

OSNOVE TEHNIČKOG CRTANJA

1. Tehničko pismo (standardizirano, veličine, visine, širine)
2. Pribor za tehničko crtanje
 - 2.1. Rukovanje olovkom trokutom ravnalom
 - 2.2. Rukovanje perima (rapidografski) i šablonom
 - 2.3. Rukovanje šestarom, kutomjerom i krivuljom
3. Crte linije-vrste i širine crta
 - 3.1. Skupine crta i primjena (vidljive i nevidljive) središnje (simetralne) uske (crte prijeloma, mjerne crte, šrafure, mjerne jedinice, brojevi i oznake, okviri crteža.
 - 3.2. Crtanje punih i isprekidanih linija
4. Formati papira za tehničke crteže
 - 4.1. Previjanje crteža radi ulaganja u mapu bez mehanizma
 - 4.2. Previjanje crteža radi ulaganja u mapu sa mehanizmom
5. Mjerila omjeri i razmjeri
 - 5.1. standardna mjerila za umanjeње
 - 5.2. Standardna mjerila za uvećanje

OSNOVNE GEOMETRIJSKE KONSTRUKCIJE

6. Krive crte (krivulje) i njihova konstrukcija
 - 6.1. KRUG-definicija, jednađba, grafički prikazati (nacrtati) i objasniti (polumjer, Promjer, tetiva, tangenta)
 - 6.2. ELIPSA-jedan od načina konstruiranja elipse ima ih više
 - na osnovi definicije
 - dva koncentrična kruga
 - pomoću kružnice zakrivljenosti
 - metodom razmjernosti u pravokutnom i kosom paralelogramu i sl.
 - 6.3. PARABOLA
 - 6.4. HIPERBOLA i dr.

Iz nacrtne geometrije trebaju nam biti poznati opći pojmovi

- odnos ravnine Π_1 -nacrtna ravnina, Π_2 tlocrtna ravnina i Π_3 bokocrtna ravnina (I, II, III, IV kvadrant)
- prikazivanje točke i pravca u prostoru
- odnos ravnine i točke
- probodište pravca i ravnine
- okomitost pravca i ravnine
- presjek ravnina

UVOD

TEHNIČKO CRTANJE KROZ POVIJEST

Razvoj crtanja od najdavnijih vremena povezan je s razvojem opće kulture. Crtanje je kao i između ostalog služilo kao sredstvo međusobnog sporazumijevanja kao jezik i kao jedna vrsta pisma. U prvom periodu slike prikazivanih predmeta i živih bića crtane su u jednoj ravnini, dakle dvodimenzionalno (plosnato).

Protekla su stoljeća dok je čovjek naučio prikazivati promatrane predmete na jednoj ravnini u tri dimenzije. U 15. st. na osnovi iskustava velikih majstora renesanse(Leonarda da Vincia, slikara arhitekta i inženjera prema sadašnjem shvaćanju crtanje je dobilo teoretsku osnovu jer se pojavila *perspektiva*.

Baziran na perspektivi pojavljuje se oblik usporedne-paralelne, kose i pravokutne-ortogonalne projekcije.

Primjena usporednih tj. paralelnih projekcija i perspektive omogućuje jednostavno i pregledno prikazivanje predmeta ali nije pogodno za predočavanje zahtjevnijih predmeta i prikazivanje njihovih mjera (kotiranje).

Tek zahvaljujući primjeni nacrtne geometrije kao znanstvene metode (1798) a naročito pravokutnog projiciranja čiji je tvorac francuski matematičar GASPARD MONDE(Monš) (1746-1818.) razvilo se crtanje koje je našlo promjenu u svim granama tehnike i od tada se zove TEHNIČKO CRTANJE.

Predmeti predočeni ovakvim crtanjem, a prije svega elementi strojeva, uređaja, aparata tehnički mogu biti prikazani u mnogo projekcija ističući istovremeno detalje koji se ne vide izvana.

Tehničko crtanje je izraz suvremene tehničke misli i potreba suvremene industrije. Bez tehničkog crtanja danas nije moguće organizirati masovnu proizvodnju na kojoj se suvremena industrija zasniva. Masovna proizvodnja je moguća samo uz primjenu pravilne i dobro pripremljene tehničke dokumentacije. Tehničku dokumentaciju sačinjavaju prije svega elementi točno pripremljenog crteža nekog proizvoda, alata, naprava, kontrolnih mjerila i drugih elemenata potrebnih za vođenje takove masovne proizvodnje.

Tehničko crtanje u izvjesnom smislu je tehnički jezik. Zahvaljujući njemu mogu se širiti vlastita znanstvena i tehnička dostignuća i koristiti dostignuća znanstvenika iz cijelog svijeta. Za potrebe onih disciplina za koje je potreban primaran izgled objekta vrlo je prihvatljiva metoda kosog projiciranja na jednu ravninu slike pri čemu su objekti vezani uz prostorni koordinatni sustav. To je Tzv. AKSONOMETRIJSKA METODA ILI AKSONOMETRIJA .

Perspektiva postiže metodom centralnog projiciranja još zornije i prirodnije slike prostornih objekata.

Kod prikazivanja objekata ogromnih dimenzija na terenu kao što su ceste, željezničke pruge, mostovi i slično najčešće se koristi metoda ortogonalnog projiciranja na jednu vodoravnu ravninu dopunjenu visinskim mjerama (Kotama) točaka.

Ova metoda poznata je pod nazivom KOTIRANA PROJEKCIJA a svoju promjenu nalazi pored građevinarstva arhitekture geodezije rudarstva i u disciplinama tehnike i tehnologije prometa .

NA kraju valja napomenuti da svaka od ovih spomenutih metoda nalazi i svoju promjenu u tehnici grafičkog komuniciranja uz pomoć računala te ju treba i tamo prepoznati.

PREDOČAVANJE OBLIKA

Kada želimo predočiti nekakav oblik onda to činimo pomoću crteža. Svaki crtež predočava nekakav predmet. Postoje određena pravila po kojima se izrađuje crtež da bi predodžba o nekom predmetu bila svima jednaka. Kada tehničar zamisli nekakav predmet on ga ne opisuje riječima već ga prikazuje crtežom. Znanost koja daje mogućnost tehničarima za sporazumijevanje je tehničko crtanje i nacrtna geometrija.

Osnovni zadaci su joj:

1. Treba dati metode po kojima će se na crtačem papiru koji ima samo dvije dimenzije, duljinu i širinu, prikazati prostorne tvorevine koje imaju tri dimenzije (duljinu visinu i širinu).

2. Treba dati postupke po kojima će se iz točnog crteža neke prostorne tvorevine spoznati njezin oblik te izvesti sve potrebite zakonitosti.

Može se reći da nacrtna geometrija (deskriptiva geometrija ili deskriptiva) kao matematika disciplina koja se bavi metodama projiciranja nije samo uvod u tehničko crtanje već je ona geometrijska osnova za tehničko crtanje odnosno grafičko komuniciranje.

Dakle tehnički crtež je primjena nacrtne geometrije za potrebe tehničkih struka.

Cilj nacrtne geometrije i tehničkog crtanja u grafičkom komuniciranju je razvijanje prostornog zora tj. sposobnosti da stvorimo trodimenzionalnu predodžbu predmeta čiji dvodimenzionalni prikaz promatramo, odnosno obrnuto.

PROJEKCIJE (PROJICIRANJE)

SREDIŠNJA-CENTRALNA

Projekcija ili projiciranje je slika predmeta na jednu ravninu a njime se predočava oblik tog predmeta. Načini projiciranja su različiti već prema tome kako gledamo na predmet i koje pravilo nacrtne geometrije primjenjujemo u crtanju.

Središnja ili centralna projekcija je stvarnosti najbliža vrsta projiciranja jer je takav položaj crtačevog oka u odnosu na ostale elemente projiciranja (predmeta ravnine)

C-središte ili centar predstavlja crtačev pogled (oko) iz jednog izvora zrake izlaze i šire se spektralno.

Elementi tijela projiciranja su:

-S(C) središte centar izvor ljudsko oko

-zrake projiciranja

-materijalne točke(rubne točke predmeta kroz koje prolaze zrake)

-duljine dužine (predmeta)

-lik (kojeg projiciramo)

-slika dužine

-slika lika

-predmet

-zrake se šire centralno slika je uvijek veća od predmeta ovisno o udaljenosti izvora, predmeta i ravnine projiciranja.

Središnja ili centralna projekcija slična je predmetu u naravi a njegova veličina zavisi od međusobnog položaja izvora, predmeta projiciranja, ravnine projiciranja.

USPOREDNA (PARALELNA) PROJEKCIJA

-zraka projiciranja pri ovoj projekciji upada okomito na ravninu projiciranja

Ako središte tj. centar kod središnje -centralne projekcije udaljimo od predmeta njegova slika(projekcija) postaje sve manja i manja. Ako se izvor udalji u beskonačnost zrake projiciranja postaju paralelne. Bridovi predmeta u projekciji bit će usporedni stvarnom objektu. Prema položaju zraka projiciranja mogu biti dva načina usporednog paralelnog projiciranja.

1.KOSO-u kojoj zrake projiciranja sa ravninom Π zatvaraju kut α .

2.PRAVOKUTNO-(ortogonalno, normalno) u kojem su zrake projiciranja okomite na ravninu projekcije (zatvaraju pravi kut).

PRAVOKUTNA ILI ORTOGONALNA PROJEKCIJA

Pravokutna ili ortogonalna projekcija je najpogodnija jer predmeti u naravi imaju iste duljine kao projekcija. a zadovoljen je i uvjet odnosno zahtjev da su im i kutovi isti.

Osnovna pravila kod ove projekcije su:

-projiciranje na jednu ravninu

-zrake projiciranja su okomite na ravninu projiciranja

-predmet se nalazi između ravnine crtanja i crtača

-u projekciji se crta onaj dio predmeta koji se vidi u smjeru gledanja a bliži je crtaču.

Na osnovi ovih pravila bridovi predmeta bit će međusobno paralelni ili okomiti, u naravi a isto tako i u projekciji.

Budući da tijelo ima tri dimenzije a slika predmeta na jednu ravninu, mora se za definiranje predmeta određivati nekoliko ravnina i to za svaki smjer gledanja posebno treba odrediti odgovarajuće projekcije (Najmanje tri).

Po općim uputama pravokutne projekcije na predmet se gleda iz tri smjera, dobije se okomito od predmeta tri projekcije. Svakom smjeru pogleda i svakoj projekciji odgovara jedna ravnina crtanja na koju se predmet projicira pravokutno.

Projekcije:

-projekcija sprijeda

-projekcija odozgo

-projekcija s lijeva (s boka)

-projekcija straga

-projekcija odozdo

-projekcija s desna (s boka)

Glavnih 6 pogleda na predmet može dati šest projekcija a one su:

1.pogled sprijeda (I) daje projekciju NACRTA (N)

2.pogled odozgo (II) daje projekciju TLOCRTA (T)

3.pogled s lijevog boka (III) daje projekciju BOKOCRTA (B)

4.pogled straga (IV) daje projekciju DRUGI NACRT (N')

5.pogled odozdo (V) daje projekciju DRUGI TLOCRT (T')

6.pogled s desnog boka (VI) daje projekciju DRUGI BOKOCRT (B')

Dimenzije predmeta podudaraju se sa dimenzijama projekcija.

TEORIJA PROSTORNIH RAVNINA

Međusobni odnosi ravnina $\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3$

OKTANT	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
x	+	+	+	+	-	-	-	-
y	+	-	-	+	+	-	-	+
z	+	+	-	-	+	+	-	-

Ravnine u prostoru $\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3$ međusobno su okomite jedna na drugu. Takav položaj ravnina gradi koordinatni sustav. Ovisno o koordinatama točaka i ravnina one mogu zauzimati različite položaje u prostoru.

Osi koordinatnog sustava su x, y, z .

Gdje će se smjestiti pojedina točka u prostoru zavisi od koordinata točaka i ravnina.

Promatraju se osam prostornih oktanata (4 kvadranta po svakoj ravnini)

Početna točka je ishodište O a koordinata od $x(y, z)$ može biti promjenjivog predznaka plus ili minus.

PROSTORNA PREDODŽBA SVIH 8 PROSTORNIH OKTANATA

U tehničkom crtežu predmeti se prikazuju tako da bez naročitog napora možemo utvrditi sve mjere (dimenzije) predmeta.

DA bi se to postiglo predmet se prikazuje najčešće:

-u nacrtu (lice, pogled sprijeda ili 1. projekcija)

-u tlocrtu (osnova, pogled odozgo ili 2. projekcija)

-u bokocrtu (profil, pogled s lijeva ili 3. projekcija)

Pri tome zamišljamo da se predmet nalazi u petom prostornom oktantu.

Na okomitoj ravnini Π_1 (osnova 1 ili nacrtna ravnina) crta se NACRT

Na vodoravnoj ravnini Π_2 (osnova2 ili tlocrtna ravnina) crta se TLOCRT

Na ravnini Π_3 (osnova 3 ili bokocrtna ravnina) crta se BOKOCRT (profil pogled s lijeva).

EUROPSKA METODA ILI EUROPSKI NAČIN PROJICIRANJA

Europska metoda primjenjuje se gotovo u cijelom svijetu osim u Americi. Tamo je uređen nešto drukčiji način projiciranja i raspoređivanja projekcija pod imenom Američka metoda. Obilježje europske metode kod izrade projekcija je da se predmet projiciranja nalazi između ravnine projiciranja i crtača. Projicira se uvijek na ravninu koja je postavljena u pozadini predmeta u smjeru crtačeva pogleda.

Ovakav raspored projekcija naziva se «raspored E» («E»).

Znak za europsku metodu se smješta u zaglavlju u blizini oznake za mjerilo. U pravilu ova metoda se koristi u svim slučajevima osim ako se drukčije ne naznači.

AMERIČKA METODA ILI AMERIČKI NAČIN PROJICIRANJA

Karakteristično za američki način projiciranja je da se ravnina projiciranja nalazi između izvora projiciranja-crtača i predmeta projiciranja a prikazuje se onaj dio predmeta koji je bliži ravnini crtanja. Pri smještanju projekcije na glavne ravnine dobije se nešto drukčiji raspored projekcija za razliku od europske metode. Ovakav raspored projiciranja naziva se «raspored A». Znak za Američku metodu smješta se u zaglavlju u blizine oznake mjerila.

POSTAVLJANJE PREDMETA U PRAVILAN POLOŽAJ ZA CRTANJE

Odlučujući utjecaj na pravilan položaj predmeta za crtanje ima što *jasnije i jednostavnije* predstavljanje predmeta. Osnovna pravila su:

1. Predmet se postavlja tako da njegove plohe i središnjica budu paralelne i/ili okomite na glavnu ravninu crtanja
2. Predmet za crtanje stavlja se u onaj položaj u kojem stoji u naravi, ali da zadovolji uvjet pod prethodnom točkom.
3. Predmeti koji mogu od slučaja do slučaja zauzimati različite položaje (vijci podloške, ručice poluge i sl.) smještaju se u onaj položaj u kojem se proizvode ili uspravno.
4. Od više pravilnih položaja (lijevi, desni, gornji, donji) odabire se onaj u kojem će se vidjeti što više ploha i bridova.
5. Ako predmet ima pored paralelnih i okomitih površina na ravninu crtanja također i kose plohe potonje (prethodne) će se projicirati na pomoćne ravnine.
6. Broj potrebitih projekcija određuje se tako da predmet u potpunosti bude određen-prikazan.

PRESJECI

Projekcije vidljivih bridova predmeta nisu uvijek dovoljne za jednoznačno predočavanje predmeta.

Za predočavanje nevidljivih bridova u nekoj projekciji ili nekog oblika unutarnje šupljine nekad su se primjenjivale crtkane linije ali taj način ne pridonosi preglednosti crteža i primjenjuje se samo u određenim izuzetnim slučajevima.

Za točno očitavanje nevidljivih bridova predmeta primjenjuju se *presjeci*.

Predmet nastaje nakon sječenja predmeta imaginarnom ravninom vođenom središnjicom (najčešće ali nije uvjet).

Odbacujući dio predmeta koji se nalazi između ravnine sječenja i promatračeva-crtačeva oka. Presjek u tehničkom crtežu jest dakle slika koju dobijemo presijecanjem predmeta zamišljenom ravninom.

Presjek može biti:

- puni presjek
 - uzdužan-okomiti puni presjek
 - poprečan- okomiti puni presjek
 - vodoravan-horizontalan presjek

-polovičan presjek-ako se siječe jedna polovina ili jedna četvrtina predmeta, jedan dio se prikazuje kao presjek a drugi kao pogled

-djelomičan-ako se siječe samo određen dio predmeta, s ovim presjekom obično se razjašnjava neki manji dio predmeta, a granica između pogleda i presjeka je crta-loma, brid ne može biti granica djelomičnog presjeka, kod simetričnih predmeta nije uobičajen djelomičan presjek.

-zaokrenuti presjek-ako se siječe poprečno i zakrene za kut od 90° .

Dakle sječenje predmeta zamišlja se ravninom ili ravninama koje se vode središnjicom, pri tome se vidi unutrašnjost tijela u onoj projekciji s kojom je presječna ravnina paralelna.

Ravnine kojima se siječe predmet mogu biti:

-jedna

-više paralelnih

-lomljena

(Često se presjeci lomljenih ravnina zakreću u ravninu crtanja)

Ravnine zamišljenog sječenja predmeta mogu se položiti kroz predmet proizvoljno, odnosno onako kako je potrebno da se predmet u potpunosti prikaže.

OPĆA PRAVILA KOD IZRADE PRESJEKA

Slično kao i kod projekcija treba izabrati položaj predmeta prema ravninama projiciranja tako da presjek u toj projekciji prikažemo sa što više podataka o predmetu.

Presjek u projekciji treba biti točno označen.

OZNAČAVANJE TRAGOVA PRESJEČNIH RAVNINA I PRESJEKA

Položaj ravnine zamišljenog sječenja predmeta označava se crtanjem tragova tankom (uskom) crtom koju zovemo crta-točka-crta-točka. Istaknutim na krajevima i na mjestima eventualnog prijeloma ravnine, širokom crtom crta-točka-crta-točka dakle trag presječne ravnine ne označava se u svojoj punoj duljini. Na završetku traga sječenja crtaju se strelice koje pokazuju pravac smjer pogleda, a pored strelica velika tiskana abecedna slova koja označavaju zamišljeni presjek predmeta, odnosno ravninu presijecanja.

Označavanje predmeta

Presjek se šrafira radi bolje uočljivosti. Materijal u zamišljenom presjeku označava se šrafurom, uskim tankim punim crtama nagnutim 45° prema horizontali ili središnjici.

Ako su stjenke predmeta nagnute npr. za kut od 45° tada se izuzetno šrafura nanosi pod kutem od 30° odnosno 60° . NA crtežima gdje se sudara više ploha šrafure se moraju razlikovati jedna od druge. Više susjednih površina u sklopu šrafiraju se različitim smjerom gustoćom i nagibom. međusobnim pomakom crta šrafura i sl.

Kod uskih površina gdje se šrafura ne može staviti, uske površine se zacrnjuju, zatamnjuju osjenčavaju.

Najčešća upotreba ovakvim zatamnjenja je kod limova i profila. Na okrugle i simetrične predmete obavezno se ucrtavaju osi. Nevidljivi bridovi se ne ucrtavaju u presjeku. Razmak između crta šrafura kreće se od 1 do 5 mm. ravne plohe označavaju se i dijagonalama.

Dugi predmeti mogu se prekinuti razlomljenim crtama.

MJERENJE I PRIKAZ MJERA (Kotiranje izmjeri razmjeri)

Crtež u pravokutnim projekcijama predočava oblik nekog predmeta i daje nam mogućnost orijentacije o njegovom obliku i oblicima. Međutim takav nam crtež ne može poslužiti kao osnovica ili podloga za njegovu izradu budući da na osnovi njegovog oblika ne možemo odrediti njegovu stvarnu veličinu.

Da bi se predmet mogao izraditi, proizvesti zadovoljavajuće njegove pojedine dimenzije potrebno je crtež tog predmeta dopuniti prikazanim dimenzijama i stvarnim veličinama pojedinih dijelova.

Prikaz ili unos mjera nekog predmeta u tehničkom crtežu je završna i vrlo važna faza u toku njegove izrade. Vrsta mjera koja će se koristiti, redosljed postupaka njihovog unosa u crtež zavisit će od potrebnih tehnoloških zahvata u proizvodnji odnosno od redosljeda postupaka pri njegovoj izradi. Taj redosljed postupaka ili faza u procesu proizvodnje nekog elementa dijela stroja ili uređaja odlučuje i o kasnijoj njegovoj kvaliteti i vrijednosti.

Prije samog unosa mjera u crtež dakako je potrebno imati njegove precizne izmjere(predmeta) koji se dobiju korištenjem određenih prikladnih mjernih uređaja. Dakle, predmet u proizvodnji izrađuje se na osnovu njegovog završenog tehničkog crteža preciznog detaljnog s prikazanim točnim izmjerima odnosno mjerama.

Izmjeri i mjere trebaju biti precizni-točni iz razloga što točnije i lakše, jasnije i jednostavnije njegove proizvodnje kako bi se izbjegle eventualne moguće pogreške(tolerancije).

Mjerenja se obavljaju:

- mikrometrom
- pomičnim mjerilom(unutarnja vanjska i dubinska mjera)
- šablonama za navoje
- raznim kutomjerima

Elementi strojeva sastavljeni su od (najčešće) osnovnih geometrijskih tijela (valjak, prizma, kugla, stožac itd.)

Crtačev je zadatak da pri upisu mjera u crtež prije svega pronade i izdvoji poznata pojedina geometrijska tijela (i likovi). Nakon toga njih definira pomoću potrebitih mjera.

Na tehničkom crtežu upisuju se mjere koje pokazuju izmjere gotovog predmeta bez obzira na mjerilo i točnost u crtanju.

U strojarskoj tehnici pa i u prometnoj tehnici sve mjere pokazuju i označavaju mjere u mm. Ako se u nekim slučajevima od toga treba ili mora odstupiti onda se iza mjernog broja ili već prikazane brojčane oznake posebno naznačava jedinična mjera.

Sve mjere koje se unose u tehnički crtež moraju biti upisane tako da se **upotpunjuju s nacrtanim oblikom** (oblicima) i da se vrlo lako i jednostavno razumiju.

Dimenzije određenog predmeta u crtež se unose pomoću mjera a mjerama se određuje veličina proizvoda.

Elementi mjere su:

- pomoćna mjerna crta
- mjerna strelica

- mjerni broj
- glavna mjerna crta (mjernica)

OSNOVNA PRAVILA KOD UNOSA MJERA U CRTEŽ

1. Mjere se unose u crtež potpuno dovršenog predmeta
 2. Svaka mjera neke dimenzije dijela predmeta na tehnički crtež unosi se samo jednom (bez ponavljanja).
 3. Svaka mjera koja e može razmještati u više projekcija prikazuje se u onoj projekciji u kojoj se ta dimenzija najbolje vidi.
 4. Vrste usporednih mjera na jednom crtežu trebaju biti prikazane zajedno a ne razbacane na nekoliko projekcija (crteža) ili na njihove razne strane.
 5. Mjere treba nanositi između vidljivih bridova predmeta na crtežu (projekciji) i to kod onih njegovih dijelova koji su prikazani u stvarnoj (po mogućnosti) veličini tj. dimenziji.
 6. Mjere koje pripadaju nekom vanjskom obliku predmeta po mogućnosti na jednu od strana crteža-projekcije a mjere za prikaz unutarnjih dijelova na posebnu stranu.
 7. Na dijelovima tehničkog crteža gdje su ti isti dijelovi standardizirani uz mjeru prikazujemo i standardnu oznaku.
 8. Mjere treba unositi prema poznatom postupku ili procesu njegove izrade proizvodnje. U slučaju da nam to kao crtaču nije poznato onda slijedimo pravilo unosa mjera glavnih vanjskih pa potom ostalih unutarnjih i sličnih.
 9. Kod predmeta koji su standardni dijelovi (vijci podloške matice i sl.) u sklopnim crtežima im se na prikazuju mjere nego se njihove glavne mjere ističu u sastavnici.
 10. Ako u tehničkom crtežu postoje sitni umanjeni detalji kojima se taško unose ili opće ne mogu unijeti mjere, radi se njihov isječak u povećanom presjeku. Tada se oko isječenog dijela stavlja kružnica pored koje se upisuje veliko tiskano slovo kojim se označava uvećani detalj.
 11. U sastavnim crtežima objekata ili sklopova treba unositi glavne mjernice koje obilježavaju objekt kao što su:
 1. priključne mjere koje su zajedničke ravnim dijelovima
 2. pomoćne mjere koje se ne vide iz raznih detalja
 3. Vanjske mjere pojedinih dijelova predmeta
- Kod unosa mjera u crtež nekog predmeta postoji niz načina od kojih se najčešće upotrebljavaju sljedeći:
1. unos mjera od središta predmeta
 2. unos mjera od radnih čeonih ploha nekih ograničenih površina, površina za podešavanje i sl.
 3. unos mjera od točki oslonaca
 4. unos mjera simetrično u odnosu na osi središnjica i sl.
12. Dakle mjere koje se prikazuju uz pomoć mjernih strelica ograničavaju dimenzije predmeta u tehničkom crtežu. Na tehničkom crtežu mjere se trebaju upisivati tako da se svaka dimenzija predmeta može čitati iz prikazanih mjera na crtežu a ne tražiti preračunavanjem iz nekoliko mjera. Ukoliko je to teže izvedivo tada se mjere tom predmetu prikazuju u nekoliko crteža, projekcija, standardnih pojednostavljenja uvećanja detalja i sl.

Udaljenost mjerne crte od konturne linije predmeta i međusobnu udaljenost mjernih crta na tehničkom crtežu ne bi trebala biti veća od 5 mm.

Prikaz mjera treba izvesti točno jer je jedino i uvijek mjera odlučujuća a ne sam izgled crteža. Iz toga razloga mjere treba unositi u crtež s velikom pozornošću i slijedom postupaka njihovog unosa ili na samom završetku brižljivo ih kontrolirati. Mjerne i pomoćne mjerne crte prikazuju se punom uskom (tankom) linijom a glave mjerne crte međusobno se ne bi trebale sjeći. U šrafiranim poljima glavne mjerne crte u svakom slučaju treba izbjegavati a ukoliko to nije moguće onda ih jedino prikazivati u položaju okomitom na šrafure.

MJERNI BROJEVI

Sve dimenzije tj. mjere na crtežima uređaja, raznih elemenata strojeva ili konstrukcija upisuju se navodeći se u milimetrima dok mjere kutova u stupnjevima minutama i sekundama.

U tehničkom crtežu mjerni broj se unosi u bezdimenzionalnom obliku što znači da se upisuje samo broj bez oznake mjernih jedinica.

Mjerni brojevi se pišu tehničkim pismom standardiziranih visina 2,3 ili 4 mm kod nominalnih mjernica i uvijek se nastoji mjerni broj upisati na sredinu duljine mjerne crte odnosno glavne mjernice.

Svi mjerni brojevi koji su upisani na jednom crtežu određenog formata u istom mjerilu trebaju biti iste visine bez obzira o veličini projekcije ili veličini predstavljanja.