnost bez korišćenja referentnog elementa

Simbol za simetričnost -

Simbolom za simetričnost definiše se tolerancija položaja žlebova u odnosu na neke ose predmeta. Na sl. 13.27 dat je primer označavanja i objašnjenje značenja ovog simbola kada se koristi referentno slovo. Slično prethodnom primeru može se označiti tolerancija simetričnosti i bez referentnog slova (sl. 13.28). U ovom primeru osa središnjeg dela predmeta je referentna (ostaje idealna), a ose dva žleba na kojima stoje pokazne strelice se nalaze u zoni tolerancije od 0,05 mm.



SI. 13.27: Simbol za toleranciju simetričnosti



SI. 13.28: Označavanje tolerancije simetričnosti bez referentnog slova

Simbol za bacanje 1

Simbolom za bacanje definiše se ravnost (aksijalno bacanje) i kružnost obrtanja (radijalno bacanje) između definisanih površina. Na sl. 13.29 dat je primer označavanja i značenja ovog simbola za ravnost obrtanja. Čeona površina predmeta pri obrtanju može da se kreće u zoni između dveju idealno paralelnih površine na rastojanju od 0,2 mm u odnosu na cilindričnu površinu na kojoj stoji referentni trougao. Isti simbol koristi se i za kružnost obrtanja (sl. 13.30). U ovom primeru znači, da cilindrična površina na kojoj stoji pokazna strelica pri obrtanju može da se kreće između dva koaksijalna cilindra na rastojanju od 0,1 mm.



SI. 13.29: Simbol za toleranciju bacanja za ravnost obrtanja





Simbol za ukupno bacanje ${\it U}$

Značenje simbola za ukupno bacanje je istovetno kao simbola za bacanje. Razlika je u načinu kontrole (merenja) bacanja i vođenja instrumenta pri merenju.

13.2. TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA SLOBODNIH MERA

Tolerancije oblika i položaja znatno poskupljuju izradu mašinskih delova te se propisuju samo tamo gde su neophodne. Za sve one delove predmeta za koje nisu propisane tolerancije oblika i položaja važe tolerancije oblika i položaja slobodnih mera. To podrazumeva onoliku tačnost koju dozvoljavaju postupci izrade i koja je propisana standardima. Na crtežu se to označava u odgovarajućoj rubrici "Toleraancija slobodnih mera" zaglavlja za crtež. Na primer, za predmet koji se izrađuje metodama skidanja strugorine to je oznaka C SRPS M.A1.411. Slovna oznaka C označava toleranciju oblika i položaja slobodnih mera, a SRPS i broj SRPS-a označava postupak izrade. Ako se istovremeno definiše i tolerancija slobodnih mera i tolerancija oblika i položaja slobodnih mera tada se u zaglavlje za crtež piše osnaka C srednji SRPS M.A1.410/411.

13.5. UZAJAMNA VEZA IZMEĐU TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA I TOLERANCIJE MERA

Tolerancije oblika i položaja mogu biti nezavisne i zavisne od tolerancija mera, što zavisi od namene, funkcije predmeta i vrste tolerancije. Najčešće se predmeti izrađuju tako da tolerancija oblika i položaja bude u okviru tolerancije mera, odnosno zavisne su od tolerancije mera. Ako je za predmet (sl. 13.31,a) zadata tolerancija pravosti ose od \emptyset 0,1 i tolerancija mera 10^{-0,2}, tada stvarni oblici i stvarne dimenzije svih komada ovog predmeta mogu da budu od oblika i dimenzija kao na sl. 13.31,b do onih na sl. 13.31,c. Primer označavanja tolerancije oblika i položaja dat je na crtežima broj 15.1, 15.2, 2.2 i 2.3.



SI. 13.31: Zavisnost tolerancije oblika i položaja i tolerancije mera

14. SKLOPNI CRTEŽI

Sklopni crteži predstavljaju crteže više delova koji naležu jedni na druge i imaju zajedničku funkciju u mašini.

Zadatak sklopnog crteža je da prikaže položaj i mesto svakog dela u sklopu. Sklopni crtež ne treba da prikaže potpun konstrukcioni oblik svakog dela sklopa. Sklopni crtez treba da ima sledeće elemente:

- 1. dovoljan broj projekcija,
- 2. pozicione brojeve,
- 3. zaglavlje za sklopni crtež i
- 4. gabaritne dimenzije i dimenzije sa tolerancijama naleganja, ako je potrebno.

Dovoljan broj projekcija

Za izradu tehničke dokumentacije koristi se ortogonalna projekcija. Može se u nekim drugim prilikama koristiti i aksonometrija. Crtež sklopa, ma kako bio komplikovan treba da ima jednu ili dve ortogonalne projekcije. Sklopnim crtežom se ne može jednoznačno definisati konstrukcioni izgled svakog predmeta, već samo njegovo postojanje i naleganje sa drugim delovima. Aksonometrija se koristi za jednostavnije sklopove i u školske svrhe. Na sl. 14.1 nacrtan je aksonometrijski crtež jednostavnog sklopa. Ortogonalni crtež istog tog sklopa prikazan je na sl. 14.2. i 14.3. Jednostavnost ortogonalne projekcije i prednost nad aksonometrijom naročito dolazi do izražaja pri crtanju sklopova.



Sl. 14.1: Sklopni aksonometrijski crtež

Pri crtanju sklopnih crteža obavezno se koriste preseci. Ne može se nacrtati sklopni crtež bez preseka. Najčešće se koristi polovičan presek, potpun ili delimičan. Pri tome se ne šrafiraju svi delovi skopa, odnosno preskaču se pri zamišljenom sečenju, tj. crtaju se onako kako izgledaju spolja. Ovo je potrebno zbog preglednosti sklopnog crteža.

Na sklopnom crtežu se zamišljeno ne seku: zavrtnji, zakivci, čivije, osovine, osovinice, vratila, klinovi, osigurači i drugi elementi za vezu. Mogu da se ne seku i drugi elementi i delovi (po izboru) ako je crtež tako pregledniji. Osim toga, mogu da se ne šrafiraju velike površine ili se šrafura crta samo uz konturne linije tako velike površine. Na ortogonalnom crtežu svaki zamišljeno sečen predmet se šrafira različitom šrafurom bilo po nagibu bilo po gustini šrafure. Na ortogonalnom crtežu delovi istog predmeta šrafiraju se istom šrafurom u svim projekcijama.

Pozicioni brojevi

Pozicioni brojevi su sastavni deo sklopnog crteža. Svaki deo različit po konstrukcionom izgledu, dimenzijama i materijalu ima svoj pozicioni broj. Kada su delovi sasvim isti po konstrukcionom izgledu, dimenzijama i materijalu imaju zajednički pozicioni broj. Pozicioni brojevi pišu se u rastućem nizu, sleva na desno ili od gore na dole kako bi se brže pronašli (sl. 14.2). Pri tome treba da su, po mogućstvu, što manje upadljvi, da ne zasenjuju predmet, odnosno ortogonalne poglede. Stoga pokazne linije pozicionih brojeva ne treba da se seku, da ne budu unutar kontura sklopa itd. Pozicioni brojevi treba da su veći od ostalih brojeva na sklopnom crtežu.

Sklopni crtež se može koristi i kao montažni crtež. Tada se pozicioni brojevi pišu po redosledu montaže delova, a ne u rastućem nizu (sl. 14.3). U ovom primeru prvo se uzme zavrtanja (1), zatim se na njega stave delovi (2), (3), (4) i (5) koji se učvrste navrtkom 6. Na kraju zavrtanj sa svim delovima stavi se unutar držača (7).

Ako više različitih delova u sklopu čine jednu zajedničku standardnu celini (standardni podsklop) tada imaju jedan pozicioni broj. To su kotrljajni ležajevi, elementi za osiguranje itd. Iako kotrljajni ležaj ima više različitih delova, (unutrašnji i spoljašnji prsten, kuglice, kavez itd.) na sklopnom crtežu ima samo jedan pozicioni broj, pošto se kao celina (podsklop) i kupuje (crtež 14.2, pozicija 6, 9 i 14). Pozicijoni brojevi 6 i 14 odnose se na ležaje, a 9 obeležava prsten i odgovarajući zavrtanj. Na sl. 10.113 samo jednim brojem, pozicijom 3, označena je navrtka sa osiguračem za osiguranje unutrašnjeg prstena ležaja.



Sl. 14.2: Sklopni ortogonalni crtež sa potpunim presekom



SI. 14.3: Montažni ortogonalni crtež

Pozicioni broj može da se ponovi, kada se odnosi na isti deo, a ne nalazi se blizu jedan drugom, primer na sklopnom crtežu broj 14.2, pozicija 3. lako u sastavnici piše da ima 8 zavrtnjeva pozicije 3, ovakvim obeležavanjem je preciznije definisano da ih ima po 4 komada na dva označena mesta.

Zaglavlje za sklopni crtež (sastavnica)

Zaglavlje za sklopni crtež je sastavni deo sklopnog crteža. Sastoji se iz dva dela: zaglavlja za konstrukcioni crtež i sastavnice. Može da stoji na istom formatu zajedno sa sklopnim crtežom, a može i na posebnom. Kada je zaglavlje za sklopni crtež na posebnom formatu tada su na njemu oba dela zaglavlja, a na formatu gde je crtež samo zaglavlje za konstrukcioni crtež. Zaglavlje za konstrukcioni crtež na posebnom formatu mora biti identično zaglavlju na formatu gde je crtež. Način ispisivanja zaglavlja objašnjen je u poglavlju 3.

Na sl. 14.4 dat je aksonometrijski crtež elastične spojnice. Ortogonalni crtež ove iste spojnice koja spaja dva vratila sa dva klina dat je na crtežu broj 14.1. Oba dela zaglavlja su na samom crtežu.



SI. 14.4: Aksonometrisjki crtež elastične spojnice

Gabaritne dimenzije i tolerancije naleganja

Gabaritne dimenzije i dimenzije sa tolerancijama naleganja se mogu dati, ako je to potrebno. Ako sklopni crtež predstavlja i montažni crtež tada se mogu dati kote bitne za montažu. Na crtežu broj 14.2. prikazano je vratilo sa elementima na sebi gde su date bitne tolerancije naleganje, međuosna rastojanja i gde je sastavnica na posebnom formatu.

		1 2 3						9_
			-	<u>4</u> / /	<u>5 /6</u>	<u> </u>		
9	1	1	Goi	<u>4</u> / _/	<u>5 /6</u>	14.001		Č.0645
9	1		Goi	<u>4</u> Z	<u>5 /6</u>	<u>//</u> / <u>/8</u> 14.001 14.002		Č.0645 SI 200
9 8 7	1 1 4		Goi Des Zav	<u>4</u> Z	<u>5</u> / <u>6</u> o ojnice 6	<u>//</u> / <u>/8</u> 14.001 14.002 SRPS M.B1.0	050	Č.0645 SI 200 5.8
9 8 7 6	1 1 4 1		Goi Des Zav Ele	njeno vratile sni obod sp vrtanj M8x5 stični prste	<u>5</u> /6 ojnice 6 n	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003	050	Č.0645 SI 200 5.8
9 8 7 6 5	1 1 4 1 1		Goi Des Zav Ele Lev	<u>4</u> <u>2</u> njeno vratilo sni obod sp vrtanj M8x5 stični prste vi obod spoj	0 ojnice 6 n jnice	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004	050	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200
9 8 7 6 5 4	1 1 4 1 1 4		Goi Des Zav Ele Lev Poo	<u>4</u> ∠ njeno vratile sni obod sp vrtanj M8x5 stični prste vi obod spoj dloška ⊘8,4	5 /6 oojnice 6 n jnice 4	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0	D50 D11	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345
9 8 7 6 5 4 3	1 1 4 1 1 4 4 4		Goi Des Zav Ele Lev Poo	A ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prster vi obod spo dloška Ø8,4 vrtka M8	<u>5</u> / <u>6</u> oojnice 6 n jnice 4	14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B1.0	050 011 600	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5
9 8 7 6 5 4 3 2	1 1 4 1 1 4 4 2		Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir	A ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prste vi obod spoj dloška Ø8,4 vrtka M8 n 6x6x32	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B1.6 SRPS M.C2.0	050 011 600 020	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0545
9 8 7 6 5 4 3 2 1	1 1 4 1 4 4 2 1 1		Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo	A / ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prste vi obod spo dloška ⊘8,4 vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005	050 011 600 020	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo	A ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prste i obod spoj dloška Ø8,4 vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat ziv	D /6 oojnice 6 n	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Iza	050 011 600 020 abrane karakteristike	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Klir Poo Nav	A ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prster vi obod spo dloška Ø8,4 vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat ziv	<u>o</u> oojnice 6 n jnice 4 tilo	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Iz	050 011 600 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo	4 / / /	D /6 0 0 100jnice 0 6 0 n 0 jnice 0 4 0 tilo 0	<u>14.001</u> 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Iza	050 011 600 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Klir Poo Nav	A ∠ njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prstel vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat ziv	<u>5</u> / <u>6</u> ojnice 6 n jnice 4 tilo Datum 20.5.1997.	14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Iz Ime Obad Srećko Skandačíšíć	050 011 300 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo Naz	A ∠ ∠	<u>5</u> /6 ojnice 6 n jnice 4 tilo Datum 20.5.1997. 16.6.1997.	<u>//</u> <u>/8</u> 14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Izo Ime Obad Srećko Skendžić Milan	050 011 600 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1 ELASTIČNA S	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 1 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo Nav	A ∠ ∠	<u>5</u> / <u>6</u> <u>oojnice</u> 6 n jnice 4 tilo Datum 20.5.1997. 16.6.1997.	14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 SRPS M.C2.0	050 011 600 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1 ELASTIČNA S	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo	A / Z njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prste vi obod spo dloška Ø8,4 vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat ziv Obradio Ispitao Stand. Označ.	<u>5</u> / <u>6</u> ojnice 6 n jnice 4 tilo Datum 20.5.1997. 16.6.1997.	14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.C2.0 14.005 Standard - Iz Ime Obad Srećko Skendžić Milan	050 011 300 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1 ELASTIČNA S	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal
9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poz.	1 1 4 1 4 2 1 Kol.	J.m.	Goi Des Zav Ele Lev Poo Nav Klir Poo Naz	A / Z njeno vratile sni obod spo vrtanj M8x5 stični prstel vi obod spo dloška Ø8,4 vrtka M8 n 6x6x32 gonsko vrat ziv Obradio Ispitao Stand. Označ. Poljoprivr po	D /6 o o oojnice 6 6 n jnice 4 tilo 20.5.1997. 16.6.1997. 16.6.1997. redni fakultet, ojoprivrednu Novi Sat Sat	14.001 14.002 SRPS M.B1.0 14.003 14.004 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.1 SRPS M.B2.0 SRPS M.B2.1 SRPS M.C2.1 Departman	050 011 600 020 abrane karakteristike Merilo: 1:1 ELASTIČNA S 14.1	Č.0645 SI 200 5.8 SI 200 Č.0345 5 Č.0545 Č.0645 Prim Materijal



Poz.	Kol.	J.m.	Naz	iv			Standard -	Izabrane karakterist	ike	Prim	, Materijal
1	1		Klin	10x8x40			SRPS M.C	2.061		Č.05	645
2	1		Levi	i obod spo	ojnice		15.009			SI 1	50
3	8		Zav	rtanj M8x	tanj M8x20		SRPS M.B	1.053		5.8	
4	1		Pok	lopac des	nog kućišta		15.001			SI 1	50
5	2		Spo	ljašnji usk	kočnik ∅ 40		SRPS M.C	2.401		Č.21	30
6	1		Leža	aj 6308			SRPS M.C	3.506			
7	1		Des	ni deo ku	ćišta		15.008			SI 1	50
8	1		Zap	tivni prste	en Ø 48		DIN 5419				
9	1		Prst	en sa zav	/rtnjem		15.003			Č.03	345
10	1		Klin	14x9x45			SRPS M.C	2.061		Č.05	45.5
11	1		Zup	čanik			15.004	004		Č.1230	
12	1		Vrat	tilo			15.2	15.2		Č.0745	
13	1		Zap	tivni prste	en Ø 45		DIN 5419				
14	1		Leža	aj 20208			SRPS M.C3.506				
15	1		Levi	i deo kući	šta		15.006			SI 1	50
16	1		Pok	lopac levo	og kućišta		15.007			SI 1	50
17	2		Zap	tivni prste	en Ø 40		DIN 5419				
								Merilo: 1:2			
					Datum	Im	ie				
				Obradio	20.5.1997.	Ot	bad Srećko			_	
				Ispitao	16.6.1997.	Sk Mi	kendžić ilan	VRATILO SA			
				Stand.		(91i7	ELEMENTIMA			
			1	Označio		\square	l				
				Poljopri [,] za	vredni fakulte poljoprivredn Novi Sa	et, D u te d	Departman ehniku	14.2			list: 2 listova: 2
St.i.	Izme.	Datum	Ime								<u> </u>

15. RADIONIČKI CRTEŽI

Radionički crteži predstavljaju crteže jednih predmeta, **na osnovu kojih će se predmeti napraviti u radionici.** Koristi se ortogonalni crtež, a vrlo retko aksonometrijski. Elementi radioničkog crteža su:

- dovoljan broj ortogonalnih pogleda,
- kote,
- oznake za kvalitet hrapavosti površina,
- tolerancije mera,
- tolerancije oblika i položaja,
- posebna tabela sa odgovarajućim podacima za zupčanike i lančanike,
- podaci za termičku obradu ili druge postupke obrade,
- zaglavlje za crtež i
- napomena.

Dovoljan broj ortogonalnih pogleda

Treba nacrtati minimalno potreban broj ortogonalnih pogleda (karakterističan broj). Ovo je detaljno objašnjeno u poglavlju 6.

Kote

Kote treba tako dati da se zadovolje sva pravila kotarinja data u poglavlju 8.

Oznake za kvalitet hrapavosti površina

Oznake za kvalitet hrapavosti površina daju se prema funkciji i ulozu dela u sklopu. Moraju biti u skladu sa tolerancijama mera i tolerancijama oblika i položaja.

Tolerancije mera

Tolerancije mera daju se samo za one kote koje su od važnostu za funkciju dela u sklopu (Poglavlje 12).

Tolerancije oblika i položaja

Važi isto kao za tolerancije mera. Detaljno dato u poglavlju 13.

Posebna tabela sa odgovarajućim podacima koji se ne mogu na crtežu dati

Ovo se odnosi na radionički crtež zupčanika, lančanika i sličnih delova koji se uprošćeno crtaju, te se zbog toga ne mogu na crtežu potpuno kotirati. One dimenzije koje se

ne mogu, zbog uprošćenog crtanja, kotirati daju se u posebnoj tabeli (sl.10.70, tabela 10.8).

Podaci za termičku obradu ili druge postupke obrade

Daju se potrebne vrednosti parametara termičke obrade koje treba postići. Isto se odnosi i za neke druge postupke ili zahteve pri izradi.

Zaglavlje za crtež

Na radioničkom, kao i na sklopnom crtežu je obavezno zaglavlje za crtež. Preporučeno zaglavlje za crtež dato je u poglavlju 3. Po potrebi se može menjati i prilagoditi proizvođačima, institicijama ili korisnicima.

Napomena

U okviru napomene može se rečima reći sve ono što je nemoguće ili komplikovano crtežom, a što je u skladu sa svim ostalim pravilima tehničkog crtanja.

Na cretžu broj 15.1 prikazan je radionički crtež nosača. Sastoji se iz dva dela koja se zavaruju. Na crtežu broj 15.2 nacrtano je vratilo iz prethodnog sklopa (crtež broj 14.2). Na oba primera predviđene su tolerancije mera, tolerancije oblika i položaja i definisan kvalitet površina.









16. ŠEMATSKI CRTEŽI

Šematski crteži su crteži više delova u sklopu, kod kojih se delovi prikaziju pomoću grafičkih simbola. Za neke od stručnih tehničkih oblasti grafički simboli su definisani nacionalnim i međunarodnim standardima kao što je: elektrotehnika, hidraulika, pneumatika, merni instrumenti, delimično mašinski elementi itd. Za neke oblasti simboli nisu standardima definisani, međutim, u literatuti se uglavnom koriste isti, opšte prihvaćeni i prepoznatljvi, kao što su mašinski elementi, mehanika mašina itd. Može se reći da za najveći broj tehničkih stručnih oblasti postoje simboli, bilo standardima definisani ili opšte prihvaćeni u stručnoj literaturi.

U mašinstvu, simbolima se predstavljaju pojedinačni delovi mašina (vratilo, zupčanik itd.) kao i složenije celine, podsklopovi, sklopovi i uređaji. Na primer elektromotor, koji se sastoji iz mnogo delova, podsklopova i sklopova, definisan je jednim jednostavnim grafičkim simbolom (sl. 16.1,a). Predmet se može okvirno definisati opštim simbolom, npr. klip u hidrauličnom cilindru (sl. 16.1,b) na kojem nisu prikazani ostali detalji bitni za klip. Nasuprot tome, može se detaljnije prikazati predmet crtanja, njegov izgled i funkcija, na primer da je klip dvosmernog dejstva sa prigušenjem (sl. 16.1,c).



SI. 16.1: Neki simboli za šematske crteže

a) simbol za elektromotor, b) opšti simbol za klip i hidraulični cilindar, c) klip dvosmernog dejstva sa prolaznom klipnjačom, d) opšti simbol za motor SUS, e) nivo vode u sistemu za hlađenje motora, f) opšti simbol za transmisiju

Simboli su takvog grafičkog izgleda da asociraju na predmet predstavljanja (sl. 16.1,d,e,f), jednostavni su za crtanje, ne crtaju se u razmeri i uglavnom se crtaju istom debljinom, osim ako to simbolom nije drugačije definisano. Neki od simbola iz hidraulike i elektrotehnike, koji su definisani SRPS i ISO standardima dati su u tabelama 16.1 i 16.2. Opšteprihvaćeni simboli za mašinske elemente i mehanizme dati su u tabeli 16.3, a za uređaje za navodnjavanje u tabeli 16.4. Grafički simboli u navedenim tabelama su samo neki od mnogobrojnih koji se mogu koristiti. Da bi se šematski crtež nacrtao ili pročitao moraju se poznavati svi raspoloživi grafički simboli.

Grafički simbili koriste se i za razna obaveštenja i upozorenja na radnim mašinama. U tabelama 16.5 i 16.6 prikazani su neki od ovih simbola namenjenih za traktore i mašine za poljoprivredu i šumarstvo. Svrha ovih simbola je da obaveste i ukažu na radne komande, da upozore na potencijalne opasnosti pri radu i da ukažu kako izbeći opasnosti i povrede.

Šematski crteži čine deo tehničke dokumentacije. Ne mogu biti konstrukcioni crteži, već se koriste uz proračune, uputstva za rukovanje, uputstva za održavanje sl.

Tabela 16.1: Simboli za hidrauličke šeme (izvod iz SRPS L.N1.002 do SRPS L.N1.007)

·			1
Značenje	Simbol	Pneumatski motor	$ \land \land $
LINIJE			I V V
Radni, povratni i usisni		Pneumatski zakretni	
vod		motor	<u> ア</u>
Upravljački vod		PUMPA-HIDROMOTOR	
Drenažni vod		Stalne i promenljive rane	∣ÇĘÇ₽
Električni vod	4	zapremine	• • • •
	<u> </u>	Hidrostatički prenosnik	
Savitljiva cev (cevovod)	\smile	kao jedinica	
Spojevi vodovoda	⊥ ∔	CILINDRI	
	1 1	Jednosmernog dejstva	
Ukrštanje vodovoda		Dvosmernog dejstva sa	<u>/</u> 5
	<u> </u>	jednostranom klipnjačom	
Oduška	Γ	Dvosmernog dejstva sa	
Obrtni spojevi	\sim	prolaznom klipnjačom	
		Sa prigušenjem	
IZVOR ENERGIJE	• <u> </u>		
Izvor bidrauličkog pritiska		Diferencijalni	http://
	⊙→		▁───₽
Izvor pneumatskog	●►	l eleskopski	
pritiska	<u> </u>	jednosmernog dejstva	
	(\bullet)	Teleskopski dvosmernog	r-t-
Stalno i promonliivo	Ý	dejstva	
	♠♠		
	$\nabla \Psi \mathcal{Y}$		
Klipna			
	Ψŗш	UREĐAJI	
Ručna menbranska		Akumulator	
Menbranska		Rezervoar povezan sa	
Centifugalna		atmosferom i rezervoar	\square
Centinugaina		pod pritiskom	
	ΥU	Brzodelujuća spojnica	2.6
Kriina	(B)		-0+-0-
		Priključak na izvor	\rightarrow
Zupčasta		energije	~
	(∞)		4
Duran a la da la tata a XI.:	$\gamma \gamma$	Manometar I	
Pumpa kada joj tennicki		Kontakt manometai	
podaci nisu određeni	\mathbf{P}		Ψ
MOTORI			
Električni motor	(M)=	Termometar i kontakt	
Toplotni motor	\sim	termometar	
	м⊨		- t°
Hidromotor:		Slavina	T
opšta oznaka	$(\)$	Clavina	
hidromotori stalne i		Pritisni prekidač	
promenljive radne	(*)=(*)=(*)=		
		Merač zapreminskog	
Hidromotor zakretni	- <u></u> <u></u> <u></u> <u></u> <u></u>	protoka	
		P	•

Nastavak tabele 16.1:

Značenje Merni davači	Simbol	Blokirajući ventili	<u> </u>
		Nepovratno prigušni ventil	
Regulator temperature	\Rightarrow	Naizmenični ventil	
Hladnjak	\Leftrightarrow	Ventil za ograničenje pritiska	l w
Hladnjak sa vodovima za rashlađivanje	\Rightarrow	Proporcionalni ventil za ograničenje pritiska	
Filter	\rightarrow	Redosledni ventil	<u>↓</u> ,- <u>-</u> ♦_
Predgrejač	\rightarrow		- Ūw
	Ý	Prigušni ventili	×*
Izdvajač vode	\rightarrow	Ravni zaporni ventil	-X-
Sušač	\diamond	Ugaoni zaporni ventil	↓
Zauljivač	\rightarrow	Ravni sigurnosni ventil	-X-
NAČIN AKTIVIRANJA Tasterom sa dugmetom	Æ	Ugaoni sigurnosni ventil	
Polugom	Æ	Nepovratni klapet ventil	M
Pedalom	<u>À</u>	Regulator protoka: sa stalnim i promenljivim	
Oprugom	····L	protokom	
Točkićem	e I	Regulator pritiska	- T w
Elektromagnetom	ZE @€		· +
Pritiskom direktno i indirektno	·→[-£[-E[Raspodeljivač protoka	¥¥
Zaustavljač	·≁[-€[-E	Zasun	
VENTILI ZA UPRAVLJ. I REGULENERGIJE		Priključak za napajanje	
Razvodni ventil 2/2	·{III‡}w	vodom Ispitni otvor	
Razvodni ventil 3/2	·[1]	bez priključka sa navojem za priključak	
Razvodni ventil 4/2	mtixizzi	Prigušivač šumova	
Razvodni ventil 4/3			
Nepovratni ventil	Ý		
M		<u> </u>	

Simbol	Značenje	Koaksijalna parica spojena	<u> </u>
Jednosmerna struja		Nenovezani delovi	
Naizmenična struja	\langle	provodnika ili kabla	
Jednosmerno prostiranje energije ili signala	\rightarrow	Priključnica, natikač, ženski kontakt	\prec
Dvosmerno prostiranje u oba smera, prijem - predaja	$\rightarrow \leftarrow$	Utikač, muški kontakt	━ ←
Neistovremeno prostiranje u oba smera (naizmenična predaja i prijem)	\longrightarrow	Muški i ženski kontakt	
Predaja		učvršćen i slobodan	- - -
Prijem	$\rightarrow \bullet$	Spareni konektor	
Magnetni materijal			{< <⊢
Poluprovodnički materijal	→	Konektor:	
Izolacioni materijal		U - veza,	—(—)—
Termički uticaj		dvostrani utikač,	—(—(— –
	<u> </u>	dvostrani utikač sa	Ŷ
Elektromegnetni uticaj	ζ (_(_)
Magnetostriktivni uticaj		Telefonski utikač (džep) i telefonsko gnezdo (džek)	
Uticaj ili zavisnost od magnetnog polja	X	Telefonska priključnica za razdvajanje	
Kašnjenje		Koaksijalni utikač i natikač	$-\Delta (-\Delta)$
Pozitivni impuls - signal	л	Kontakt aatuaran pritiakam	
Negativni impuls - signal	U		
Impuls (signal) naizmeničnom strujom	-∿∿-	Spojna veza, zatvorena	
Izvor napona		Spojna veza, otvorena	
Idealan izvor:	$\triangle \Phi$	Uzemljenje: opšti simbol zaštitno	
struje, napona	$\nabla \Psi$		- 0
Kvar (mesto pretpostavljenog kvara)	4	Kočnica i	
Proboj	4	Pokazni instrument - opšta	
Provodnik		oznaka	*
Savitljivi provodnik		Voltmetar	(\mathbf{v})
Provodnik sa ekranom			
Použen provodnik		Pokazivač maksimuma aktivne snage	- (W) Pmax
Kabl (trožilni kabl)		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Koaksijalna parica			

Tabela 16.2: Simboli na električnim šemama (izvod iz SRPS N.A3.002 do 008)

Nastavak tabele 16.2:

Značenje	Simbol
Tahometar (pokazivač broja obrtaja)	n
Sijalica, opšti simbol	\otimes
Signalna sijalica, trepćuća	л
Elektromehanički pokazivač	Φ
Elektromehanički pokazivač položaja, jedan položaj isključenja, a dva položaja uključenja	\diamond
Zvučni alarm, truba	
Zvono	
Polarnost pozitivna i negativna	+ -
Otpornik, opšti simbol, drugi oblik	
Promenljivi otpornik	-⊄-
Promenljivi otpornik od ugljenih ploča	-1,220-
Induktivni otpornik	
Grejni element	-0000-
Veza otpornika u zvezdu i trougao	ΥΔ
Stator - trofazni namotaji spojeni u zvezdu	党人

Stator - trofazni namotaji spojeni u trougao	\mathbb{A}
Kondenzator	$\neg \vdash$
Priključna mesta i spojevi provodnika	
Spoj provodnika u liniji	_ `_
Digitalni signal	#
Analogni signal	\cap
Izvor potencijala	
Izvor napona	
Izjednačenje potencijala	\downarrow
Stalni magnet	1
Klizni kontakt	+
lspitna tačka	¶
Radioaktivno zračenje (gromobran)	*
Eksplozivne prostorije	Ex
Senzor blizine	\Rightarrow
Senzor dodira	⇔
Osigurač, opšti simbol	ф
Osigurač	H
Sklopka sa osiguračem	<i>W</i>

Vratilo, osovina, polužni Image anizma Image anizma Image anizma Nepokretni član Image anizma Image anizma Image anizma Image anizma Klizać - translatorni Image anizma Image anizma Image anizma Image anizma Klizać - translatorni Image anizma	Značenje	Simbol	Aksijalni kotrljajni ležaj sa	p
član mehanizma Image: constraint of the second	Vratilo, osovina, polužni		jednim redom kuglica	D D
Nepokretni član mmmn Rilzač - translatomi mmmn Kilzač - translatomi mmmn Kilzač - translatomi mmmn Kulsni kinematički dan mmmn Kulsni kinematički veza: mmmn čvrsta, mmmn zglobna i mmmn Sferna mmmn Kinematička veza: mmmn čvrsta, mmmn zglobna i mmmn Sferna mmmn Kinematička veza: mmmn čvrsta, mmmn zglobna i mmmn Sferna mmmn Kinematička roza za nepokretan član: mmmn zglobna, mmmn Kinematička prostomi par mmmn Kizni ležaj peomičan sa: mmmn Kizni ležaj nepomičan sa: mmmn Kizni ležaj peomičan sa: mmmn Kizni ležaj peomičan sa: mmmn Kizni ležaj peomičan sa: mmmn kujalno podešljivi mmmn Kizni ležaj sa doa trane mmmn Kizni ležaj sa jedne strane mmmn	član mehanizma			a
menanzma dva reda kuglica Fri Klizač - translatorni Image: construction of the second se	Nepokretni član	777777777	Aksijalni kotrljajni ležaj sa	ba
Killzac Trikinematički dan Kilizat u nepokretnoj Trikinematički par Kilizat u nepokretnoj Trikinematička veza: čvrsta, Stabilni Kilizat kulisni kinematička veza: Stabilni čvrsta, Stabilni Zglobna i Sterna Kinematička veza za Sterna Nementička veza za Sterna Kinematička člana Sterna Kinematička člana Sterna Kinematička člana Sterna Kinematička i prostorni par Sterna Kilizni ležaj nepomičan sa: Sterna Kotrajni radijalni ležaj sa Sterna Kotrajni radijalni ležaj sa Sterna Kotrajni radijalno aksijalni kot. lež:: Ta Radijalno aksijalni kot. leži: Ta <t< td=""><td>mehanizma</td><td></td><td>dva reda kuglica</td><td>pa</td></t<>	mehanizma		dva reda kuglica	pa
Kilizaču nepokretnoj IT/Frint Kulisni kinematički par Iminovratila Kulisni kinematička veza: Iminovratila čivrsta, Iminovratila Zglobna i Iminovratila stema Iminovratila Kinemtička veza: Iminovratila Zglobna i Iminovratila stema Iminovratila Kinemtička veza za Iminovratila nepokretan član: Iminovratila zglobna, Iminovratila sferma Iminovratila Kinemtička roza za Iminovratila peokretan član: Iminovratila zglobna, Iminovratila sferma Iminovratila Kinemtička prostorni par Iminovratila Kilzni ležajevi: Iminovratila radijalno podešljivi Iminovratila Kilzni ležaj sea Iminovratila Kilzni ležaj sea Iminovratila Kilzni ležaj sea Iminovratila Kilzni ležaj sa Iminovratila Kilzni ležaj sa Iminovratila Kilzni ležaj sa Iminovratila Kilzini ležaj	Klizac - translatorni	•	Aksijalni kotrljajni ležaj sa	loi 101
Nilžač U nepokretnoj ministri Kulisni kinematički par Image: Stabilni Kulisni kinematička veza: Image: Stabilni čvrsta, Stabilni Sferna Image: Stabilni Kinemtička veza za Image: Stabilni repokretan član: Image: Stabilni zglobna, Image: Stabilni sferna Image: Stabilni Kinemtička veza za Image: Stabilni repokretan član: Image: Stabilni zglobna, Image: Stabilni sferna Image: Stabilni Kinematička člana Image: Stabilni Kinematička prostorni par Image: Stabilni Klizni ksijalni ležaj sa Image: Stabilni Klizni ksijalni ležaj sa Image: Stabilni Kotrijani radijalni podešijivi Image: Stabilni Kotrijani radijalni ležaj: Image: Stabilni sa kuglicima Image: Stabilni Radijalno aksijalni kot. lež.:: Image: Stabilni Kilzi i ksijalni ležaj sa Image: Stabilni Radijalno aksijalni kot. lež.:: Image: Stabilni Radijalno aksijalni kot. lež.:: Image: Stabilni			jednim redom valjčića	
Suduini kinematički par Image: Suduini kinematička veza: Kinematička veza: Image: Suduini kinematička veza: Čvrsta, Image: Suduini kinematička veza: Žglobna i Image: Suduini kinematička veza: Sferna Image: Suduini kinematička veza: Zglobna, Image: Sterna Kinematička veza za Image: Sterna Zglobna, Image: Sterna Sferna Image: Sterna Tri kinematička člana Image: Sterna Kinematički prostorni par Image: Sterna Rotaciona kinematička veza prostornog para Image: Sterna Klizni ležaj nepomičan sa: Image: Sterna Jedno strane Image: Sterna Klizni ležaj nepomičan sa: Image: Sterna Kotrlajni radijalni ležaj sa Image: Sterna Kotrlajni radijalni ležaj sa Image: Sterna Kotrlajni radijalni kot. lež.: Image: Sterna Radijalno aksijalni kot. lež.: Image	Klizac u nepokretnoj	777	Deo na vratilu koji je	
Kinematička veza: Image: Sterna Image: Ste	Kulisni kinematički par		mimo vratila	╉═╧╸╧
Kinematička veza: čvrsta, zglobna i sferna Sebodno obrće i kliži po vratilu Slobodno obrće i kliži po 	Ruisin Kilemateki pai	− [•]−−		L , †
čvrsta, zglobna i sferna Image: Strange	Kinematička veza:	、 、	Deo na vratilu koji se	1
zglobna i sferna Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Kinemtička veza za nepokretan čian: zglobna, sferna Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Tri kinematička člana Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Tri kinematička člana Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Image: Sterna Kinematički prostorni par Image: Sterna Image: Sterna <t< td=""><td>čvrsta,</td><td></td><td>slobodno obrće i klizi po</td><td></td></t<>	čvrsta,		slobodno obrće i klizi po	
sferna Image: Sterna	zglobna i	\sim	vratilu	L
Kinemtička veza za nepokretan član: zglobna, sferna Image: constraint of the second	sferna	(>	Deo na vratilu koji se	┥ ╪╼ ╪╋
nepokretan član: Zglobna, zglobna, Similia sferna Similia Tri kinematička člana Similia Kinematički prostorni par Elastično spajanje dva vratila Rotaciona kinematička veza prostornog para Sigurnosna spojnica Klizni ležajevi: Sigurnosna spojnica radijalni Sigurnosna spojnica jedne strane Sigurnosna spojnica Klizni ležaj nepomičan sa: Sigurnosna spojnica jedne strane Sigurnosna spojnica Klizni kašijalni ležaj sa dobi strane Sigurnosna spojnica Rodijalni ležaj sa Sigurnosna spojnica jedno strane Sigurnosna spojnica Radijal. aksijalni kot. lež.: Sigurnosna spojnica jednostrani Sigurnosna spojnica sa valjčićima Sigurnosna spojnica Radijalna aksijalni kot. lež.: Sigurnosna spojnica jednostrani Sigornosna spojnica sa valjčićima Sigurnosna spojnica Radijalno aksijalni kot. lež.: Sigurnosna spojnica jednostrani Sigurnosna spojnica sa valjčićima Sigurnosna spojnica Radijalno aksijalni<	Kinemtička veza za	1	obrce zajedno sa vratilom	L.A
zglobna, sferna Imme Imme Imme Xinematička člana Imme Imme Imme Kinematički prostorni par Imme Imme Imme Rotaciona kinematička veza prostornog para Imme Imme Imme Klizni ležaj repomičan sa: jedne strane sa obe strane Imme Imme Imme Klizni aksijalni ležaj sa 	nepokretan član:	Ŕ	Cvrsto spajanje dva	
sferna Image: Cvrsto spajanje dva vratila sa osiguranjem od vratila sa osiguranjem od vratila sa osiguranjem od vratila sa osiguranjem od vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila sa osiguranjem od vratila Tri kinematička člana Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Kinematički prostorni par Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Rotaciona kinematička veza prostornog para Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Klizni ležajevi: radijalni radijalno podešljivi Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Klizni ležaj nepomičan sa: jedne strane sa obe strane Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Kotrljajni radijalni ležaj sa dva idcićima Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Radijal. aksijalni kot. lež.: jednostrani Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Radijalno aksijalni kot. lež.: jednosmrni dvostrani Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Radijalno aksijalni kot. lež.: jednosmrni Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila Radijalno aksijalni kot. lež.: jednosmrni Image: Cvrsto spajanje dva vratila Image: Cvrsto spajanje dva vratila	zglobna,	77777777	vialia	11
Yatila sa osiguranjem od preopterećenjaTri kinematička članaKinematička članaKinematički prostorni parImage: Rotaciona kinematička veza prostornog paraImage: Rotaciona kinematička veza prostornog paraKlizni ležajevi: radijalni podešljiviKlizni ležajevi: radijalni podešljiviKlizni ležaj nepomičan sa: jedne straneImage: Rotaciona kinematička veza prostornog paraKlizni ležaj nepomičan sa: jedne straneImage: Rotaciona kinematička veza prostornog paraKlizni ležaj nepomičan sa: jedne straneImage: Rotaciona kinematicka veza prostornog paraKlizni ležaj nepomičan sa: jedne straneImage: Rotaciona kinematicka veza prostornog paraImage: Rotaciona kinematicka veza prostornog paraKlizni ležaj nepomičan sa: jedne straneImage: Rotaciona kinematicka veza prostornog paraImage: Rotaciona kinematicka veza paraImage: Rotaciona kinematicka veza pojnicaImage: Rotaciona kinematicka valjčićaImage: Rotaciona kinematicka valjčić	sferna		Cvrsto spajanje dva	^{++‡}
Tri kinematička člana Image: Strang strang Image: Strang strang Image: Strang strang Image: Strang<		<u>~</u> &	vratila sa osiguranjem od	
Tri kinematička člana Image: Constraint of the second		111111	preopterecenja	
Kinematički prostorni par Image: Samirno (zglobno) Rotaciona kinematička Image: Samirno (zglobno) veza prostornog para Image: Samirno (zglobno) Klizni ležajevi: Image: Samirno (zglobno) radijalno podešljivi Image: Samirno (zglobno) Klizni ležajevi: Image: Samirno (zglobno) radijalno podešljivi Image: Samirno (zglobno) Klizni ležaj nepomičan sa: Image: Samirno (zglobno) jedne strane Image: Samirno (zglobno) sa obe strane Image: Samirno (zglobno) Klizni aksijalni ležaj sa Image: Samirno (zglobno) Kotrijajni radijalni ležaj: Image: Samirno (zglobno) sa kuglicama Image: Samirno (zglobno) sa valjčićima Image: Samirno (zglobno) Radijalno aksijalni kot. lež.: Image: Samirno (zglobno) jednosmerni dvostrani Image: Samirno (zglobno) valjčićima Image: Samirno (zglobno) Radijalno aksijalni kot. lež.: Image: Samirno (zglobno) jednosmerni dvostrani Image: Samirno (zglobno) valjčićima Image: Samirno (zglobno) Radijalno aksijalni kot. lež.i Image: Samirno (zglobno) valjčića <t< td=""><td>Tri kinematička člana</td><td>/</td><td>Elasticno spajanje dva</td><td>/</td></t<>	Tri kinematička člana	/	Elasticno spajanje dva	/
Kinematički prostorni par Image: Spajanje dva vratila Rotaciona kinematička veza prostornog para Image: Spajanje dva vratila Klizni ležajevi: Image: Spajanje dva vratila radijalni radijalni podešljivi Image: Spajanje dva vratila Klizni ležaj sevi: Image: Spajanje dva vratila Klizni ležajevi: Image: Spajanje dva vratila Klizni ležaj nepomičan sa: Image: Spajanje dva vratila Klizni aksijalni ležaj sa dva reda vastijalni kot. lež.:: Image: Spajanje dva vratila Kotrijajni radijalni kot. lež.:: Image: Spajanje dva vratila Radijalno aksijalni kot. lež.:: Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Kotrijajni ležaj sa valjčićima Image: Spajanje dva vratila Radijalno aksijalni kot. lež.:: Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Kotrijajni radijalni kot. lež.:: Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila Image: Spajanje dva vratila			Šarnirno (zalobno)	Id
Rinematicki prostorni par Image: Spipility GVB vialua Image: Spipility Vialua Image: Spipilit		<i></i>	spajanje dva vratila	
Image: Second	Kinematicki prostorni par	à	Teleskonsko spajanje dva	1 1
Rotaciona kinematička veza prostornog para Image: Kardansko vratilo Klizni ležajevi: radijalno podešljivi Image: Kardansko vratilo Klizni ležajevi: radijalno podešljivi Image: Kardansko vratilo Klizni ležaj nepomičan sa: jedno strane Image: Kardansko vratilo Klizni ležaj nepomičan sa: jedno strane Image: Kardansko vratilo Klizni ležaj nepomičan sa: jedno strane Image: Kardansko vratilo Klizni aksijalni ležaj sa dodirom: sa jedne strane sa obe strane Image: Kardansko vratilo Kotrljajni radijalni ležaj: sa kuglicama sa valjčićima Image: Kardansko vratilo Radijal. aksijalni kot. lež.: jednosmerni dvostrani Image: Kardansko vratilo Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčića Image: Kardansko vratilo Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića Image: Kardansko vratilo Katrijajni ležaj sa dva reda valjčića Image: Kardansko vratilo Katrijajni ležaj sa dva reda Image: Karda			vratila	
veza prostornog paraImage: constraint of the second se	Rotaciona kinematička		Kardansko vratilo	
Klizni ležajevi: radijalni radijalno podešljiviImage: Constraint of the strane sa obe straneImage: Constraint of the strane spojnicaImage: Constraint of the strane spojnicaI	veza prostornog para			<u> </u>
Klizni ležajevi: radijalni radijalno podešljiviImage: Constraint of the second se			Sigurnosna spojnica	}≯∿ -
radijalni	Klizni ležajevi:	L	Zupčasta spoinica:	RA
radijalno podešljivi Image: constraint of the strane sa obe strane Image: constraint of the strane spoint constrana spoint constrana spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraint of the strane spoint ca opsta oznaka Image: constraina spoint ca opsta oznaka Ima	radijalni		jednostrana	
Klizni ležaj nepomičan sa: IIII jedne strane IIII sa obe strane IIII Klizni aksijalni ležaj sa IIIII dodirom: sa jedne strane IIIII sa obe strane IIIIII Kotrljajni radijalni ležaj: IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	radijalno podešljivi		dvostrana	KI
Initial local jedne straneImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedKlizni aksijalni ležaj sa dodirom: sa jedne straneImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedKotrljajni radijalni ležaj: sa kuglicama sa valjčićimaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčićimaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: ConstrainedRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićaImage: Constrained image: ConstrainedImage: Constrained image: Constrained <t< td=""><td>Klizni ležaj nepomičan sa:</td><td>111</td><td></td><td></td></t<>	Klizni ležaj nepomičan sa:	111		
sa obe strane Image: Constraint of the straint of	iedne strane		Zglavkasta spojnica	
Klizni aksijalni ležaj sa dodirom: sa jedne strane sa obe straneImage: Constraint of the second	sa obe strane			
In aksijalin ležaj sa dodirom: sa jedne strane sa obe strane Image: Comparison of the strane spojnica Image: Comparison of the strane spojnica<	Klizni aksijalni ležaj sa		Frikciona spojnica - opšta	
Board of and of and of and of and of an of a point	dodirom: sa jedne strane	╺───╢╺━╁╼	oznaka	11
Kotrljajni radijalni ležaj: sa kuglicama sa valjčićima $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ Frikciona konusna dvostrana spojnicaRadijal. aksijalni kot. lež.: jednosmerni dvostrani $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ Diskosna jednostrana spojnica $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ Radijal. aksijalni kot. lež.: jednosmerni dvostrani $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ Diskosna jednostrana spojnica $\overline{\Box}$ Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčićima $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$ $\overline{\Box}$	sa obe strane	<u> </u>	Frikciona konusna	Ň
Kotrijajni radijalni ležaj: sa kuglicama sa valjčićima $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\neg}$ $\underline{\Box}$ Radijal. aksijalni kot. lež.: jednosmerni dvostrani $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\upsilon}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\neg}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\neg}$ $\underline{\Box}$ Radijalno aksijalni kotrijajni ležaj sa valjčićima $\overline{\checkmark}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\neg}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\neg}$ $\underline{\Box}$ Radijalno aksijalni kotrijajni ležaj sa dva reda valjčića $\overline{\checkmark}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\checkmark}$ $\underline{\Box}$ $\overline{\frown}$ $\underline{\Box}$			jednostrana spojnica	
sa kuglicama sa valjčićimaafilkciona kondsha dvostrana spojnicafilkciona kondsha dvostrana spojnicaRadijal. aksijalni kot. lež.: jednosmerni dvostraninnnBadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčićimannnRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićannnRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčićannnRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva redannnRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva redannnRadijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva redannnNatijčićannnnNatijčićannnnNatijčićannnnNatijčićannnnNatijčićannnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnnNatijinnnNatijinnn </td <td>Kotrljajni radijalni ležaj:</td> <td>σ</td> <td>Erikciona konusna</td> <td>/</td>	Kotrljajni radijalni ležaj:	σ	Erikciona konusna	/
sa valjčićima Image: sa valjičićima Image: sa valjičićima Imag	sa kuglicama	<u>م</u>	dvostrana spoinica	()}
Radijal. aksijalni kot. lež.: Image: constraint of the second	sa valjčićima			
Indexiganination Indexiganination jednosmerni Indexiganination dvostrani Indexiganination dvostrani Indexiganination Radijalno aksijalni Indexiganination kotrljajni ležaj sa Indexiganination Radijalno aksijalni Indexiganination kotrljajni ležaj sa dva reda Indexiganination valjčića Indexiganination	Radijal aksijalni kot lež ·	<u>ס</u>	Diskosna jednostrana	
dvostrani oro Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčićima Image: Spojnica Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića Image: Spojnica	iednosmerni	Q	Spojnica Diskosna dvastrana	<u>ند</u>
Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa valjčićima Image: spojnica Image: spojnica Radijalno aksijalni kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića Image: spojnica Image: spojnica	dvostrani	סוס	DISKOSITA OVOSTIALTA spoinica	
Radijalno aksijalni Image: Constraint of the second se	<u> </u>	<u>010</u>	spojnica	ĹIJ
kotrijajni ježaj sa Image: Construction of the second se	Radijalno aksijalni		Lamelasta spojnica	ŢĨ
Valjelonna Cilindrični frikcioni Radijalno aksijalni Image: Cilindrični frikcioni kotrljajni ležaj sa dva reda Image: Cilindrični frikcioni valjčića Image: Cilindrični frikcioni	kolnjajni lezaj sa			
kotrljajni ležaj sa dva reda valjčića prenosnik	Padijalno aksijalni		Cilindrični frikcioni	
	kotrliaini ležai sa dva reda		prenosnik	ΤГЖ
	valjčića			

Tabela 16.3: Simboli za mašinske elemente i mehanizme

		1	
Značenje	Simbol	Pužni globojdni par	
Konusni frikcioni prenosnik			
Pljosnati kaišni prenosnik		Zupčasti hiperboloidni (vijačni) par za mimoilazna vratila	
Remeni prenosnik		Zamajac na vratilu	¥
Stepenasti kaišnik	-(x]-	Kažnica	<u>+</u> ±
Lančani prenosnik	$\bigoplus $	Zavrtani za transformaciju	- <u>x</u> - <u>*</u>
Cilindrični zupčasti par sa		kretanja	
spoljašnjim zupčanjem, bez oznake kosine zubaca		Navrtka na stablu zavrtnja sa kuglicama	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
Cilindrični zupčasti par sa pravim zupcima	→×→ →▼→	Razdvojiva navrtka na stablu zavrtnja	
Cilindrični zupčasti par sa kosim zupcima		Cilindrična opruga: pritisna i istežuća	
Cilindrični zupčasti par sa strelastim zupcima		Cilindrična konusna pritisna opruga	
Cilindrični zupčasti par sa unutrašnjim zupčanjem		Cilindrična zavojna opruga	www
Zupčanik u sprezi sa zupčastom letvom		Spiralna opruga	
Kanuani sunžasti nar bos		Lisnata opruga	X
oznake kosine zubaca		Lisnata opruga - gibanj	
Konusni zupčasti par sa pravim zupcima		Tanjirasta opruga	
· · ·	TTTT	Poluga za ukjljučivanje	0~~°
Hipoidni zupčasti par za mimoilazna vratila		Točkić za ručno pokretanje	₽
Pužni cilindrični por	\triangle	Pomerljiva ručica na kraju vratila	M
		Ručica	
	╼ <u>╴</u> ┲ ┲	Ekscentar	⊕-₽

Značenje	Simbol	
Označavanje kota - visine	95 94 93	_
Visinska ravan - nivo		-
Nivo vode	66,60	
Ravan gradnje	67,60	
Kanal za unutrašnje vode (njivski kanal), 4 - broj kanala	1000- + + 1100-	
Kanal za unutrašnje vode u preseku		-
lo - leva obalo		
do - desna obala		
Priključak za kanal	1400- 1450- 1500-	_
Priključak za kanal u uzdužnom preseku	do	
Zalivni kanal broj 2. Ukrštanje sa kanalom nižeg reda (2/1)	650- N 650- N 700-	
Zalivni kanal		-
Kanal sa dvojnom funkcijom - odvodnjavanje i navodnjavanje		
Odbrambena linija visoke obale		
Brana - pregrada za vododerine	A	

Tabela 16.4: Simboli uređaja za navodnjavanj	е
--	---

Brana - pregrada za vododerine u preseku	
Planirana brana - pregrada za vododerine	
Cevni propust, sifon	0++0
Planirani cevni propust, sifon	_● ●
Diker ili sifon	
Most - propust	O
Planirani most - propust	
Propust za rekonstrukciju u uzdužnom preseku	
Planirani propust za rekonstrukciju u uzdužnom preseku	
Propust za rušenje	29000
Propust za rušenje u uzdužnom preseku	Ø7
Propust za rekonstrukciju	- 008
Propust za rekonstrukciju u preseku	9 11

Nastavak tabele 16.4:

Značenje	Simbol	Brzotok	
Betonski zaštitni zid za cev		Sigurnosni preliv	
Izolovana cev		Preliv	
Razne prostirke		Stepenica u dnu	
Centralni bunar	0	Slivnik za kanalizaciju	X
Reni bunar - bunar sa drenovima	-	Slivnik za kanalizaciju pored vode	
Sabirni bunar	\bigcirc	Baštenski hidrant	
Bunar pijaće vode	Å	Zatvarač	
Kaptaža izvora	<u> </u>	Centralni ispust	
Filtraciona galerija	2299	Nadzemni protivpožarni hidrant	•
Pumpna stanica		Podzemni protivpožarni hidrant	<u> </u>
Objekat za zahvat vode		Oprema za pražnjenje	▼
Vodotoranj	Q	Ventil za ozračavanje	Ą
Otvoreni bazen vode	रू र र	Ugradbena garnitura zatvarača	T
Zatvoreni bazen vode, jednokomorni i višekomorni	() 안	Usisavanje vazduha	
Šaht za čišćenje		Zaštitna cev	
Upojni šaht		Cevni most	>>><
Šaht za pad	-D-		~{ }`
Šaht sa ustavom	<u>-</u> ф-	Tabla za označavanje	
Šaht sa kliznim zatvaranjem	-[]-	Prevođenje cevovoda preko mosta	۲ <u>سر</u> ۲

Tabela 16.5: Simboli obaveštavanja na traktorima i ostalim poljoprivrednim	n mašinama
(izvod iz ISO 3767-1,2/1991.)	
	-

ZnačenjeSimbolMotor - opšti simbol $\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$		/ .	
Motor - opšti simbolImage: Constraint of the second of the se	Značenje	Simbol	
Startovanje motoraImage: Startovanje motora pri niskim temperaturamaHidraulični sistemImage: Startovanje motora pri niskim temperaturamaHidraulični sistemImage: Startovanje motoraKočioni sistemImage: Startovanje motoraUlje - opšti simbolImage: Startovanje u motoruPritisak ulja za podmazivanje u motoruImage: Startovanje u motoruHladnjak - opšti simbolImage: Startovanje u motoruHladnjak - opšti simbolImage: Startovanje u motoruNivo vode u sistemu za hlađenjeImage: Startovanje u motoruKvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Startovanje u motoruKvar na motoruImage: Startovanje u motoraElektrični grejač - pomoć za startovanje motoraImage: Startovanje u motoraBroj obrtaja motoraImage: Startovanje u motoraSmer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Startovanje uzduhaUsisavanje vazduhaImage: Startovanje uzduhaKorata na motoruImage: Startovanje uzduhaStartovanje vazduhaImage: Startovanje uzduhaKorata na motoruImage: Startovanje uzduhaKorata na motoraImage: Startovanje uzduha<	Motor - opšti simbol	[0]	
Pomoć za startovanje motora pri niskim temperaturamaImage: Compare temperaturamaHidraulični sistemImage: Compare temperaturamaHidraulični sistemImage: Compare temperaturamaVlje - opšti simbolImage: Compare temperatura u temperatura u sistemu za hlađenjeNivo vode u sistemu za hlađenjeImage: Compare temperatura temperatura u sistemu za hlađenjeKvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Compare temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperaturaKvar na motoruImage: Compare temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura temperatura<	Startovanje motora	[Ø]	
Hidraulični sistemIKočioni sistemIUlje - opšti simbolIPritisak ulja za podmazivanje u motoruIHladnjak - opšti simbolINivo vode u sistemu za hlađenjeINivo vode u sistemu za hlađenjeIKvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.IKvar na motoruIElektrični grejač - pomoć za startovanje motoraIBroj obrtaja motoraISmer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.IUsisavanje vazduhaI	Pomoć za startovanje motora pri niskim temperaturama		
Kočioni sistemImage: Constraint of the second s	Hidraulični sistem		
Ulje - opšti simbolImage: Constraint of the second sec	Kočioni sistem		
Pritisak ulja za podmazivanje u motoruImage: Second secon	Ulje - opšti simbol		
Hladnjak - opšti simbolImage: Constrained by the second secon	Pritisak ulja za podmazivanje u motoru		
Nivo vode u sistemu za hlađenjeImage: Composition of the systemTemperatura u sistemu za hlađenjeImage: Composition of the systemKvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Composition of the systemKvar na motoruImage: Composition of the systemElektrični grejač - pomoć za startovanje motoraImage: Composition of the systemBroj obrtaja motoraImage: Composition of the systemSmer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa 	Hladnjak - opšti simbol		
Temperatura u sistemu za hlađenjeImage: Comparison of the system i simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.Kvar na motoruImage: Comparison of the system i simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.Električni grejač - pomoć za startovanje motoraImage: Comparison of the system i simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.Broj obrtaja motoraImage: Comparison of the system i simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.Smer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.Usisavanje vazduhaImage: Comparison of the system i simbolima.Image: Comparison of the system i simbolima.	Nivo vode u sistemu za hlađenje		
Kvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.IKvar na motoruIElektrični grejač - pomoć za startovanje motoraIBroj obrtaja motoraISmer kretanja vazduha. 	Temperatura u sistemu za hlađenje		
Kvar na motoruImage: Comparison of the co	Kvar - opšti simbol. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.		
Električni grejač - pomoć za startovanje motoraImage: Complexity of the start s	Kvar na motoru		
Broj obrtaja motora Image: Constraint of the second se	Električni grejač - pomoć za startovanje motora		
Smer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.Image: Comparison of the second se	Broj obrtaja motora		
Usisavanje vazduha	Smer kretanja vazduha. Koristi se u kombinaciji sa drugim simbolima.		
	Usisavanje vazduha		

Izduvni otvor	
Uključeno - uključivanje	
Isključeno - isključivanje	Ο
Uključeno - isključeno	
Zaprljanost usisnog vazduha	
Pritisak izduvnih gasova	
Prenos kretanja zupčanicima - transmisija	
Podmazivanje transmisije	O
Pritisak ulja za podmazivanje transmisije	
Kvar u transmisiji	
Brzo	(
Sporo	,
Mesto za podmazivanje sa mastima	
Mesto za podmazivanje uljem	
Tačka za podizanje	[🏵]
Tačka za oslanjanje	
Sečka	[*

Značenje	Simbol	н
Traktor - osnovni bočni pogled	ୄ୕ୖ୶ୢୖ	P
Traktor - osnovni pogled odozgo	໌ ຕ	P
Traktor - uključivanje prednje vuče	ૼૼ૱ૼૺ	P
Traktor - klizanje točkova	چ چ	- P
Podešavanje točka. Pomeranje levog točka napolje.		12 p
Podešavanje točka. Pomeranje levog točka unutra.		Ρ
Blokiranje diferencijala		В
Priključno vratilo	[ه]	S
Priključno vratilo. Smer obrtanja		E
Kombajn - osnovni pogled	کیک	B si
Elevator na kombajnu - osnovni simbol		S
Elevator za pražnjenje bunkera zrna na kombajnu		N ra
Elevator zrna na kombajnu		C je
Kombajn. Pogon uređaja za čišćenje.		Ir

Heder kombajna	
Podešavanje visine hedera	
Podešavanje visine vitla	[] ★
Podešavanje vitla napred - nazad	
Podešavanje zazora između bubnja i podbubnja	<i>₹</i> 0
Podešavanje sita	- /////_
Bubanj	
Slamotres	
Elevator za zrno - istovar	
Berač pamuka - osnovni simbol	کی
Silažni kombajn - osnovni simbol	
Mašina za brdske uslove rada	
Obrađena površina za jedan dan	
Indikator održavanja	

Nastavak tabele 16.5:

Značenje	Simbol	Ostati van domašaja	¢
upozoravajući trougao. Unutar njega stoje	\bigtriangleup	utovarne kašike.	₽ ↔€
simboli. Bezbednosno upozoravajući trougao. Opšte upozorenje.	\wedge	Postaviti podupirač pre nego što pređete u opasnu zonu.	
Kaustične tečnosti. Hemijske opekotine na prstima i šaci.		Nikada ne istovarati prikolicu na mekanoj podlozi na nagibu.	X
Otrovni dim ili toksični gasovi.		Sačekati da se svi delovi mašine zaustave pre doticanja.	STOP
Pad na valjke mašine.	200 000	Isključiti motor i izvaditi ključ pre pristupanja popravci ili servisiranju.	
Lomijenje prstiju ili šake. Sila deluje odozgo.		Ne otvarati ili skidati zaštitne oklope dok motor	
Lomljenje prstiju ili šake. Sila deluje odozdo.			
Lomljenje celog tela. Sila deluje odozgo.	え		
Lomljenje. Spuštanje vrata mašine za baliranje.		Nikada ne dolaziti na dohvat ili se penjati na kontejner žita dok mašina radi.	
Lomljenje šake ili ruke. Traktorske poluge.	A C		
Uvlačenje ruke u rotirajuće zupčanike.		Postaviti zaštitni oklop prilikom oštrenja noževa.	
Izbačen leteći predmet. Rotaciona kosilica.			N/C

Tabela 16.6: Simboli upozorenja i načina izbegavanja opasnosti na traktorima i ostalim
poljoprivrednim mašinama (izvod iz SRPS ISO 11684/1997.)

16.1. VRSTE ŠEMATSKIH CRTEŽA

Postoji više vrsta šematskih crteže ili šema. Mogu se podeliti prema stručnoj oblasti

na:

- hidraulične,
- električne,
- pneumatske,
- šeme vodovodne instalacije itd.

Prema nameni, bez obzira za koju stručnu oblast se koriste, šemastki crteži se dele

na:

- kinematičke,
- strukturne,
- funkcionalne,
- tehnološke,
- blok šeme i
- kombinovane šeme.

Šematski crteži ne moraju imati pozicione brojeve, s obzirom na to da su delovi prikazani usvojenim grafičkim simbolima. Međutim, ako je u tekstu koji objašnjava šemu neophodno pozivati se na pojedine delove, treba dati i pozicione brojeve i ostale oznake, prema potrebi. Pozicioni brojevi se daju samo za one delovi na koje se tekst poziva ili one koji označavaju sibmole čije je značenje dato u legendi.

Kinematička šema

Kinematička šema ima zadatak da prikaže kretanje delova u sklopu i prenos snage od izvora (pogonskog dela) do radnih (gonjenih) delova mašine. Na sl. 16.2 prikazana je skica i kinematička šema pogona zadnjih točkova traktora.



SI. 16.2: Diferencijalni planetarni mehanizam (prenosnik): a) skica, b) kinematička šema
2. pogonski zupčanik, 3. konusni zupčanik, 4, 5. zupčanici sateliti, 6, 7. sunačani zupčanici,
8. nosač satelita, 9, 10, 11 i 12 zupčanici za pogon točkova

Strukturna šema

Strukturna šema ima zadatak da predstavi broj kinematičkih članova i njihovu uzajamnu kinematičku vezu. Na sl. 16.3,a prikazana je kinematička šema klipnog mehanizma motora, a na sl. 16.3,b njegova strukturna šema. Sa strukturne šeme se može pročitati da ima jedan nepokretan kinematički član (šrafirani, pozicija 1) i tri pokretna (2, 3 i 4). Kinematički član 2 je u rotacionoj kinematičkoj vezi sa 3 i 1, član 3 sa članovima 2 i 4, a 4 sa članom 1. Mehanizam je ravanski.





SI. 16.3: Šematski crtež klipnog mehanizma motora: a) kinemtička šema, b) strukturna šema 1. stublina i oslonac radilice, 2. klip, 3. klipnjača, 4. radilica



Funkcionalna šema

Sl. 16.4: Funkcionalna elektrošema paljenja motora SUS

Blok šema

Blok šema je takva šema gde se delovi instalacije sasvim uprošćeno prikazuju blokovima (kvadratićima). Blok šema obavezno mora da ima pozicione brojeve i druge oznake, s obzirom da jedan kvadratić može da predstavlja, na primer i elektromotor i generator ili nešto treće. Primer blok šeme dat je na sl. 16.8, gde je prikazano merenje potrošnje goriva traktora.



Sl. 16.5: Funkcionalna šema žitnog kombajna

 žitna masa, 2. vitlo, 3. gornja spirala elevatora za neovršene klasove, 4. kabina, 5. donja spirala za pražnjenje bunkera, 6. produžetak spirale za pražnjenje bunkera, 7. gornja spirala elevatora za zrno, 8. bunker, 9. odbojni biter, 10. slamotres, 11. razdeljivač mase, 12. kosioni uređaj,13. spiralni transporter, 14. elevator hedera, 15. pogonski točkovi, 16. sakupljač kamena, 17. podbubanj, 18. bubanj, 19. kaskadna sabirna ravan, 20. ventilator, 21. donja spirala elevatora za zrno, 22. donja spirala elevatora za neovršene klasove, 23. sita, 24. upravljački točkovi, 25. pleva i sitna slama, 26. slama



SI. 16.6: Funkcionalna šema centra za doradu semenske pšenice
1. prijemni koš, 2. elevator, 3. prečistač vlažnog zrna, 4. vaga, 5. transportne trake,
6. silos, 7. sušara, 8. prijemni bin, 9. aspirater sa rotacionim sitima, 10. čišćenje i kalibriranje semena, 11. vazdušna aspiracija, 12. očišćeno zrno, 13. ciklon, 14. tretiranje semena, 15. vaga – uvrećavanje, 16. filteri za vazduh



Sl. 16.7: Detalj tehnološke šeme silosnog kompleksa



SI. 16.8. Blok šema merenja potrošnje goriva traktora 1. rezervoar, 2, 4. filteri, 3. pumpa niskog pritiska, 5. pumpa visokog pritiska, 6. motor, 7. merni instrument

Kombinova šema

Kombinovana šema predstavlja kombinaciju svih navedenih šematskih crteža. Način crtanja kombinovane šeme je takav da se prilagođava predmetu crtanja i potrebama korisnika crteža. Na sl. 16.9 data je kombinovana šema traktora i uređaja za priključivanje oruđa na traktor. Uređaj za priključivanje je prikazan sa osnovnim kinematičkim članovima koji su označeni tačkama F, G, I i H. Naznačen je trenutni pol obrtanja (tačka P) koji predstavlja važan pokazatelj rada uređaja za priključivanje i traktorskog agregata. Nacrtana je stvarna i optimalna promena položaja trenutnog pola obrtanja (S_t i O_p) u toku jednog radnog ciklusa uređaja za priključivanje.



SI. 16.9: Kombinovana šema traktora i uređaja za priključivanje oruđa

Skice

Za predstavljanje mašina, uređaja i raznih drugih delova, osim šema koriste se i skice koje se crtaju tako da se prilagođavaju potrebama i nameni. Za crtanje skica nema "čvrstih" pravila crtanja. Može se koristiti aksonometrija, ortogonalna projekcija, šematski crtež i kombinacija navedeni metoda i načina.

Skice se crtaju priborom, a mogu i slobodnom rukom. Skice se koriste u istim prilikama i za iste potrebe kao i šematski crtež. Na sl. 16.10 prikazana je skica hvatajućeg A-ram priključka uređaja za priključivanje oruđa na traktor, na sl. 16.11 data je skica sistema za navodnjavanje, a na sl. 16.12 skica komore za sagorevanje goriva za direktno zagrevanje vazduha koji se koristi za sušenje nekih proizvoda.


Sl. 16.10: Skica hvatajućeg A-ram priključka u tri tačke



Sl. 16.11: Skica sistema za navodnjavanje



Sl. 16.12: Skica komore za sagorevanje goriva za direktno zagrevanje vazduha

17. SNIMANJE I CRTANJE OŠTEĆENOG PREDMETA

Kada se deo mašine nedozvoljeno ishaba, deformiše ili polomi zamenjuje se novim, ispravnim. Ukoliko se ne može kupiti kao rezervni deo, izrađuje se u radionici na osnovu crteža. Postupak izrade crteža oštećenog predmeta je daleko složeniji od crtanja predmeta, kao modela crtanja. Pravilan pristup izrade crteža oštećenog predmeta je određen fazama i redosledom.

Definisanje konstrukcionog oblika predmeta

Konstrukcioni oblik oštećenog predmeta utvrđuje se na osnovu:

- oštećenog predmeta,
- sklopa u koji ulazi oštećeni predmet,
- postojeće dokumentacije o mašini (uređaju, sklopu...) i
- konsultacije sa proizvođačem uređaja, sklopa itd.

Pri utvrđivanju konstrukcionog oblika oštećenog predmeta potrebno je stručno znanje, ne samo tehničkog crtanja veš i ostalih tehničkih disciplina. Za svaku mašinu, uređaj itd. proizvođač daje uputstvo za rukovanje i održavanje, koje može da sadrži potatke potrebne za utvrđivanje konstrukcionog oblika, dimenzija, materijala itd.

Definisanje dimenzija i tolerancija predmeta

Dimenzije se utvrđuju na isti način kao i konstrukcioni oblik. Znači, koriste se dimenzije oštećenog predmeta, dimenzije susednih i naležuših delova u sklopu, postojeća dokumentacija i konsultacije za proizvođačem. Dimenzije naležuših i ostalih površina uglavnom su iz reda standardnih brojeva. Posebno je važno utvrditi one dimenzije u sklopu sa tolerancijama naleganja. Ako je npr. u pitanju rukavac vratila koji ulazu u kotrljajni ležaj, a izmereni prečnik je 19,5 mm, tada se zna da je stvarni prečnik rukavca Ø20 mm (najbliži veći standarni prečnik kotrljajnog ležaja), da naleganje treba da bude Ø20H8/m7, odnosno da je dimenzija rukavca na tom mestu Ø20m7. Takođe su propisane i tolerancije oblika i položaja rukavca koji ulazi u kotrljanji ležaj.

Utvrđivanje materijala

Ako se ovaj podatak ne nalazi u postojećoj dokumentaciji, utvrđuje se nekom od metoda za određivanje vrste materijala. Ako se vrsta materijala određuje metodom koja zahteva razaranje materijala, onda se to radi na kraju. Ako ne postoji mogućnost da se precizno ustanovi ovaj podatak u sopstvenoj laboratoriji, tada to treba prepustiti ovlašćenoj.

Utvrđivanje kvaliteta površina

Kvalitet površina se utvrđuje posebnim uređajima i metodama. Najjednostavniji metod je koriššenje standardnih etalona za kvalitet površina. Upoređivanjem površina oštećenog modela sa etalonima, može se relativno pouzdano odrediti potreban kvalitet površina. Osim toga, postoje preporuke za kvalitet površina za odgovarajuše standardne sklopove i za odgovarajuće postupke obrade, što pomaže da se tačno odredi kvalitet površina oštećenog predmeta.

Skiciranje i priprema za izradu crteža

Kada se utvrdi konstrukcioni oblik, dimenzije, tolerancije i kvalitet površina oštećenog predmetu, može se početi priprema za izradu tehničkog radioničkog crteža. Crtež se takođe, izrađuje prema određenom redosledu:

- a) predmet se nakon analize postavi u oktant, odabere glavni pogled i odredi potreban broj ortogonalnih pogleda;
- b) nacrtaju se simetralne i osne linije u svim predviđenim pogledima i
- c) slobodnom rukom, olovkom se nacrtaju pogledi, kote i sve ostale oznake. Skica se crta bez razmere.

Izrada crteža

Prvo se usvoji format, razmera crtanja i predmet se nacrta olovkom. Tehnički crtež je pravni i tehnički dokument i treba ga prvenstveno tuširati. Pre tuširanja, crtež i sve podatke na njemu treba prokontrolisati. Kontrolu treba da uradi druga osoba, a ne onaj ko je crtež pripremao i crtao. Ako crtež ostaje nacrtan olovkom, što je moguće, obavezno se tušira: okvir, zaglavlje, tekst u zaglavlju, kotne strelice, kotni brojevi, osne linije i sve ono što se piše na kukicama i elementima tolerancije.

Kontrola

Završnu kontrolu, nakon završetka crtanja, bez obzira na koriššenu tehniku (pribor) obavlja stručno odgovorno lice, a ne onaj ko je crtež pripremao i crtao. Nakon potpisa ovlašćenog lica crtež je definitivno završen i može se koristiti za izradu oštećenog predmeta. Tako nacrtan crtež je original, koji se čuva u arhivi, a dalje se koristi njegova kopija.

Kao primer crtanja oštećenog predmeta daje se lančanik za pogon bregaste osovine motora. Deo zubaca je izlomljen, dok su ostali ishabani (sl. 17.1). Zupci su standardnog konstrukcionog oblika i dimenzija, što se određuje izgledom i oznakom lanca, koji je takođe



standardom definisan. Dimenzije i oblik venca lančanika određuju se prema jednačinama koje se uče u okviru predmeta "Mašinski elementi". Radionički crtež prikazanog lančanika dat je na crtežu 17.01.

Sl. 17.1: Oštećeni lančanik kao predmet crtanja

17. SNIMANJE I CRTANJE OŠTEĆENOG PREDMETA



18. PRIMENA RAČUNARA ZA TEHNIČKO CRTANJE

Za izradu tehničkih crteža potrebno je mnogo truda i vremena. Oduvek se težilo da se postupak izrade crteža uprosti i skrati, jer predstavlja znatnu stavku u ukupnim troškovima izrade predmeta i mašina, čak i uz korišćenje različitih pomagala (table, šablona, razmernika itd.) Pojava računara i mogućnost za njegovo masovno korišćenje unela je pravu revoluciju i u tehničko crtanje. Danas je računar, uz ostalo, i mašina za crtanje i mesto za arhiviranje crteža.

Da bi se crtež nacrtao na računaru treba koristiti odgovarajući softver. U momentu pisanja ove knjige najviše se koristi softver AutoCAD u vrlo različitim verzijama zavisno od vrste crteža i njegove namene. Treba, međutim, znati da računar ako se koristi samo za crtanje, nema prevelikog smisla. Računar treba da se koristi pri izradi predmeta, od ideje, pripreme, izrade konstrukcione i tehnološke dokumentacije, izrade gotovog predmeta, kontrole, transporta, skladištenja, pa do marketinškog predstavljanja. On je nezamenljiv za projektovanje, proračune, izbor optimalnog rešenja i simulaciju rada.

Kada je ovako složen proces stvaranja delova mašina kompletno računarski podržan, crteži u fizičkom smislu mogu i da ne postoje, pošto se informacije posredstvom računara prenose od jednog do drugog radnog mesta, od računara do numerički upravljanih mašina za izradu delova, zatim do uređaja za kontrolu, pa sve do izlaska gotovog proizvoda iz fabrike. Crteži se čuvaju u računaru ili odgovarajućim jedinicama računara.

Naravno, samo je teorijski moguće bez crteža u fizičkom smislu. S obzirom na to da je ovo nova tehnologija i stalno se razvija, treba originalne crteže odložiti na određen, klasičan način, a koristiti se njegovim kopijama ili mogućnostima računarske tehnologije.

Postupak crtanja pomoću računara definisan je softverom. Koriste se tačno određene komande kojima se biraju elementi crteža iz ponuđenog menija. Prednost crtanja na računaru je u tome što delove jednom nacrtanog crteža možemo koristiti za naredne crteže, što ubrzava crtanje.

Najpopularniji softver je AutoCAD, zbog mogućnosti korišćenja u svim strukama i zbog brojnih specijalizovanih alata i dodatnih modula koji se koriste u proračunima i pri crtanju. Najznačajniji moduli koji rade u AutoCAD okruženju su za: projektovanje i konstruisanje u mašinstvu, konstruisanje mašinskih profila, crtanje prostornih i izometrijskih projekcija (trodimenzionalnih - 3D) na osnovu ortogonalnih (dvodimenzionalnih - 2D), parametarski dizajn standardnih mašinskih elemenata, kreiranje baza podataka za standardne mašinske elemente, kinematičku analizu mašinskih elemenata i mehanizama, konstruisanje alata za livenje itd.

Engleski naziv za "Projektovanje pomoću kompjutera" ili "Projektovanje podržano kompjuterom" je Computer Aided Design, od čega je izvedena skraćenica CAD.

AutoCAD predstavlja klasičan CAD sistem za dvodimenzionalno (2D) crtanje kao i za prostorno modeliranje predmeta (3D). Takođe, omogućava i izradu radioničkog crteža predmeta na osnovu prostornog modela. Sistem je otvorene arhitekture pri čemu se mogu instalirati različite dodatne aplikacije.

18.1. RADNO OKRUŽENJE AUTOCAD-A

Radni prostor AutoCAD-a, sastoji se od:

- padajućih menija,
- paleta sa alatkama,
- pokretnih paleta sa alatkama,
- prostora za crtanje,
- prostora za unos komandi i komandne linije i
- statusne linije (sl. 18.1).

Na vrhu ekrana se nalaze padajući meniji, na dnu zahtev za unos komandi, komandna

linija i statusna linija. Neposredno ispod padajućih menija, sa leve i desne strane prostora za crtanje su palete sa alatkama. Paleta sa alatkama ima mnogo i ne moraju sve istvovremeno biti aktivne i prikazane na ekranu. Palete sa alatkama AutoCAD-a mogu se lako pomerati, premeštati, aktivirati ili isključivati.



Sl. 18.1: Radno okruženje AutoCAD-a

Padajući meni

Linija padajućih menija (File, Edit, View, Insert, Format, Tools, Window i Help) sadrži padajuće menije iz kojih se mogu birati komande onako kako je to uobičajeno u Windows okruženju. Padajući meni, omogućava brži pristup kontrolama i parametrima AutoCAD-a i u njima se mogu pronaći komande, opcije i funkcije programa. Pomoću opcija iz padajućih menija mogu da se ostvare tri radnje:

- da se prikaži sve opcije iz menija,
- da se prikaže okvir za dijalog u kome mogu da se menjaju parametri i
- da se izda komanda koja zahteva unos preko tastature ili unos crtanjem, pri biranju komandi ili opcija.

AutoCAD obezbeđuje i dodatnu pomoć u obliku kratkih opisa svake opcije iz menija, koji se pojavljuju na statusnoj liniji.

Palete sa alatkama

Palete sa alatkama nalaze se u svakom padajućem meniju i podmeniju. Na sl. 18.2. prikazane su alatke iz padajućeg menija Draw (crtanje) i pod menija Arc (radijus). U ovom padajućem meniju nalaze se alatke za crtanje linija (Line), konstrukcionih linija (Construction line), udvojenih linija (Multiline), polilinija (Polyline), poligona (Polygon), četvorougaonih površina (Rectangle), spiralnih linija (Helix), kružnih linija (Circle) itd. U paleti Dimension nalaze se različite alatke za crtanje kota (kotiranje, dimenzionisanje), a u paleti Modify (modifikovanje) alatke za korekcije nacrtanog (brisanje, kopiranje, pomeranje itd.).





Pokretne palete sa alatkama

Pokretne palete sadrže alatke pomoću kojih se crtaju novi objekti i modifikuju postojeći. Alatke su u paletama grupisane prema vrsti. Pokretne palete sa alatkama (sl. 18.3) otvaraju se pritiskom na desni taster miša na sivoj zoni bilo koje pokretne palete. Označavanjem palete, npr. Object Snap (hvatanje nacrtanog) aktivira se ova paleta sa alatkama u prostoru za crtanje koju po želji smestimo pored prostora za crtanje.



SI. 18.3: Pokretne palete u okviru kojih se nalazi veliki broj alatki

Prostor za crtanje

Prostor za crtanje (radna površina) zauzima najveći deo ekrana i sve što se nacrta nalazi se na njemu. U prostoru za crtanje nalazi se končanica (pointer, kursor) koju pomeramo mišem (sl. 18.1), odnosno ona prati naše pokrete mišem. Končanica je različitih oblika zavisno od toga koja je alatka, opcija ili komanda aktivna.

U donjem delu prostora za crtanje nalazi se koordinatni sistem za 2D ili 3D crteže. Koordinatni sistem nam pomaže da se orijentišemo na crtežu i u prostoru.

Na donjem delu ekrana nalaze se opcije Model, Layout 1, Layout 2... Kada aktiviramo Model na ekranu se vidi crtež, a kada se uključi Layout vidimo kako će taj crtež izgledati kada se odštampa (papirni prostor) kako ga pre toga definišemo.

Prostor za unos komandi i komandna linija

Na dnu ekrana, neposredno iznad statusne linije, nalazi se mali horizontalni prostor koji pripada zahtevu za unos podataka i komandi (sl. 18.4). Tu se mogu videti AutoCAD-ovi odgovori na korisnikove unose. Kada se počne sa radom u ovom prozoru će biti prikazana samo reč "Command:". AutoCAD vas na taj način obaveštava da od vas očekuje nalog.

Vrlo je važno da se u toku rada stalno prate poruke koje se prikazuju na komandnoj liniji, jer na taj način program komunicira sa nama, pomaže nam i upućuje nas da nacrtamo to što želimo.

Instrukcije na komandnoj liniji koje stoje u zagradi [] su moguće varijante našeg naloga. Na primer, za alatku Restangle pri crtanju pravougaonika na komandnoj liniji pojavi se Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: možemo odabrati potrebnu površinu (Area), dimenzije (Dimensions) ili rotaciju (Rotation). Kucanjem reči Area ili prečicom koja predstavlja prvo slovo reči "A" (kucanjem bilo velikog "A" ili malog "a" slova) odlučujemo se za definisanje površine. Instrukcije na komandnoj liniji koje stoje u uglastoj zagradi < > nam govore da treba uneti brojčanu vrednost, npr. Specify length for rectangles <10>. U ovom primeru <10> znači da je prethodna vrednost npr. 20, napisali bi ovaj broj i potvrdili bi ovu vrednost. U slučaju da nam je potrebna vrednost npr. 20, napisali bi ovaj broj i potvrdili Enterom. Enterom potvrđujemo unos najvećeg broja podataka ili završetak selektovanja.

Pored toga što nam se prenose poruke i sugestije, u prostoru za unos komandi beleže se svi koraci koje pri crtanju preduzimamo i koje možemo da pregledamo.

×		
	Command: *Cancel*	
	Command: *Cancel*	
Ŀ	Command: *Cancel*	-
0	Command:	
E		/

Sl. 18.4: Prostor za unos komandi i komandna linija

Statusna linija

Statusna linija se nalazi ispod prostora za unos podataka. Na statusnoj liniji nalaze se koordinate položaja kursora i opcije koje pri crtanju koristimo (sl. 18.5).

59.5000, 20.5000, 0.0000	SNAP	GRID	ORTHO	POLAR	OSNAP	OTRACK	DUCS	DYN	LWT	MODEL	
--------------------------	------	------	-------	-------	-------	--------	------	-----	-----	-------	--

SI. 18.5: Statusna linija

Statusna linija sadrži sledeće opcije:

- Tri decimalna broja predstavljaju koordinate kursora u trenutnom koordinatnom sistemu;
- SNAP taster kojim se reguliše korak pomaka kursora na ekranu. Opciju SNAP, kao i sve ostale opcije sa statusne linije, aktiviramo pritiskom na njih levim tasterom miša ili odgovarajućom prečicom. Prečice služe da se brže aktiviraju opcije, komande, naredbe i sl. Prečica za opciju SNAP je F9 sa tastature;
- GRID taster kojim se pali/gasi mrežica na ekranu (prečica F7);
- ORTHO taster čijim aktiviranjem je omogućeno samo horizontalno/vertikalno crtanje (prečica F8);
- POLAR taster čijim aktiviranjem se omogućava crtanje sa polarnim parametrima (prečica F10);
- OSNAP taster koji omogućava odabir neke od karakterističnih tačaka na crtežu/modelu (prečica F3);
- DYN taster omogućava dinamičko praćenje parametara elemenata crtanja tokom crtanja (prečica F12;

- OTRACK taster omogućava odabir tačke koja se nalazi na produžnom pravcu odabranog objekta;
- DUCS taster koristi se pri 3D modelovanju i omogućava dinamičko prilagođavanje položaja koordinatnog sistema;
- LWT taster omogućava vizuelni prikaz različitih debljina linija;
- MODEL taster označava da se nalazimo u prostoru za crtanje. Ako se isključi, dobija se opcija PAPER koja kaže da smo u papirnom prostoru koji je za štampanje nacrtanog.

Karakteristične "vezivne" (snap) tačke

Svaka tačka u AutoCAD-u mora imati tačno određeno mesto u prostoru za crtanje, što znači:

- da je definisana preko svojih koordinata, npr. 10,20,30 (10 u pravcu X koordinate, 20 u pravcu Y i 30 u pravcu Z koordinate, od koordinatnog početka) ili

- da je definisana kao karakteristična tačka nekog već nacrtanog objekta (krajnja, središnja, presečna itd. tačka).

Mogućnost vezivanja za neku od karakterističnih tačaka u AutoCAD-u naziva se objektno orijentisanim snap-om (Object Snap), pa se zato i komanda, koja objedinjuje te funkcije, naziva OSNAP koja se nalazi na statusnoj liniji. Kada je uključena opcija OSNAP, tada ono što crtamo možemo vezivati za već nacrtano, za njegove tačke na različite načine prema sl. 18.6.

Oblik vezivnih markera Object Snap-a su različiti za različite mogućnosti: kvadratić, trouglić, krstić, kružić, paralelne linijice itd. Načini vezivanja za tačke elementa koji je već nacrtan su:

Object Snap		
${ \rightarrowtail } { \sub{\baselineskip \sim}} { \ragenta {\baselineskip \sim}}$		
	1	

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

1. Temporary trak point 📩

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe bilo koja tačka na pravcu nacrtanog objekta.

2. Snap from 🛛 🚦

Omogućava da se prilikom crtanja odloži tačka koja se hvata pri crtanju.

3. Snap to Endpoint

Omogućava da se prilikom crtanja pronađu krajnje tačke linije ili luka, ili zatvorenog objekta koji su formirani kao Solid objekti.

4. Snap to Midpoint

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe srednja tačka linija ili lukova ili srednja tačka ivica Solid objekata.

5. Snap to Intersection $\,\,$ $\,$ $\,$ $\,$ $\,$

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe presečna tačka dva ili više elemenata (linija, lukova ili kružnica).

6. Snap to Apparent Intersection

Ova opcija je identična opciji Intersection, samo što se pronalazi zamišljena tačka preseka linija, lukova, kružnica itd.

7. Snap to Extenzion ----

Sl. 18.6: Mogućnosti vezivanja za karakteristične (Snap) tačke

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe tačka koja će biti na pravcu produžene linije ili dela kružnice (luka).

8. Snap to Center 🧿

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe središna tačka luka ili kružnice.

9. Snap to Quadrant

Omogućava da se prilikom crtanja pronađu četiri karakteristične tačke na kružnici ili luku.

10. Snap to Tangent 🛛 🎱

Omgućava da se prilikom crtanja pronađe tačka na pravcu koji tangira luk ili kružnicu.

11. Snap to Perpendicular 🛛 🚣

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe tačka na pravcu upravnom na elemente. Ti elementi mogu biti linije, lukovi i kružnice.

12. Snap to Parallel

Omogućava odabir da se nacrta prava paralelna sa nekom već nacrtanom pravom.

13. Snap to Insert

Omogućava odabir tačke unutar teksta ili bloka.

~

0

ж

14. Snap to Node

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe tačka kao element ili tačka koja definiše kotu.

15. Snap Nearest

Omogućava da se prilikom crtanja pronađe bilo koja tačka na nacrtanom elementu. Elementi mogu biti linije, lukovi, kružnice i tačke.

16. Snap to None 🌿

Omogućava da se prilikom crtanja ne pronađe ni jedna vezivna tačka (isključena opcija Osnap).

17. Osnap Settings

Ova opcija predstavlja prečicu za otvaranje dijaloga Draftin Settings. Unutar ovog dijaloga može se izvršiti podešavanje opcija povezivanja automatskim uključivanjem opcije Osnap (prečica F3) (sl. 18.7).



Oblik vezivnih markera Object Snap-a su različiti za različite mogućnosti: kvadratić, trouglić, krstić, kružić, paralelne linijice itd.

SI. 18.7: Dijalog za aktiviranje karakterističnih vezivnih tačaka (Object Snap)

Početak izrade crteža

Prostor za crtanje može biti neograničen i ograničen. Prostor za crtanje je dovoljno veliki da možemo na njemu nacrtati sve što poželimo. Nema potrebe ograničavati prostor za crtanje, pošto neograničen prostor ima svoje praktične prednosti.

S druge strane, dobro je kao orijentaciju imati pred sobom veličinu papira na kojem ćemo odštampati crtež, kako bi prilagodili veličinu slova, kotnih strelica i sl. o čemu će biti reči kasnije.

Pri crtanju možemo uključiti mrežicu (Grid) u vidu tačkica ili linija na različitim rastojanjima što sami podešavamo. Grid se uključuje pritiskom levog tastera miša na opciju Grid sa statusne linije (sl. 18.8).



SI. 18.8: Uključena opcija Grid i Snap to Grid

Rastojanja između tačkica se mogu podešavati u dijalogu (sl. 18.9) koji se dobija pritiskom desnog tastera miša na GRID i Settings. Ako uključimo opciju Snap on (F9), tada

Drafting Settings Snap and Grid Polar Tracking Object Snap	2 X
✓ Snap On (F9) Snap spacing Snap X spacing: 0 5000 Snap Y spacing: Ø 5000	Grid On (F7) Grid spacing Grid X spacing: 0.5000 Grid Y spacing: 0.5000 Main line event: 5
Polar spacing Polar distance: 0.0000 Snap type	Gid behavior Gid behavior Ø Adaptive gid Allow subdivision below gid spacing
 Grid snap Rectangular snap Isometric snap PolarSnap 	Display grid beyond Limits Follow Dynamic UCS
Options	OK Cancel Help

ćemo pri crtanju hvatati tačkice Grida. Od ovog se može odstupiti ukoliko u delu dijaloga, sl. 18.9 u odeljku "Snap spasing" unesene vrednosti su drugačije od vrednosti unetih u odeljku "Grid spasing".

SI. 18.9: Dijalog za definisanje rastojanja između tačkica Grid-a

Pri crtanju treba uvek koristiti razmeru 1:1. AutoCAD ima svoje merne jedinice Units koje treba koristiti tokom crtanja, a na kraju definisati da je 1 Units=1 mm ili 1 Units=1 m ili nešto drugo po potrebi, što se nalazi u padajućem meniju Format/Units (sl. 18.10).

Na primer, ako su dimenzije predmeta crtanja u opsegu od 0,1 do 1 km, tada će nam dimenzije crtanja biti od 100 do 1000 Unitsa, a definisaćemo da je 1 Units=1 m.

Crtež u AutoCAD-u ima dva oblika: crtež na ekranu (Model) i crtež pripremljen za štampanje (na papiru – Paper) koji se vidi u Layout1, Layout2... Dodavanje novih Layout-a je u meniju Insert/ Layout/New Layout.

🗛 Drawing Units	<u>? ×</u>
Length Type: Decimal Precision: 0.0000	Angle Type: Decimal Degrees Precision: Cockwise
Insettion scale Units to scale insetted content Inches Feet Miles Centimeters Centimeters Kicroinches	: Direction Help
Mils Yards Angstroms Decimeters Decameters Hectometers Gigameters Astronomical Light Years Parsecs	

SI. 18.10: Definisanje jedinica (dimenzija) nacrtanog predmeta

18.2. OSNOVNI ELEMENTI DVODIMENZIONALNOG (2D) CRTANJA

Crtanje u AutoCAD-u podrazumeva da mi znamo pravila tehničkog crtanja kao i principe nacrtne geometrije kao osnove za sve vrste crteža. Auto CAD nas ne uči pravilima, već tehniku crtanja.

Stoga ovde neće biti govora o pravilima crtanja, već o primeni AutoCAD-a, kao moćnog pribora za crtanje i projektovanje za potrebe svih struka: mašinstva, poljoprivrednog mašinstva, građevinarstva, arhitekture, saobraćaja, pejzažne arhitekture itd.

Da bi nacrtali bilo koji crtež u ortogonalnim projekcijama (2D crtež) koristimo osnovne elemente za crtanje: Line (linije, duži), Construction Line (konstrukcione pomoćne linije), Polyline (kombinovane linije - prave i radijusi), Polygon (pravilne mnogouglove), Rectangle (pravougaonike i kvadrate), Arc (radijuse), Circle (kružnice), Revision Cloud (revizioni oblačići), Spline (krive), Elipse (elipse), Elipse Arc (delovi elipse), Hatch (šrafiranje), Gradient (bojenje), Region (grupisanje), Table (tabele) i Text (tekst).

Da bi nacrtali bilo koji od navedenih osnovnih elemenata aktiviramo odgovarajući alat. Aktiviranje bilo kojeg alata može biti na četiri načina, npr. za crtanje linije:

a) iz padajućeg menija Draw npr. linija (Line),

b) sa pokretne palete (sl. 18.1. sa leve strane) nacrtanu oznaku za Line,

c) kucanjem naziva LINE na komandnoj liniji koju potvrđujemo sa komandom Enter ili

d) kucanjem prečice "L" za liniju koju potvrđujemo sa komandom Enter.

Pri bilo kojem načinu aktiviranja alata na komandnoj liniji se pojavljuje naziv tog alata (sl. 18.11) i instrukcije ili zahtev za sledeći korak za crtanje (_line Specify first point). Na komandnoj liniji se obaveštavamo da smo aktivirali alat za crtanje linije i zahtev da označimo prvu tačku od koje ćemo nacrtati liniju.

Za izlazak iz bilo koje komande koristi se tipka Esc.

Kada se aktivira bilo koji alat za crtanje promeni se oblik kursora (nema pravougaonika u sredini). Ovakav oblik kursora (krstić) ukazuje korisniku na to da softver očekuje definisanje tačke.

1	A Y	
	K K N Model (Layout1 (Layout2 /	
1	Command:	
	Command:	-
	Command: _line Specify first point:	•
Г		

SI. 18.11: Komandna linija nakon aktiviranja alata Line

CRTANJE LINIJA (Line)

Line komanda omogućava korisniku da nacrta prave linije (duži). Liniju možemo nacrtati na dva načina:

a) definisanjem koordinata X,Y prve i poslednje tačke (dekartove koordinate) i

b) definisanjem prve tačke, dužine i ugla pod kojim je duž u odnosu na osu X (polarne koordinate).

Crtanje linije (duži) pomoću koordinata

Predmet sa sl. 18.12. možemo nacrtati pomoću apsolutnih ili relativnih dekartovih koordinata.

Apsolutne koordinate se odnose na koordinatni početak X, Y koji je na ekranu, a redosled unosa je sledeći:

- 1. Aktiviramo alat Line na jedan od navedenih načina. Na komandnoj liniji stoji: (Command: _line Specify first point:);
- 2. Ukucamo koordinate prve tačke 0,0 i Enter. Prva početna tačka je označena i nalazi se u koordinatnom početku;

- Na komandnoj liniji se traži sledeća tačka (Specify next point or [Undo]: otkucamo 60,0 i Enter;
- 4. Na komandnoj liniji se traži sledeća tačka (Specify next point or [Undo]: otkucamo 60,30 i Enter i dalje sledećim redom:
- 5. Specify next point or [Undo]: 40,30 Enter;
- 6. Specify next point or [Undo]: 40,20 Enter;
- 7. Specify next point or [Undo]: 20,20 Enter;
- 8. Specify next point or [Undo]: 20,30 Enter
- 9. Specify next point or [Undo]: 0,30 Enter;
- 10. Specify next point or [Undo]: 0,0 Enter (sl. 18.13).





Sl. 18.12: Zadati predmet crtanja

SI. 18.13: Crtanje pomoću apsolutnih koordinata

Relativne koordinate se odnose na tačku na kojoj se nalazi kursor i ova tačka predstavlja relativni koordinatni početak sa koordinatama 0,0. Pomeranjem kursora u drugu tačku dobijamo novi koordinatni početak koji se na taj način stalno menja.

Postupak crtanja predmeta sa sl. 18.12. pomoću relativnih koordinata je sledeći:

- 1. Aktiviramo alat Line na jedan od navedenih načina. Kursorom izaberemo bile gde na prostoru za crtanje prvu (početnu) tačku i pritiskom na levi taster miša je potvrdimo.
- 2. Na komandnoj liniji se traži unos parametara za sledeću tačku (Specify next point or [Undo]: otkucamo @60,0 i Enter (sl. 18.14). Znak @ se koristi da bi AutoCAD prihvatio za koordinatni početak označenu tačku. Ova tačka predstavlja relativni koordinatni početak. Veličina 60 predstavlja koordinatu po osi X, a 0 koordinatu po osi Y. Između ovih koordinata je zarez (,). Na isti način dobijaju se i ostale linije predmeta.
 - 3. @0,30 Enter4. @-20,0 Enter5. @0,-10 Enter6. @-20,0 Enter7. @0,10 Enter8. @-20,0 Enter i9. @0,-30 Enter.
- 10. Simetralnu liniju crtamo na sledeći način: aktiviramo alat Line; s palete Object Snap pritiskom na levi taster miša aktiviramo središnju liniju (Snap to Midpoint) kako bi dobili oznaku sa sredinu linije (trouglić); u komandnoj liniji otkucamo @0,30 i Enter.



Sl. 18.14: Crtanje pomoću relativnih koordinata

Simetralna linija treba da je malo duža od kuntura predmeta. To se uradi na sledeći način: selektujemo nacrtanu simetralnu liniju (dotaknemo je kursorom i pritisnemo levi taster miša); na selektovanoj liniji se pojave tri plave tačke (markera) na krajevima i u sredini (sl. 18.15,a); pritisnemo levi taster miša na krajnju tačku selektovane linije tako da se dobije crveni marker; ne puštajući miša povlačimo na gore do željene dužine, a pre toga uključimo na statusnoj liniji opciju ORTHO kako bi dobili vertikalnu liniju (sl. 18.15,b); postupak produženja ponovimo i na donjem kraju simetralne linije.

Na ovaj način se može produžiti bilo koja linija ili nacrtani deo crteža.



SI. 18.15: Produženje selektovane linije

Zadati predmet sa sl. 18.12. možemo nacrtati još brže koristeći uključenu opciju ORTHO sa statusne linije. Uključena opcija ORTHO dozvoljava crtanje samo horizontalnih i vertikalnih linija (u pravcu osa X i Y). Alatom Line povučemo horizontalnu liniju proizvoline dužine, a na komandnoj liniji na pitanje (Specify next point or) otkucamo dužinu 60 i Enter. Nakon toga usmerimo liniju u pravcu ose Y i ukucamo dužinu 30, zatim Enter i tako redom, vodeći računa o označenom pravcu i smeru.

b) Crtanje linije (duži) pomoću dužine i ugla (polarne koordinate)

Predmet sa sl. 18.12. možemo nacrtati zadavanjem prve tačke, dužine i ugla pod kojim je duž u odnosu na osu X (pomoću polarnih koordinata). Nakon označene prve početne tačke bilo gde na prostoru za crtanje otkucamo:

1. @60<0 Enter i dobićemo prvu liniju dužine 60 pod uglom od 0°. Ostale linije dobijamo na sledeći način:

2. @30<90 Enter; 3. @20<180 Enter; 4. @10<270 Enter; 5. @20<180 Enter; 7. @20<180 Enter i 8. @30<270 Enter. 6. @10<90 Enter:

Ugao se računa od ose X u obrnutom smeru kretanja kazaljke na satu (matematički pozitivni smer koji se dobija pri instalaciji AutoCAD-a). Korisnik po želji može ovo definisati i drugačije.

18.2.1. Definisanje debljina i vrsta linija i slojeva (Layer)

Za definisanie vrste i debliina linija naibolie je koristi alat Laver koji se nalazi u meniju Format. Aktiviranjem komande Layer otvaramo dijalog "Layer Properties Manager" gde imamo samo nulti (0) Leyer (sl. 18.16). Pritiskom na prvu gornju ikonicu (New Layer (Alt+N)) dobijamo onoliko novih Layer-a koliko nam treba. Nazovemo ih onako kako ćemo ih koristiti. Svakom novom Layer-u dodelimo boju, vrstu linije i debljinu (sl. 18.17). Debljine linija se mogu odrediti i kasnije pri štampanju, a ne pri definisanju Lejera, o čemu će biti reči kasnije.

Vrstu linije biramo pritiskom na levi taster miša na kolonu Linetype ode dobijamo dijalog (Select Linetype) i opcijom Load odaberemo odgovarajući oblik linije koji dodelimo našem Layer-u.

Layer Properties Manager									<u>? ×</u>
<u>3</u> 5 <u>5</u>	≪ X √	Current layer: 0							
E All Lised Lavers	Stat Name	∆ Or	Freeze	Lock 0	Color	Linetype	Lineweight	Plot Style	Plot Des
All Osed Layers	₫ 0	V		1] wh	Continuo	Deta	Color_/	20
Search for layer	•								Þ
All: 1 layers displayed of 1 total layers	<u> </u>								
Invert filter Indicate layers in	n use								
Apply to layers toolbar				01	<	Cancel	Appl	y	Help

SI. 18.16: Dijalog za definisanje novih Layera-a

Kada smo definisali Laver-e tada selektujemo linije nacrtanog predmeta, otvaramo Layer iz menija Format ili sa pokretne palete i odaberemo unapred već definisan Layer.

Selektujemo, npr. osnu liniju, otvorimo Layer-e sa pokretne palete, levim tasterom miša kliknemo na Lejer "Osna", nakon čega ona postaje linija crta-tačka-crta i Esc kako bi izašli iz komande (sl. 18.18).

🔛 Layer Properties Manager 🙎 🤶 🦹	
∑ ∑ ✓ Current layer: 0	
Stat Name On Freeze Lock/ Color Linetype Linetype Linetype All Used Layers Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Konturne debele Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Konturne isprekidane Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Osne Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Search for layer Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A Image: Color_A	SI. 18.17: Definisanje novih Layera-a
Alt 4 layers displayed of 4 total layers	
Apply to layers toolbar OK Cancel Apply Help	
Image: Contract of the contra	
-20,0 0,10 -20,0 0,30 -20,0 0,-10 0,30	

SI.18.18. Dodeljivanje Layer-a nacrtanom predmetu

U dijalogu Layer imamo mogućnost da već definisane Lajer-e isključimo (Off), zamrznemo (Freeze) i da zaključamo (Lock). Ove opcije imaju primenu i pogodnost korišćenja pri crtanju projektne dokumentacije za različite struke, kada projektnu dokumentaciju crta više učesnika ili je predmet crtanja složen. U okviru Layer-a postoji mogućnost da se neki ne štampaju iako su nacrtani i vide se na crtežu (pritiskom na opciju Plot).

Na sl. 18.19,a prikazan je detalj koji je pripremljen za štampanje u crnoj boji koja se uglavnom koristi za tehničku dokumentaciju. Iako su linije u boji, pri štampanju se definišu da su sve crne, o čemu će biti reči kasnije. Za marketinške i slične crteže pogodni su crteži u boji (sl. 18.19,b). Na istom crtežu isključivanjem Layer-a možemo dobiti crtež bez kota (sl. 18.19,c).



Pre crtanja možemo unapred odabrati takozvani tekući Leyer (sl. 18.20). Tekući Leyer je prikazan na pokretnoj paleti Layers i možemo ga menjati, odnosno aktivirati neki drugi. U prvom primeru novonacrtana linija će biti konturna debela, a u drugom primeru će biti osna linija.

Layers	Layers	×
📚 🔽 👰 🖓 🗖 Konturne debele 💽 📚	😫 🛇 🥥 🐏 🕲 🗖 Osne	💌 🛸 🍕

SI. 18.20: Tekući Layer

18.2.2. Kreiranje isprekidanih linija (Scale factor)

Za nevidljive ivice predmeta, za osne i simetralne linije i sl. koriste se različite isprekidane standardne linije koje se nalaze u bazi AutoCAD-a. Međutim, ove linije često nisu pogodne po dužini i rastojanjima između njih. Za prilagođavanje isprekidanih linija koristimo opciju "Global scale factor".

Opcija Global scale factor nalazi se u meniju Format/Linetype/Linetype Manager/Show details umesto Hide details (sl. 18.21).

Osnovna varijanta ima faktor skaliranja (Global scale factor) 1 (sl. 18.22,a). Kada je vrednost faktora skaliranja veća od 1 (1.0001 i više) daje duže linije ((sl. 18.22,b), a faktor skaliranja manji od 1 (0.9999 i manje) daje kraće linije (sl. 18.22,c).

A Linetype Manager	<u>? X</u>	
Linetype filters	Load Delete	
	Current Hide details	
Current Linetype: ByLayer		
Linetype Appearance Description		
ByLeyer	555557	SI. 18.21 Dijalog za izbor faktora skalir isprekidanih linija
Details	F 0000	
Name: Globa	al scale factor:	
Description: Curren	nt object scale: 1.0000	
Use paper space units for scaling ISO p	en width: 1.0 mm 💌	
OK	Cancel Help	
· ·	;	;;
a)		b) c)
	01 10 00.04	alirania ianrakidanih linija
	31. 10.22. SK	

18.2.3. Selektovanje nacrtanih elemenata (objekata)

Selektovanje objekta podrazumeva markiranje pojedinih nacrtanih elemenata (objekata) ili više njih odjednom, kako bi se na njima primenila željena operacija (properties, move, erese, copy...). Pojedinačni objekti se markiraju pritiskom levog tastera miša.

Selektovanje više objekata može biti na dva načina s leve na desnu stranu ili obratno. Pritiskom na levi taster miša uz istovremeno prevlačenje kursora s leve na desnu stranu modelnog prostora pojavljuje se plavi prozor, oivičen punom linijom. Izvođenjem ove operacije selektovaće se samo oni objekti koji su bili u potpunosti obuhvaćeni (sl. 18.23).





Pritiskom na levi taster miša uz istovremeno prevlačenje kursora s desne na levu stranu modelnog prostora pojavljuje se zeleni prozor, oivičen isprekidanom linijom (sl. 18.24). Izvođenjem ove operacije selektovaće se svi objekti koji su dotaknuti datim prozorom.

	🐼 AutoCAD 2007 - [Drawing1.dwg]	
A AutoCLD 2007 - [Drawingt.dwg]	🛅 Ble Edit Vew Josef Format Icols Draw Dinagolon Modify Window Help	_ 8 ×
	□ 2 日 8 日 8 夕 ●	S
	AdvaGAD Damic 🛛 🗑 🕷 👒 🖓 🚇 🖓 🗰 0 🔤 🖓 😹 🗰 DyLayer 🕑	— ByLayer 💌 —— B
AddDa Llanc V 🐼 🕷 V V V V D V D V V V V V V V V V V V V		
		n n h A A
		1
		80
a		44
0		CC 00
		++
1 The second sec	0	Ó
	Q	50
	~	EV.
•	•	+-
	2	-/
	8	
•		**
	12 I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	8
	H	r
		3
	A d	
H 4 F H Model (Lagout) (Lagout)	H 4 + H Model (Layout (Layout /	- C
Command: Specify opposite corner: 'Cancel'	Command: Specify opposite corner:	
Command: Sterify opposite corner:	Command:	< . ×
107 5000, 15 2980, 0.0000 SNAP GRID DETHIG POLVE DISNAP OTRACK DUCS DVN LWT HODEL ST	136 6030, 23.3538, 0.0000 SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK DUCS DYN LWT MODEL	8 d - 💷
Start Dises white www. A norm bross All and a transformer for Ref Contractors (Sec. 2014)	A start Deven web teller	8 80 8 0 M

Sl. 18.24: Selektovanje objekta zdesna nalevo

18.2.4. Opcija Properties

Detaljne podatke o nacrtanoj liniji ili bilo kojem drugom delu crteža, možemo dobiti aktiviranjem opcije Properties. Aktiviranje ove opcije postiže se na selektovanoj liniji pritiskom na desni taster miša (sl. 18.25). U Properties-u dobijamo detaljne parametarske podatke za selektovanu liniju: boju i naziv Layera-a, oblik i debljinu linije, koordinate početne i krajnje tačke, razliku koordinata početne i krajnje tačke, dužinu linije (Lenght) i ugao pod kojim je linija (Angle).

Za neki drugi nacrtani deo (kružnicu, pravougaonik, radijus itd.) dobili bi neke druge odgovarajuće parametarske podatke u opciji Properties.



18.2.5. Crtanje konstrukcionih beskonačnih linija (Xline – Construction line)

100

Alatom Xline omogućeno je crtanje beskonačnih linija koje koristimo kao pomoćne konstrukcione linije (spone) pri povezivanju ortogonalnih pogleda. Prečica za ovaj alat je XL+Enter.

Nakon aktiviranja alata Xline na komandnoj liniji imamo sledeće mogućnosti: __xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:. Ponuđene opcije su:

Hor – crtanje horizontalnih beskonačnih linija koje prolaze kroz označenu tačku. AutoCAD će tada nacrtati liniju koja je paralelna X osi.

Ver – crtanje vertikalnih beskonačnih linija koje prolaze kroz označenu tačku. AutoCAD će tada nacrtati liniju koja je paralelna Y osi.

Ang – crtanje beskonačnih linija pod zadatim uglom.

Bisect – crtanje beskonačnih linija koje prolaze kroz izabrano teme ugla i deli dati ugao na dva dela.

Offset – crtanje beskonačnih linija koje su paralelne drugom objektu.

Ove beskonačne linije su pomoćne linije koje posle brišemo ili njihovim isecanjem postaju obične linije (Line).

18.2.6. Crtanje kombinovanih (izlomljenih) linija (Polyline)

Alat za crtanje polilinija (Polyline) koristi ce za crtanje kombinovanih i izlomljenih linija, kada treba da ostanu jedna celina, a ne svaka posebno. Ima primenu pri crtanju prostornih 3D crteža. Polilinija je međusobna kombinacija pravih linija i delova kružnica (sl. 18.26). Prečica za ovaj alat je PL+Enter.

Startovanjem komande Polyline na komandnoj liniji se pojavi instrukcija za označavanje početne tačke (Specify start point). Da bi nacrtali predmet sa sl. 18.26. (početne dužine 40, radijusa 20 i krajnje dužine 40) nakon označavanja početne tačke imamo sledeće mogućnosti za drugu tačku:

1. (Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: L Enter;

- 2. Specify length of line: @40,0 Enter;
- 3. Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: A Enter;
- 4. Specify endpoint of arc or
- [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Secondpt/Undo/Width]: CE Enter;
- 5. Specify center point of arc: @20,0 Enter;
- 6. Specify endpoint of arc or [Angle/Length]: L Enter
- 7. Specify length of line: @40,0 Enter.



SI. 18.26. Polilinije (Polyline)

Na sl. 18.27,a nacrtana je polilinija i upoređenja radi linija (sl. 18.27,b). Razlika se vidi pri selektovanju linija. Prvi primer je Polyline, a drugi je Line. Polilinija može biti različitih debljina i završetaka, što se dobija opcijom Halfwidth i Width.



18.2.7. Crtanje pravilnih poligona (Polygon)

Komanda Polygon omogućava crtanje pravilnih poligona sa proizvoljnim brojem stranica. Prečica za ovu komandu je POL+Enter. Treba izabrati broj stranica poligona, a zatim se može odabrati jedan od dva načina crtanja poligona.

Za prvi način potrebno je navesti koordinate centra zamišljene kružnice i njen poluprečnik, kao i da li se radi o opisanoj ili upisanoj kružnici oko poligona koji crtamo.

Da bi nacrtali petougaonik u kružnici poluprečnika 20 (sl. 18.28,a) na komandnoj liniji se pojavljuju sledeće instrukcije:

1. Command: _polygon Enter number of sides <4>: 5 Enter;

2. Specify center of polygon or [Edge]: pritiskom na levi taster miša negde na prostoru za crtanje označi se (odabere) centar kruga;

- 3. Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: I Enter;
- 4. Specify radius of circle: 20 Enter.

Drugi način se dobija izborom opcije Edge, unosimo koordinate dva temena ivice, tako se definiše dužina i položaj jedne ivice poligona (sl. 18.28,b). Dijalog na komandnoj liniji ie:

- 1. Command: polygon Enter number of sides <5>: Enter;
- 2. Specify center of polygon or [Edge]: e Enter;
- 3. Specify first endpoint of edge: označi se tačka A;
- 4. Specify second endpoint of edge: označi se tačka B.



18.2.8. Crtanje pravougaonika i kvadrata (Rectangle)

Alat Rectangle omogućava crtanje pravougaonika ili kvadrata zadatih dimenzija. Prečica je REC+Enter. Nakon izbora početne tačke biramo jednu od tri mogućnosti: Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

Komandu Area koristimo kada definišemo površinu pravougaonika.

što definišemo suprotna temena (dimenzije stranica).

Komandu Rotation koristimo kada je pravougaonik ili kvadrat pod nekim uglom.

Da bi nacrtali pravougaonik dimenzija 20 x 10 (sl. 18.29,a) koristimo sledeće komande:

1. Command: _rectang;

2. Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: pritiskom na

- levi taster miša negde na prostoru za crtanje se označi početna tačka pravougaonika; 3. Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: D Enter

 - 4. Specify length for rectangles <0>: 20 Enter;
 - 5. Specify width for rectangles <0>: 10 Enter.

Pravougaonik istih dimenzija pod uglom od 25° (sl. 18.29,b) dobijamo na sledeći način:

- 1. Command: rectang;
- 2. Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: r;
- 3. Specify rotation angle or [Pick points] <0>: 25 Enter;
- 4. Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: d Enter;
- 5. Specify length for rectangles <0>: 20 Enter;
- 6. Specify width for rectangles <0>:10 Enter.



SI. 18.29: Crtanje pravougaonika (komanda Rectang)

18.2.9. Crtanje lukova (Arc)

Lukovi ili radijusi se crtaju pomoću alata Arc (prečica je A+Enter). AutoCAD omogućava crtanje lukova na devet različitih načina:

- 3 point crta luk pomoću tri zadate tačke;
- Start, Cen, End crta luk gde su zadate početna, krajnja tačka i centar luka;
- Start, Cen, Angle crta luk gde je zadata početna tačka, centar luka i ugao;

• Start, Cen, Lenght - crta luk gde je zadata početna tačka, centar luka i rastojanje između početne i krajnje tačke;

• Start, End, Radius - crta luk gde su zadate početna, krajnja tačka i poluprečnik;

• Start, End, Dir - crta luk gde su zadate početna i krajnja tačka i pravac početka merenja ugla;

- Cen, Start, End crta luk gde je zadat centar luka, početne i krajnje tačke;
- Cen, Start, Angle crta luk gde je zadat centar luka, početna tačka i ugao i

• Cen, Start, Length - crta luk gde je zadat centar luka, početna tačka i rastojanje između početne i krajnje tačke.

Za crtanje radijusa sa sl. 18.30,a poluprečnika 20 pod uglom od 150° komande su:

- 1. Command: _arc Specify start point of arc or [Center]: na proizvoljnom mestu se označi početna tačka (A);
- 2. Specify second point of arc or [Center/End]: c Enter;
- 3. Specify center point of arc: @20,0 Enter;
- 4. Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: a Enter;
- 5. Specify included angle: 150 Enter. Ugao se meri od početne tačke crtanja.



Sl. 18.30: Crtanje radijusa (komanda Arc)



Circle komanda omogućava korisniku da nacrta kružnice (prečica je C+Enter). Postoji pet načina da se nacrta kružnica, a to su:

- Cen, Rad crta se kružnica pomoću definisanog centra i poluprečnika;
- Cen, Dia crta se kružnica pomoću definisanog centra i prečnika;
- 3P crta se kružnica pomoću definisane tri pripadajuće tačke;

• 2P - crta se kružnica pomoću definisane dve pripadajuće tačke, koje su krajnje tačke prečnika i

• TTR - crta se kružnica koja tangira ili dve linije ili dve kružnice ili njihovu kombinaciju.

18.2.11. Crtanje slobodoručnih linija (Revision cloud)

Osnovna namena ove alatke je da se obeleži deo na crtežu koji je korigovan. Korigovani deo na crtežu se uokviri ovom linijom.

Pomoću alata Revision cloud mogu se nacrtati zatvoreni nepravilni oblici slobodne forme poput drveća, žbunja, oblaka itd. Nakon aktiviranja ovog alata na komandnoj liniji se pojavi instrukcija za dalje crtanje:

Specify start point or [Arc length/Object/Style]:. Završetak crtanja se označi sa dva uzastopna pritiska na Enter.

Pri tome možemo da definišemo veličinu polukrugova i debljinu, da biramo stil crtanja (normalan ili kaliografski), da polukrugovi budu prema spoljašnjoj ili unutrašnjoj strani figure. Samo crtanje je slobodoručno (sl. 18.31).



SI. 18.31: Primeri za primenu alata Revision cloud

18.2.12. Crtanje krivih linija (Spline)

 \sim

Spline komanda omogućava korisniku da kreira krive pomoću kvadratnog ili kubnog Spline-a (NURBS) (prečica je SPL+Enter). Ova komanda "pegla" krivu u tačkama unutar zadate tolerancije (Fit tolerance).

Linija Spline može biti otvorena ili zatvorena, a dobija se na osnovu zadatih tačaka (sl. 18.32). Aktiviranjem komande Spline na komandnoj liniji se otvori dijalog:

- 1. Command: _spline;
- 2. Specify first point or [Object]:;
- 3. Specify next point:;
- 4. Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:;
- 5. Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:;
- 6. Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:;
- 7. Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:;
- 8. Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:.

Nakon definisanja željenih tačaka (od 2 do 8) potrebno je definisati pravac tangente na početak i kraj Spline linije dvostrukim pritiskom na Enter.



SI. 18.32: Primena alata Spline za crtanje krivih linija

18.2.13. Crtanje elipse (Ellipse)

Ð

Alat Ellipse omogućava korisniku da nacrta elipse (prečica je EL+Enter). Postoje dva načina da se definiše elipsa:

- Prvi način je crtanje elipse definisanjem krajnjih tačaka (male i velike ose) i
- Drugi način je crtanje elipse definisanjem središta i dužina poluosa.

Elipsa sa sl. 18.33, čije su poluose 50 i 15 Units jedinica, nacrtana je prema sledećim nalozima:

- 1. Command: _ellipse;
- 2. Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: označi se početak crtanja;
- 3. Specify other endpoint of axis: @100,0 Enter;
- 4. Specify distance to other axis or [Rotation]: 15 Enter.



Sl. 18.33: Crtanje elipse na osnovu vrednosti osa i središta i velike i male poluose

Ista elipsa nacrtana prema položaju središta i vrednostima poluosa nacrtana je prema unosu sledećih naloga:

- 1. Command: _ellipse;
- 2. Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: c Enter;
- 3. Specify center of ellipse: označi se položaj središta pritiskom na levi taster miša;
- 4. Specify endpoint of axis: @50,0 Enter;
- 5. Specify distance to other axis or [Rotation]: 15 Enter.

18.2.14. Crtanje tačke (Point)

Pomoću alata Point crta se tačka na 2D ili 3D crtežu (prečica je PO+Enter). Tačke su korisne kada igraju ulogu čvornih tačaka za komandu Snap, da budu markeri za manje rupe i sl.

Tačke mogu da se zadaju na dva načina: pomoću apsolutnih (u odnosu na koordinatni početak) i relativnih koordinata (u odnosu na poslednju nacrtanu tačku), pri čemu

i jedan i drugi način mogu biti zadati u dekartovim ili polarnim koordinatama, kao i pri crtanju linije na osnovu njene dve tačke:

- apsolutne dekartove: x,y;
- apsolutne polarne:
 - rne: r<φ; tove: @deltaX, deltaY;
- relativne dekartove: @delta
 relativne polarne: @r<φ.

Izgled i veličina tačke se može menjati. Iz menija Format, opcija Point Style otvore se mogućnosti sa sl. 18.34. Za crtanje mesta za na primer reda zakovica pogodna je tačka sa sl. 18.35.





SI. 18.34: Podešavanje oblika i veličine tačke

18.2.15. Šrafiranje (Hatch) 🛛 🔯



Za šrafiranje površina koristi se alat Hatch (prečica je H+Enter). Išrafirati se može zatvorena figura bilo da je iz pojedinačnih delova (sl. 18.36,a) ili da je jedna celina (sl. 18.36,b). Aktiviranjem alata Hatch otvara se dijalog za izbor parametara šrafure ili bojenja (Gradient) (sl. 18.36). Selektovanje površine koju treba išrafirati može biti na dva načina: označavanjem unutrašnjosti površine (Add: Pick points) ili označavanjem kontura površine (Add: Select objects).



Nakon selektovanja površine bira se vrsta šrafurnih linija (Pattern), ugao nagiba šrafurnih linija (Angle) i gustinu šrafure (Scale). Što je veći broj za skaliranje veća su rastojanja između šrafurnih linija. Za primer sa sl. 18.36,c ugao je 0°. Ugao od 0° daje zapravo ugao šrafure od 45°, jer je to osnovni položaj za ovaj tip šrafurnih linija (ANSI 31). Za primer (sl. 18.36,d) ugao je 90° (sl. 18.37).

Na isti način kao alatom Hatch, može se obojiti površina sa alatom Gradient.





262

18.2.16. Pravljenje objekata (Region)

Region se može dobiti iz zatvorenih predmet ne bude iz delova već jedna celina koristimo alat Region. Pri tome nacrtani predmet mora biti zatvorena, a ne otvorena figura. Jedan Kreirani region je nastao od, na primer 5 odvojenih zatvorenih linija. Aktiviranjem alata Region na komandnoj liniji se pojavi dijalog:

- 1. Command: _region;
- 2. Select objects: Specify opposite corner: 5 found;
- 3. Select objects: Enter;
- 4. Loop extracted;
- 5. 1 Region created.

18.2.17. Crtanje tabela (Table)

Za crtanje tabela koristi se komanda Table. Aktiviranjem komande Table otvara se dijalog za izbor parametara tabele (sl. 18.38). AutoCAD nudi standardni stil.

Izbor broja kolona i redova može biti na dva načina:

• Specify insertion point - definisanjem broja kolona (Columns) (npr. 4), rastojanja između njih (Column width) (npr. 30), broja redova (Rows) (npr. 3) i rastojanja između redova (Row Height) (npr. 8). Nakon izbora parametara pritisnemo Ok i pritiskom levog tastera miša na crtežu dobijamo definisanu tabelu sa 4 kolone i 3 reda (sl. 18.39,a). Ispisivanje teksta u tabeli se postiže markiranjem ćelije tabele (sl. 18.39,b). O pisanju teksta biće reči u narednom tekstu.

• Specify window – definisanjem rastojanja između kolona i redova, dok se broj kolona i redova bira povlačenjem na desno i na dole sa pritisnutim levim tasterom miša.

Insert Table						<u>? ×</u>
					i Learn al	oout Tables
Table Style Settin Table Style name Standard	gs :: •:	Text height: 0.1800	Inser C s	tion Behavior	nt	
	Title		Colum	n & Row Settings		
Header	Header	Hesder		C 1	C 1 C 1	
Data	Data	Data		Columns:	Column wid	th:
Deta	Data	Data	Π III	4	30.0000	-
Data	Data	Data			1	
Deta	Data	Data				
Deta	Data	Data				
Data	Data	Data.				
Data	Data	Data		Data Rows:	Row Height	:
Duta	Data	Data		3 🔹	8	Line(s)
				ОК	Cancel	Help

Sl. 18.38: Dijalog za izbor parametara tabele



SI. 18.39: Crtanje tabele komandom Table

Kreiranje neke nove tabele, odnosno definisanje novog stila (Table Style Settings) otvara se pritiskom levog tastera miša na taster sa tri tačke (Table Style). Parametri koje definišemo su: izgled slova (Text style), visina slova (Text height), boja slova (Text color), boja polja (Fill color), položaj pisanja u polju (Aligment), debljina i boja linija tabele (Grid

lineweight, Grid color), margine unutar ćelija tabele (Cell margins) itd. (sl. 18.40).

Cell properties					
For all data rows:					
			Data	Data	Deta
Text style:	Standard 🔹	1	Data	Data	Deta
			Data	Data	Data
Text height:	1.0000		Data	Data	Deta
			Data	Deta	Dein
Text color:	ByBlock	-	Data	Data	Deta
	-		Data	Data	Deta
Fill color:	None	▼	Duta	Lata	Lata
Alignment:	Top Center	-		1413	148
Format:	General		General		
Border properties			Table direction	. [0)own 💌
			Lell margins	_	
Grid lineweight	ByBlock	<u> </u>	Horizontal:	0	.5000
Grid color:	Red	•	Vertical:	0	.5000

Sl. 18.40: Izmena parametara za crtanje tabele – korekcija stila (Modify Table Styles)

18.2.18. Pisanje teksta (Text)

Ispisivanje teksta u AutoCAD-u može biti na dva načina:

Α

- višelinijski, alatom Multiline text ili
- jednolinijski, alatom Single Line text.

Oba alata za ispisivanje teksta nalaze se u padajućem meniju Draw/Text i na pokretnoj paleti Text (sl. 18.41). Alat Multiline text nalazi se i na pokretnoj paleti Draw.



SI. 18.41: Pokretna paleta za pisanje teksta

Aktiviranjem alata **Multiline text** A otvara se okvir za tekst i parametre teksta koje biramo (sl. 18.42). Parametri teksta koje biramo su: vrsta slova, veličina, upravna ili ukošena (Italik), podvučena, boja, centriranost, rastojanje između redova i slova u reči itd.

Dužinu prostora u kojem ispisujemo višelinijski tekst (Multiline text) određujemo povlačenjem na desnu stranu i prema dole sa pritisnutim levim tasterom miša ili povlačenjem strelice prostora za crtanje. Nakon unosa teksta, negde sa strane, izvan prostora za pisanje pritisnemo levi taster miša čime potvrđujemo unos teksta i izlazimo iz komande.

Tako ispisan tekst predstavlja jednu celinu bez obzira na njegovu dužinu i broj redova.



SI. 18.42: Dijalog za pisanje višelinijskog teksta (Multiline text)

Jednolinijski tekst se ispisuje alatom **Single Line text** A. Ovim alatom se ispisuje tekst koji svaki za sebe čini jednu celinu na različitim mestima na crtežu sve dok se ne izađe iz komande. Ovaj način je pogodan za ispisivanje oznaka, pozicija i slično, koji su na različitim mestima na crtežu.

Visina slova kao i nagib definiše se pomeranjem miša na dole sa pritisnutim levim tasterom ili definisanjem na komandnoj liniji. Ista visina slova se zadržava sve dok se ne izađe iz komande sa tipkom Esc. Za pisanje teksta visine 10 pod nagibom od 20° dijalog na komandnoj liniji je:

1. Command: _dtext;

2. Current text style: "Standard" Text height: 6.0000. Dobija se obaveštenje o stilu i prethodno korišćenoj visini teksta;

- 3. Specify start point of text or [Justify/Style]: označi se početna tačka pisanja;
- 4. Specify height <6.0000>: 10 Enter;
- 5. Specify rotation angle of text <0>: 20 Enter.

Na tehničkim crtežima je često potrebno koristiti različite oznake. Za to se pri pisanju teksta na crtežima koriste skraćenice:

- %%c daje na crtežu oznaku za kružni presek (Ø),
- %%d daje na crtežu oznaku za stepen (°),
- %%p daje na crtežu oznaku plus minus (±).

18.3. OSNOVNI ELEMENTI MODIFIKOVANJA (Modify)

Alati za modifikaciju onog što je već nacrtano nalaze se u meniju Modify ili na pokretnoj paleti koja je smeštena sa desne strane ekrana (sl. 18.1).

Alati ove palete su: Erase (brisanje), Copy (kopiranje), Mirror (kopiranje u odnosu na osu kao u ogledalu), Offset (paralelno kopiranje na određenom rastojanju), Array (kopiranje po nekoj određenoj putanji ili na nekoj omeđenoj površini, Move (premeštanje), Rotate (rotacija), Scale (povećanje i smanjenje nacrtanog), Stretch (korigovanje nacrtanog), Trim (odsecanje), Extend (produžavanje), Break Select object (prekid u jednoj tački), Break (prekid na određenom rastojanju), Join (spajanje), Chamfer (obaranje oštrih ivica), Fillet (zaobljavanje oštrih ivica) i Explode (rastavljanje na elementarne delove).

18.3.1. Brisanje delova crteža (Erase)

Erase komanda omogućava korisniku da obriše nepotrebne elemente na crtežu (prečica je E+Enter). Aktiviranjem alata Erase dijalog na komandnoj liniji je:

A.

1. Command: _erase;

2. Select objects: selektuje se deo koji se želi obrisati, nakon čega se na komandnoj liniji konstatuje broj delova za brisanje, npr. 1 found;

3. Select objects: Enter, nakon čega su selektovani delovi crteža obrisani.

Brisanje nacrtanog i selektovanog može se uraditi i pomoću komande Delete sa tastature.

18.3.2. Kopiranje elemenata (Copy)

Copy komanda se koristi za dupliranje jednog ili više nacrtanih delova na drugu lokaciju (ili lokacije), bez brisanja originala (prečica je CO+Enter) i ukviru istog fajla. Kada se aktivira ova komanda AutoCAD će ponuditi sledeće:

• Select objects - markiraju se elementi koje treba kopirati. Na komandnoj liniji se dobije podatak o broju selektovanih delova za kopiranje;

• Specify base point or [Displacement] - pomoću miša se označi bazna tačka u odnosu na koju će se kopirati objekat;

• Specify second point - određuje se druga tačka koja će biti na određenom rastojanju od bazne, pomoću apsolutnih ili relativnih koordinata u odnosu na baznu tačku;

• Specify second point or [Exit/Undo]: selektovani objekat se može kopirati i dalje, sve dok se ne izađe iz komande Copy.

Za kopiranje nacrtanog objekta sa sl. 18.43,a, nakon aktiviranja komande Copy, dijalog je sledeći:

1. Command: _copy;

- 2. Select objects: 1 found;
- 3. Select objects: 1 found, 2 total;

4. Select objects: 1 found, 3 total;

5. Select objects: Enter;

6. Specify base point or [Displacement] <Displacement>: označi se bazna tačka (tačka A);

7. Specify second point or <use first point as displacement>: @40,20 Enter (koordinate tačke B u odnosu na A);

8. Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: Esc.

Rezultat je kopiran crtež i pomeren za 40 po osi X i 20 po osi Y računajući od tačke A (sl. 18.43,b).



SI. 18.43: Kopiranje objekta

Za kopiranje elemenata crteža iz jednog u drugi dokument (fajl) koriste se komande Copy i Paste iz padajućeg menija Edit.

18.3.3. Kopiranje u odnosu na osu kao u ogledalu (Mirror)

Mirror komanda omogućava kopiranje objekta ili više objekata u odnosu na osu tako da se dobije kao slika u ogledalu u odnosu na postojeći (prečica je MI+Enter). Postojeći objekat može biti obrisan ili zadržan.

Ponuđene opcije ove komande su:

- · Select objects markiraju se elementi koje treba kopirati komandom mirror;
- First point off mirror line selektuje se prva tačka koja definiše osu oko koje se kopira sa mirror;
- Second point selektuje se druga tačka koja definiše osu oko koje se kopira sa mirror. Osa može biti pod bilo kojim uglom;
- Delete old objects? određuje da li se originalni objekti brišu ili ne.

Trougao sa sl. 18.44,a kopiran je kao u ogledalu u odnosu na osu pomoću komande Mirror (sl. 18.44,b) na sledeći način:

- 1. Command: _mirror;
- 2. Select objects: 1 found;
- 3. Select objects: 1 found, 2 total;
- 4. Select objects: 1 found, 3 total;
- 5. Select objects: Enter;
- 6. Specify first point of mirror line: označi se prva tačka ose;
- 7. Specify second point of mirror line: označi se druga tačka ose;
- 8. Erase source objects? [Yes/No] <Yes>: N Enter.



SI. 18.44: Kopiranje pomoću komande Mirror

18.3.4. Paralelno kopiranje na određenom rastojanju (Offset)

Pomoću komande Offset crtamo novi objekat, paralelan sa nacrtanim na određenom rastojanju (prečica je O+Enter). Ova komanda se može primeniti na liniju, luk, kružnicu itd, odnosno na sve ono što nacrtamo u dve dimenzije.

Za crtanje predmeta sa sl. 18.45,b koji je nastao od predmeta sa sl. 18.45,a komandom Offset dijalog je sledeći:

1. Command: _offset;

2. Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0>: 4 Enter. Rastojanja između novih kopiranih predmeta biće 4;

- 3. Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: selektuje se objekat, Enter;
- 4. Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: m Enter;

5. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: pomerimo kursor ka unutrašnjosti ili spoljašnosti nacrtane figure i pritisnemo levi taster miša nakon čega će se nacrtati ista figura smanjena ili uvećana na rastojanju od 4. Imaćemo onoliko figura koliko puta pritisnemo levi taster miša;

6. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:;

- 7. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:;
- 8. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:;

9. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: komandom Esc završavamo crtanje.



SI. 18.45: Kopiranje objekta pomoću komande OFFSET

18.3.5. Kopiranje niza istovetnih objekata (Array)

Array komanda kopira markirane objekte u matričnom (n redova i m kolona) ili kružnom (x kopija u krugu od 360° i manje) rasporedu (prečica je AR+Enter). I matrična i kružna raspodela su vrlo slične.

Za matričnu raspodelu korisnik mora da ukuca željeni broj redova i kolona i rastojanje između njih.

Početni element u matrici je u donjem levom uglu, a matrica se generiše na gore i udesno od početnog elementa. Ako se unese negativna vrednost za rastojanje između redova, redovi će se dodavati na dole. Ako se unese negativna vrednost za rastojanje između kolona, kolone će se dodavati ulevo.

Nakon aktiviranja alata Array otvara se dijalog (sl. 18.46) gde biramo način rasporeda: Rectangular Array (po osi X i Y) ili po krugu (Polar Array).

🗛 Array		<u>? ×</u>
Rectangular Array	C Polar Array	Select objects
Bows: 2	Columns: 2	1 objects selected
Offset distance and direc	tion	
Row offset:	400.0000	
Column offset:	600.0000	
Angle of array:	0	
By default		
Tows are a column of	OK	
IIP added to I	Cancel	
		Preview <
		Help

Sl. 18.46: Dijalog za izbor načina i parametara rasporeda objekata komandom Array

Niz sa sl. 18.47,c je nastao od predmeta sa sl. 18.47,a komandom Array na sledeći način:

1. Command: array. Nakon aktiviranja ove komande otvori se dijalog (sl. 18.46) gde biramo način rasporeda (Rectangular Array) i pritiskom na taster "Select objects" u gornjem desnom uglu vraćamo se na crtež.

2. Select objects: selektujemo objekat koji će biti nacrtan u nizu (sl. 18.46,a). 1 found. Enter.

3. Sa Enter ponovo se otvara isti dijalog (sl. 18.46) gde levim tasterom miša kliknemo na taster sa koordinatnim početkom da bi odabrali tačku od koje će biti definisana rastojanja u nizu (sl. 18.47,b).

4. Specify unit cell: Other corner: unesemo vrednosti rastojanja po osi X (Collumn Offset) u ovom primeru 600 i po osi Y (Row offset) u ovom primeru 400, 2 reda (Rows) i 2 kolone (Columns), potvrdimo sa OK i dobijamo crtež (sl. 18.47,c).



SI. 18.47: Crtanje niza pomoću komande Array

Za lučnu ili kružnu raspodelu prvo se markira centar kružnice ili luka po kojima se vrši raspodela. Posle toga treba definisati sledeće parametre:

- broj objekata u nizu.
- ugao između objekata u nizu i
- opciono, mogu se rotirati objekti prilikom stvaranja niza.

Primer za crtanje istih delova pravilno raspoređenih po kružnici dat je na sl. 18.48. Dijalog na komandnoj liniji je sledeći:

1. Command: array. Otvora se dijalog (sl. 18.49) gde treba označiti raspored Polar Array i Select objects. Selektuje se deo koji treba nacrtati u nizu po kružnici (sl. 18.48, manja kružnica).

2. Specify opposite corner: 3 found i Enter. Ponovo se otvara dijalog gde treba označiti opciju za izbor centra kružnice po kojoj će biti raspoređen selektovani deo (Center point, tj.

elektro taster Pick Center Point 🖳).

3. Specify center point of array: označava se centar kružnice (sl. 18.48,b) pritiskom na levi taster miša. Otvara se ponovo dijalog gde treba definisati broj kopija (6) ili ugao između njih, ugao po kojem će biti raspoređeni elementi (360°) i nakon toga potvrditi sa OK, gde se dobija crtež (sl. 18.48,c).



SI. 18.48: Crtanje komandom Array

Array	?
Rectangular Array 📀 Polar Array	Select objects
Center point: X: 917.2051 Y: 2430.1840	0 objects selected Select Objects
Total number of items & Angle to fill Total number of items: 12 Angle to fill: 360 Angle between items:	+
For angle to fill, a positive value specifies counterclockwise rotation. A negative value specifies clockwise rotation.	OK Cancel
✓ Rotate items as copied	Preview < Help

SI. 18.49: Dijalog za crtanje komandom Array po kružnici

18.3.6. Premeštanje nacrtanog (Move) 🕂

Move komanda omogućava pomeranje nacrtanog dela crteža ili celog crteža (prečica je M+Enter). Nakon aktiviranja ovog alata na komandnoj liniji sledi dijalog:

1. Command: _move;

2. Select objects: 1 found;

3. Select objects: Enter;

4. Specify base point or [Displacement] <Displacement>: označimo baznu tačku od koje će biti definisano pomeranje;

5. Specify second point or <use first point as displacement>: @40,0 Enter. Unesemo vrednosti pomeranja po osama X i Y od bazne tačke koju smo iznačili.

Ð.

18.3.7. Rotiranje nacrtanog (Rotate)

Rotate komanda omogućava korisniku da rotira izabrane elemente oko bazne tačke (prečica je RO+Enter). Ugao se meri u pozitivnom matematičkom smeru. Dijalog za rotaciju pravougaonika oko tačke A ili B (sl. 18.50) je sledeći:

- 1. Command: rotate;
- 2. Select objects: 1 found;
- 3. Select objects: Enter;
- 4. Specify base point: označi se bazna tačka oko koje će predmet biti zarotiran (A ili B);
- 5. Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: 30 Enter.



SI. 18.50: Rotacija nacrtanog komandom Rotate

18.3.8. Promena veličine nacrtanog dela (Scale)

Scale komanda omogućava da se promeni veličina nacrtanog dela (prečica je SC+Enter). Isti faktor skaliranja (povećanja ili umanjenja) je isti i za X i za Y ose. Ponuđene opcije su:

- Select objects bira se objekat koji treba povećati ili smanjiti;
- Base point bira se tačka oko koje se vrši smanjivanje ili uvećavanje;

• Scale factor - određuje se faktor skaliranja. Ako je potrebno da se objekat smanji treba ukucati vrednost manju od 1, a ako se želi uvećati, treba ukucati vrednost veću od 1;

Reference - omogućava da se faktor skaliranja odredi u funkciji od veličine već postojećih elemenata.

Primer za uvećanje predmeta komandom Scale dat je na sl. 18.51,a. Dijalog na komandnoj liniji je:

- 1. Command: scale;
- 2. Select objects: Specify opposite corner: 4 found;
- 3. Select objects: Enter
- 4. Specify base point: (sl. 18.51,b);
- 5. Specify scale factor or [Copy/Reference] <1>: 1.5 Enter (sl. 18.51.c).



18.3.9. Odsecanje (Trim)

Komanda Trim omogućava odsecanje delova crteža koji se seku (prečica je TR+Enter). Kao granični elementi do kojih se odseca kao i elementi za odsecanje mogu biti: linije, polilinije, lukovi, kružnice itd, tj. svi elementi nacrtani u dve dimenzije.

Predmet sa sl. 18.52, c nastao je odsecanjem crteža (sl. 18.52, a) na sledeći način:

- 1. Command: trim;
- 2. Select objects or <select all>: Specify opposite corner: 3 found;
- 3. Select objects: Enter (sl. 18.52,b);

4. Select object to trim or shift-select to extend or. Pritiskom na liniju sa levim tasterom miša brišemo je. Isti postupak ponavljamo onoliko puta koliko delova brišemo. Na ovaj način možemo obrisati samo one delove koji se dodiruju;

- 5. [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:;
- 6. Select object to trim or shift-select to extend or:
- 7. [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: Esc.



SI. 18.52: Odsecanje komandom Trim

Ostatak odsečenih delova koji se ne mogu brisati komandom Trim brišu se komandom Erase ili Delete.

18.3.10. Produžavanje linija i lukova (Extend)

Extend komanda omogućava korisniku da produži selektovani element do nekog drugog nacrtanog elementa, a da smo sigurni da će imati zajedničku dodirnu tačku (prečica je EX+Enter). Ova komanda ima efekat za sledeće: linije, lukove, delove kružnice, polilinije, delove elipsi isl.

Opcija Select objects služi za izbor graničnih elemenata (do kojih se označeni elementi produžavaju). Opcija Select object to extend služi za izbor elemenata koji se produžavaju do markirane granice. Opcija Undo omogućava korisniku da poništi sve što je radio od početka startovanja komande Extend, i da počne sve od početka.

Za primer sa sl. 18.53, a gde središnje linije treba spojiti sa linijom, kružnicom i pravougaonikom, dijalog na komandnoj liniji je sledeći:

1. Command: _extend;

2. Select objects or <select all>: 1 found. Možemo selektovati svaki pojedinačni deo ili sve odjednom, zatim Enter (sl. 18.53,b);

3. Select object to extend or shift-select to trim or. Dovedemo marker na jedan kraj linije i pritisnemo levi taster miša. Na taj način se spoji linija do susedne (sl. 18.53,c);

4. Select object to extend or shift-select to trim or. Prethodni postupak ponavljamo sve dok ne spojimo sve linije sa druge strane (sl. 18.53,c i d).



Sl. 18.53: Produžavanje linija komandom Extend

18.3.11. Prekid u jednoj tački (Break at Point)

Komandom Break at point možemo prekinuti liniju u jednoj tački (prečica je BR+Enter). Na sl. 18.54. nacrtana je jedna linija, što se vidi po selektovanim markerima (sl. 18.53, a koja je prekinuta u jednoj tački (sl. 18.54, b i c) na sledeći način:

- 1. Command: _break Select object:;
- 2. Specify second break point or [First point]: _f. Selektuje se linija (sl. 18.54,a);
- 3. Specify first break point: levim tasterom miša označi se tačka prekida (sl. 18.54,b);

Na slici 18.54,c) se vidi da je linija prekinuta, odnosno da su od jedne dobijene dve linije.



SI. 18.54: Prekid linije u jednoj tački komandom Break at point

18.3.12. Prekid na određenom rastojanju (Break)

Komandom Break pravi se prekid određenog rastojanja na nacrtanoj: liniji, poliliniji, krugu, elipsi itd. Dijalog za prekid linije pravougaonika (sl. 18.55) je:

1. Command: _break Select object: pri selekciji objekta prva označena tačka (pritiskom na levi taster miša) će biti i prva tačka prekida;

2. Specify second break point or [First point]: pritiskom na levi taster miša označi se druga tačka prekida.

			/	1	1	
		 1	/	1	(
		Í		1 1	[1
		(ı	1	۱.	
				1	\	
		1	\mathbf{i}		\sim	

Sl. 18.55: Crtanje prekida komandom Break

18.3.13. Obaranje oštrih ivica (Chamfer)

Ova komanda povezuje dva elementa pravom linijom ili ih produžava do preseka. Moguće je odrediti distancu od kraja linije za svaki element posebno. Uneta veličina za distancu odmerava se uvek od presečne tačke odabranih linija. Ako se selektovane linije ne seku, Chamfer će produžiti linije da se preseku. Opcije ove komande su:

- 1. Polyline obara oštre ivice polilinija (poligona), sl. 18.56,a;
- 2. Distance definišu se rastojanja od presečne tačke dve linije;
- 3. Angle definiše se jedno rastojanje i ugao;
- 4. Multiple omogućava veći broj ponavljanja iste operacije;
- 5. Trim omogućava izbor da li da se obriše ili ne postojeći rogalj.

Za obaranje svih oštrih ivica poligona (sl. 18.56,a) na komandnoj liniji slede komande:

- 1. Command: _chamfer;
- 2. Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d Enter;
- 3. Specify first chamfer distance <0>:5 Enter;
- 4. Specify second chamfer distance <0>:5 Enter;
- 5. Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: p Enter;
- 6. Select 2D polyline;
- 7. 4 lines were chamfered.

Na isti način se obaraju ivice presečnih linija izborom rastojanja ili ugla (sl. 18.56,b).



SI. 18.56: Obaranje oštrih ivica komandom Chamfer

18.3.14. Povezivanje dva elementa lukom (Fillet)

Fillet komanda povezuje dva elementa (linije, lukove) na taj način što između njih crta luk zadatog poluprečnika (zaobljava oštre ivice).

Opcija Radius omogućava korisniku da definiše poluprečnik "zaobljenja" svakog temena. Ako korisnik želi da izvrši "zaobljenje" celokupne polilinije, to se radi opcijom Polyline.

Opcija Trim omogućava korisniku da specificira da li će se markirane ivice odseći (trimovati) ili ne.

Dijalog na komandnoj liniji za zaobljenja sa sl. 18.57 je:

- 1. Command: _fillet;
- 2. Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r;
- 3. Specify fillet radius <0>: 15 Enter;
- 4. Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: selektuje se prva linija;
- 5. Select second object or shift-select to apply corner: selektuje se druga linija.



SI. 18.57: Zaobljavanje oštrih ivica komandom Fillet

18.3.15. Rastavljanje nacrtanog na elementarne delove (Explode)

Komanda Explode koristi se za rastavljanje nacrtanog na elementarne sastavne delove. Na sl. 18.58,a prikazan je šestougaoni poligon rastavljen na šest sastavnih liniji, što se vidi nakon markiranja (sl. 18.58,b i c).

Dijalog sa komandnom linijom je:

- 1. Command: _explode;
- 2. Select objects: 1 found;
- 3. Select objects: Enter.



18.3.16. Primer crtanja 2D crteža

Za predmet (sl. 18.59) prikazan u uzometriji nacrtati: kosu projekciju, tri ortogonalna pogleda, kote i model.





Crtanje kose projekcije

Redosled crtanja, kao i primena alata za crtanje može biti različit, što zavisi od onog koji crta, njegovog iskustva itd. Treba izabrati onaj način koji će omogućiti da se na najjednostavniji i najbrži način nacrta traženi predmet. Biće prikazana jedna od mogućnosti.

Prednja površina predmeta treba da je paralelna sa vertikalnom projekcijskom ravni (zbog polukružnice prečnika od 16 mm), stoga se prvo ona nacrta primenom alata Line. Pri tome se na statusnoj liniji aktivira opcija Ortho:

- Command: _line Specify first point:;
- Specify next point or [Undo]: 48;
- Specify next point or [Undo]: 24;
- Specify next point or [Close/Undo]: 48;
- Specify next point or [Close/Undo]: (sl. 18.60,a).

Polukružnica je nacrtana pomoću alata za kružnicu Circle koja se odseče alatom

Trim.

- Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:
- Specify radius of circle or [Diameter]: 8;
- Command: _trim;
- Current settings: Projection=UCS, Edge=None;
- Select cutting edges ...
- Select objects or <select all>: 1 found;
- Select objects: 1 found, 2 total;
- Select objects:;
- Select object to trim or shift-select to extend or;
- [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:;
- Select object to trim or shift-select to extend or;
- [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:;
- Select object to trim or shift-select to extend or;
- [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: (sl. 18.60,b).

Nakon toga se crta ivica predmeta dužine 32 pod uglom od 45, zatim vertikalna 24, horizontalna 48 i zatvori se kontura:

- Command: line Specify first point:; •
- Specify next point or [Undo]: @32<45;
- Specify next point or [Undo]: 24;
- Specify next point or [Close/Undo]: 48;
- Specify next point or [Close/Undo]:;
- Specify next point or [Close/Undo]: (sl. 18.60,c).

Nakon toga nacrta se deo žleba sa bočne strane:

- Command: line Specify first point:;
- Specify next point or [Undo]: @8<45;
- Specify next point or [Undo]: 8;
- Specify next point or [Close/Undo]: @16<45;
- Specify next point or [Close/Undo]: 8;
- Specify next point or [Close/Undo]: 48;
- Specify next point or [Close/Undo]: (sl. 18.60,d).

Ostali delovi predmeta crtaju se kopiranjem, odsecanjem i crtanjem ostalih linija (sl. 18.60,e).



SI. 18.60: Faze crtanja kose projekcije

Crtanje ortogonalnih projekcija

Crtanje glavnog pogleda A

Glavni pogled se može nacrtati sa različitim alatima i na različite načine. Na sl. 18.61. prikazane su faze crtania iedne od više mogućnosti.

Prvo se nacrta pravougaonik dimenzija 48x24 (sl. 18.61,a):

1. Command: _line Specify first point: označi se na proizvoljnom mestu početna tačka (donji levi rogali);

2. Specify next point or [Undo]: <Ortho on> uključi se opcija Ortho. Povuče se miš udesno, otkuca 48 i Enter:

3. Specify next point or [Undo]: povuče se miš na gore, otkuca 24 i Enter;

4. Specify next point or [Close/Undo]: povuče se miš na levo, otkuca 48 i Enter;

5. Specify next point or [Close/Undo]: pritisnemo levim tasterom na početnu tačku. Sa Ecs zatvorimo komandu Line.

Za crtanje simetralne linije potrebno je ponovo aktivirati komandu Line:

- 1. Command: line Specify first point: uključi se Snap to Midpoint da bi uhvatili sredinu donie linije 48;
- 2. Specify next point or [Undo]: povučemo mišem na gore do druge tačke:
- 3. Specify next point or [Undo]: s komandom Ecs zatvorimo komandu Line.

Crtanje kružnice poluprečnika 8:

- 1. Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: označi se centar kružnice:;
- 2. Specify radius of circle or [Diameter] <0>: 8 i Enter (sl. 18.61,a).

Komandom Trim odseca se kružnica i donja linija:

- 1. Command: trim;
- 2. Select objects or <select all>: 1 found;
- 3. Select objects: 1 found, 2 total;
- 4. Select objects: Enter;

- Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:;
- Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: *Cancel* (sl. 18.61,b).

Crtanje žleba (nevidljive linije) komandom Offset:

- 1. Command: _offset;
- 2. Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0>: 8 Enter;
- 3. Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: selektuje se gornja linija 48;
- 4. Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: m Enter;
- 5. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: povuče se miš prema dole i pritisne levi taster miša;
- 6. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: *Cancel*;
- 7. Dodele se lejeri nacrtanim linijama ili se od početka crta sa odgovarajućim lejerima (sl. 18.61,c).



SI. 18.61: Faze crtanja glavnog pogleda

Crtanje pogleda odozgo B

Da bi pogled odozgo bio povezan sa glavnim pogledom koristimo konstrukcionu liniju (Constricion Line):

1. Command: _xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: sa uključenom opcijom ORTHO nacrtamo konstrukcione linije (Construction Line) (sl. 18.62,a);

2. Command: Command: _line Specify first point: na proizvoljnom mestu nacrta se gornja linija 48;

- 3. Command: _offset;
- 4. Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0>:32 Enter;
- 5. Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: selektuje se gornja nacrtana linija 48;

6. Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:m Enter. Povučemo miša na dole i dva puta pritisnemo levi taster miša (sl. 18.62,b);

- 7. Command: _offset: Ovom komandom se crtaju linije žleba;
- 8. Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0>: 8 Enter;
- 9. Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: selektuje se središnja linija;

10. Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: m Enter;

11. Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: pritiskom na levi taster miša sa jedne i druge strane središnje linije nacrtamo konture žleba (sl. 18.62,c).

12. Command: _trim. Selektuju se sve linije i odsecanjem svih nepotrebnih dobijamo definitivno nacrtan pogled odozgo, nakon čega dodelimo lejere (sl. 18.62,d).



SI. 18.62: Crtanje pogleda odozgo B

Crtanje pogleda sa strane C

Da bi se nacrtao pogled sa strane, treba nacrtati konstrukcione horizontalne linije sa

glavnog pogleda:

1. Command: _xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: na ovaj način se nacrtaju 4 horizontalne (Construction Line);

2. Command: _line Specify first point: na proizvoljnom mestu nacrta se krajnja desna vertikalna konturna linija (sl. 18.63,a);

3. Command: _offset komandom kopira se prvo nacrtana vertikalna linija dva puta na rastojanju od 8;

4. Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0>: 32;

5. Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:;

6. Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: m Enter;

7. Command: _offset komandom kopira se središnja linija na rastojanju od 8 na jednu i drugu stranu;

8. Command: _trim. Selektuju se sve linije i odsecanjem svih nepotrebnih dobijamo definitivno nacrtan pogled sa strane, nakon čega dodelimo lejere (sl. 18.63,b).



Sl. 18.63: Crtanje pogleda sa strane C

18.4. DIMENZIONISANJE (KOTIRANJE)

Dimenzionisanje ili kotiranje je postupak da se na crtežu označe vrednosti veličine predmeta crtanja. Alati AutoCAD-a za označavanje veličine predmeta su u padajućem meniju Dimension ili pokretnoj paleti (sl. 18.64).



Elemente kotiranja možemo koristiti onako kako je to definisao AutoCAD (po Defaultu) ili da sami definišemo opcijom Dimension/Dimension Style gde se otvaraju mogućnosti prema sl. 18.65. Možemo dodati novi stil (New), da koristimo postojeći (Standard) ili da modifikujemo već neke postojeće stilove (Modify).


Sl. 18.65: Izbor stila i podešavanje parametara dimenzionisanja

Pritiskom na elektrotaster Modify otvara se dijalog za podešavanje i izbor parametara dimenzionisanja (Modify Dimension Style) (sl. 18.66).

Modify Dimension Style: Stil 1	<u>? ×</u>
Lines Symbols and Arrows Text Fit Primary I	Jnits Alternate Units Tolerances
Dimension lines] []
Color: ByBlock	-110/50-
Linetype: ByBlock	1.01.39
Lineweight: ByBlock	11955
Extend beyond ticks:	+ 60° 2.0207
Baseline spacing: 0.3800	Т У Т
Suppress: Dim line 1 Dim line 2	R0.8045
Extension lines	
Color: ByBlock	Extend beyond dim lines: 0.1800
Linetype ext line 1: ByBlock	Offset from origin:
Linetype ext line 2: ByBlock	
Lineweight: ByBlock	Fixed length extension lines
Suppress: Ext line 1 Ext line 2	Length: 1.0000
	OK Cancel Help

SI. 18.66: Podešavanje parametara linija za dimenzionisanje

Možemo korigovati i izabrati pomoćne kotne i kotne linije (Lines), završetke kotnih linija (Symbols and Arrows), način pisanja kotnih brojeva (Text), druga podešavanja kota i linija (Fit), izbor vrednosti kota (Primary Units i Alternate Units) i izbor tolerancija – dozvoljenih odstupanja kota (Tolerances).

Svaka od ovih opcija otvara široke mogućnosti izbora i podešavanja (sl. 18.67, 18.68, 18.69).

Arrowheads First	ize:	Arc length symbol Preceding dimension text Aco length symbol Preceding dimension text Aco length symbol Preceding dimension text None Radius dimension jog Jog angle: 45
------------------	------	--

SI. 18.67: Podešavanje parametara kotnih završetaka za dimenzionisanje

18.	PRIMENA	RAČUNARA ZA	TEHNIČKO	CRTANJE

ioury ormension styler sur t	
ies Symbols and Arrows Text Fit I	Primary Units Alternate Units Tolerances
irst Closed filled Closed blank Closed Architectural tick Oblique Open Origin indicator Origin indicator 2 Gligun indicator 2 Gligun indicator 2 Gligun indicator 2 Dight angle Open 30 Dot small Dot small Dot small Dot small blank Dot small blank Dot small blank Dot small blank Dot Small blank	Arc length symbol Preceding dimension text Above dimension text None Radius dimension jog Jog angle: 45
🖾 Datum triangle 💽 Datum triangle filled	
🔽 Integral 🔄 None	OK Cancel Help
☑ Integral ■ None User Arrow	OK Cancel Help
Integral None User Arrow Hodify Dimension Style: Stil 1 nes Symbols and Arrows Text appearance Fext style: Standard Text color: ■ ByBlock Fill color: ■ None rext height: 1.2000 raction height scale: 1.0000	Primary Units Alternate Units Tolerances
I Integral None User Arrow Idolfy Dimension Style: Stil 1 nes Symbols and Arrows Text Fit Fext appearance Fext color: ■ ByBlock Fill color: ■ ByBlock Fill color: ■ None fext height: 1.2000 iraction height scale: 1.0000 Draw frame around text 1.0000	OK Cancel Help Image: Second
Integral None User Arrow Modify Dimension Style: Stil 1 res Symbols and Arrows Text Fit rext appearance Fext appearance Fext color: ■ ByBlock Fill color: ■ None Fext height: 1.2000 Traction height scale: 1.0000 Toraw frame around text ************************************	OK Cancel Help ? × Primary Units Alternate Units Tolerances Image: State of the state
Integral None User Arrow Hodify Dimension Style: Stil 1 nes Symbols and Arrows Text appearance Fext style: Standard Fext color: ■ ByBlock Fill color: ■ ByBlock Fill color: ■ ByBlock Fill color: ■ Day for a standard Fext height: 1.2000 Traction height scale: 1.0000 Draw frame around text 1.0000 Paraw frame around text Integration fext placement	OK Cancel Help ? × Primary Units Alternate Units Tolerances Image: State of the state

Sl. 18.68: Izbor kotnih završetaka

SI. 18.69: Podešavanje parametara kotnih brojeva za dimenzionisanje

18.4.1. Komande za kotiranje

Komande za kotiranje su: Linear, Aligned, Arc length, Radius, Diameter, Angular i Qick leader (sl. 18.70).

Postupak kotiranja je potpuno automatizovan korišćenjem bilo koje komande. Vrednosti kota se automatski mere i ispisuju na kotnoj liniji.

Dimension	×
Ħ⅍ℰ謎℗Ϡ℗么╠Ҟ┟╫ҝฃ҇ѲѲѦѧҝฅӶѹ₂	

Sl. 18.70: Paleta sa alatima za kotiranje

Linear komanda

Komanda Linear iscrtava kotne linije i meri rastojanja u horizontalnom/vertikalnom pravcu (sl. 18.71).

Aktiviranjem komande Linear otvara se dijalog:

1. Command: _dimlinear;

2. Specify first extension line origin or <select object>: pritiskom levog tastera miša označimo početnu tačku (sl. 18.71,b);

3. Specify second extension line origin: pomeramo miša do druge tačke koju označimo levim tasterom miša (sl. 18.71,c);

4. Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: ne puštajući levi taster miša povučemo ga na gore ili dole do željenog rastojanja, kada otpustimo taster (sl.18.71,d).

5. Dimension text = 20 (sl. 18.71,e).



Kotni brojevi se mogu ispisivati na kotnoj liniji (opcija Text placement Vertical – Centered) ili unutar kotne linije (sl. 18.72,a) što se dobija opcijom Text placement Vertical – Centered (sl. 18.72,b).

Kotne linije se ispisuju i pod uglom od 90° (opcija Text Alignment/Aligned with dimension line) (sl. 18.72,b) ili alternativno kao sl. 18.72,c.



Aligned komanda

Aligned komanda iscrtava kotne linije i meri odstojanja u pravcu koji je paralelan sa konturom (sl. 18.71,d).

Arc length komanda



Arc Length iscrtava dužinu dela kružnice po luku, kota 29, sl. 18.73. Dijalog na komandnoj liniji je:

1. Command: _dimarc;

2. Select arc or polyline arc segment: selektuje se luk. Ne puštajući taster miša povlači se miš na gore ili dole i otpuštanjem miša na željenoj udaljenosti dobija se kota luka;

- 3. Specify arc length dimension location, or [Mtext/Text/Angle/Partial/Leader]:;
- 4. Dimension text = 29.



SI. 18.73: Kotiranje luka (komanda Arc Length)

Radius komanda

Radius komanda omogućava kotiranje poluprečnika kružnice ili luka i ima mogućnost da obeleži tačku centra, kota R16 (sl. 18.74).

Diameter komanda



Diameter komanda omogućava kotiranje prečnika kružnice ili luka na različite načine, (kota 14, sl. 18.74) i ima mogućnost da obeleži tačku centra.



SI. 18.74: Kotiranje radijusa i prečnika (komande RAdius i Diameter)

Angular komanda

Angular komanda kotira ugao luka i meri veličinu ugla između dva odabrana pravca. Instrukcije na komandnoj liniji su:

- 1. Command: _dimangular;
- 2. Select arc, circle, line, or <specify vertex>:;
- 3. Select second line:;
- 4. Select second line:;
- 5. Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]:;
- 6. Dimension text = 57 (sl. 18.75).



SI. 18.75: Kotiranje luka (komanda Angular)

Qick leader komanda

Qick Leader komanda se koristi za crtanje pokaznih i pozicionih linija. Pokazne linije se mogu završavati strelicom, tačkom ili bez završetka (sl. 18.76).

Završetak pokaznih linija se definiše isto kao završeci kotnih linija (Symbols and Arrows) u stilu za kotiranje. Stil kotiranja, koji se prethodno definiše bira se sa pokretne palete Dimension (sl. 18.77).



Dimension		×
┍┍╶╔╔┲┝┍┍┍┍┍	Stil 1	- ⊷
	ISO-25	
	Moje kote	
	Standard	
	Stil 1	-

Sl. 18.77: Izbor stila kotiranja

Primenom alata za kotiranje iskotiran je napred nacrtani predmet (sl. 18.78):

- Command: _dimlinear;
- Specify first extension line origin or <select object>:;
- Specify second extension line origin:;
- Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:;
- Dimension text = 8;

- Command:;
- Command: _dimlinear;
- Specify first extension line origin or <select object>:;
- Specify second extension line origin:;
- Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:;
- Dimension text = 16.



SI. 18.78: Iskotiran ortogonalni crtež predmeta

18.5. ŠTAMPANJE

Crteži nacrtani u AutoCAD-u su prvenstveno predviđeni da se štampaju na ploterima, međutim mogu se štampati i na štampačima koje korisnici uglavnom imaju. Prvenstveno su namenjeni da se štampaju iz ovog softvera, međutim mogu se "uvući, uneti" i u druge softvere: Word, Excel, PowerPoint,...

Već je rečeno da crtež u AutoCAD-u ima dva oblika: crtež na ekranu (Model) i crtež pripremljen za štampanje (na papiru – Paper) koji se vidi u Leyout-u.

Crteži se prvenstveno štampaju iz papirnog oblika (Paper), odnosno iz Leyout-a, a mogu se štampati i iz oblika crteža, odnosno Model-a. I jedna i druga mogućnost imaju svoje prednosti i nedostatke. Jednostavnije je štampanje iz Model-a.

Štampanje crteža nacrtanih u AutoCAD-u je specifično i zahteva određenu pripremu, za razliku od štampanja iz drugih softvera gde je to daleko jednostavnije.

18.5.1. Priprema crteža za štampanje iz papirnog oblika (Leyouta-a)

Priprema crteža za štampanje iz papirnog oblika (Layout-a) biće pokazana na primeru predmeta koji je nacrtan u aksonometriji i u ortogonalnim pogledima (sl. 17.79).

Nacrtani crtež se nalazi u Modelu. Klikom na levi taster miša na Layout 1, koji se nalazi na donjem delu prostora za crtanje, prelazimo u papirni prostor. Po pravilu imamo dva papirna prostora, odnosno Layout 1 i Layout 2, koji izgledaju kao na sl. 18.80. Više Layout-a nam je ponuđeno kako bi mogli isti crtež štampati u više varijanti. Pored već postojeća dva Layout-a možemo dodavati i nove. Pritiskom sa desnim tasterom miša na donji deo prostora za crtanje, na područje Modela ili Layouta, otvara se prozor u kojem se pritiskom na levi taster miša otvara novi (New Layout), Layout 3 ili iz padajućeg menija Insert.

Veličinu i položaj papira podešavamo opcijom Page Šetup Manager koja se nalazi u padajućem meniju File (sl. 18.81). Izborom opcije Modify za Layout 1 otvara se dijalog Page Setup Layout 1 gde biramo štampač (Printer), veličinu papira (Paper size), stil za linije (Plot style table pen assignment), način okretanja papira (Drawing orientation), kvalitet štampe (Quality), razmeru štampanja (Plot scale) itd.

Najpodesnija veličina papira za štampanje je A4 format (210 x 297 mm). Kada se izabere da je papir orijentisan na Portrait dobijemo izgled Layout 1 kao na sl. 18.82. Nakon podešavanja A4 formata orijentisan na Landscape dobijemo izgled Layout 1 kao na sl. 18.83.



Sl. 18.79: Crtež za štampanje

6 • •		Learn about the
Current	layout: Layout1	Page Setup manac
Page setups		
Current page se	tup: <none></none>	
Layout1		Set Current
Layout2		
		New
		Modify
		Import
1		
1		
Selected page set	tup details	
Selected page sel	tup details	
Selected page sel Device name: Plotter:	tup details None None	
Selected page sel Device name: Plotter: Plot size:	tup details None None 210.00 × 297.00 mm (Landscape)	
Selected page set Device name: Plotter: Plot size: Where:	tup details None None 210.00 x 297.00 mm (Landscape) Not applicable	

SI. 18.80: Dijalog za modifokovanje (Modify) Layout-a

Name:	<none></none>	DWG	None
Printer/plotter			Display plot styles
Name:	i None	Properties	Shaded viewport options
Plotter:	None		Shade plot As displayed
Where:	Not applicable		
Description:	The layout will not be plotted unless a ne	w plotter	Quality [Normal
	configuration name is selected.	2	DPI
1150 AF (210	00 X 297.00 MM		Plot with plot styles
What to plot:		Fibt scale	Plot paperspace last
Layout	•		Hide paperspace objects
	_	Scale: 1:1	
Plot offset (or	igin set to printable area)	1 mm 💌 =	Drawing orientation Orientation
X: 0.00	mm [Center the plot	1 unit	C Landscape A
Y: 0.00	mm	Scale lineweights	E Plot unside-down

SI. 18.81: Dijalog za izbor parametara štampanja







Sl. 18.83: Izgled Layout-a 1 nakon promene položaja papira (formata)

Tehnički crteži se uvek crtaju u nekoj razmeri koju treba na crtežu označiti. Razmera pri štampanju može biti ista kao i pri crtanju ili neka druga, tj. možemo odštampati povećan ili umanjen crtež u odnosu na nacrtani. Izbor razmere štampanja je u pokretnoj paleti Viewports. U ovom primeru razmera crtanja i razmera štampanja je 1:1 (sl. 18.84).

Ako želimo da odštampamo samo ortogonalne poglede bez aksonometrijskog prikaza, tada selektujemo okvir kojeg smanjujemo ili povećavamo na isti način kao i sve ostale nacrtane elemente. Kliknemo na plavi marker da bude crven i sa pritisnutim levim tasterom miša razvlačimo ga po potrebi da bi u vidnom polju Viewports-a ostali samo otrogonalni pogledi (sl. 18.85).

Dvostrukim klikom sa levom tipkom miša unutar okvira Viewports-a (linije okvira postaju debele) nalazimo se u prostoru crteža, Model-a koji možemo pomerati unutar okvira, menjati razmeru štampanja ili korigovati sam crtež. Dvostrukim klikom sa levom tipkom miša van okvira Viewports-a (linije okvira postaju tanke) vraćamo se na papirni prostor (Layout).

Nakon podešavanja okvira Viewports-a i usvajanjem razmere 1:1 dobili smo izgled kao na sl. 18.86.



SI. 18.84: Izbor razmere štampanja (Viewports-a) u pokretnoj paleti

Ako na istom formatu (Layout 1) želimo da iznad ortogonalnih pogleda imamo odštampan i predmet u izometriji, tada ćemo iz menija View aktivirati alat Viewports, Viewport 1 (sl. 18.87) i u papirnom prostoru Layout 1 otvoriti prozor gde ćemo videti crtež predmera u izometriji koji se nalazi u Modelu (sl. 18.88).

Ovaj Viewports podesimo tako da se vidi samo izometrijska slika i pri tome odaberemo razmeru 1:1 (sl. 18.89).



SI. 18.85: Podešavanje veličine okvira Viewports-a

View	Insert	Format	Tools	Draw	Dimension	Modify	Window
🥖 В	edraw			1			
R	legen						
R	egen <u>A</u> ll						
Z	oom			•			
В	an			•			
c)r <u>b</u> it			•			
G	amera			•			
۷	Val <u>k</u> and	Fly		•			
A	verial Vie <u>v</u>	<u>N</u>					
c	ilean S <u>c</u> re	een	СТІ	RL+O			
Σ	jewports			•	Named V	iewports/	
<u>a</u> 🖓	<u>l</u> amed Vie	ews		-	New Vier	Moorts	
3	D Views			- 1	1 Viewor	hrt	
iliai C	ireate Ca	mera			2 Viewpo	orts	
🐅 н	lide				3 Viewpo	orts	
V	- 'isual Styl	les		•	4 Viewpo	orts	
R	ender.			•	Polygona	al Viewpo	rt
7 N	otion Pa	th Animat	ions		Object		
D	vispijay			· -	Tow		
Т	oolbars						

SI. 18.87: Aktiviranje komande Viewport



Sl. 18.86: Izgled Viewports-a nakon podešavanja



SI. 18.88: Otvaranje novog Viewports-a





Na crtežu u papirnom prostoru treba nacrtati okvir i odgovarajuću tabelu, kako time ne bi opterećivali crtež u Modelu. Sam postupak crtanja u papirnom prostoru je isti kao i u prostoru crteža, Model-a (sl. 18.90). Koriste se isti alati za crtanje, pisanje teksta i modifikovanje nacrtanog.

Pre štampanja treba uraditi potrebna podešavanja: debljine linija, boje odštampanih linija itd. Za to se koristi alat Plot style iz padajućeg menija File, Plot Style Menager. Aktiviranjem dijaloga Plot Style nude se različite mogućnosti i stilovi. Najpodesnije je definisati sopstveni stil koji će se stalno koristiti i pri crtanju i pri štampanju crteža. Definisanje sopstvenog stila linija je na sledeći način: iz padajućeg menija File aktivira se Plot Style Menager; aktivira se postojeći stil acad.ctb iz okvira Plot Styles; aktivira se opcija From View iz okvira Plot Style Table Editor – acad.ctb (sl. 18.91); u dobijenom okviru podese se svi parametri linija i snimi se stil sa Save as pod nekim svojim nazivom (u ovom primeru Moje linija).

Dobro je debljine linija definisati i u Leyer-u još pri crtanju. Podešavanje u Leyer-u i Layout-u treba da je istovetno.



SI. 18.90: Crtanje okvira i tabele na papirnom prostoru crteža

Aktiviranjem stila Moje linije i opcije Form View otvara se dijalog za izbor debljina linija i boja pri štampanju (sl. 18.92).

Markiranim bojama linija koje su sa leve strane dijaloga (Plot styles) dodeljujemo crnu boju (Black) koja je sa desne strane dijaloga (Properties) i tako redom svim linijama u boji sa crteža dodeljujemo crnu boju pri štampanju.

Debljina linija se bira otvaranjem opcije Lineweight vodeći računa da budu dve debljine linija, debela i tanka, ako je to moguće. Pri tome, debela linija treba bar dva puta da je deblja od tanke.

Da se pri štampanju ne vide okviri Viewports-a markiramo ih i dodelimo im Leyer bele boje ili ih isključimo za štampanje (sl. 18.93).

Od istog crteža u Modelu možemo pripremiti više različitih varijanti za štampanje, što definišemo u Layout 2, Layout 3 itd. koliko nam različitih varijanti treba.

18. PRIMENA RAČUNARA ZA TEHNIČKO CRTANJE

🚞 Plot Styles					
File Edit View Favorites T	ools Help				
🕞 Back + 🕤 + 🏂 🔎 Search 🎼 Folders 🔛 🧊 🗙 崎 🛄 +					
Address 🛅 C:\Documents and Set	tings\gligrad\Applica	tion Data\Autodesk\Auto	CAD 2007\R17.0\enu\Plc	ot Styles 💽 🔁 Go	
Name 🔺	Size	Туре	Date Modified		
🖅 acad.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:17		
🗐 acad.stb	1 KB	AutoCAD Plot Style	9.3.1999 4:16		
🔚 Add-A-Plot Style Table Wizard	1 KB	Shortcut	20.4.2007 11:22		
🖃 Autodesk-Color.stb	1 KB	AutoCAD Plot Style	21.11.2002 9:17		
📑 Autodesk-MONO.stb	1 KB	AutoCAD Plot Style	21.11.2002 10:22		
B DWF Virtual Pens.ctb	6 KB	AutoCAD Color-dep	11.9.2001 15:04		
Fill Patterns.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:16		
📰 Grayscale.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:16		
📰 Moje linije.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	11.10.2007 16:27		
s monochrome.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:15		
🗐 monochrome.stb	1 KB	AutoCAD Plot Style	9.3.1999 4:15		
Screening 25%.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:14		
Screening 50%.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:14		
Screening 75%.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:13		
Screening 100%.ctb	5 KB	AutoCAD Color-dep	9.3.1999 4:14		





SI. 18.92: Dijalog za izbor boja i debljina linija i pri štampanju

SI. 18.93: Crtež pripremljen za štampanje sa zaglavljem bez okvira Viewports-a

18.5.2. Priprema crteža za štampanje iz Modela

Štampanje iz Modela je jednostavnije od štampanja iz Leyauta. Ukoliko se crtež štampa iz modelnog prostora treba uraditi odgovarajuća podešavanja koja se neznatno razlikuju po tome da li se crtež štampa u boji ili ne.

Štampanje iz Model-a u boji

Iz padajućeg menija File otvori se opcija Page Setup Manager i dobija se dijalog za podešavanja Modify (sl. 18.94).



SI. 18.94: Podešavanja štampanja iz Model-a

Levim klikom na mišu dobijamo dijalog za podešavanje Plot – Model u okviru kojeg podešavamo veličinu papira (Papir size), razmeru štampanja (Plot scale), orijentaciju crteža na papiru (Drawing orientation), stil štampanja (Plot style table – acad.ctb), položaj crteža na papiru (Plot offset) itd. Odabran je štampač HP LaserJet 1100. Linije su "acad.ctb", jer trebaju da su u boji. Štampaće se u razmeri 1:1 (Scale). Crtež će biti centriran na sredini na A4 formatu. What to Plot će biti Window, sl. 18.95.

👪 Plot -	Model			? 🛛	
Page set	up		i Plot style table	Learn about Plotting (pen assignments)	
N <u>a</u> me:	<none></none>	✓ Add <u>.</u>	acad.ctb	v	
Printer/p	lotter		Shaded viewpo	ort options	
Na <u>m</u> e:	MP LaserJet 1100	Properties	Sha <u>d</u> e plot	As displayed 🖌 🖌	
Plotter:	HP LaserJet 1100 - Optimized driver - by H	IP → 210 MM K	Quality	Normal	
Where:	LPT1:			300	
Descript	ion:	97 M	- Blot options		SI. 18.95: Diialog za štampanie
Plot	to file	z y	Plot in ba	kground	iz Model-a u boji
-Paper sit	1 0	Number of conies	Plot objec	t lineweights	
A4	р 		🗹 Plot with j	olot styl <u>e</u> s	
			Plot pape	rspace last	
Plot area		Plot scale	Hide pape	erspace objects	
What to) plot:	Fit to paper	📃 Plot stam	0 00_	
Window	Window<	Scale: 1:1	Sa <u>v</u> e cha	nges to layout	
Plot offs	et (origin set to printable area)	1 mm 💌 =	Drawing orient	ation	
<u>X</u> : 28	.88 mm Center the plot	1 unit	Portrait		
v . 89	0.91 mm	Scale lineweights	() Landscap	e A	
		Cocao intervergines	Plot upsid	e_down	
Preview		Apply to Layout OK	Cance		

Pored toga treba podesiti i boje svake linije, odnosno da boje štampanja budu onakve kako smo ih crtali (mogu biti i drugačije). Iz padajućeg menija File otvori se opcija Plot Style Manager i dobija dijalog za podešavanja (sl. 18.96). Selektuje se označen stil linija "acad.ctb".

Diot Styles	
File Edit View Favorites Tools Help	
🔇 Back 🔹 🕤 🗧 🏂 🔎 Search 🌔 Folders 🔒 🍞 🗙 🎝 💷	
Addross 🚞 C:\Documents and Settings\Administrator\Application Data\Autodesk\AutoCAD 2007\R17.0\enu\Plot Styles	💌 🄁 Go
Scad.ctb AutoCAD Plot Style Table Witard Style S	
Autodsk-Color.stb AutodSA Plot Style Table File 1 r 8	
Fill Patterns.ctb Actor CAD Color-dependent Plo 5 r 3	
monochrome.db AutoCAD Color-dependent Plo Stra	
Streening 25%.ctb AutoCAD Color-dependent Ro 5 x8	
Streening 100% otb AutoCAD Color-dependent Plo	

Sl. 18.96. Podešavanje boja za štampanje u boji

Nakon ovoga otvori se dijalog Plot Style Table Editor na kome se označe korišćene boje pri crtanju i kakve će biti pri štampanju, Color 1 pri štampanju će biti "Red" (Properties). Svaka korišćena boja se selektuje na isti način i dodeli joj se boja pri štampanju (sl. 18.97).

•		Properties			
Color 1	^	Color:	E Red		*
Color 3			Dither:	On	~
Color 4		G	rayscale:	Off	~
Color 6			Pen #:	Automatic	\$
Color 8		Virtu	al pen #:	Automatic	\$
Color 9		Screening:	100		\$
Color 11		Linetype:	Use object	t linetupe	~
Color 12		A	daptive:	On	~
Color 14	~	Lineweight;	- 0.50	00.00	
Description:		Line end style:	Lles ehise	t and atula	-
	~	Line inin style:	Use object	Cenia style	×
		Fill stule:	Use objec	t join style	-
	~	T ill Style.	Use object	t hil style	×
Add Style	elete Stule	Edit Linew	sinhts	Save A	<u> </u>

SI. 18.97. Određivanje boja linija pri štampanju

U ovom istom dijalogu Plot Style Table Editor podešavaju se i debljine linija, ako nisu već podešene u Layer-u (sl. 18.98). Podešava se debljina svake linije ponaosob.



Sl. 18.98: Podešavanje debljina linija

Nakon ovih podešavanja iz padajućeg menija File klikne se na opciju Plot nakon čega se dobije dijalog za štampanje Plot – Model (sl. 18.99). Levim klikom na Window vraćamo se na prostor crteža (Model-a).

18. PRIMENA RAČUNARA ZA TEHNIČKO CRTANJE

🔛 Plot - Model	? 🛛	
Plot - Model Name: <none> Name: <none> Printer/plotter Add Pinter/plotter Properties Plotter: HP LaserJet 1100 - Optimized driver - by HP Where: LPT1: Description: Image: State in the state of copies Plot to file Image: State in the state of copies Plot area Number of copies What to plot: Image: State in the plot Plot offset (origin set to printable area) Image: Image:</none></none>	Learn about Plotting Plot style table (pen assignments) acad.etb shade plot As displayed Quality Normal Plot options Plot options Plot object ineverights Plot object ineverights Plot object ineverights Plot styles Styles Plot styles Style	SI. 18.99: Označavanje crteža koji se štampa
Preview Apply to Layout OK	Cancel Help 🔇	

Sada smo u prostoru crteža koji markiramo, oivičimo pomeranjem levog klika sa mišem (sl. 18.100). Nakon ovoga automatski se vraćamo u dijalog Plot – Model, levim klikom na OK dajemo nalog za štampanje.



SI. 18.100: Selektovanje dela crteža za štampanje iz Model-a

Štampanje iz Model-a u crno boji

Postupak je isti kao što je štampanje u boji, s tim što se u opciji Plot-Model označi boja za linije Monochrome (sl. 18.101).



Pri štampanju u crnoj boji debljine linija treba definisati u Layer-u, ako nisu već pri crtanju određene (sl. 18.102).

👪 Layer Properties Manager			? 🛛
	🍇 🗙 🖌 Current layer: Osne		
	Stat Name 💧 On Free	ze Lock Color Linetype	Lineweight Pl
All Osed Layers	Sela O	P ■ wh Continuous P □ 25 Continuous	Default C
	- Debele pune	Pi ■ red Continuous	
	> Defpoints 🛛 🖓 🤇	😰 🔳 wh Continuous	Default C
	Sprekidaane	ma ACAD_ISO02W100	
	♦ Viewports	yel Continuous	0.18 mm C
Search for Javes	<		
All: 7 layers displayed of 7 total layers	<u></u>		
Invert filter ✓ Indicate layers in	n <u>u</u> se		
Apply to layers toolbar		OK Cancel <u>4</u>	Apply <u>H</u> elp

Sl. 18.102: Podešavanje debljina linija u Leyer-u

18.5.3. Priprema crteža za "uvlačenje" u drugi softver

U tehničkoj dokumentaciji često je uz crteže neophodan i odgovarajući tekst, tabele, dijagrami i sl. za što je pogodan kompjuterski program Word za unos i obradu teksta.

Stoga se crteži nacrtani u AutoCAD-u pripremaju za "uvlačenje - unos" u druge kompjuterske programe na više načina, zavisno od željenog kvaliteta crteža, od toga da li je potreban crtež u boji ili u crno-beloj tehnici itd.

Za "uvlačenje" crteža u Word potrebno je koristiti još neke softvere, kao što su: Adobe Photoshop CS2, Corel PHOTO, PHOTO SHOP ili neki drugi sličan program. Ukratko postupak je sledeći: iz AutoCAD-a crtež se snimi u pdf formatu (Adobe PDF); iz Adobe Photoshop CS2 otvori se crtež i snimi u tiff formatu; U Wordu se insertije crtež u tiff formatu.

Primprema crteža za uvlačenje u Word je ista kao i za štampanje iz Model-a stim što se komandom Plot iz menija File otvara dijalog gde odaberemo umesto štampača (Printer-a) format Adobe PDF (sl. 18.103). Klikom na Window označimo crtež koji štampamo. Na OK potvrdimo snimanje, dodelimo ime novom dokumentu (fajlu) "7 Stampanje Model (1)" u PDF formatu i snimimo (sl. 18.104).

🚇 Plot - Model	? 🛛	
Page setup	i <u>Learn about Plotting</u> Plot style table (pen assignments)	
Name: <none> Add</none>	monochrome.ctb	
Printer/plotter	Shaded viewport options	
Name: Madobe PDF	Shade plot As displayed	
Plotter: Adobe PDF Converter - Windows System Driver - by Au	Quality Normal	
Where: My Documents	DPI 300	
Description:	Plot options	
Plot to file	Plot in background	S
Paper size Number of copies	✓ Plot object lineweights	cr
A4 1	✓ Plot with plot styles	Cri
Plot area	✓ Plot paperspace last	
What to plot:	Hide paperspace objects	
Window Vindow< Scale: 1:1	Save changes to layout	
v. 31.71 mm V Center the plot	Portrait	
	OLandscape A	
Y: 91.02 mm Scale lineweights	Plot upside_down	
Preview Apply to Layout OK	Cancel Help (

SI. 18.103: Snimanje crteža u PDF formatu



Sl. 18.104: Snimanje crteža u PDF formatu kao posebnog fajla

Dobijeni crtež kao fajl pod nazivom "7 Stampanje Model (1)" u PDF formatu dat je na sl. 18.105.



SI. 18.105: Snimljen crtež u PDF formatu (podešen u crno boji)

Nakon toga iz softvera Adobe Photoshop CS2 otvaramo dokument (fajl) "7 Stampanje Model (1)" iz PDF formata komandom Open (sl. 18.106). Podesimo rezoluciju na 300 i snimimo sa komandom Save as u TIF formatu (sl. 18.107. i sl. 18.108).



18. PRIMENA RAČUNARA ZA TEHNIČKO CRTANJE



U program za obradu teksa Word "uvučemo" crtež snimljen u TIF formatu komandom Insert "7 Stampanje Model (1).tif", sl. 18.109.



SI. 18.109: "Uvlačenje" gotovog crteža komandom Insert iz TIF formata u Word

Ovako "uvučen" crtež u Wordu se dobija u onoj veličini u kojoj je nacrtan u AutoCAD-u i u odabranoj razmeri. Pri tome su zadržane debljine linija, boja (ako je tako podešen) i dobar kvalitet (sl. 18.110).



18.6. OSNOVNI ELEMENTI TRODIMENZIONALNOG (3D) CRTANJA i MODELIRANJA

Prostorno prikazivanje predmeta na crtežu može biti različito, zavisno od predmeta i namene crteža. Vrste prostornih crteža su:

- Aksonometrijski 2D crteži,
- Trodimenzionalni površinski modeli,
- Žičani modeli i
- Solidi (Modeli).

Aksonometrijski crteži (dimetrija, izometrija i kosa projekcija) i centralna perspektiva nisu pravi prostorni modeli jer im se ne može odrediti površina niti zapremina, već samo dočaravaju prostor.

Trodimenzionalni površinski modeli su primitivni prostorni modeli, kojima se može odrediti površina.

Žičani modeli su prostorni prikazi u vidu žičanog modela kojima se može odrediti i površina i zapremina ali sa prikazom samo tačaka u čvorovima.

Solidi su potpuni prostorni modeli kojima se može odrediti i površina i zapremina, kao i svi ostali parametri (naponi, naprezanja, deformacije itd.)

18.6.1. Palete sa osnovnim alatima za crtanje i prikazivanje predmeta u prostoru

3D Navigation

Koristi se za prikazivanje pogleda nacrtanog predmeta (modela) u prostoru (pogled odozgo, odozdo, spreda, straga, sleva, zdesna) i izometrijski prikazi (sl. 18.111).



View

U ovoj paleti su izdvojeni alati za ortogonalne i izometrijske poglede, kao u 3D Navigatoru (sl. 18.112).

View			×
	٩	🄗 📸 👁 📃	~

Sl. 18.112: Paleta View sa alatima za crtanje ortogonalnih i izometrijskih pogleda

Modeling

Alati iz ove palete koriste se za crtanje modela osnovnih geometrijskih tela: polusolid, kocka, klin, kupa, kugla, valjak, torus, prizma, zavojnica... Pored toga, imamo alate: Estrude, Sweep, Revolve, Union, Subtract itd. (sl. 18.113).

Modeling	×
◑ 刮 🏷 🌢 🗊 🥥 🌾 🦑 🗇 👘 ತុ 🖓 👼 🙆 🔘 ወ ወ 🖉 🔅 🌘	65

Sl. 18.113: Paleta Modeling sa alatima za crtanje modela

Solid editing

Alati iz ove palete se koriste za prostornu modifikaciju nacrtanih modela (solida) (sl. 18.114).



SI. 18.114: Paleta Solid Editing sa alatima za modifikaciju nacrtanih modela

Visual styles

Alati za prikaz izgleda nacrtanih modela nalaze se u paleti Visual Styles (sl. 18.115).



SI. 18.115: Paleta Visual Styles sa alatima za prikaz nacrtanih modela

UCS II

Paleta za izbor standardnog koordinatnog (Dekartovog) sistema (sl. 18.116). Najčešće se koristi ovaj koordinatni sistem.



SI. 18.116: Paleta UCS II sa Dekartovim koordinatnim sistemom

UCS

Paleta UCS služi za pomeranje koordinatnog sistema (sl. 18.117). Koordinatni sistem se prilagođava izgledu modela, odnosno njegovim površinama.



SI. 18.117: Paleta UCS za pomeranje koordinatnog sistema

Orbit

Alati palete Orbit se koristi za okretanje nacrtanog modela proizvoljno, po kružnici ili automatski samostalno (sl. 18.118).



Sl. 18.118: Paleta Orbit za pomeranje nacrtanog modela

Camer

Alati ove palete se koriste za izbor očne tačke (položaj kamere) (sl. 18.119).



Sl. 18.119: Paleta Camer za izbor očne tačke

Render

Paleta Render se koristi za stvaranje realističnog izgleda nacrtanog predmeta (sl. 18.120).



Sl. 18.120: Paleta Render za prikaz realističnog izgleda predmeta

Lights

Alati za osvetljavanje modela (stvaranje senki) (sl. 18.121).



SI. 18.121: Paleta Lights za osvetljavanje modela

Mapping

Alati za kreiranje teksture (izbor materijala) (sl. 18.122).



18.6.2. Crtanje trodimenzionalnih površinskih modela

Trodimenzionalni površinski modeli se dobijaju primenom različitih opcija i alata:

- Komandom THICKNESS, koja se nalazi u opciji Properties;
- Komandom 3D Face:
- Komandom 3Dmesh za crtanje mrežne površine.

Komanda Thickness

Trodimenzionalni površinski modeli dobijaju se primenom komande Thickness kada se osnovnim površinskim elementima koji su nacrtani u 2D okruženju doda visina. Visina se dodaje komandom Thickness, koja se nalazi u opciji Properties.

Trodimenzionalni površinski modeli se mogu dobiti od: linija, polilinija, poligona, pravougaonika, kvadrata, radijusa, kružnica i Splin linija (sl. 18.123).



SI. 18.123: Površinski modeli dobijeni komandom Thickness

Dodata visina je upravna na nacrtani bazis. Projekcijsku ravan na kojoj se crta bazis biramo alatima sa palete View. Izborom pogleda odozgo (Top) nacrtana kružnica kao bazis biće na horizontalnoj projekcijskoj ravni - pogled odozgo (sl. 18.124,a). Ako bazis leži na vertikalnoj projekcijskoj ravni bira se pogled od napred (Front) (sl. 18.124,b) ili ako bazis leži na profilnoj projekcijskoj ravni (primer 3) bira se pogled sa strane (Left) (sl. 18.124,c). Površinski modeli nemaju jezgro već samo omotač (sl. 18.124,d).



SI. 18.124: Površinski modeli dobijeni komandom Thickness u različitim položajima

Primer 6.1. Nacrtati model prizme dimenzija 20x10x30. Bazis leži na H ravni. Duža strana je pod uglom od 15 ° u odnosu na vertikalnu ravan.

Nacrta se 2D crtež pravougaonika. Instrukcije na komandnoj liniji su:

1. Command: rectang;

2. Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: označi se početna tačka;

3. Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: r Enter;

4. Specify rotation angle or [Pick points] <0>: 15 Enter;

- 5. Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: d Enter;
- 6. Specify length for rectangles <0.0000>: 20 Enter;
- 7. Specify width for rectangles <0.0000>: 10 Enter (sl. 18.125).



Sl. 18.125: Površinski model prizme primenom komande Thickness (primer 6.1)

Primer: 6.2. Nacrtati površinski model valjka poluprečnika 10 mm i visine 30 mm, bazisa paralelnog sa horizontalnom projekcijskom ravni.

- 1. Nacrta se kružnica poluprečnika 10 mm da leži na horizontalnoj projekcijskoj ravni;
- 2. Markira se nacrtana kružnica i aktivira Properties;
- 3. U rubrici Thickness ukuca se visina od 30 i potvrdi sa Enterom (sl. 18.126).



SI. 18.126: Površinski model valjka primenom komande Thickness u više položaja (primer 6.2)

Komanda 3D Face

Komanda 3D Face koristi se za crtanje trodimenzionalnih površinskih modela sastavljenih od najviše 4 linije. Komanda 3D Face se aktivira iz menija Draw/Modeling/Meches/3D Face.

Primer 6.3. Nacrtati kutiju dimenzija 100x50x20.

Aktiviranjem alata 3D face crta se jedna po jedna stranica vodeći računa o dimenzijama i koordinatnom sistemu:

- 1. Command: _3dface Specify first point or [Invisible]:;
- 2. Specify second point or [Invisible]: @50,0,0 Enter;
- 3. Specify third point or [Invisible] <exit>: @0,20,0 Enter;
- 4. Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>: @-50,0,0 Enter;
- 6. Specify third point or [Invisible] <exit>:@0,-20,0 Enter.

Na ovaj način je nacrtana bočna stranica kutije, na sličan način se crtaju i ostale stranice kutije (sl. 18.127).



SI. 18.127: Površinski model primenom komande 3D Face (primer 6.3)

18.6.3 Crtanje solid modela

Solid modeli su trodimenzionalni crteži predmeta koji imaju i zapreminu. Okrženje za crtanje solida su alati iz paleta Modeling i Solid Editing. Sa alatima iz palete Modeling crtaju se osnovni solidi, a sa alatima iz palete Solid Editing se modifikuju nacrtani osnovni solidi.

Komanda Polysoloid

Alat za crtanje polusoloida je Polysoloid iz palete Modeling.

- 1. Command: _Polysolid Height = 5.0000, Width = 5.0000, Justification = Center;
- 2. Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: h;
- 3. Specify height <5.0000>: 2;
- 4. Height = 2.0000, Width = 5.0000, Justification = Center;
- 5. Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: w;
- 6. Specify width <5.0000>: 4;
- 7. Height = 2.0000, Width = 4.0000, Justification = Center;
- 8. Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>:;
- 9. Specify next point or [Arc/Undo]:;
- 10. Specify next point or [Arc/Undo]:;
- 11. Specify next point or [Arc/Close/Undo]:;
- 12. Specify next point or [Arc/Close/Undo]: (Sl. 18.128).



Komanda Box - crtanje kocke i prizme:

- 1. Command: _box;
- 2.Specify first corner or [Center]: označi se centar kocke;
- 3.Specify other corner or [Cube/Length]: c;
- 4.Specify length <0.0000>: 50 Enter (ivica kocke).

Alat Wedge – crtanje klina:

- 1.Command: _wedge;
- 2.Specify first corner or [Center]: označi se centar klina;

3.Specify other corner or [Cube/Length]: L (da bi se definisale dimenzije);

- 4.Specify length <0.0000>: 20 Enter (dužina po osi X);
- 5.Specify width <30.0000>: 30 Enter (dužina po osi Y);

6.Specify height or [2Point] <0.0000>: 10 Enter (visina po osi Z).

Alat Cone – crtanje konusa;

- 1.Command: _cone;
- 2.Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: levim klikom miša označi se centar bazisa;
- 3.Specify base radius or [Diameter] <0.0000>: 10 Enter;
- 4.Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <0.0000>: 20 Enter visina kupe.

Bazis kupe leži na onoj projekcijskoj ravni koju odaberemo iz palete View.

Alat Sphere - crtanje kugle:

- 1. Command: _sphere;
- 2. Specify center point or [3P/2P/Ttr]: levim klikom miša označi se sentar kugle;
- 3. Specify radius or [Diameter] <0.0000>: 20 Enter.

Za povećanje broja elipsi koristi se komanda sistemske promenljive ISOLINES.

- 1. Command: isolines Enter;
- 2. Enter new value for ISOLINES <4>: 10 Enter;
- 3. Command: Specify opposite corner.

Komanda Cylinder - crtanje valjka:

- 1. Command: _cylinder;
- 2. Specify center point of base or

[3P/2P/Ttr/Elliptical]: označi se centar bazisa valjka;

- 3. Specify base radius or [Diameter] <0.0000>: 10 Enter;
- 4. Specify height or [2Point/Axis endpoint] <0.0000>: 20 Enter.

Drugi primer je nacrtan sa promenom linija sa komandom Isolines.

Prikazani su različiti položaji valjka u odnosu na projekcijske ravni.















Komanda Torus - Crtanje torusa:

- 1. Command: _torus;
- 2. Specify center point or [3P/2P/Ttr]: levim klikom miša označi se centar torusa;
- 3. Specify radius or [Diameter] <0.0000>: 20 Enter (veći poluprečnik torusa);
- Specify tube radius or [2Point/Diameter] <0.0000>: 10 Enter (manji poluprečnik torusa).



Komanda Piramid - crtanje piramide:

- 1. Command: _pyramid;
- 2. 7 sides Circumscribed;
- 3. Specify center point of base or [Edge/Sides]: s;
- 4. Enter number of sides <7>:;
- 5. Specify center point of base or [Edge/Sides]:;
- 6. Specify base radius or [Inscribed] <22.1983>: 20;
- 7. Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <40.0000>:.

Komanda Helix - crtanje putanja u obliku spirala (opruga):

- 1. Command: _Helix;
- 2. Specify center point of base: levim klikom miša označi se centar opruge;
- 3. Specify base radius or [Diameter] <0.0000>: 60 Enter (poluprečnik donjeg bazisa);
- 4. Specify top radius or [Diameter] <0.0000>: 10 Enter (poluprečnik gornjeg bazisa);
- 5. Specify helix height or [Axis endpoint/Turns/turn Height/tWist] <0.0000>: 60 Enter (Visina spirale).





Komanda Extrude - crtanje tela izvlačenje ravnih površina:

- 1. Command: _polygon Enter number of sides <4>: 7 Enter;
- Specify center of polygon or [Edge]: označavanje centra sedmougaonika;
- Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: Enter (u opisanoj kružnici);
- 4. Specify radius of circle: 20 Enter. Nacrtana je površina sedmougaonik;
- 5. Command: _extrude;
- 6. Select objects to extrude: 1 found (selektuje se petougaonik);
- 7. Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <0.0000>: 5 Enter (visina tela).

Komandom Extrude mogu se crtati različita tela nastala od zatvorenih figura ili površi nastale od otvorenih linija.





Komandom Sweep - crtanje površi po zadatoj putanji:

- 1. Command: _sweep;
- 2. Select objects to sweep: selektuje se kriva linija enter;
- 3. Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: selektuje se prava oko koje će se kriva zarotirati, zatim Enter.



Komanda Revolve - modeliranje rotaciono simetričnih površi:

- 1. Command: _revolve;
- 2. Current wire frame density: ISOLINES=10;
- 3. Select objects to revolve: Specify opposite corner: 7 found;
- 4. Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>:;
- 5. Specify axis endpoint:;
- 6. Specify angle of revolution or [STart angle] <360>:..



Komanda Extrude - crtanje solida

Primer: Napraviti cev oblika krive linije prečnika zadate kružnice.

Kružnica se dovede na početak linije i zarotira za 90° oko ose X komandom 3D Rotate. Komandom Extrude se kružnica povuče po putanji (liniji).



Komanda UCS - rotacija koordinatnog sistema

Najčeće se koristi takozvani svetski koordinatni sistem. To je Dekartov koordinatni sistem gde je osa X horizontalna, osa Z vertikalna, a osa Y upravna na vertikalnu projekcijsku ravan.

Međutim, veoma je praktično da se koordinatni sistem prilagođava površinama koje su pod uglom na projekcijske ravni (H, V ili P).



Aktivira se koordinatni sistem 3 (označen strelicom). Označi se jedna ivica predmeta, zatim druga koje definišu pavac osa, npr. X i Y. Osa Z je samim tim već određena jer je upravna na prethodne dve. Ovako prilagođen koordinatni sistem omogućava lakše crtanje na kosoj površini. Sada se na označenoj kosoj površini može nacrtati npr. valjak koji je upravan na nju.



18.6.4. Modifikacije nacrtanih solida



Komande Union, Subtrast i Intersect – crtanje modela spajanjem, odsecanjem i zajedničko jezgro



Model se može dobiti na više načina. Najjednostavniji način je da se od prizme dimenzija 32x24x48 usecanjem sa valjkom dimenzija Ø16x32 i prizmom dimenzija 16x8x48 dobije zadati predmet. Odabere se pogled od napred i prateći koordinatni sistem napravi se model prizme:

- 1. Command: _box;
- 2. Specify first corner or [Center]:;
- 3. Specify other corner or [Cube/Length]: I;
- 4. Specify length <48.0000>:;
- 5. Specify width <24.0000>:
- 6. Specify height or [2Point] <32.0000>:.

Odabere se onaj pogled tako da stranica prizme 48x24 bude paralelna sa vertikalnom projekcijskom ravni i nacrta valjak Ø16 x32:

- 1. Command: cylinder;
- 2. Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:;
- 3. Specify base radius or [Diameter] <8.0000>: 8;
- 4. Specify height or [2Point/Axis endpoint] <32.0000>:..

Odabere se onaj pogled da stranica prizme 32x24 bude paralelna sa V ravni i na njoj nacrta stranica prizme 16x8x48:

- 1. Command: _box;
- 2. Specify first corner or [Center]:;
- 3. Specify other corner or [Cube/Length]: I;
- 4. Specify length <16.0000>: 16;
- 5. Specify width <8.0000>: -8;
- 6. Specify height or [2Point] <48.0000>: 48.

Alatom Subtract odseče se osnovna prizma:

- 1. Command: _subtract Select solids, surfaces, and regions to subtract from;
- 2. Select objects: 1 found;
- 3. Select objects:;
- 4. Select solids, surfaces, and regions to subtract;
- 5. Select objects: 1 found;
- 6. Select objects:.

Komanda Shell - Isecanje solida komandom

Ovim alatom prave se šupljine, rupe, žlebovi i slično.

- 1. Nacrta se kocka ivice 20;
- 2. [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: _shell;
- 3. Select a 3D solid: selektuje se kocka;

4. Remove faces or [Undo/Add/ALL]: 1 face found, 1 removed. Remove faces or [Undo/Add/ALL]: označi stranica koja se iseca;

5. Enter the shell offset distance: 5 Enter (debljine zidova).











Komanda Slice – presecanje solida

Komandom Slice presecaju se nacrtani solidi. Ova alatka nalazi se u padajućem meniju Modify / 3D Operations / Slice. Potrebno je za predmet sa sl. 18.129,a nacrtati solid i napraviti polovičan presek. Postupak crtanja može biti sledeći. Nacrta se kugla prečnika Ø40. Zatim se nacrta valjak prečnika Ø40 visine 15 iz središta kugle (sl. 18.129,b) Komandom Union od dva tela napravi se jedno. Komandom Slice odseče se deo kugle (sl. 18.129,c). Pomoću valjka prečnika Ø10 probuši se solid po ukupnoj visini s alatkom Subtract (sl. 18.129,d). Na isti način pomoću valjka prečnika Ø20 napravi se rupa na dubini od 20 (sl. 18.129,e). Isti postupak se ponovi sa valjkom prečnika Ø30 na dubinu 10 (sl. 18.129,f). Alatkom Slice preseče se predmet po osi simetrije na dve polovine (sl. 18.129,g). Zatim se preseče donja polovina po osi simetrije (sl. 18.129,h) i obriše četvrtina predmeta (sl. 18.129,i). Komandom Union spoje se polovina i četvrtina predmeta u jedno telo (sl. 18.129,j). Dobijeni solid u izometriji sa četvrt presekom prikazan je na (sl. 18.129,k).



Sl. 18.129. Primer izrade solida

Navedene alatke i komande za izradu crteža i solida su samo neke od mogućnosti ovog softvera. Međutim, dovoljne su za izradu 2D, 3D crteža i solida pojedinačnih predmeta kao i sklopova.

Primer postupka izrade solida dat je na sl. 18.130. Konstrukcioni izgled predmeta i mere definisane su na ortogonalnim pogledima (sl. 18.30,a), a aksonometrijski izgled na sl. 18.30,b. Faze izrade mogu biti različite kao i alatke kojima će se solid izraditi. Jedna od mogućnosti je ta, da se prvo nacrta bočna površina početnog izgleda bez odsecanja,

gabaritnih dimenzija 31 x 38 (sl. 18.30,c). Od ove površine komandom Region napravi se zatvorena figura (sl. 18.30,d). Ovoj zatvorenoj površini komandom Extrude dodeli se dubina od 32 mm (sl. 18.30,e). Postupkom odsecanja od ovog osnovnog tela dobija se konačan izgled predmeta. Prednja površina se odseče tako što se napravi zatvorena figura (sl. 18.30,f) od koje se napravi Region i komandom Extrude dodeli se debljina od 8 mm (sl. 18.30,g). Komandom Move premesti se na osnovno telo (sl. 18.30,h) i komandom Subtract odseče (sl. 18.30,i). Na isti način se odseče i zadnji deo predmeta (sl. 18.30,i, j). Konačan izgled predmeta pokazan je na (sl. 18.30,k) i komandama Orbit sa više strana (sl. 18.30,l).



Sl. 18.130. Primer postupka izrade solida

304



Sl. 18.131. Primeri izrade solida 305

18.7. REZIME OSNOVNIH ALATAKI AutoCAD-a

Tabela	18.1:	Paleta	alatki za	crtanie	Draw

Simbol	Naziv	Namena	Prečica	
1	Line	Crtanje linija	L+enter	Draw/line
/	Construction Line	Crtanje beskonačno dugih linija	XL+enter	Draw/Construction Line
	Polyline	Crtanje linija složenog oblika	PL+enter	Draw/Polyline
\bigcirc	Polygon	Crtanje višeugaonih površina	POL+enter	Draw/Polygon
ļ	Rectangle	Crtanje pravougaonih površina	REC+enter	Draw/Rectangle
<u>_</u>	Arc	Crtanje kružnih isečaka	A+enter	Draw/Arc
\bigcirc	Circle	Crtanje kruga	C+enter	Draw/Circle
C	Revision Cloud	Crtanje linija tipa "oblak"		Draw/Revision Cloud
\sim	Spline	Crtanje linija savitljivih u jednoj ili više tačaka	SPL+enter	Draw/Spline
0	Ellipse	Crtanje elipsa	EL+enter	Draw/Ellipse/
•	Ellipse Arc	Crtanje isečaka elipse		Draw/Ellipse/Arc
P	Insert Block	Umetanje blokova		Insert/Block
₽	Make Block	Izrada blokova	B+enter	Draw/Block/Make
•	Point	Crtanje tačaka	PO+enter	Draw/ Point
鞣	Hatch	Ispunjavanje kontura šrafurom	H+enter	Draw/ Hatch
慧	Gradient	Ispunjavanje kontura bojom		Draw/Gradient
0	Region			Draw/ Region
	Table	Izrada tabele		Draw/Table
Α	Multiline Text	Unos teksta	T+enter	Draw/Multiline Text

Simbol	Naziv	Namena	Prečica	
4	Erase	Brisanje objekta ili dela objekta	E+enter	Modify/Erase
60	Сору	Kopiranje objekta unutar modela	CO+enter	Modify/Copy
<u>4</u> L	Mirror	Kopiranje objekta kao slika u ogledalu	MI+enter	Modify/Mirror
<mark>섾</mark>	Offset	Paralelno kopiranje objekta po simetrali	O+enter	Modify/Offset
	Array	Kopiranje objekta po nizu	AR+enter	Modify/Array
+	Move	Pomeranje selektovanog objekta	M+enter	Modify/Move
U	Rotate	Rotiranje selektovanog objekta	RO+enter	Modify/Rotate
	Scale	Proporcionalna promena dimenzija objekta	SC+enter	Modify/Scale
	Stretch		S+enter	Modify/Stretch
- <i>f</i>	Trim	Brisanje delova objekta do definisane ravni	TR+enter	Modify/Trim
/	Extend	Nastavljanje dela objekta do definisane ravni	EX+enter	Modify/Extend
	Break at point	Prekida liniju u jednoj tački	BR+enter	
	Break	Prekida liniju u dve unapred definisane tačke		Modify/Break
++	Join	Pridružiti	J+enter	Modify/Join
~	Chamfer	Spaja dve linije pod određenim uglom		Modify/Chamfer
r	Fillet	Spaja dve linije kružnim isečkom		Modify/Fillet
8	Explode	Rastavaljanje blokova na elementarne delove		Modify/Explode

Tabela	18.2:	Paleta	alatki	Modifv
1 010 010				

Simbol	Naziv	Namena	Prečica	
-0	Temporary track point	Privremena vezna tačka	Tt + enter	
L.	Snap From	Funkcija za odlaganje odabira tačke	From + enter	
S	Snap to endpoint	Hvatanje krajnjih tačaka	Endp + enter	
ø	Snap to midpoint	Hvatanje središnje tačke	Mid + enter	
×	Snap to intersection	Hvatanje presečne tačke	Int + enter	
×	Snap to apparent intersect	Hvatanje očigledne presečnice	Appint + enter	
	Snap to Extension	Hvatanje produžene veze	Ext + enter	
<u></u>	Snap to centar	Hvatanje centra	Cen + enter	
¢	Snap to quadrant	Hvatanje po kvadrantima kruga	Qua + enter	
O	Snap to tangent	Hvatanje tangente kruga	Tan + enter	
4	Snap to perpedicular	Hvatanje pod pravim uglom	Per + enter	
//	Snap to parallel	Paralelno hvatanje	Par + enter	
å	Snap to insert		Ins + enter	
0	Snap to Node	Hvatanje tačke	Nod + enter	
А	Snap to nearest	Hvatanje bilo koje tačke na pravoj	Nea + enter	
%	Snap to none	Ne hvata ni jednu tačku na objektu	Non + enter	
n.	Osnap settings	Podešavanje mesta hvatanja		

Tabela 18.3: Paleta alatki Object Snap

Tabela 18.4: Paleta alatki Dimension

Simbol	Naziv	Namena	Prečica	
Ţ	Linear	Horizontalno ili vertikalno kotiranje		Dimension/Linear
*	Aligned	Kotiranje pod uglom		Dimension/Aligned
it.	Arc length	Lučno kotiranje		Dimension/Arc length
洪	Ordinate	Definisanje kota tačaka		Dimension/Ordinate

0	Radius	Kotiranje malih radijusa		Dimension/Radius
3	Jogged	Kotiranje velikih radijusa		Dimension/Jogged
0	Diameter	Kotiranje prečnika		Dimension/Diameter
4	Angular	Kotiranje ugla		Dimension/Angular
¥	Duick Dimension			Dimension/Duick Dimension
	Baseline	Paralelno kotiranje		Dimension/Baseline
<mark> ++ ++ </mark>	Continue	Redno kotiranje		Dimension/Continue
- The second sec	Quick Leader	Pokazna linija		Dimension/Quick Leader
⊕ 1	Tolerance	Tolerancijska polja	TOL+enter	Dimension/Tolerance
•	Centar mark	Definisanje centra kružnice		Dimension/Centar mark
₽Ţ	Dimension Edit	Editovanje teksta		Dimension/Dimension Edit
Hala I	Dimension text edit	Editovanje teksta		Dimension/Dimension text edit
Ħ	Dimension update			Dimension/Dimension update
ISO-25 💌	Dim stile control	Promena definisanog stila kotiranja		Dimension/Dim stile control

Tabela 18.5: Paleta alatki **TEXT**

Simbol	Naziv	Namena	Prečica	
A	Multiline Text	Ispisivanje teksta u više redova	MT+enter	Draw/text/
AĮ	Single Line Text	Ispisivanje jednorednog teksta	DT+enter	Draw/text/
A	Edit	Promena stila teksta		
a.	Find	Nalaženje nekog pojma u tekstu		
A	Text Style	Izrada stila teksta		
A	Scale	Skaliranje teksta		
A	Justify	Poravnavanje teksta s leva, desna ili u centru		

19. VEŽBE I ZADACI

Zadaci su podeljeni na 15 vežbi koje studenti traba da samostalno urade. Tako su koncipirani da se provežba i nauči celokupno gradivo iz knjige. Na kraju poglavlja dati su primeri ispitnih zadataka. Sve vežbe treba uraditi primenom računara i odštampati ih na A4 formatu.

Vežba broj 1. – TAČKA I PRAVA

- Nacrtati tri ortogonalne projekcije zadatih tačaka u prostoru i napisati u kojem se oktantu nalaze: A(-2;1;1); B(3;-2;-2); C(-3;2;-3); D(-0,5;-2,5;3); E je 2,5 cm desno od P ravni, 2,5 cm ispred V ravni i 3,5 cm ispod H ravni; F je 3,5 levo od P ravni, 3,5 cm iza V ravni i 1,5 cm ispod H ravni; G je na V ravni 1 cm desno od P ravni i 1,5 cm iznad H ravni; tačka H je na Z osi 3,5 cm iznad H ravni; tačka I je na P ravni 3 cm iza V ravni i 4 cm iznad H ravni i tačka J je na H ravni 4 cm levo od P ravni i 1,5 cm ispred V ravni.
- 2. Za tačke iz prethodnog zadatka nacrtati tri ortogonalne projekcije nakon obaranja projekcijskih ravni.
- 3. Nacrtati u paru ortogonalnih projekcija: pravu a koja prolazi kroz tačku A(3;2;1,5), paralelna je sa P ravni, a sa V ravni zaklapa ugao od 45°; pravu b koja prolazi kroz tačku B(1,5;2;5) paralelna je sa P ravni, a sa V ravni zaklapa ugao od 60°; pravu c koja prolazi kroz tačku C(-2;3;?) leži na H ravni i paralelna je sa X osom; pravu d koja prolazi kroz tačku D(5;4;3,5) upravna je na ravan P i pravu e koja prolazi kroz tačku E(7;2,5;2,5) i upravna je na V ravni.
- 4. Data je prava a tačkama A(1,5;2;3) i B(5;1;1,5). Kroz tačku C(-1,5;5;2,5) nacrtati pravu b koja je paralelna sa pravom a.
- 5. Date su prave a tačkama A(1;2;2) i B(4;3,5;0,5) i b tačkama C(1;-5;-1,5) i D(4,5;-2;2). Odrediti prodore, oktante kroz koje prolaze i naznačiti vidljivost. Da li se prave seku ili se mimoilaze?
- Nacrtati ortogonalne projekcije sva tri prodora prave a koja prolazi kroz tačke A(-2;6;5) i B(5;-1;6). Odrediti vidljivost projekcija i oktante kroz koje prava a prolazi.
- Pravu a iz prethodnog zadatka nacrtati u kosoj projekciji. Odrediti vidljivost prave i njenih projekcija i oktante kroz koje prolazi. Ugao između osa –XY=30°, skraćenje 3:4. Veličina ravni u oktantu je 7 cm po svakoj osi.

Vežba broj 2 - KRIVE LINIJE

Nacrtati krive linije od 1 do 6. Dati podaci su:

- 1. Cikloida. Prečnik kruga $D_2 = 4 \text{ cm} (\text{sl. 4.29})$
- 2. Zavojnica. Prečnik kruga D_3 =4 cm, korak zavojnice P=3 cm (sl. 4.28)
- Elipsa. Dužina velike ose AB=8 cm, a male CD=4 cm. Koristiti metodu dve kružnice - šestara (sl. 4.27)
- 4. Evolventa. Prečnik kruga $D_5 = 3 \text{ cm} (\text{sl. 4.30})$

5. Spajanje kružnica i pravih linija:

prečnika D=3 cm (sl. 4.31);prečnika $D_1=6 \text{ cm}, D_2=3 \text{ cm} (\text{sl. 4.32});$ prečnika $D_1=5 \text{ cm}, D_2=2,5 \text{ cm} (\text{sl. 4.33})$ prečnika $D_1=3 \text{ cm}, D_2=4 \text{ cm} \text{ i } D_3=3 \text{ cm} (\text{sl. 4.34});$ prečnika $D_1=2 \text{ cm}, D_2=4 \text{ cm}, \alpha=30^{\circ} (\text{sl. 4.35});$ prečnika $D_1=2 \text{ cm}, D_1=4 \text{ cm}, D_2=2 \text{ cm} \text{ i } D_2'=4 \text{ cm}. (\text{sl. 4.36}),$

Zadatak broj 3 - AKSONOMETRIJSKI CRTEŽ

Nacrtati zadate predmete u aksonometriji. Razmere za zadatak pod 1 i 2 treba da su iste. Razmere i raspored aksonometrijskih crteža usvojiti tako da se dobije pregledna slika.

- 1. Nacrtati predmete (sl. 19.1) u dimetriji, ako su zadate ose X i Y pod uglom od (10°;45°), (7°;42°), (45°;45°) ili (15°;60°).
- 2. Iste predmete nacrtati u izometriji.
- 3. Nacrtati predmete (sl. 19.2) u kosoj projekciji, koristeći presek tako da je pravac Y ose od 30°, 45° ili 60°.
- 4. Dati/usvojeni predmet nacrtati u kosoj projekciji, tako da je skraćenje po Y osi 1/2, 2/3 ili 3/4.

Zadatak broj 4 - ORTOGONALNI CRTEŽ

- 1. Za predmete (sl. 19.3) nacrtati šest ortogonalnih pogleda koristeći se evropskim rasporedom pogleda.
- 2. Za iste te predmete nacrtati pogled A, B i C ili D koristeći se američkim rasporedom pogleda.
- 3. Za predmete (sl. 19.1, sl. 19.2, sl. 19.4, sl. 19.5 i sl. 19.6) nacrtati dovoljan broj pogleda da bi se predmet jednoznačno definisao, koristeći se evropskim rasporedom pogleda.
- 4. Za dati/usvojeni predmet nacrtati dovoljan broj pogleda koristeći se evropskim rasporedom pogleda.

Zadatak broj 5 - POVEZANOST ORTOGONALNIH POGLEDA

Za predmete (sl. 19.7 - 19.9) na osnovu zadata dva pogleda nacrtati traženi.

Zadatak broj 6 - PRESECI U TEHNIČKOM CRTANJU

Za date predmete (sl. 19.10 - 19. 13) nacrtati dovoljan broj pogleda koristeći sledeće preseke:

- 1. Potpun uzdužni (označen sa a);
- 2. Četvrt (polovičan) (označen sa b);
- 3. Zarotiran (označen sa c);
- 4. Poprečni (označen sa d);

- 5. Delimičan (označen sa e);
- 6. Izlomljen (stepenast) (označen sa f);
- 7. Zaokrenut (označen sa i);
- 8. Za predmete (označene sa g) nacrtati odgovarajuće razreze i
- 9. Za predmete (označene sa h) nacrtati specijalan pogled i označeni presek.

Zadatak broj 7 - KOTIRANJE

Za predmete (sl. 19.1, 19.2, 19.4, 19.5 i 19.6) nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda i kotirati ih koristeći kombinovani način kotiranja.

Zadatak broj 8 - ČITANJE ORTOGONALNIH POGLEDA

Pročitati ortogonalne poglede predmeta (sl. 19.15 do 19.21) i nacrtati ih u aksonometriji. Metodu aksonometrije usvojiti.

Zadatak broj 9 - ISPRAVLJANJE ZADATIH GREŠAKA

Za predmete (sl. 19.22) ispraviti namerno nacrtane greške, nacrtati pogled sa strane i kotirati predmet.

Zadatak broj 10 - CRTANJE MAŠINSKIH ELEMENATA

- 1. Nacrati i kotirati vijak sa šestougaonom glavom u tri pogleda. Vijak je M18; 20; 22 (dužine po izboru). Navoj je do polovine stabla (sl. 10.15).
- Nacrtati i kotirati goli vijak (bez glave i navrtke) M10; 12; 14, dužine po izboru. Navoj je sa oba kraja do četvrtine dužine, jedan levi, a dugi desni. Ivice na oba kraja su oborene (sl. 10.21,a)
- 3. Nacrtati i kotirati šestougaonu navrtku M20; 22; 24 u pogledu A i B koristeći četvrt presek (sl. 10.19). Ne crtati kote koje su date samo zbog konstruisanja.
- 4. Nacrtati i kotirati navoje u otvoru (sl. 10.13). Navoj je metrički. Ivice su oborene kod većeg otvora.
- 5. Nacrtati vijak sa šestougaonom glavom u sklopu sa pločama (sl. 10.18).
- 6. Nacrtati i kotirati cilindrični zupčanik sa pravim zupcima (sl. 10.70) sa dodatnom tabelom 10.8.
- 7. Nacrtati i kotirati konusni zupčanik (sl. 10.71).
- Nacrtati i kotirati cilindričnu torzionu oprugu kružnog poprečnog preseka žice sa d=8 mm, D=20; 30 mm, h=10; 15 mm i dužine l=80 mm (sl. 10.45).
- 9. Nacrtati kotrljajni ležaj sa jednim redom kuglica (bez uprošćenja), koji se nalazi u kućištu na kraju vratila (sl. 10.112).
- 10. Nacrtati i kotirati dve zavarene ploče u pogledu A i B (sl. 10.55 po izboru).
Zadatak broj 11 - TOLERANCIJE MERA

- 1. Izračunati visinu tolerancijskog polja za grupu prečnika *50-90* mm za kvalitet tolerancije *IT7*
- 2. Odrediti a_g , a_d i T_o i skicirati položaj tolerancijskog polja za \emptyset 60d10.
- 3. U sistemu ZO odrediti vrstu i toleranciju naleganja i skicirati položaj tolerancijskih polja za Ø240B7/h6.
- 4. U sistemu *ZR* odrediti nepoznatu toleranciju da naleganje bude neizvesno i skicirati položaj tolerancijskih polja za Ø45H9/?.
- 5. Za spoj osovine i glavčine točka nominalnog prečnika \emptyset 110 odrediti toleranciju oba dela tako da u sistemu ZO obrazuju naleganje sa $P_g = 200 \,\mu m$ i $P_d = 60 \,\mu m$. Kvalitet osovine

je za stepen "finiji" od kvaliteta rupe. Proveriti usvojeno naleganje.

Zadatak broj 12 - RADIONIČKI CRTEŽ

Nacrtat radionički crtež predmeta (sl. 19.23 i 19.24 izrađenih livenjem) i predmeta (sl. 19.25 i 19.26 izrađenih zavarivanjem) i označiti:

- da se jedna gornja i donja površina predmeta nakon livenja obrađuju usvojenim kvalitetom površinske hrapavosti;
- da se najmanji otvori obrade finim struganjem;
- da se jedan otvor izradi sa tolerancijom H9;
- da su gornja i donja površina paralelne sa tolerancijom t=600 μ m;
- da je verikalni otvor upravan na donju horizontalnu površinu sa tolerancijom t=500 μm.

Zadatak broj 13 - SKLOPNI CRTEŽ

Za sklop (sl. 19.27, 19.28, 19.29 i 19.30) nacrtati:

- sklopni crtež i
- radionički crtež delova sklopa.

Usvojiti kvalitet obrade površina, tolerancije mera i tolerancije oblika i položaja. U principu, za površine predmeta koje ne naležu u sklopu, predvideti najgrublji kvalitet površinske hrapavosti, shodno postupku izrade. Za površine koje naležu u sklopu predvideti "finiju" obradu, a još "finiju" za one površine koje se za vreme funkcije predmeta međusobno kreću. Isti princip važi i za izbor tolerancija mera i tolerancije oblika i položaja.

Zadatak broj 14 - ŠEMATSKI CRTEŽ

Za transmisione uređaje nacrtati kinematičku šemu (sl. 19.31 - 19.33) i funkcionalnu za sistem za zalivanje (sl. 19.34) i lančani transporter (sl. 19.35).

Zadatak broj 15 – MODEL

Napraviti solid (model) predmeta (sl. 19.1, sl. 19.4 i sl. 19.5). Solid predmeta odštampati u najmanje četiri različita položaja na jednom A4 formatu.















SI. 19.1: Date predmete nacrtati u dimetriji i izometriji













SI. 19.2: Predmete nacrtati u kosoj projekciji koristeći presek





d)







i)



h)

c)







SI. 19.3: Za date predmete nacrtati šest osnovnih ortogonalnih pogleda koristeći evropski raspored projekcija



SI. 19.4: Za date predmete nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda koristeći evropski raspored projekcija













g)



SI. 19.5: Za date predmete nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda koristeći evropski raspored projekcija

















SI. 19.6: Za date predmete nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda koristeći evropski raspored projekcija



SI. 19.7: Na osnovu zadata dva ortogonalna pogleda nacrtati traženi



SI. 19.8: Na osnovu zadata dva ortogonalna pogleda nacrtati traženi



SI. 19.9: Na osnovu zadata dva ortogonalna pogleda nacrtati traženi



















SI. 19.10: Nacrtati ortogonalne poglede predmeta koristeći zadate preseke



Sl. 19.11: Nacrtati ortogonalne poglede predmeta koristeći zadate preseke



SI. 19.12: Nacrtati ortogonalne poglede predmeta koristeći zadate preseke



SI. 19.13: Nacrtati ortogonalne poglede predmeta koristeći zadate preseke



SI. 19.14: Nacrtrati dovoljan broj pogleda i kotirati predmet



SI. 19.15: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



SI. 19.16: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



SI. 19.17: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



SI. 19.18: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



SI. 19.19: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



SI. 19.20: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji



















SI. 19.21: Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati ih u aksonometriji











SI. 19.22: Ispraviti namerno napravljene greške, docrtati pogled sa strane i kotirati predmet



SI. 19.23: Nacrtati radionički crtež datih predmeta





SI. 19.24: Nacrtati radionički crtež datih predmeta



SI. 19.25: Nacrtati radionički crtež predmeta, koji su dobijeni zavarivanjem





c)





f)

d)





SI. 19.26: Nacrtati radionički crtež predmeta, koji su dobijeni zavarivanjem



SI. 19.27: Nacrtati ortogonalni sklopni crtež varijatora na spiralnom transporteru žitnog kombajna

 krunasta navrtka, 2. rascepka, 3. podloška, 4. vratilo, 5. sedlo, 6. kućište ležaja, 7. ležaj, 8. sigurnosna navrtka, 9. navrtka, 10. ploča, 11. zavrtanj, 12. lančanik, 13. levi obod remenice, 14. desni obod remenice, 15. čaura, 16. opruga, 17. ploča za podešavanje, 18. poklopac, 19. navrtka za podešavanje



SI. 19.28: Nacrtati ortogonalni sklopni crtež uređaja za pogon ventilatora i elevatora žitnog kombajna

zavrtanj, 2. podloška, 3. desni obod remenice, 4. levi obod remenice, 5. remen, 6. vratilo,
klin, 8. lančanik, 9. sedlo, 10. ležaj, 11. zavrtanj za osiguranje, 12. prsten za osiguranje,
lanac, 14. prsten za osiguranje - čaura, 15. nosač



SI. 19.29: Nacrtati sklopni crtež spojnice 1. zavrtanj, 2. podloška, 3. levi obod, 4. elastični prstenovi, 5. rascepka, 6. desni obod



SI. 19.30: Nacrtati sklopni crtež rasprskivača niskog pritiska 1. nastavak za cev, 2. vrtložnik, 3. telo rasprskivača



SI. 19.31: Nacrtati šematski crtež transmisionih uređaja



a)

d)







SI. 19.32: Nacrtati šematski crtež transmisionih uređaja



SI. 19.33. Nacrtati kinematičku šemu transmisionih uređaja

1.točak, 2. pogonski zupčanik, 3. centralni zupčanik, 4. sateliti, 5. unutrašnje zupčanje prstenastog zupčanika, 6. spoljašnje zupčanje prstenastog zupčanika, 7. nosač



SI. 19.34: Nacrtati šematski srtež sistema za zalivanje kapanjem



SI. 19.35: Nacrtati šematski crtež lančanog transportera

1. pogonski deo, 2. lančani prenosnik, 3. zaštitna obloška, 4. izuzimanje zrna, 5. vučni lanac, 6. usipanje zrna, 7. kućište zatezne glave, 8. zatezna glava

ISPITNI ZADACI

a)

- 1. Za zadati predmet koji je nacrtan u aksonometriji nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda da se jednoznačno definiše.
- 2. Pročitati ortogonalne poglede predmeta nacrtane u razmeri 1:2. Nacrtati aksonometrijski crtež. Metodu aksonometrije i razmeru crtanja usvojiti.

3. Na ortogonalnim pogledima predmeta, koji su nacrtani u razmeri 2:1 ispraviti namerno nacrtane greške i nacrtati označeni poprečni presek. Predmet kotirati.

4. Za predmet nacrtan u izometriji u razmeri 1:2 nacrtati ortogonalni radionički crtež. Predmet se izrađuje livenjem od EN-GJL100. Za rupe na bočnim zidovima predvideti zavojnicu po celoj dubini, kvaliteta hrapavosti N7. Tolerancija mera središnjeg žljeba je H9. Donja površina je kvaliteta hrapavosti N9, ravna sa tolerancijom t=1200 µm i paralelna sa gornjom s tolerancijom t=600 µm. Naziv predmeta i broj crteža usvojiti. Razmeru crtanja usvojiti.

5. Za predmet definisan ortogonalnim projekcijama nacrtati model. Solid predmeta odštapmati u više različitih položaja na jednom A4 formatu.















- b)
- 1. Za zadati predmet koji je nacrtan u aksonometriji nacrtati dovoljan broj ortogonalnih pogleda da se jednoznačno definiše.



- 2. Pročitati ortogonalne poglede predmeta i nacrtati aksonometrijski crtež. Metodu aksonometrije usvojiti.

- 3. Za zadate poglede predmeta koji su nacrtani u razmeri 1:2 nacrtati pogled sa strane. Predmet kotirati.
- 4. Za predmet nacrtan u kosoj projekciji u razmeri 1:2 nacrtati ortogonalni radionički crtež. Predmet se izrađuje od E335 skidanjem strugotine. Spoljašnja cilindrična površina obrađuje se kvalitetom hrapavosti N7, prednja sa N8, a kvalitet ostalih površina treba usvojiti. Tolerancija mera kružnog otvora je B9. Spoljašnja cilindrična površina treba da je cilindrična sa tolerancijom od t=900 µm i upravna na zadnju površinu sa tolerancijom t=400 µm. Naziv predmeta i broj crteža usvojiti. Razmeru crtanja usvojiti.





 Za predmet definisan ortogonalnim projekcijama napraviti solid (model). Solid predmeta odštapmati u više različitih položaja na jednom A4 formatu.





REŠENJE ISPITNOG ZADATKA b)







2.







3.

22 S

V

14



32



ЗЛ Э

V



348

35 -




LITERATURA

- 1. Babić Lj., Babić M.: Sušenje i skladištenje, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2000.
- 2. Bajla J.: Technicko kreslenie II prepracovano vydanie, Vysoka škola polnohospodarska v Nitre, Nitra 1990.
- Bajla J., Horský: Technicko kreslenie Navody na cvičenia, Vysoka škola polnohospodarska v Nitre, Nitra 1992.
- 4. Баханов Ю. Н.: Сборник заданий по техническому черчению, Выша школа, Москва, 1984.
- 5. Gligorić R., Milojević Z.: Tehničko crtanje inženjerske komunikacije, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2004.
- 6. Gligorić R.: Nacrtna geometrija primena, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2006.
- 7. Gligorić R., Tomić M.: Osnove kompjuterske grafike, autorizovana skripta, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, 2007.
- 8. Gligorić R.: Inženjerske komunikacije, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2015.
- 9. Ćurčić B.: Tehničko crtanje, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- 10. Dovniković L.: Tehničko crtanje, uvođenje u mašinske konstrukcije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1989.
- 11. Đorđević S.: Inženjerska grafika, Mašinski fakultet, Beograd, 1983.
- 12. Đorđević V. D.: Tehničko crtanje sa nacrtnom geometrijom, Kragujevac, 1994.
- 13. Đorđević V. D.: Praktikum za tehničko crtanje sa nacrtnom geometrijom, Naučna knjiga, Beograd, 1998.
- 14. Егоров Ф. И.: Черчение и рисование, Высшая школа, Москва, 1985.
- 15. Ilijević K.: Tehničko sporazumevanje u mašinstvu I, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- 16. Ilijević K.: Tehničko sporazumevanje u mašinstvu II, Naučna knjiga, Beograd, 1992.
- 17. Кузьмина И. А., Хамутова А. И.: Задачник по основам черчения, Машиностроение, Москва, 1985.
- 18. Lawrowski Z.: Metodyczny zbiór zadań z rysunku technicznego, Politechnika, Wroclawska, Wroclav, 1973.
- 19. Lewandowski Z.: Zbiór zadań z rysunku technicznego maszynowego, Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszava, 1979.
- Мерзон Э. Д. Мерзон И. Э: Задачник по машиностроитеьному черчению, Высшая школа, Москва, 1990.
- 21. Муравьев Л. М.: Пособие для сельских механизаторов по чтению чертежей, Высшая школа, Москва, 1975
- 22. Pantelić L. T.: Tehničko crtanje, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- 23. Papić Ž., Savović M.: Tehničko pismo, metodička vežba, Epoha, Požega, 1994.
- 24. Pavkov I.: Očuvanje kvaliteta zrna soje u procesu skladištenja, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, 2001.
- 25. Radovanović D.: Tehničko crtanje sa nacrtnom geometrijom, Beograd, 1987.
- 26. Степанов Б.Л. и сат.: Задачник по машиностроительному черчению, Машиностроение, Москва, 1983.
- 27. Вышнепольский И. С., Вышнепольский В. И.: Машиностроительное черчение с елементами программированогго обучения, Машиностроение, Москва, 1986.
- 28. Василенко Е. А.: Практикум по черчению, Просвещение, Москва, 1986.
- 29. SRPS standardi
- 30. Uputstvo za korišćene AutoCAD-a 2007 i 2010.

