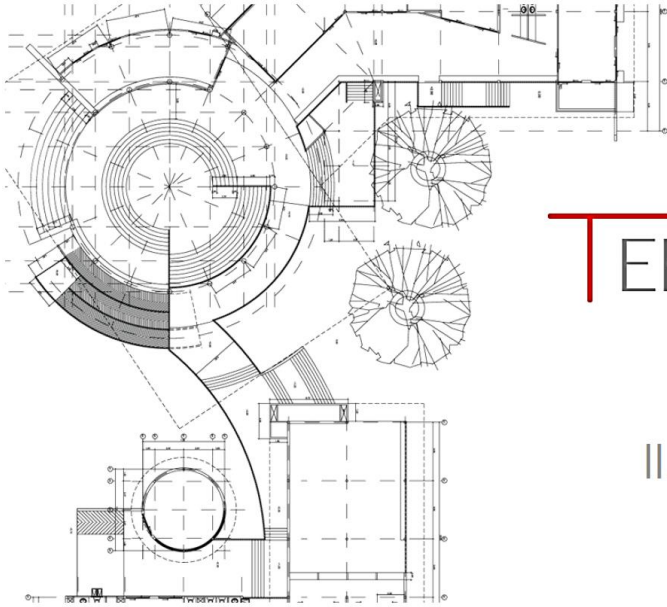




TEHNIČKO CRTANJE 4.1

II. Elementi tehničkog crteža

II. Elementi tehničkog crteža

- **Norme i standardi u tehničkom crtanju**
 - ISO 3098/1 Tehničko pismo
 - ISO 5457 Formati tehničkog crteža
 - DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
 - ISO 5455 Mjerila crtanja
 - ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova primjena
 - ISO 129 Kotiranje
 - ISO 286 Tolerancije
 - ISO 1101 Geometrijske tolerancije
 - ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

Norme i standardi u tehničkom crtanju

Što su to norme i standardi u tehničkom crtanju i zašto ih je neophodno poznavati ?

1. Norme:

Norme su pravila, smjernice ili preporuke koje definira neka nadležna organizacija (npr. **ISO**, **DIN**, **ANSI**) i primjenjuju se na širok spektar aspekata tehničkog crteža.

Norme mogu obuhvatiti razne aspekte crteža, poput **simbola**, **linija**, **dimenzija**, **tehničkih specifikacija**, pa čak i **materijala**.

One osiguravaju da crteži budu **jasni**, **razumljivi** i **standardizirani na globalnoj razini**.

Primjer norme: Norma može odrediti **kako treba izgledati** simbol za određeni tip zavora ili **kako se označavaju dimenzije na crtežima**.

ISO - International Organization for Standardization

DIN - Deutsches Institut für Normung

ANSI - American National Standards Institute

HRN - Hrvatski Regulatorni Standard

HRN je oznaka za standarde koje izdaje Hrvatski zavod za normizaciju. Ovi standardi primjenjuju se u Hrvatskoj i obuhvaćaju različite industrije i područja, uključujući inženjering, graditeljstvo, energiju i mnoge druge. HRN standardi često usklađuju nacionalne smjernice s međunarodnim standardima.

Primjer: HRN EN 128, koji je hrvatski standard za tehničko crtanje, temeljen na europskim normama.

2. Standardi:

Standardi su konkretne specifikacije koje preciziraju detalje u vezi s proizvodima, uslugama, postupcima ili metodama.

U tehničkom crtanju, standardi se često odnose na specifične tehničke zahtjeve koji se moraju ispuniti, kao što su točnost dimenzija, tip linija ili metoda označavanja na crtežima. **Oni mogu biti više specifični i detaljniji nego norme**.

Primjer standarda:

Standard može precizirati točan način mjerenja razmaka između dviju rupa ili propisivati vrstu linija koje treba koristiti za označavanje različitih vrsta dijelova na crtežu.

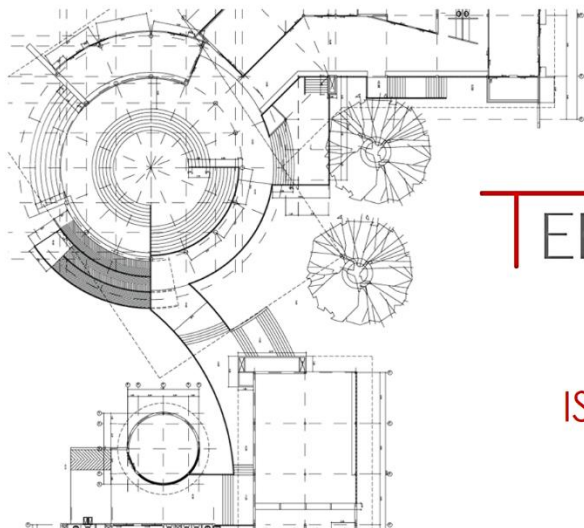
Zašto su norme i standardi neophodni ?

- 1. Jednostavna komunikacija:** Tehnički crteži često koriste univerzalne simbole i oznake koje svi inženjeri, dizajneri i proizvođači razumiju. To omogućuje nesmetanu komunikaciju među različitim sudionicima u procesu proizvodnje ili izrade.
- 2. Preciznost i dosljednost:** Norme i standardi osiguravaju da su svi crteži izrađeni prema istim pravilima, što smanjuje mogućnost nesporazuma i grešaka.
- 3. Kvaliteta i sigurnost:** Slijediti norme i standarde znači pridržavati se visokih kriterija kvalitete i sigurnosti, što je ključno za izradu pouzdanih i sigurnih proizvoda.
- 4. Međunarodna kompatibilnost:** Budući da su norme i standardi često međunarodni, omogućuju proizvodima da budu kompatibilni na globalnoj razini, što je osobito važno u međunarodnoj trgovini i suradnji.

Ukratko, norme i standardi u tehničkom crtanju pomažu u stvaranju jasnih, preciznih i univerzalno razumljivih crteža, što je od esencijalne važnosti za uspješnu proizvodnju i razvoj proizvoda.

U tehničkom crtanju primjenjuju se sljedeće norme:

- **ISO 3098/1** za tehničko pismo
- **ISO 5457** za formate tehničkih crteža
- **DIN 6771** za zaglavlja i sastavnice
- **ISO 5455** za mjerila koja se koriste za tehničke crteže
- **ISO 128-24** za vrste crta i njihovu primjenu
- **ISO 129** za kotiranje
- **ISO 286** za tolerancije
- **ISO 1101** za geometrijske tolerancije
- **ISO 4287** za hrapavost tehničkih površina



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 3098/1 Tehničko pismo

- **Norme i standardi u tehničkom crtanju**

- **ISO 3098/1 Tehničko pismo**
- ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- ISO 5455 Mjerila crtanja
- ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova primjena
- ISO 129 Kotiranje
- ISO 286 Tolerancije
- ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

Tehničko pismo u tehničkom crtanju odnosi se na uporabu specifičnih slova, brojeva i simbola prema preciznim pravilima kako bi se osigurao jasan, dosljedan i razumljiv prikaz informacija na crtežima. Tehničko pismo omogućuje preciznu komunikaciju između dizajnera, inženjera, proizvođača i drugih sudionika u procesu izrade proizvoda.

Zašto se primjenjuje:

- **Jasnoća i čitljivost:** Precizna pravila o tehničkom pismu osiguravaju da tekst na crtežima bude lako čitljiv i razumljiv.
- **Standardizacija:** Koristeći iste visine slova i stilove pismenosti, tehničko pismo omogućava dosljednost na svim crtežima, bez obzira na to tko ih izrađuje.
- **Profesionalizam:** Standardizirano pismo doprinosi profesionalnom izgledu crteža, što je posebno važno u tehničkim i industrijskim okruženjima.

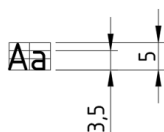
Standardne visine slova:

Prema standardima poput **ISO 128**, visina slova na tehničkim crtežima obično ovisi o veličini papira na kojem se crtež izrađuje.

Preporučena visina slova za različite formate papira:

- Za A4 format (210 x 297 mm) i A3 format (297 x 420 mm):
 - Visina velikih slova: **5 mm**.
 - Visina malih slova: **3,5 mm**.

abcčćdefghijklmnopqrsštuvwxyzž
 ABCČĆDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZŽ
 0123456789 @ ! ? & / () = + - ° %



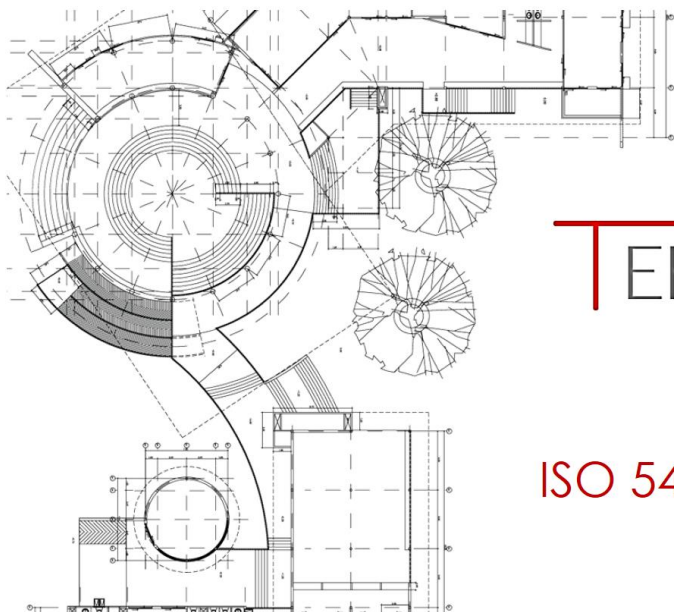
Zaključak:

Tehničko pismo omogućuje preciznu, jasnu i dosljednu komunikaciju na tehničkim crtežima, a primjena standardiziranih visina slova na A4 i A3 formatima osigurava da crteži budu čitljivi i profesionalni.

Slika prikazuje uspravno tehničko pismo (pod kutom od 90°), koje ćemo koristiti na tehničkim crtežima.

Vježba br. 2 – ISO 3098 Tehničko pismo

A a	Ć ć	E e	H h						
B b	Č č	F f	I i						
Č č	D d	G g	J j						
K k	O o	R r	U u						
L l	P p	S s	V v						
M m	Q q	T t	W w						
X x	Y y	Z z	Ž ž						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 5457 Formati tehničkog crteža

II. Elementi tehničkog crteža

- Norme i standardi u tehničkom crtanju

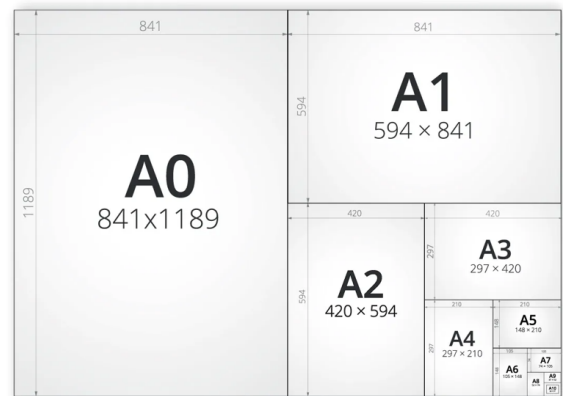
- ISO 3098/1 Tehničko pismo
- **ISO 5457 Formati tehničkog crteža**
- DIN 6771 Zaglavije i sastavnica
- ISO 5455 Mjerilo crtanja
- ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova primjena
- ISO 129 Kotiranje
- ISO 286 Tolerancije
- ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

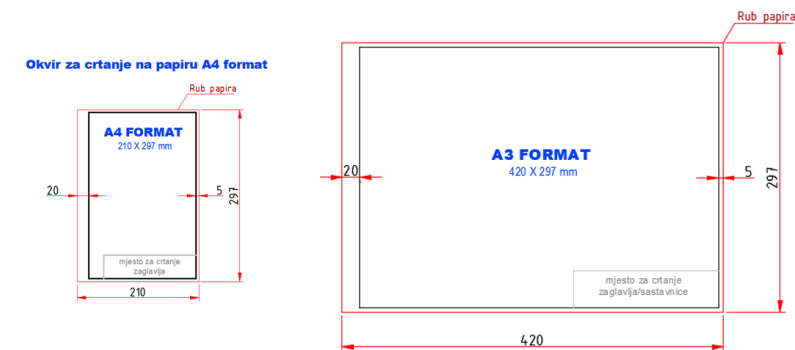
ISO 5457 Standardni formati papira

Format papira predstavlja veličinu papira na kojem je crtež. Sve veličine crteža su standardizirane formatom reda "A". Osnovni format A0 ima površinu 1 m², a manji formati se dobivaju polovljenjem većeg formata (po većoj stranici).

Ako se crteži uokviruju, okvir se crta 5 mm od ruba papira. Kod formata A3, A4, A5 i A6 okvir je od lijevog ruba udaljen 20 mm zbog uvezivanja. Svi veći formati od A4 presavijaju se i slažu tako da je zaglavlje crteža u donjem desnom kutu na prvoj stranici.



Okvir za crtanje na papiru A3 format



Format	Veličina u milimetrima	Veličina u centimetrima	Veličina u inčima
A0	841 x 1189mm	84.1 x 118.9cm	33.1 x 46.8in
A1	594 x 841mm	59.4 x 84.1cm	23.4 x 33.1in
A2	420 x 594mm	42 x 59.4cm	16.5 x 23.4in
A3	297 x 420mm	29.7 x 42cm	11.7 x 16.5in
A4	210 x 297mm	21 x 29.7cm	8.3 x 11.7in

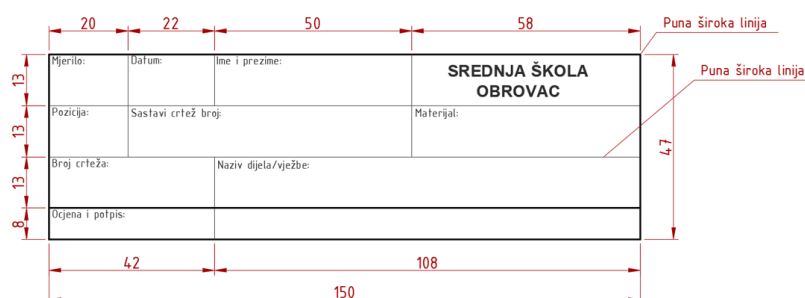
DIN 6771 Zaglavlje tehničkog crteža

Zaglavlje je tablica u koju se upisuju osnovni podaci o crtežu. Ono sadrži podatke nužne za razumijevanje crteža što uključuje: **naziv crteža/predmeta, broj crteža, mjerilo, imena i potpise osoba koje su izradile crtež te naziv ustanove u kojoj je crtež izrađen**. Zaglavlje se predočava najčešće na **radioničkim crtežima**, i to na **A4 formatu papira, u donjem desnom kutu okvira za crtanje**.

Slika prikazuje standardni izgled zaglavlja korištenog u tehničkom crtanju.

Mjerilo:	Datum:	Ime i prezime:	NAZIV USTANOVE
Pozicija:	Sastavi crtež broj:	Materijal:	
Broj crteža:	Naziv dijela:		

Slika prikazuje standardni izgled zaglavlja koji ćemo koristiti prilikom crtanja crteža u našoj školi. Obzirom da ćete zaglavlje ispunjavati ručno, tehničkim pismom, tablica je malo uvećana, u odnosu na standardnu, i dodan je dio za upis ocjene.



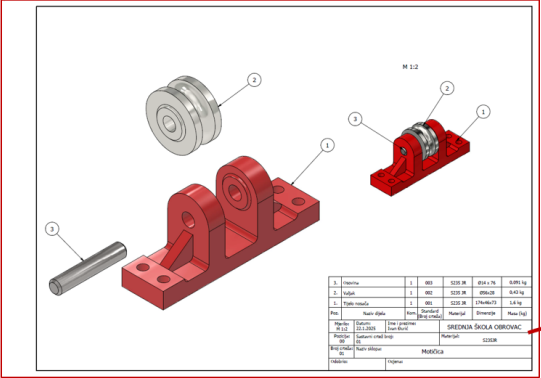
DIN 6771 Sastavnica tehničkog crteža

Sastavnica je dio tehničke dokumentacije crteža. Ima oblik tablice s podacima nužnim za ispravno korištenje i "čitanje" crteža, a koji već nisu navedeni u zaglavlju. Obično se izrađuje na sklopnim crtežima.

Crta se iznad zaglavlja i ima onoliko redova koliko je dijelova u sklopu.

Ispunjava se **odozdo prema gore** i sadrži sljedeće podatke za svaki dio/poziciju u sklopu:

- broj komada, naziv dijela, broj pozicije, broj crteža ili standard, materijal izrade, dimenzije predmeta, masa predmeta.



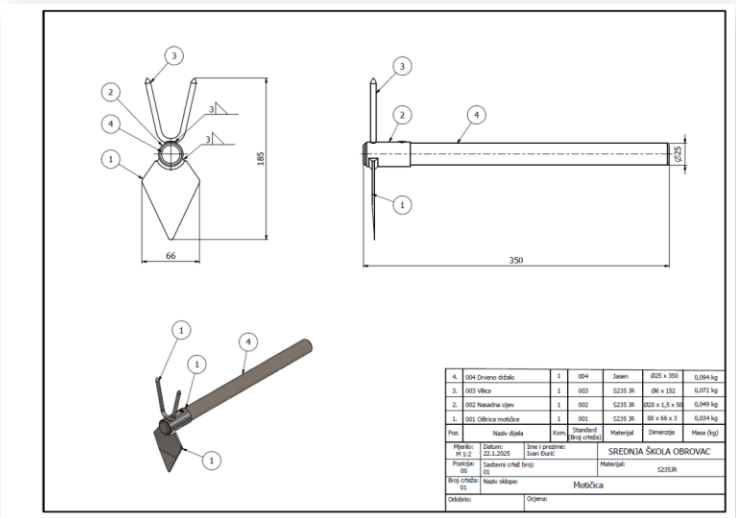
Sklopni crtež sa zaglavljem i sastavnicom

Zaglavljje

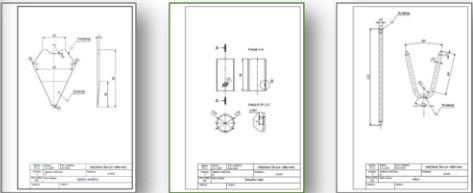
Sastavnica

3.	Osovina	1	003	S235 JR	Ø14 x 76	0,091 kg
2.	Valjak	1	002	S235 JR	Ø56x28	0,43 kg
1.	Tijelo nosača	1	001	S235 JR	174x46x73	1,6 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Standard (Broj crteža)	Materijal	Dimenzije	Masa (kg)

Mjerilo: M 1:2	Datum: 22.1.2025	Ime i prezime: Ivan Đurić	SREDNJA ŠKOLA OBROVAC
Pozicija: 00	Sastavni crtež broj: 01	Materijal:	S235JR
Broj crteža: 01	Naziv sklopa:	Motičica	
Odobrio:	Ocjena:		



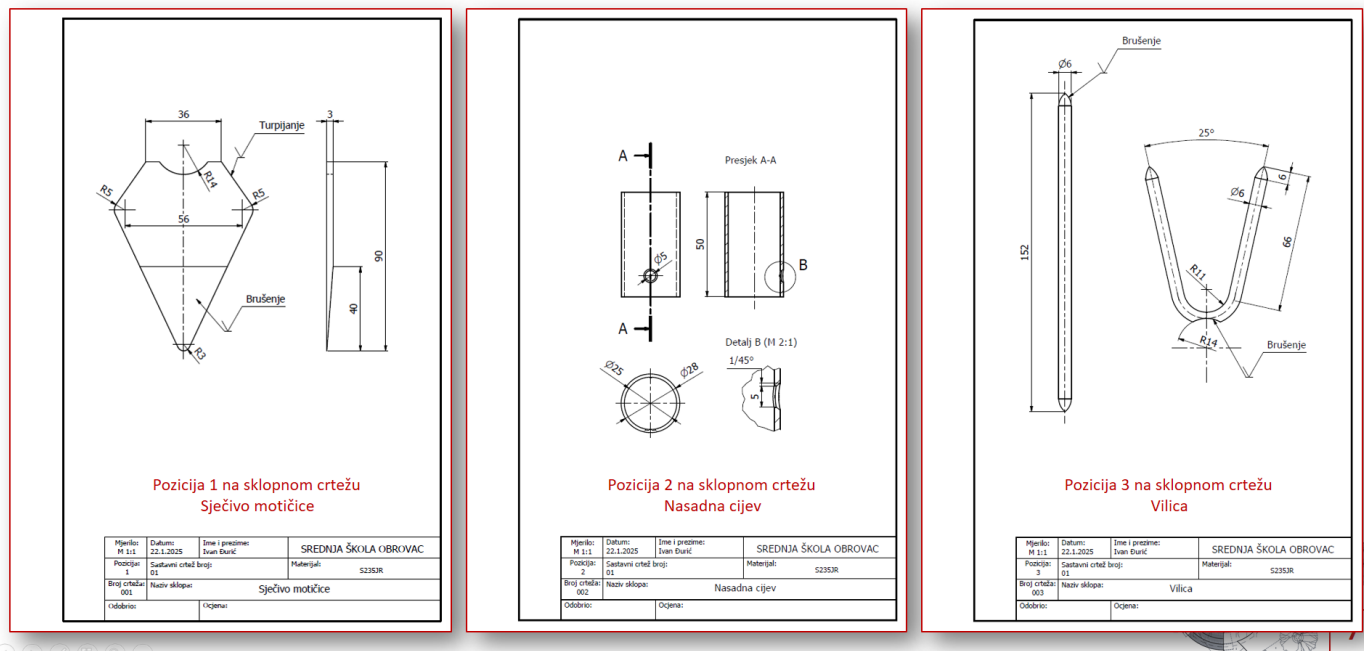
Sklopni crtež sa zaglavljem i sastavnicom A3 (420x297 mm)
Motičica, sa zaglavljem i sastavnicom



Radionički crteži na A4 formatu (210x297 mm), vezani za sklopni crtež. Radionički crteži imaju samo zaglavljje, u kojem se navodi pozicija pojedinog dijela na sklopnom crtežu.

Sklopni crtež na predočava kako proizvod izgleda i koje su mu opće dimenzije te kako se sklapaju dijelovi u cjelinu i kojim redoslijedom.

Radionički crtež prikazuje detaljne dimenzije pojedinih dijelova koji se nalaze u sklopu, a u zaglavlju je naveden broj sklopnog crteža kao veza sa radioničkim crtežima, te broj pozicije dijela koji odgovara poziciji na sklopnom crtežu.

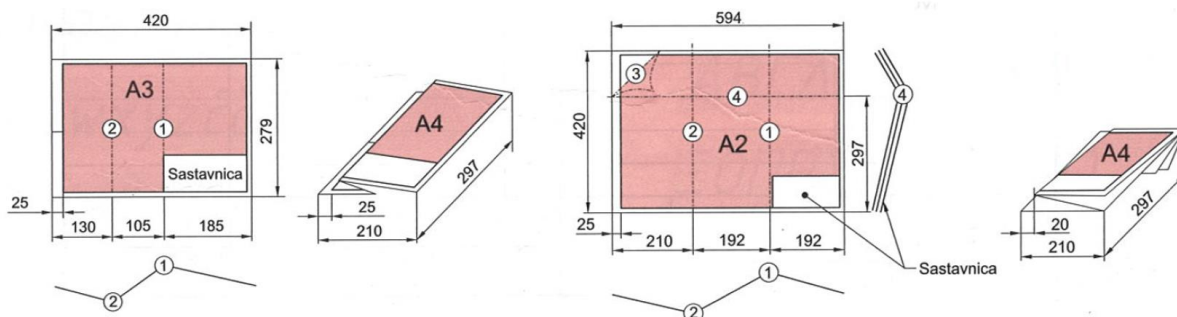


Broj redova u tablici sastavnice, ovisi o tome koliko pozicija imamo na sklopnom crtežu.

	10	40	10	20	35	25	10
10	3						
10	2						
10	1						
10	Poz.	Naziv dijela	Kom.	Standard (Broj crteža)	Materijal	Dimenzije	Masa (kg)
	Mjerilo:	Datum:	Ime i prezime:		SREDNJA ŠKOLA OBROVAC		
	Pozicija:	Sastavi crtež broj:			Materijal:		
	Broj crteža:		Naziv dijela/vježbe:				
	Ocjena i potpis:						

Dimenzije crtanja sastavnice, koja se uvijek crta iznad zaglavlja.

Tehnički crteži se pohranjuju u mape ili registratore, koji su prilagođeni za pohranu papira veličine A4 formata, pa se veći formati papira moraju presavijanjem dovesti na veličine A4 formata papira, na način kako prikazuje slika:



Način presavijanja papira A3 formata i A2 formata, kako bi stali u mapu (fascikl) ili registrator.

Zadatak za vrednovanje

Na praznom papiru izradite okvir za crtanje i zaglavlje crteža, prema standardima tehničkog crtanja, na :

- A4 formatu papira (210x297), sa zaglavljem.
- A3 formatu papira (420x297), sa zaglavljem i sastavnicom.
- Papire koje ste pripremili za izradu sklopnog i radioničkog crteža, pohranite u mapu (fascikl).

Voditi računa o svim dimenzijama i debljini linija !

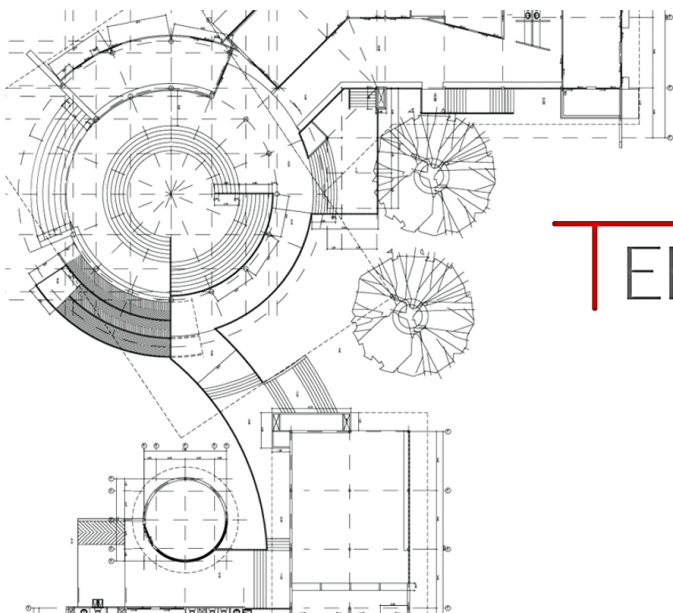
Očekivani izgled rješenja zadataka:

Ime:		Prezime:		SREDNJA ŠKOLA OBROVAC	
Datum:		Datum crtanja:		Mjesto:	
Naziv crteža:		Okvir i zaglavlje A4 format papira			
Opis crteža:					

Okvir i zaglavlje radioničkog crteža na A4 formatu papira(210x297 mm)

Ime:		Prezime:		SREDNJA ŠKOLA OBROVAC	
Datum:		Datum crtanja:		Mjesto:	
Naziv crteža:		Okvir i zaglavlje za sklopni crtež na A3 (420 x 297 mm) formatu papira			
Opis crteža:					

Okvir i zaglavlje za sklopni crtež na A3 (420 x 297 mm) formatu papira



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 5455 Mjerilo crtanja

II. Elementi tehničkog crteža

- Norme i standardi u tehničkom crtanju

- o ISO 3098/1 Tehničko pismo
- o ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- o DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- o **ISO 5455 Mjerilo crtanja**
- o ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova primjena
- o ISO 129 Kotiranje
- o ISO 286 Tolerancije
- o ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- o ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Format tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

ISO 5455 Mjerilo crtanja



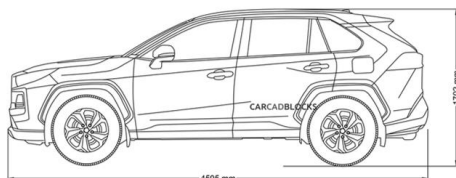
Učili smo kako se tehnički crteži predočavaju na različitim formatima papira, ove standardni veličine papira nas ograničavaju jer neki predmeti (npr. automobil), se ne mogu zbog svoje veličine nacrtati ni na najvećem formatu A0 (841 x 1189 mm), stoga takav predmet proporcionalno umanjujemo kako bi mogao stati na papir ili recimo zupčanik ručnog sata, je jako sitan dio, koji je potrebno uvećati, kako bismo ga precizno mogli predočiti.

Dakle pomoću mjerila male predmete prikazujemo uvećano, a velike predmete umanjujemo kako bi stali na standardne formate papira.

Mjerilo predstavlja omjer dimenzija predmeta na **tehničkom crtežu** i **dimenzija u prirodnoj veličini**.

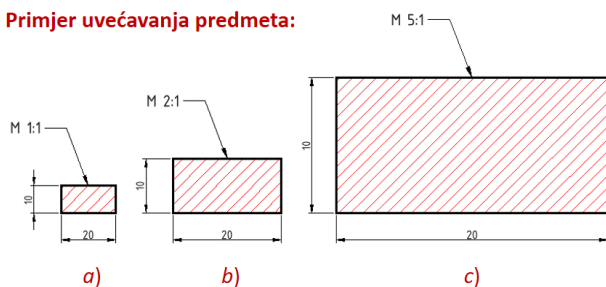
Vrste mjerila:

- ▷ prirodno mjerilo – **M 1:1**
- ▷ umanjena mjerila – **M 1:2, M 1:5, M 1:10**
- ▷ uvećana mjerila – **M 2:1, M 5:1, M 10:1**



Primjer označavanja i primjene mjerila

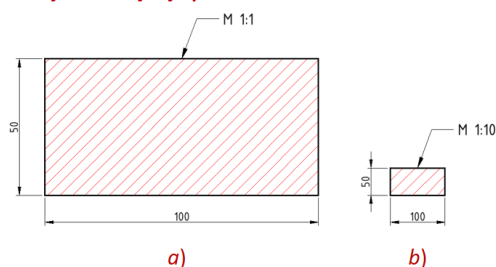
a) Primjer uvećavanja predmeta:



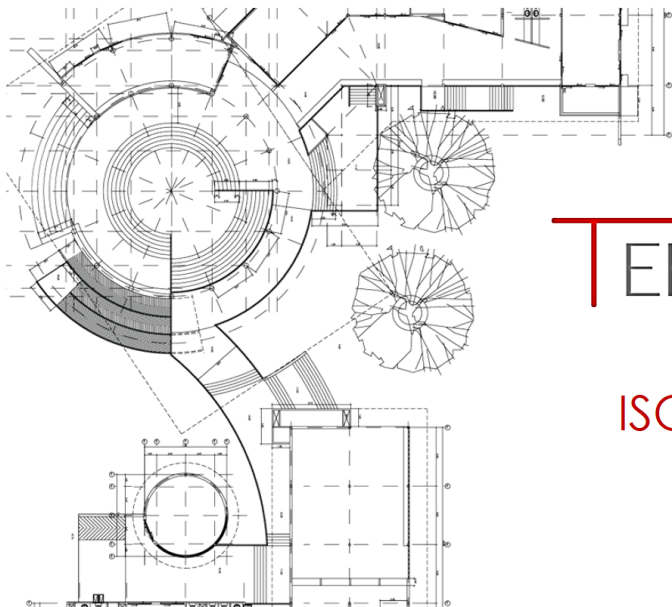
- a) Slika prikazuje predmet (pravokutnik), u prirodnoj veličini. Dakle koliki je u prirodi toliki je na papiru **M 1:1**.
- b) Ako svaku izmjeru u prirodnoj veličini uvećamo dva puta ($10 \times 2 = 20$ mm; $20 \times 2 = 40$ mm), i predmet tako uvećan predočimo na papiru, kažemo da je predmet nacrtan u mjerilu **M 2:1**. **Ali kada predočavamo veličinu predmeta na papiru, predočavamo je isto kao u prirodnoj veličini: širina 20 mm, visina 10 mm.**
- c) Slika prikazuje predmet uvećan **pet puta**, dakle 20 mm u prirodi, na papiru je 100 mm, 10 mm u prirodi je 50 mm na papiru.

Bez obzira koje mjerilo odabrali, kada predmet kotiramo (predočavamo dimenzije), uvijek upisujemo stvarne dimenzije, a u zaglavlje crteža upisujemo oznaku mjerila npr. M 2:1; M 5 : 1 ...

b) Primjer umanjjenja predmeta:



- a) Slika prikazuje predmet (pravokutnik), u prirodnoj veličini. Dakle koliki je u prirodi toliki je na papiru **M 1:1**.
- b) Ako svaku izmjeru u prirodnoj veličini umanjimo pet puta ($50 : 5 = 10$ mm; $100 : 5 = 20$ mm), i predmet tako umanjen predočimo na papiru, kažemo da je predmet nacrtan u mjerilu **M 1:5**. **Ali kada predočavamo veličinu predmeta na papiru, predočavamo je isto kao u prirodnoj veličini: širina 100 mm, visina 50 mm.**



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 128-24 Vrste crta i njihova namjena

II. Elementi tehničkog crteža

• Norme i standardi u tehničkom crtanju

- ISO 3098/1 Tehničko pismo
- ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- ISO 5455 Mjerilo crtanja
- **ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova namjena**
- ISO 129 Kotiranje
- ISO 286 Tolerancije
- ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

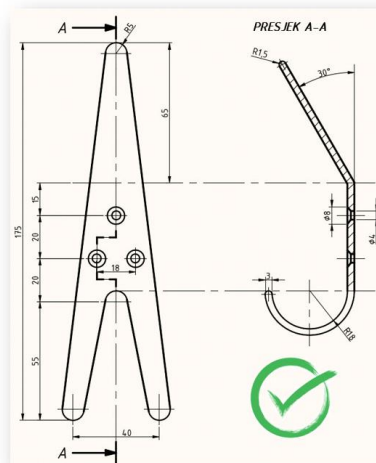
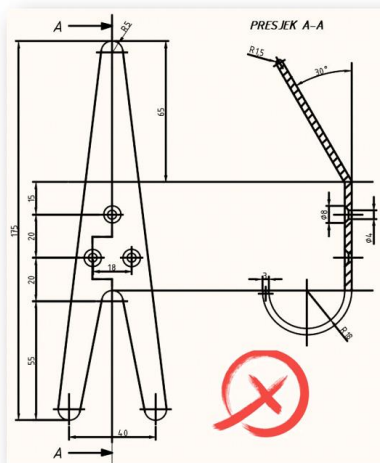
ISO 128-24 Vrste crta i njihova primjena

Različite vrste i debljine crta na tehničkim crtežima u strojarstvu koriste se radi jasnog i preciznog prikaza svih elemenata crteža. Svaka vrsta crte ima određenu namjenu:

- **Pune široka crte** – koriste se za vidljive rubove i konture objekta.
- **Pune uska crte** – služe za pomoćne linije, kotne linije i linije za označavanje.
- **Isprekidane crte** – prikazuju skrivene rubove i unutarnje strukture koje nisu vidljive izvana.
- **Crte s točkama (točkastocrte)** – koriste se za osi simetrije, središnje osi rupa i kružnih elemenata.
- **Široke crte s točkama** – označavaju površine koje su presječene u presjeku.

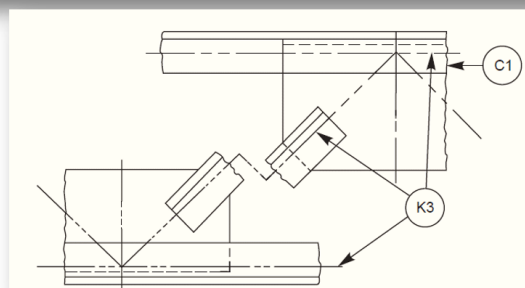
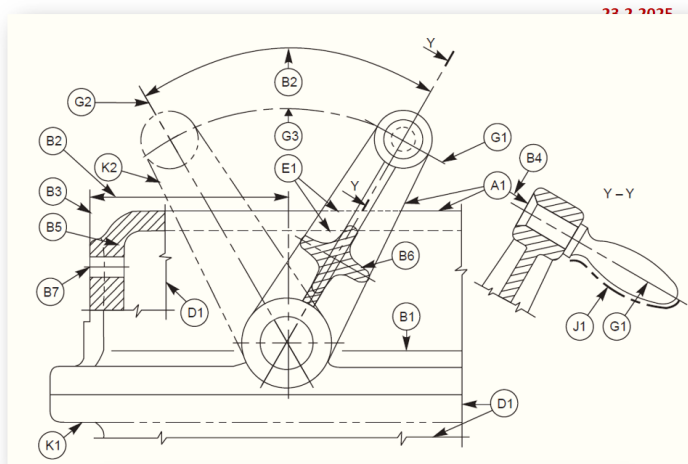
Razlikovanje crta omogućuje lakše čitanje i razumijevanje crteža te sprječava nesporazume prilikom izrade i montaže strojeva.

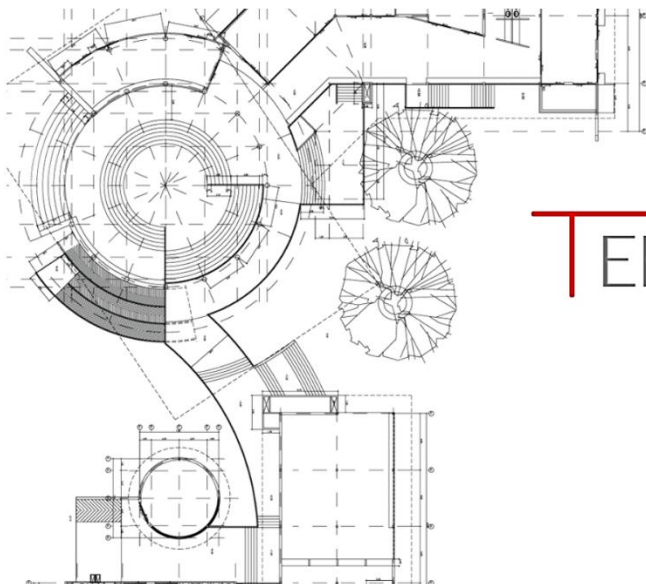
Crtež vješalice (lijevo), predložen punom širokom crtom, prilično je nejasan, dok crtež vješalice s desne strane ima jasno vidljive konture, zbog primjene različitih vrsta i debljina crta.



Vrsta i namjena crta u tehničkom crtanju

Crta	Opis crte	Opća namjena
A —————	Puna široka crta	A1 Vidljive konture
B —————	Puna tanka crta	B1 Imaginarne linije presjeka B2 Linije dimenzija B3 Pomoćne mjernice B4 Linije vođenja B5 Šrafove B6 Konture okrenutih presjeka na mjestu B7 Kratke centar linije
C ~~~~~	Kontinuirana tanka, prostoručna	C1 Granice djelomičnih ili prekidnih prikaza i presjeka.
D - - - - -	Kontinuirana tanka, cik-cak	D1 Lomne crte djelomičnih pregleda i presjeka
E - - - - -	Široka isprekidana	E1 Nevidljivi bridovi i obrisi
G — · — · — ·	Uska crta-točka-crta	G1 Središnice G2 Simetrale
H — · — · — ·	Uska crta-točka-crta sa širokim krajevima	H1 Presječna ravnina
J — · — · — ·	Široka crta-točka-crta	J1 Površine na koje su postavljeni zahtjevi
K — · — · — ·	Uska crta-2t-crta	K1 Konture susjednih dijelova K2 Alternativni i ekstremni položaji pomičnih dijelova K3 Centroidalne linije





TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 129 Kotiranje

II. Elementi tehničkog crteža

- Norme i standardi u tehničkom crtanju

- o ISO 3098/1 Tehničko pismo
- o ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- o DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- o ISO 5455 Mjerilo crtanja
- o ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova namjena
- o **ISO 129 Kotiranje**
- o ISO 286 Tolerancije
- o ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- o ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

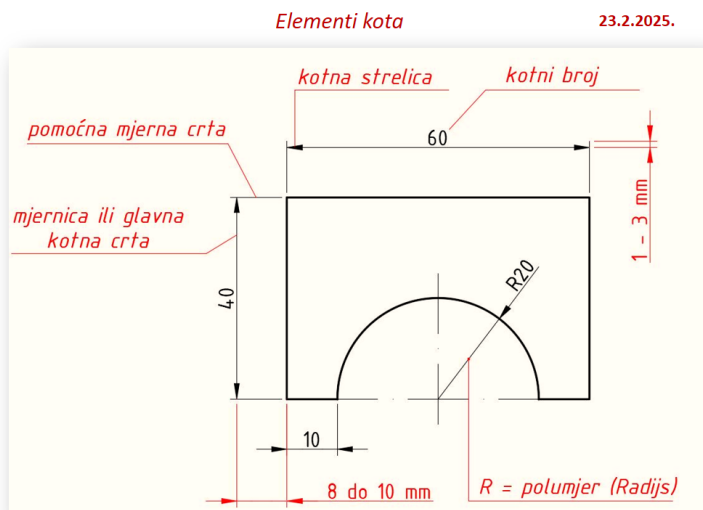
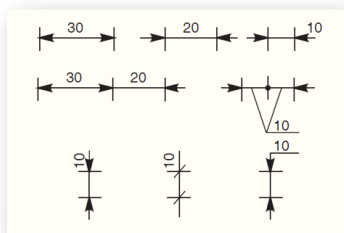
- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Format tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadaci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadaci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**
- ❖ **C. Zadaci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina**

Kotiranje je normirani postupak označavanja dimenzija predmeta na tehničkom crtežu, tj. unošenje mjera i oznaka u tehnički crtež. Kotama je definirana veličina predloženog strojnog dijela točnost pri njegovoj izradi ovisi o točnosti kotiranja. Pogrešan crtež može izazvati veliku materijalnu štetu.

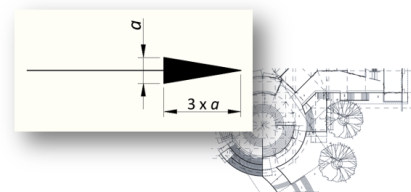
Svaka kota sastoji se od:

- pomoćne kotne crte
- glavne kotne crte (mjernice)
- kotnih strelica
- mjere (mjernog/kotnog broja)

Ukoliko strelice smetaju, kako bi se između njih upisao kotni broj, strelice je moguće nacrtati s vanjske strane pomoćnih mjernih crta, a broj s lijeve ili desne strane, ili se umjesto strelica nacrtati točka ili kosa crta. Na slici su prikazane sve moguće varijante manipulacije strelicama, kako bismo uredno mogli upisati kotni broj.



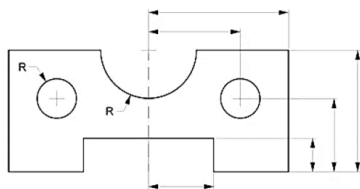
Izgled pravilno nacrtane strelice



Prilikom kotiranja potrebno je poštivati pravila kotiranja:

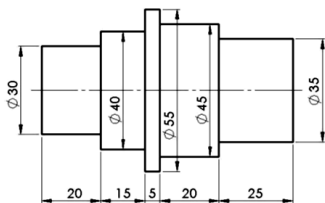
- pomoćne kotne crte crtamo okomito na bridove predmeta
- glavne kotne crte (mjernice) crtamo paralelno s mjernim bridom predmeta
- strelice crtamo na krajevima mjernica tako da svojim vrhom dodiruju pomoćnu kotnu crtu
- ako nema mjesta za strelice, dopušteno je korištenje točke
- mjerni brojevi se upisuju u milimetrima i označavaju stvarnu mjeru bez obzira na mjerilo tehničkog crteža
- mjerne jedinice ne upisuju se na crtež
- mjerni brojevi upisuju se iznad glavne kotne crte u sredinu, a na okomitim mjernicama upisuju se tako da su čitljivi s desne strane; upisuju se u smjeru kazaljke na satu
- kota se unosi jednom, u projekciji koja daje najbolju predodžbu o predmetu
- kote trebaju biti razmještene na svim projekcijama
- kotiraju se vidljivi bridovi, iznimno nevidljivi ako je detalj prikazan iscrtkano
- glavne kotne i pomoćne kotne linije se ne smiju sjeći osim ako je to neizvedivo
- strelica svojim vrhom ne smije dodirivati točku presjeka dvaju linija
- prilikom kotiranja dugačkih dijelova (sa skraćanjem) koji ne stanu na crtež u svojoj cijelosti kotna linija se crta neprekinuta
- ako je prikazana jedna polovina pogleda simetričnog dijela, dozvoljeno je kotne linije skratiti i označiti samo jednom strelicom
- za kotiranje posebnih oblika predviđeni su posebni znakovi koji se pišu ispred kotnog broja: Ø - promjer; R - polumjer

Vrste kotiranja



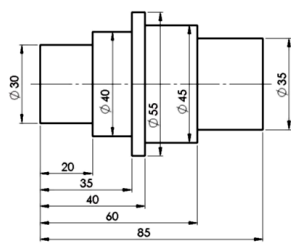
Simetrično kotiranje

Simetrično kotiranje - koristi se za kotiranje dijelova koji su simetrični u odnosu na jednu ili dvije njegove osi.



Lančano kotiranje

Lančano kotiranje - koristi se za kotiranje samostalnih, međusobno nepovezanih dijelova predmeta. Budući da se pri svakom mjerenju javlja greška ovo kotiranje koristi se ako ukupna greška nema utjecaj na funkcionalnost predmeta. Na slici 7 vidljiv je primjer lančano kotiranog strojarskog dijela.

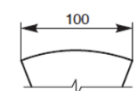


Paralelno kotiranje

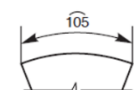
Paralelno kotiranje - prikladno je za kotiranje u proizvodnji jer je pojava greške svedena na minimum (može se pojaviti greška samo jednog mjerenja). Glavne kotne linije međusobno su paralelne i počinju od točno određene površine. Slika 8 prikazuje tehniku paralelnog kotiranja.



2. Duljina kružnog luka, radijusa, i pravilno raspoređenih krugova

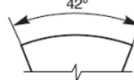


Duljina između krajnjih točaka luka

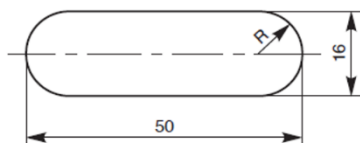


Duljina kružnog luka

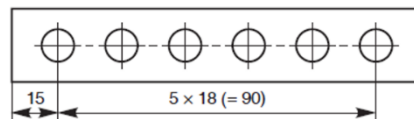
$$l = \frac{2r\pi}{360} \cdot \alpha$$



Kut kružnog luka α

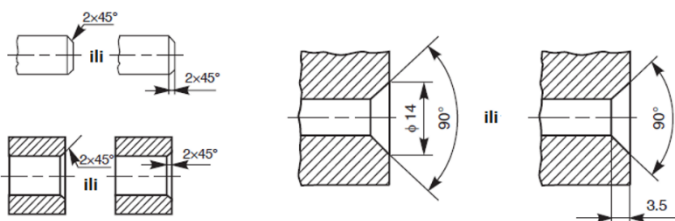


Radijus kružnog luka



Kotiranje krugova istih promjera, na pravilnim razmacima.

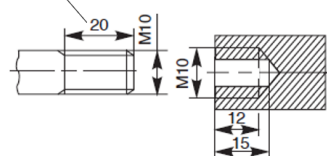
3. Kotiranje skošenja



4. Kotiranje metričkog navoja na vijcima i navojnom slijepom provrtu

Nazivani promjer metričkog navoja

Duljina navoja na vijku



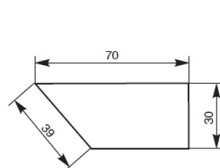
Vanjski navoj
(na vijku)

Unutarnji navoj
(unutar slijepog provrta)

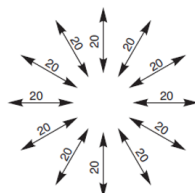
5. Kotni brojevi

Kotne brojeve treba postaviti paralelno s njihovim mjernicama i po mogućnosti blizu sredine, iznad i odvojeno od kotne linije (a).

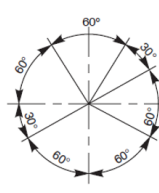
Kotni brojevi se mogu pisati tako da budu čitljiva s donje strane ili s desne strane crteža. Kotni brojevi na koso postavljenim mjernicama trebaju biti orijentirani kako je prikazano na slici (b) (uvijek da se čitaju s lijeva na desno). Kotni brojevi za predočavanje kutova mogu biti orijentirana kako je prikazano na slici (c).



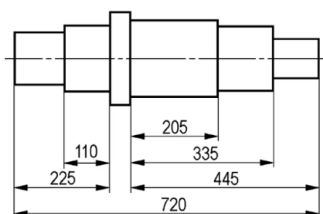
(a)



(b)



(c)

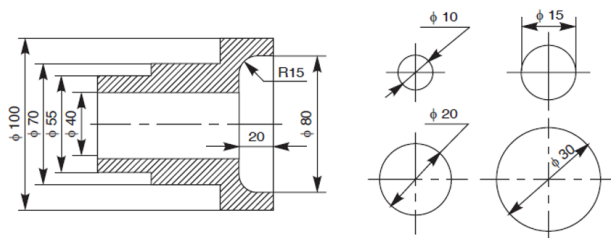


Kombinirano kotiranje

Kombinirano kotiranje - spoj paralelnog i lančanog kotiranja. zadovoljava zahtjevima proizvodnje i kontrole, no nije prikladno za kotiranje predmeta koji neprekidno mijenjaju oblik.

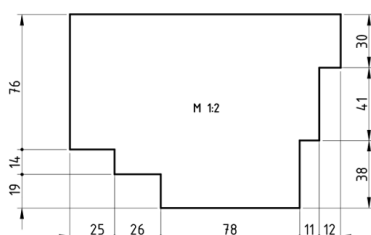
Primjeri kotiranja pojedinih elemenata crteža

1. Kotiranje Promjera

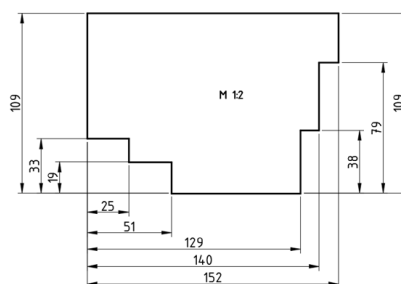


Zadatci za vrednovanje kotiranja

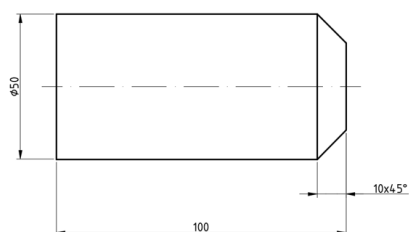
Zadatak 1. Rješenje (linearno kotiranje)



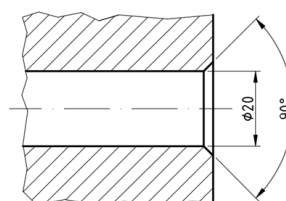
Zadatak 2. Rješenje (paralelno kotiranje)

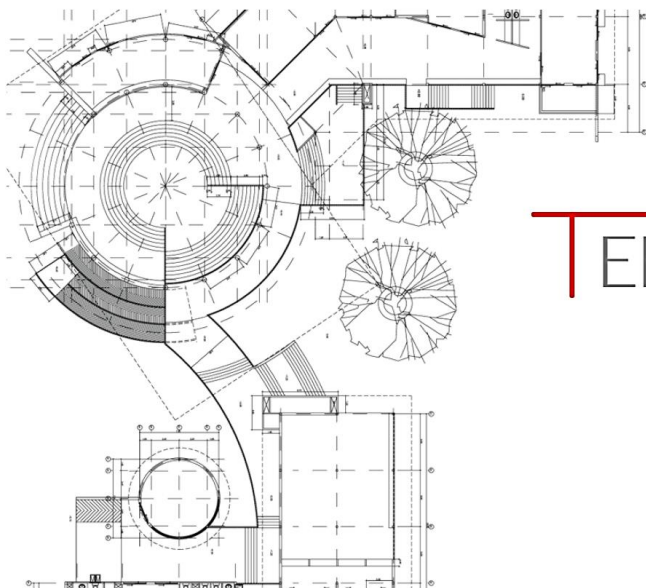


Zadatak 3. Rješenje (skošenje, promjer i duljina)



Zadatak 4. Rješenje (skošenje provrta)





TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 286 Tolerancije

II. Elementi tehničkog crteža

- Norme i standardi u tehničkom crtanju
 - ISO 3098/1 Tehničko pismo
 - ISO 5457 Formati tehničkog crteža
 - DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
 - ISO 5455 Mjerilo crtanja
 - ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova namjena
 - ISO 129 Kotiranje
 - **ISO 286 Tolerancije**
 - ISO 1101 Geometrijske tolerancije
 - ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina
- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Format tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadaci za vrednovanje – Tolerancije**

ISO 286 Tolerancije

Tolerancija je dopušteno odstupanje od nazivne mjere.

Zbog nepreciznosti i netočnosti strojeva i alata, netočnosti mjerenja, toplinskih utjecaja okoline te nehomogenosti materijala strojne dijelove nije moguće izraditi apsolutno točno u zadanoj mjeri. Odstupanja treba ograničiti radi funkcije strojnog dijela i njegove zamjene nakon istrošenosti.

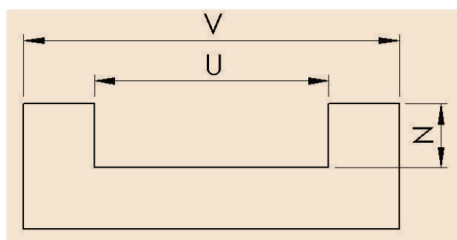
Međunarodna organizacija za standardizaciju izradila je tzv. **ISO - sustav tolerancija** (International Organization for Standardization).

Prema namjeni vrste tolerancija se dijele na:

- tolerancije duljinskih mjera
- tolerancije dosjeda
- geometrijske (tolerancije oblika i položaja)
- tolerancije kvalitete hrapavosti površina

Tolerancije dužinskih mjera

Dužinske mjere mogu biti: **V** - vanjske mjere (npr. osovina); **U** - unutarnje mjere (npr. provrt); **N** - neodređene mjere



Slika prikazuje dužinske mjere.

Tolerancije dosjeda

Dosjed ili spoj je odnos dvaju strojnih dijelova iste nazivne mjere. Pri tome je jedan dio određen unutrašnjom nazivnom mjerom (provrt) i uvijek okružuje drugi koji je određen tom istom nazivnom mjerom (osovina). Oba dijela imaju svoje mjerne tolerancije.

Nazivna mjera (D, d) je ona mjera koja se unosi u crteže i služi kao osnova za određivanje odstupanja.

Provrt i osovina imaju istu nazivnu mjeru.

Gornja granična mjera (D_g, d_g) - je najveća dopuštena mjera

Donja granična mjera (D_d, d_d) - je najmanja dopuštena mjera

Gornje odstupanje (A_g, a_g) - je razlika gornje granične i nazivne mjere $A_g = D_g - D$ $a_g = d_g - D$

Donje odstupanje (A_d, a_d) - je razlika donje granične i nazivne mjere $A_d = D_d - D$ $a_d = d_d - D$

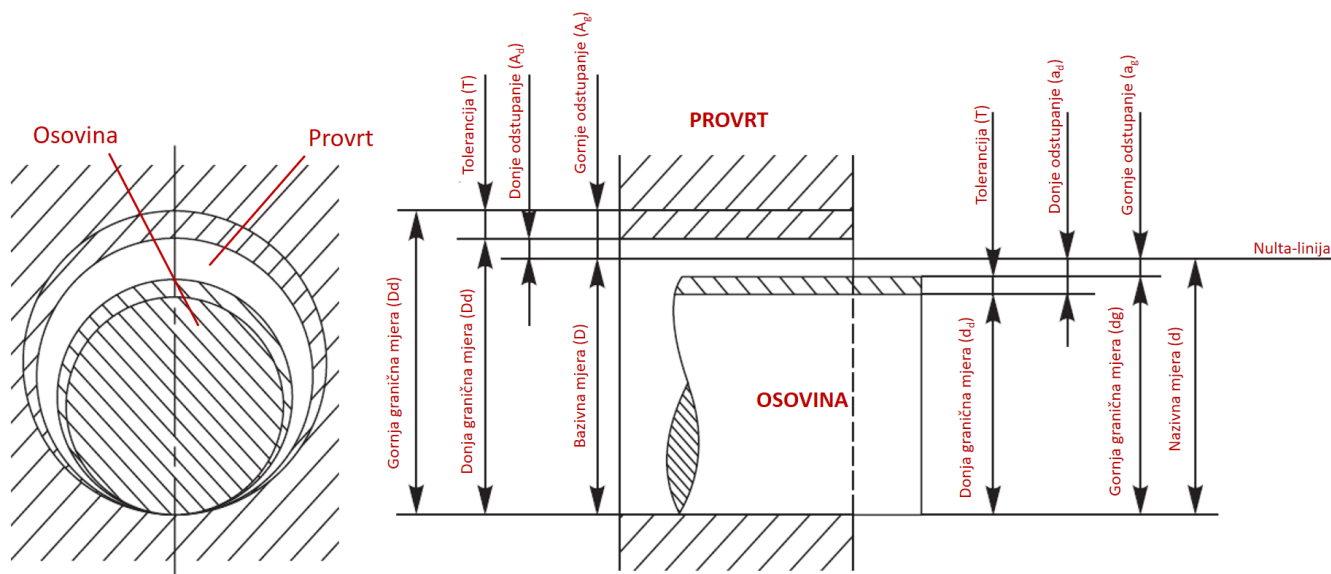
Stvarna mjera (D_s, d_s) - je ona koja se dobije neposrednim mjerenjem, mora se nalaziti između gornje i donje granične mjere

Stvarno odstupanje - je razlika između stvarne i nazivne mjere $A_s = D_s - D$ $a_s = d_s - D$

Tolerancija (T) - je dopušteno odstupanje od nazivne mjere $T = D_g - D_d$ $T = d_g - d_d$

Nulta-linija - je osnovna linija od koje se mjeri veličina odstupanja (nazivna mjera se označava kao nulta linija)

Tolerancijsko polje - ograničeno gornjim i donjim odstupanjem; tolerancijska polja provrta se označavaju velikim slovima od **A** do **Z**, a tolerancijska polja osovine malim slovima **a** do **z**.

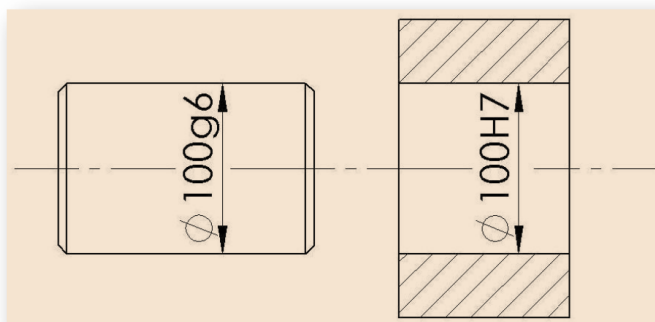


U oznaci tolerancije nalazi se **nazivna mjera**, oznaka **tolerancijskog polja** i oznaka **kvalitete tolerancije**.

Postoji 18 kvaliteta tolerancije (IT1, IT2, ..., IT18), a koja će biti korištena ovisi o području primjene strojnog dijela.

Primjer: **dosjed $\varnothing 100H7/g6$** ➔

- $\varnothing 100$ - nazivna mjera provrta
- H - tolerancijsko polje provrta
- g - tolerancijsko polje osovine
- 7 - kvaliteta tolerancije provrta
- 6 - kvaliteta tolerancije osovine



Primjer dosjeda $\varnothing 100H7/g6$

Vrste dosjeda

Razlikuju se tri vrste dosjeda: **Labavi dosjed** je dosjed pri kojem nastaje zračnost. Gornja granična mjera osovine manja je od donje granične mjere provrta.

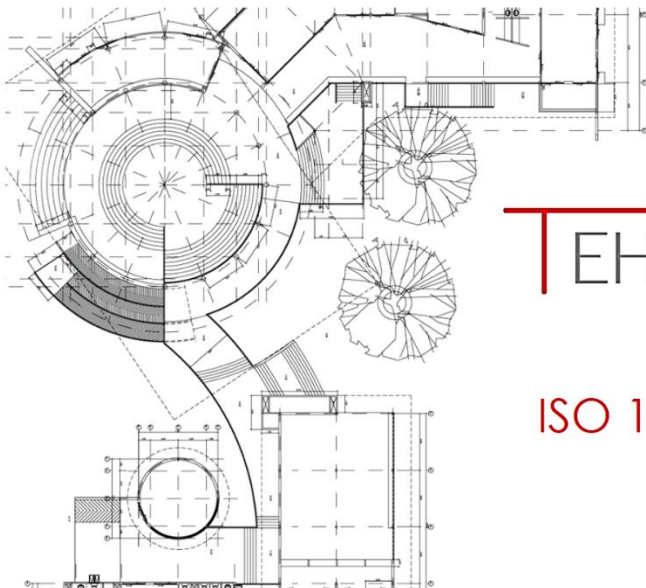
Prijelazni dosjed je dosjed pri kojem može nastati i zračnost i prisnost.

Čvrsti dosjed je dosjed pri kojem nastaje preklop (prisnost). Donja granična mjera osovine veća je od gornje granične mjere provrta.

Dosjed može biti izrađen u **sustavu zajedničkog provrta** ili u **sustavu zajedničke osovine**.

U sustavu zajedničkog **provrta** za tolerancijsko polje provrta uzima se tolerancijsko polje položaja **H**, a vrsta dosjeda postiže se njegovim uparivanjem s različitim tolerancijskim poljima osovine.

U sustavu zajedničke **osovine** za tolerancijsko polje osovine uzima se tolerancijsko polje položaja **h**, a vrsta dosjeda postiže se njegovim uparivanjem s različitim tolerancijskim poljima provrta.



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 1101 Geometrijske tolerancije

II. Elementi tehničkog crteža

• Norme i standardi u tehničkom crtanju

- ISO 3098/1 Tehničko pismo
- ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- ISO 5455 Mjerilo crtanja
- ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova namjena
- ISO 129 Kotiranje
- ISO 286 Tolerancije
- **ISO 1101 Geometrijske tolerancije**
- ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ **Vježba br. 2 – Tehničko pismo**
- ❖ **Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža**
- ❖ **Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja**
- ❖ **Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena**
- ❖ **Vježba br. 6 – Kotiranje**
- ❖ **A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije**
- ❖ **B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije**

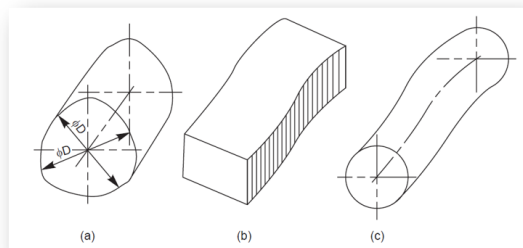
ISO 1101 Geometrijske tolerancije

Tolerancije dimenzija nisu uvijek dovoljne za osiguranje potrebne kontrole oblika.

Na primjer;

- na slici (a) osovina ima isti promjer u svim mogućim pozicijama, ali nije kružna;
- na slici (b) komponenta ima istu debljinu po cijeloj površini, ali nije ravna;
- na slici (c) komponenta je kružna u svim presjecima, ali nije ravna (nije pravocrtna).

Oblik ovih komponenti može se kontrolirati pomoću **geometrijskih tolerancija**.



Budući da izrada strojnih dijelova zahtjeva točnost odstupanja oblika i položaja potrebno je ograničiti propisanim mjernim tolerancijama.

U slučaju da na radioničkom crtežu nije naznačena tolerancija oblika i položaja potrebno je dati odstupanja u obliku tolerancija dužinskih mjera.

U slučajevima kada funkcionalnost zahtijeva veću točnost oblika i položaja strojnih dijelova, potrebno je tolerancije oblika i položaja posebno propisati.

Tolerancija oblika

Tolerancija oblika je odstupanje dijela predmeta od točnog geometrijskog oblika ili referentnog elementa. **Referentni element** je mjesto od kojeg se mjeri odstupanje.

Tolerancija položaja odnosi se na prostorno odstupanje međusobnog odnosa dvaju (ili više) strojarskih elemenata.

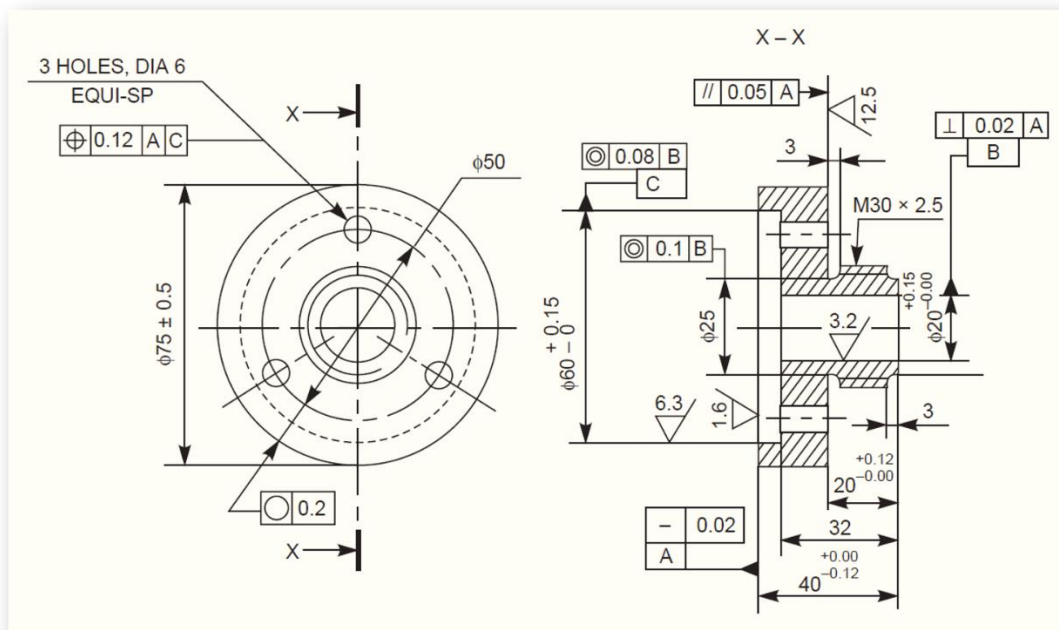
Slika (tablica) prikazuje postojeće tolerancije oblika i pripadajuće simbole.

Kod tolerancija oblika toleriraju se sljedeća svojstva:

- pravocrtnost
- ravnost
- kružnost
- cilindričnost
- oblik crte
- oblik plohe.

Svojstva koja se toleriraju		Simbol
Odstupanje po pravcu	Pravocrtnost	—
	Ravnost	▭
	Kružnost	○
	Cilindričnost	⊘
	Oblik crte	⌒
	Oblik plohe	⌒
Odstupanje po mjestu	Paralelnost	//
	Okomitost	⊥
	Kut nagiba	∠
Odstupanje rotacijskih površina	Smještaj	⊕
	Koncentričnost	⊙
	Simetričnost	≡
	Točnost vrtnje	↻

Tablica prikazuje simbole koji predstavljaju karakteristike tolerancije oblika i položaja



Izgled radioničkog crteža prirubnice, u njezinog bokocrte u presjeku X-X, sa tolerancijama dužinskih izmjerama i geometrijskim tolerancijama.



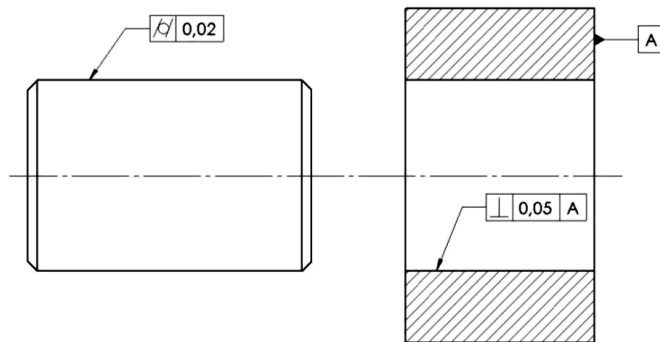
Kod tolerancija položaja razlikuju se:

- odstupanja po pravcu:**
 - ▶ odstupanje paralelnosti - neparalelnost osi i površina
 - ▶ odstupanje okomitosti
 - ▶ odstupanje kuta nagiba.
- odstupanja po mjestu:**
 - ▶ odstupanja od smještaja (os provrta mora ležati unutar kružnice promjera t)
 - ▶ odstupanje od koaksijalnosti (koncentričnosti)
 - ▶ odstupanje simetričnosti
- odstupanja rotacijskih površina:**
 - ▶ radijalno bacanje (radijalna ispučenost) pri rotaciji
 - ▶ aksijalno kružno gibanje (aksijalna ispučenost) pri rotaciji.

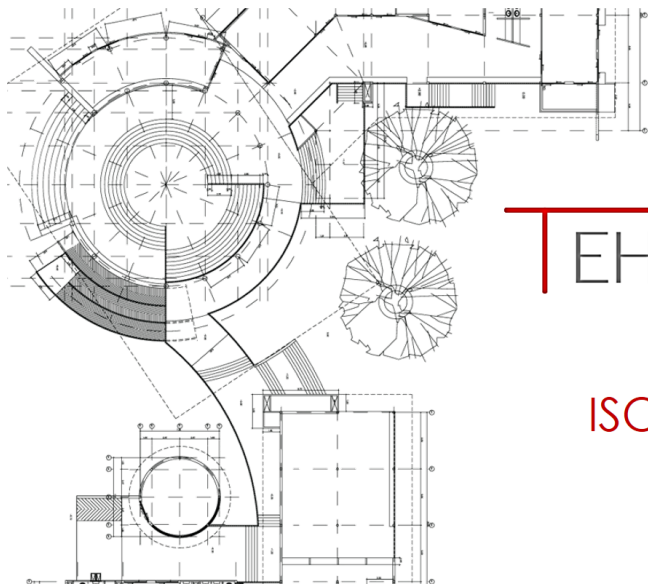
Tolerancije se zadaju u pravokutniku podijeljenom na dva ili više dijelova u koji se stavlja:

- **oznaka (simbol) odstupanja**
- **vrijednost odstupanja u istoj mjernoj jedinici kao i mjerni broj**
- **slovo za oznaku referentnog elementa.**

Na slici vidljiv je način označavanja geometrijskih tolerancija na tehničkom crtežu.



Označavanje geometrijskih tolerancija



TEHNIČKO CRTANJE 4.1

ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

II. Elementi tehničkog crteža

- Norme i standardi u tehničkom crtanju

- ISO 3098/1 Tehničko pismo
- ISO 5457 Formati tehničkog crteža
- DIN 6771 Zaglavlje i sastavnica
- ISO 5455 Mjerilo crtanja
- ISO 128 – 24 Vrste crta i njihova namjena
- ISO 129 Kotiranje
- ISO 286 Tolerancije
- ISO 1101 Geometrijske tolerancije
- ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

- ❖ Vježba br. 2 – Tehničko pismo
- ❖ Vježba br. 3 – Formati tehničkog crteža
- ❖ Vježba br. 4 – Mjerilo crtanja
- ❖ Vježba br. 5 – Vrste crta i njihova primjena
- ❖ Vježba br. 6 – Kotiranje
- ❖ A. Zadatci za vrednovanje – Tolerancije
- ❖ B. Zadatci za vrednovanje – Geometrijske tolerancije
- ❖ C. Zadatci za vrednovanje – Hrapavost tehničkih površina

ISO 4287 Hrapavost tehničkih površina

Površinska hrapavost je skup svih mikrogeometrijskih nepravilnosti na površini predmeta, a koje su nastale tijekom postupaka obrade ili nekim drugim utjecajima. Ona bitno utječe na radna svojstva strojnih dijelova posebno na mjestima međusobnog spoja pojedinih elemenata (trenje, zračnost, podmazivanje).

Za strojne dijelove je poželjno da imaju što manju hrapavost površine čime imaju veću dinamičku čvrstoću, veću otpornost na koroziju, veću sposobnost nalijezanja, ostvaruju bolji prijenos topline.

Kako bi se postigao nizak stupanj hrapavosti površine, potrebno je strojarski dio obraditi duljim i skupim postupcima obrade čime cijena strojnog dijela raste. Zbog toga se takva vrsta obrade provodi samo tamo gdje je nužna.

U strojarstvu se za procjenu površinske hrapavosti najčešće upotrebljavaju:

- srednje aritmetičko odstupanje profila **Ra** [μm] (srednja aritmetička vrijednost apsolutnih vrijednosti visine profila neravnina na mjernoj duljini L) i
- maksimalna visina profila **Rz** [μm] (zbroj visine najveće visine vrha profila i najveće dubine dna profila neravnina na mjernoj duljini L).

Slika prikazuje oznake obrade površine i pripadajuće postupke.

Oznaka	Postupci
	Dopušteni svi postupci obrade
	Obrada odvajanjem čestica
	Obrada bez odvajanje čestica

Oznaka hrapavosti postavlja se uz površinu predmeta na koju se odnosi. Pokazna crta koja završava strelicom treba pokazivati na površinu predmeta s vanjske strane. Sve kvalitete obrade korištene na predmetu trebaju biti naznačene u gornjem desnom kutu papira na način da se na prvo mjesto upisuje kvaliteta obrade površine koja prevladava, a ostale kvalitete se pišu unutar zagrade () te su odvojene zarezom.

Slika prikazuje način označavanja obrade površine nekog dijela na tehničkom crtežu.

