



# INŽENJERSKA GRAFIKA

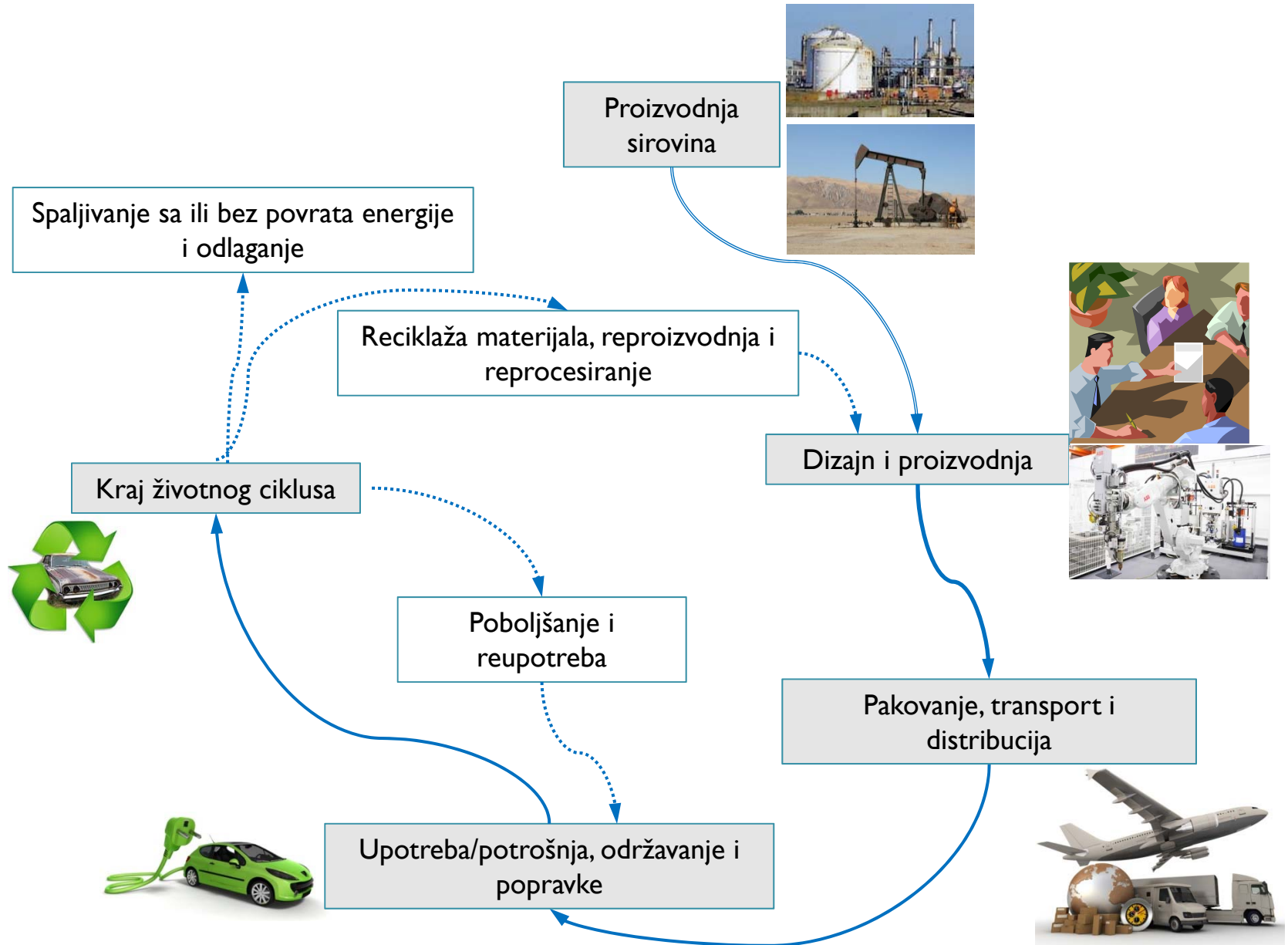
Metalurško-tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2020.



UCG  
Univerzitet Crne Gore

Prema ISO 14 040:1997 životni ciklus proizvoda predstavljen je kroz 5 faza.



- Razvoj proizvoda je složen proces.
- Učestvuje veliki broj stručnjaka različitih profila.
- Potrebna je sinhronizacija aktivnosti svih članova radnog tima za razvoj proizvoda.
- Međusobna nazmjena informacija.
- Tehnička dokumentacija je najbolji način razmjene informacija u tehnici.
- **Tehnički crtež** – forma izražavanja/univerzalni jezik komunikacije tehničkih lica.
- Tehnički crtež mora da bude jasan i pregledan.
- Tehnička disciplina koja omogućava da se 3D (prostorni prikaz) objekta prikaže u 2D (ravni papira) naziva se **tehničko crtanje**.
- Tehničkim crtanjem se jednoznačno definiše: oblik, funkcija, dimenzije, materijal, tehnologija izrade, kvalitet, montaža, demontaža, održavanje ...
- Tehničko crtanje se bazira na principima **nacrtna geometrije**, u kombinaciji sa pravilima tehničkog crtanja.

## Primjena standarda



- ✓ Standardizacija - proces pripreme, donošenja, usvajanja i praktične primjene propisana u cilju zadovoljenja određenog nivoa kvaliteta odnosno norme.
- ✓ Standard – sadrži obavezna zakonski propisana pravila koje je propisao ovlašteni državni organ.
- ✓ Tehnički propis propisuje tehničke zahtjeve.
- ✓ Primjenom standarda postiže se:
  - poboljšanje kvaliteta proizvoda,
  - uvođenjem tipizacije i unifikacije postiže se pojednostavljenje razmjene mašinskih elemenata i njihovih sklopova,
  - zaštita interesa potrošača itd.
- ✓ Standardi mogu biti:
  - međunarodni - ISO (International Standard Organisation),
  - regionalni – EN (European Standards),
  - nacionalni – DIN (njemačka), ANSI (amerika), MEST, GOST (Rusija) ...
  - interni - fabrički standardi.

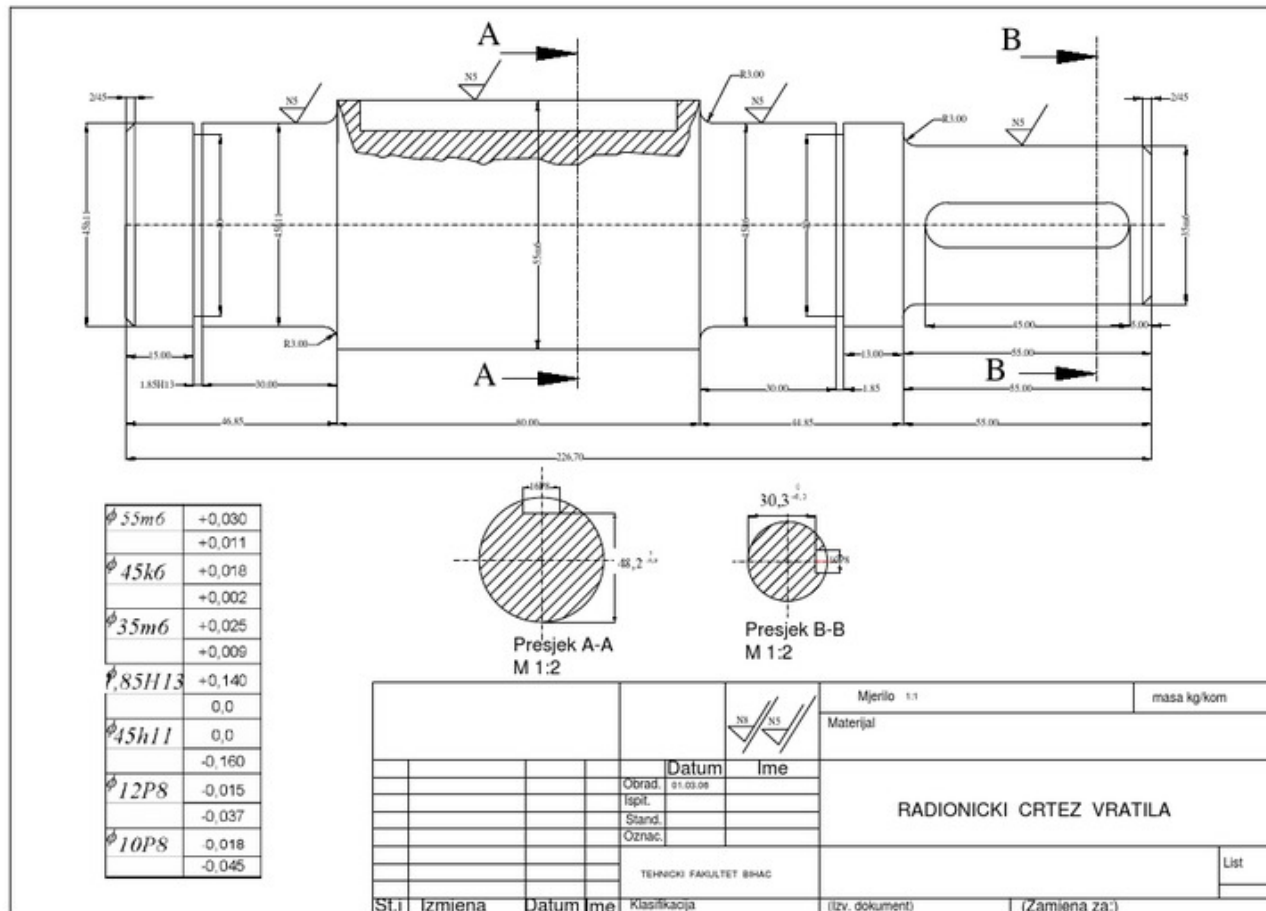
## Najznačajniji MEST standardi za tehničko crtanje

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Tehničko pismo              | <b>MEST EN ISO 3098-2:2015</b> |
| Vrste linija                | <b>MEST EN ISO 128-2:2021</b>  |
| Formati tehničkih crteža    | <b>MEST EN ISO 5457:2015</b>   |
| Razmjera                    | <b>MEST EN ISO 5455:2014</b>   |
| Opšti principi prikazivanja | <b>MEST EN ISO 128-21:2011</b> |
| Centralno projiciranje      | <b>MEST EN ISO 5456-4:2021</b> |
| Ortogonalno projiciranje    | <b>MEST EN ISO 5456-1:2011</b> |

# Vrsta tehničkih crteža

Prema sadržaju:

-  Detaljni (radionički),
-  Sklopni.

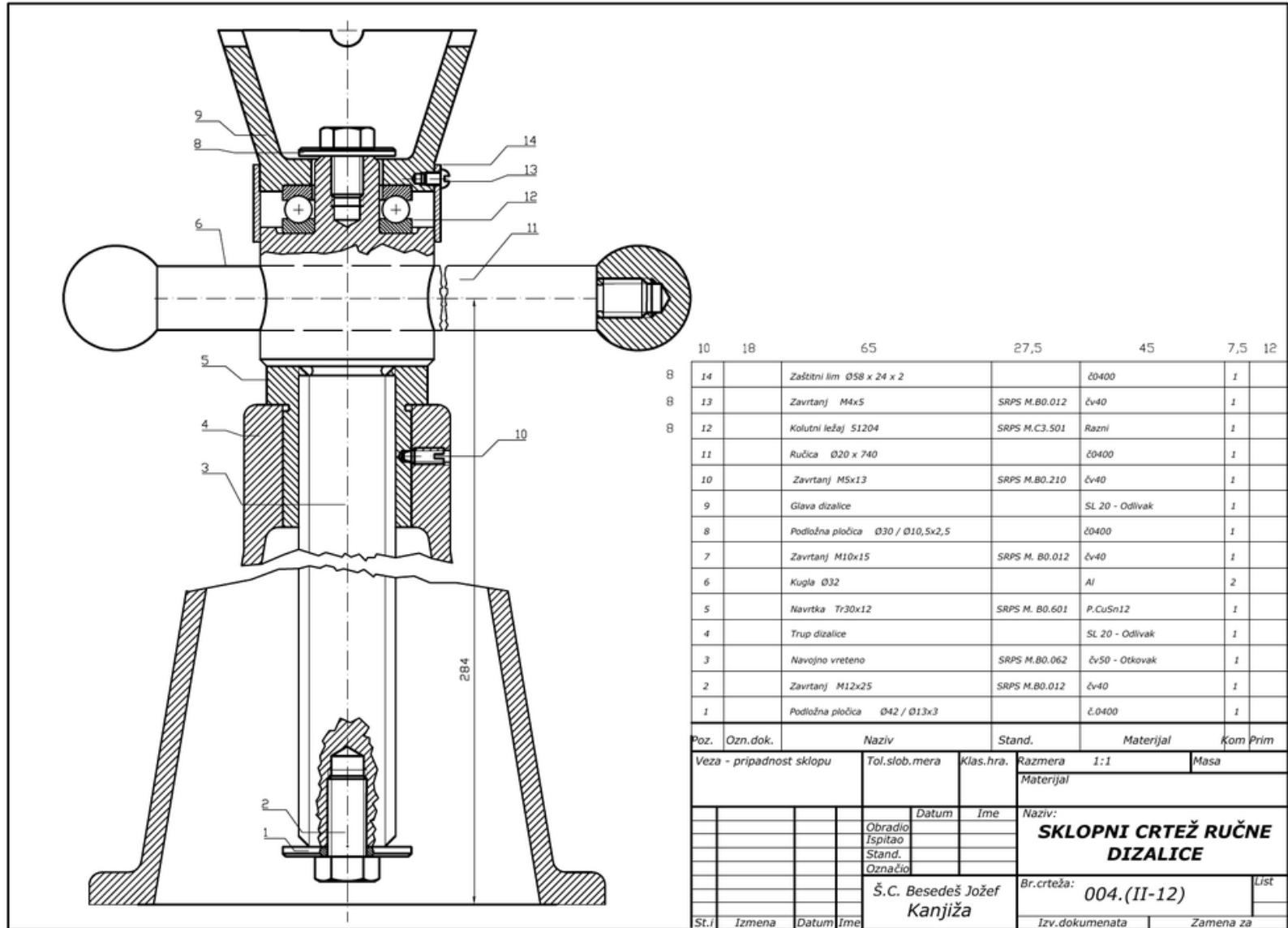




UCG  
Univerzitet Crne Gore

UNIVERZITET CRNE GORE

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica

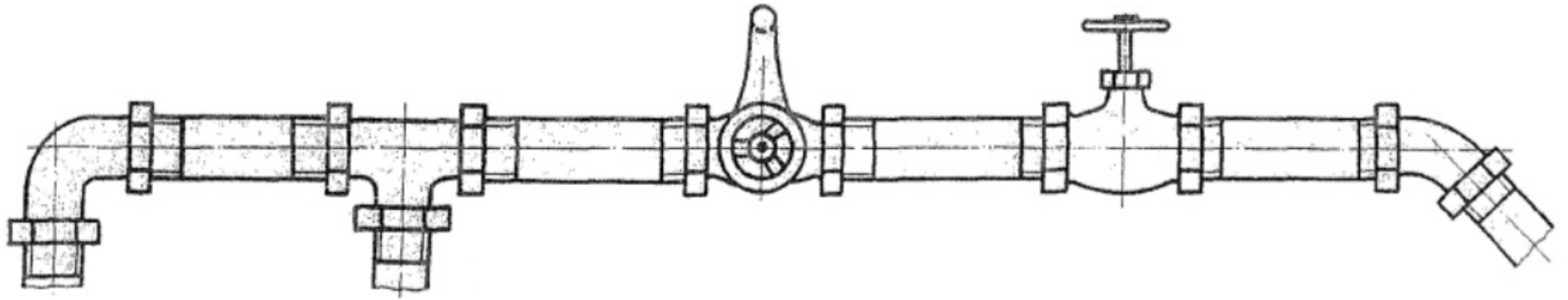




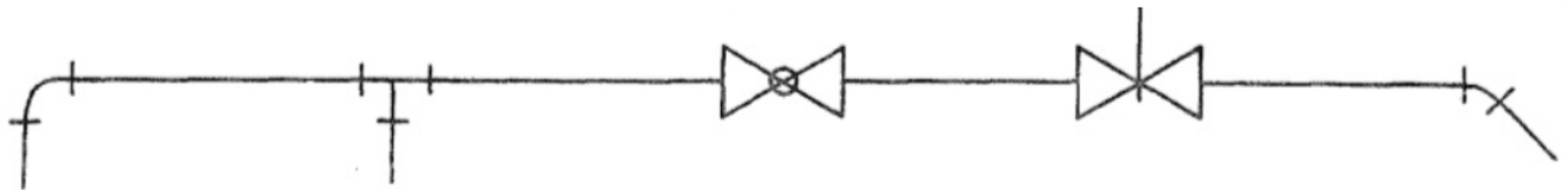






## Instalacioni crtež cijevnog sistema

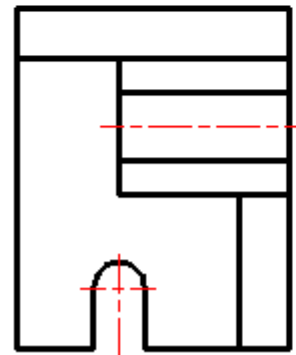
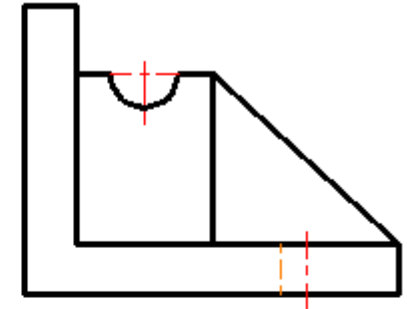
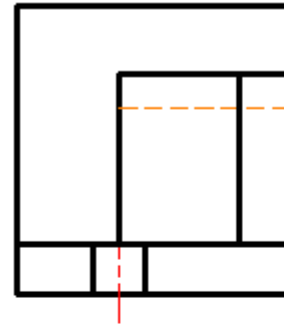
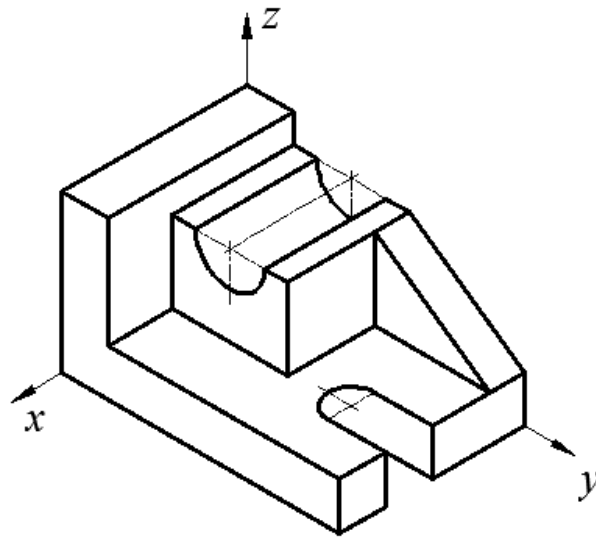


## Šematski crtež cijevnog sistema



## Prema načinu prikazivanja:

-  Aksonometrijski
-  Ortogonalni.

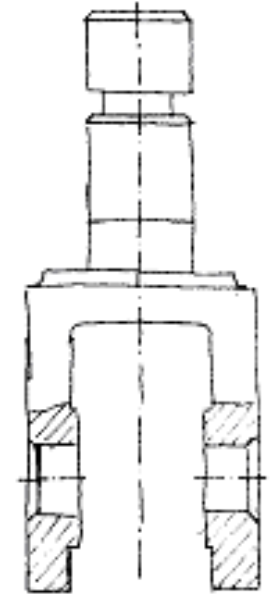
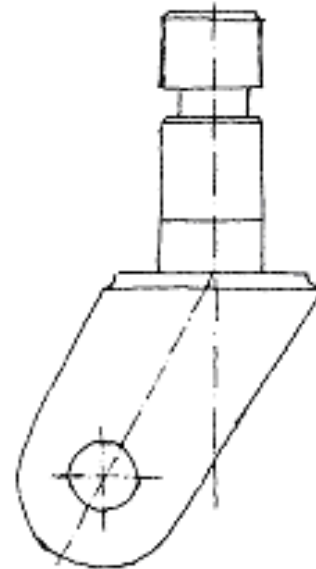
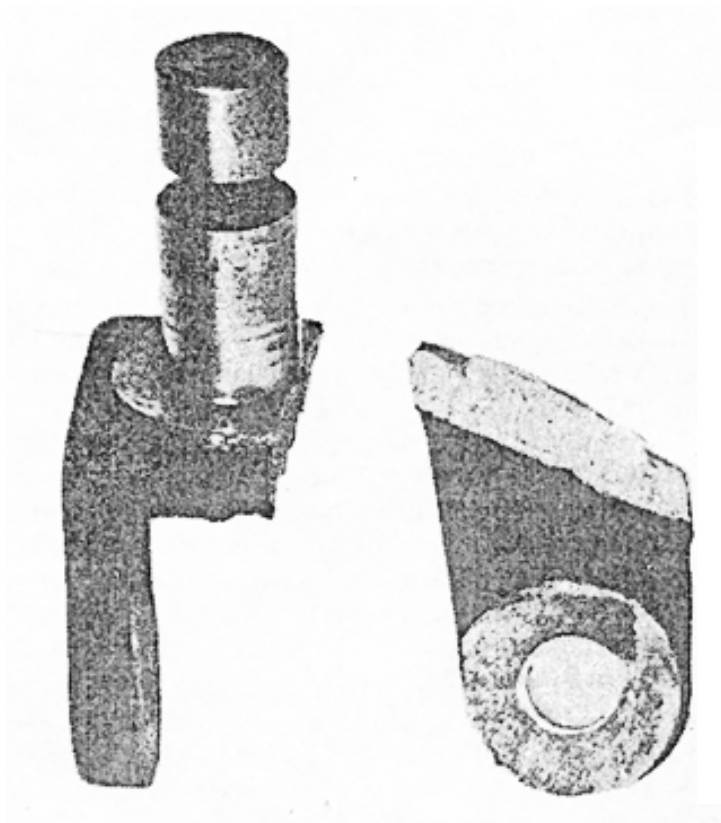






## Skiciranje – pripremne radnje:

- Utvrđivanje funkcije elementa u sklopu,
- Analiza oblika i dimenzija elementa,
- Definisanje broja projekcija, presjeka, njihovo raspored na listu i utvrđivanje formata i potrebne razmjere crtanja tehničkog crteža,
- Analiza mogućnosti izrade elementa,











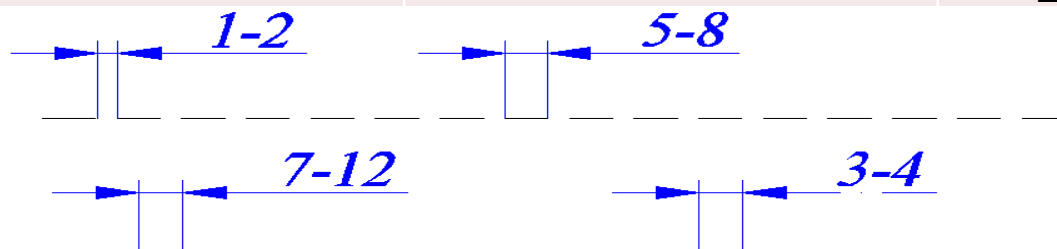






## Vrste linija i njihova upotreba

| Naziv linije           | Izgled linije   | Debljine linije            |
|------------------------|---|----------------------------|
| Debela puna            |    | $\delta$                   |
| Tanka puna             |    | $\frac{1}{2}\delta$        |
| Isprekidana            |    | $\frac{\sqrt{2}}{2}\delta$ |
| Debela crta-tačka-crta |    | $\delta$                   |
| Tanka crta-tačka-crta  |  | $\frac{1}{2}\delta$        |
| Slobodoručna linija    |  | $\frac{1}{2}\delta$        |



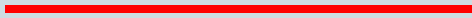
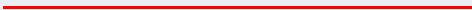


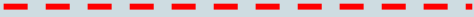
## MEST EN ISO 128-2:2021

- ✓ Debljine linija čine geometrijski red kod kog je faktor povećanja  $\sqrt{2}$ .
- ✓ Dobijena debljina (mm) se po potrebi zaokružuje na pogodnu vrijednost.

|      |      |      |      |     |     |     |     |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 0,13 | 0,18 | 0,25 | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,4 |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|

Uokvirene vrijednosti imaju prednost u odnosu na ostale.

- ✓ Pri crtanju može doći do preklapanja linija različitog tipa.
- ✓ Redosled prioriteta prikaza linija je:
  - vidljiva ivica i kontura,
  - zaklonjena ivica i kontura,
  - ravan presjecanja,
  - osna linija i simetrala,
  - težišna linija,
  - pomoćna kotna linija.

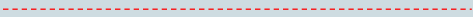



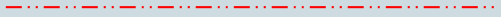
| Tip linije  | Opis linije                                      | Primjena   |
|---|--|--|
|    | A<br>Puna debela                                 | Crtanje:<br>- vidljivih ivica i<br>- kontura   |
|    | B<br>Puna tanka                                  | Crtanje:<br>- kotnih linija,<br>- pomoćnih kotnih linija,<br>- pokaznih linija,<br>- linija šrafure,<br>- kontura poprečnih presjeka |
|    | C<br>Puna, tanka linija izvučena slobodnom rukom | Crtanje:<br>- djelimičnog presjeka i<br>- prekida  |
|  | D<br>Puna tanka cik-cak                          | Crtanje:<br>- kraćenog izgleda i<br>- ograničenja presjek  |
|  | E<br>Isprekidana debela                          | Crtanje:<br>- zaklonjenih ivica i<br>- kontura   |



UCG  
Univerzitet Crne Gore

UNIVERZITET CRNE GORE

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica

| Tip linije  | Opis linije   | Primjena  |
|---|---|---|
|    | F<br>Isprekidana tanka  | Ista namjena kao i linija E tipa - na srtežu treba koristiti E ili F vrstu linija                                   |
|    | G<br>Tanka<br>crta-tačka-crta   | Crtanje:<br>- osna linija,<br>- simetrala ugla i<br>- putanja   |
|    | H<br>Tanka<br>crta-tačka-crta<br>sa zadebljanjem<br>na krajevima i<br>mjestima<br>promjene pravca | Crtanje:<br>- tragovi ravni presjeka  |
|  | J<br>Debela<br>cra-tačka-crta   | Crtanje:<br>- površ na kojoj se izvodi neki od postupaka: galvanizacija, cementacija, itd.                          |
|  | K<br>Tanka<br>Crta-dvije tačke-<br>crta   | Crtanje:<br>- konture susjednih djelova,<br>- kontura djelova prije oblikovanja,<br>- međupoložaj pokretnih djelova |

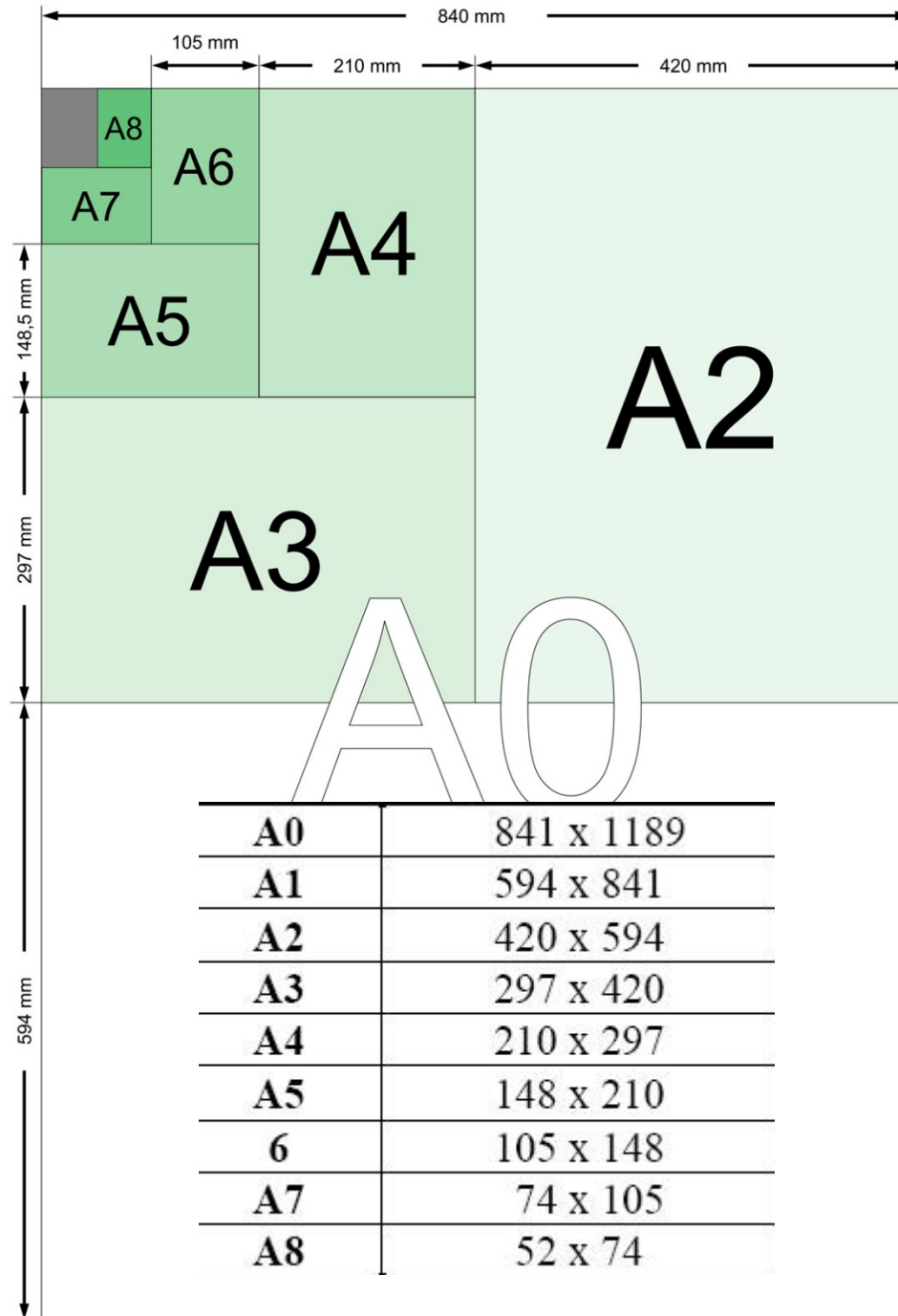
## Formati i mjerila

- ✓ Svi tehnički crteži crtaju se na papiru određenih mjera.
- ✓ Papiri propisanih dimenzija nazivaju se FORMATI.
- ✓ Formati su definisani standardom **MEST EN ISO 5457:2015**.
- ✓ Naziv osnovnog fomata je A0. Odnos stranica je  $1: \sqrt{2}$ . Kraća stranica je 841 mm, a duža stranica je 1189 mm ( $1 \text{ m}^2$ ).
- ✓ Veći formati su 2A0, 4A0 i dobijaju se udvostručavanjem kraće stranice.

*(1189x1682mm; 1682 x 2378 mm, ....)*

- ✓ Polovljenjem duže stranice formata dobijaju se manji formati, pri čemu odnos stranica ostaje isti  $1:\sqrt{2}$ .

A1 (594x841), ...

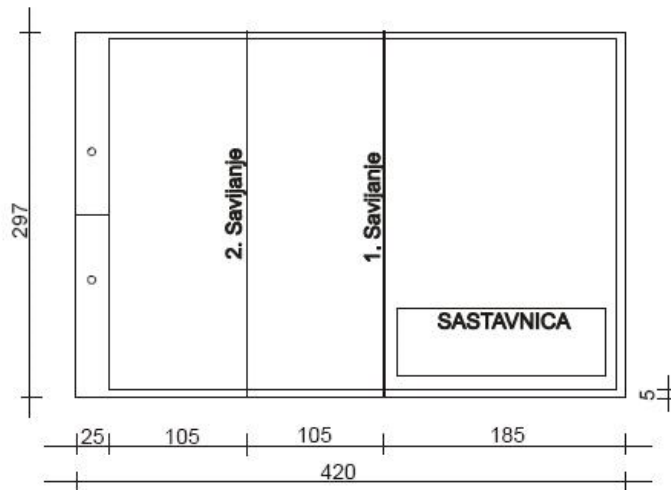
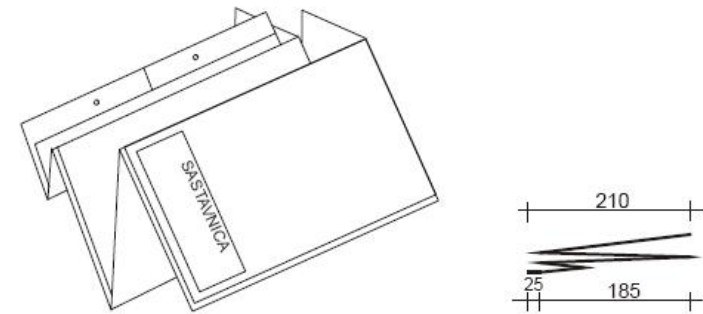
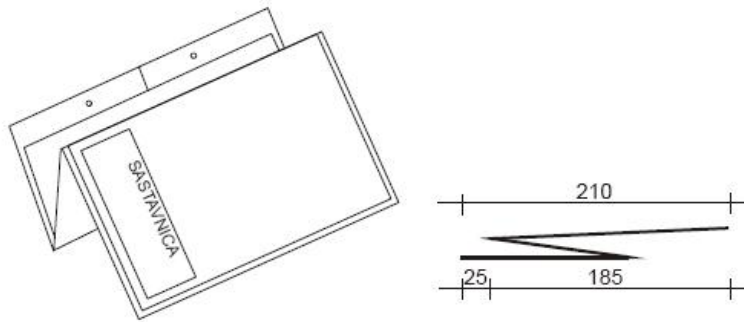
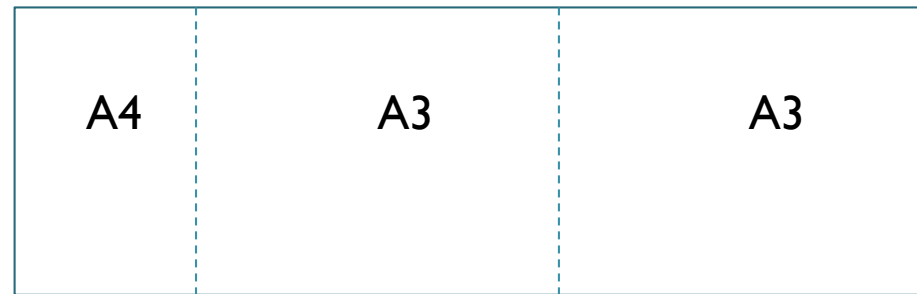


| Format | Dimenzije, mm |
|--------|---------------|
| A0     | 841 x 1189    |
| A1     | 594 x 841     |
| A2     | 420 x 594     |
| A3     | 297 x 420     |
| A4     | 210 x 297     |
| A5     | 148 x 210     |
| A6     | 105 x 148     |
| A7     | 74 x 105      |
| A8     | 52 x 74       |

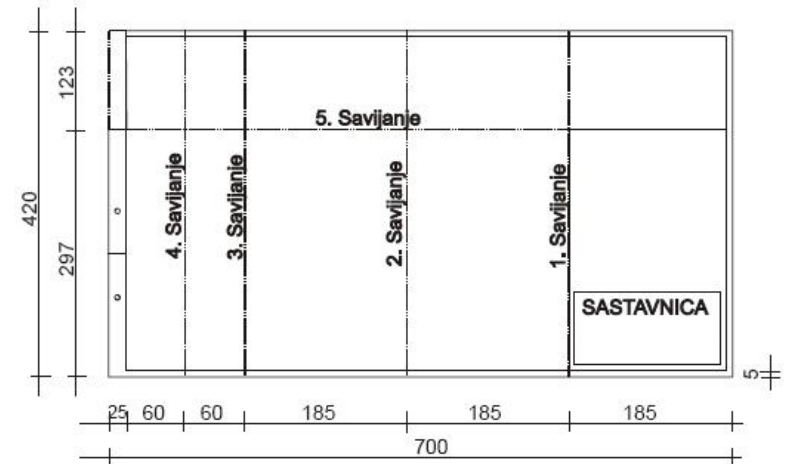
Svi formati izuzev A4, A6 i A8 stoje tako da im je duža strana horizontalna.



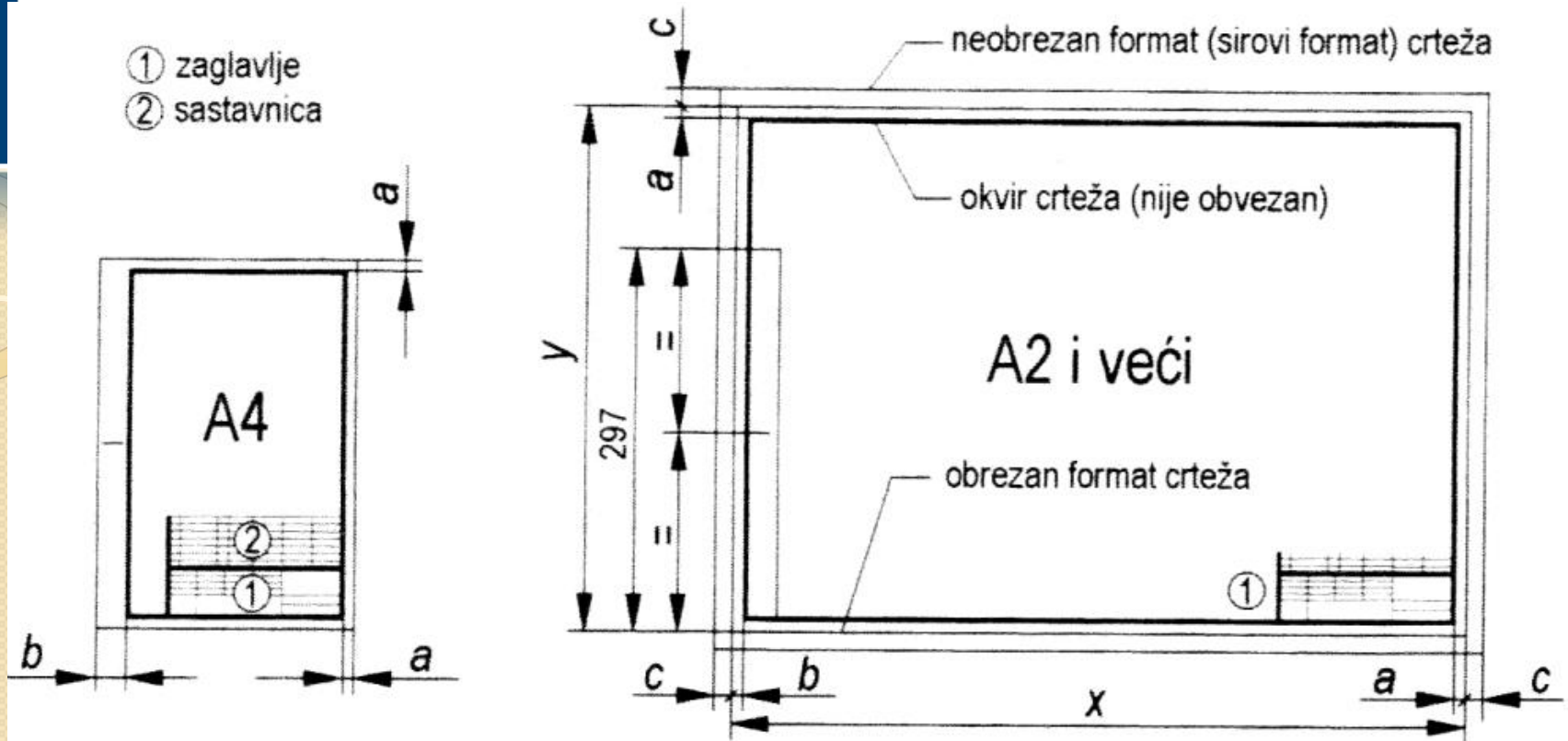
Za crtanje predmeta kod kojih je odnos dužine i širine vrlo veliki, koriste se produženi formati.



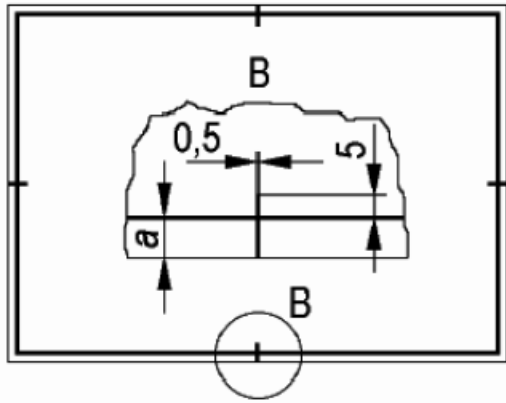
Savijanje papira formata A3



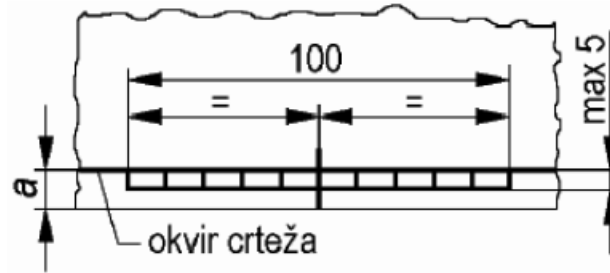
Savijanje papira većih formata



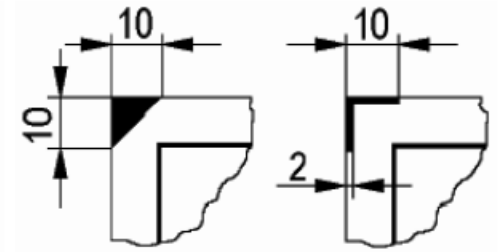
| Format | $a$ , mm | $b$ , mm | $c$ , mm |
|--------|----------|----------|----------|
| A0     | 10       | 5        | 20       |
| A1     | 10       | 5        | 20       |
| A2     | 7        | 5        | 10       |
| A3     | 7        | 20       | 10       |
| A4     | 7        | 15       | 10       |



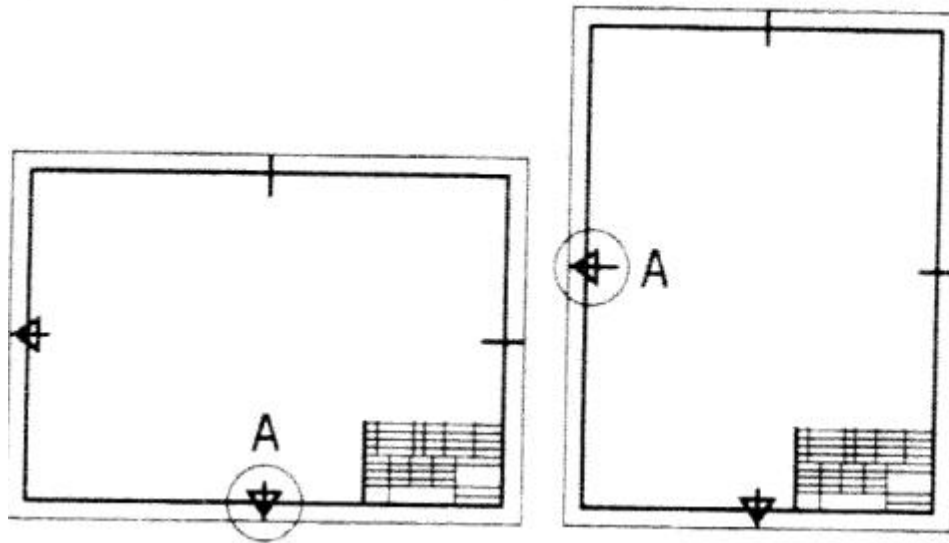
Oznake za centriranje



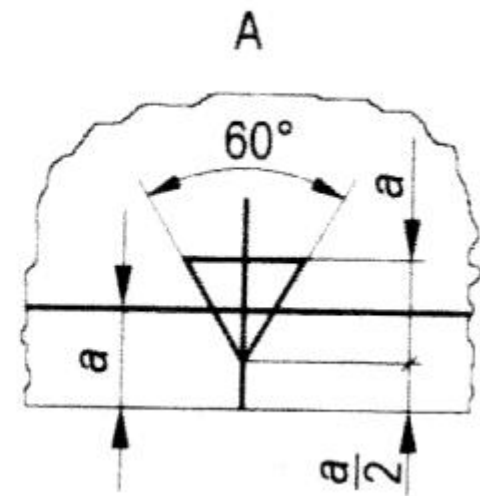
Referentna metrička skala



Oznake za obrezivanje



Oznake za orijentaciju

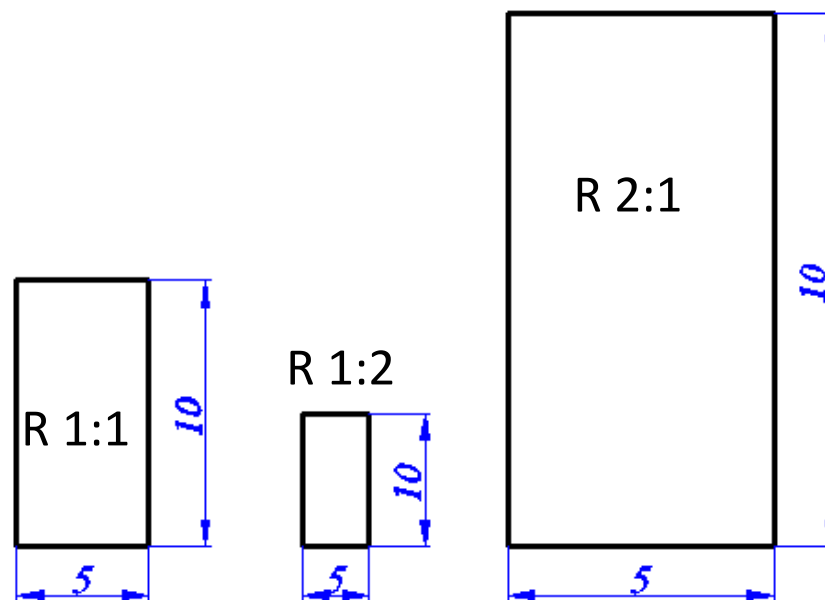


## MJERILO (RAZMJERA)

- ✓ Mjerilo predstavlja odnos istih veličina na crtežu i predmetu.
- ✓ Kada su veličine iste i na crtežu i na predmetu tj. u prirodnoj veličini, onda je mjerilo 1:1.
- ✓ Izbor razmjere zavisi od veličine predmeta i njegove složenosti:
  - Predmeti velikih dimenzija i jednostavnog oblika crtaju se umanjeno.
  - Predmeti malih dimenzija i složenog oblika crtaju se uvećano.
- ✓ Bez obzira na razmjeru crtanja, na tehničkom crtežu se upisuju stvarne mjere elementa.

- ✓ Standardom su propisana mjerila MEST EN ISO 5455:2014 - Tehnički crteži - Razmjere

| Prirodna veličina | 1:1   |       |        |
|-------------------|-------|-------|--------|
| Za umanjenje      | 1:2   | 1:5   | 1:10   |
|                   | 1:20  | 1:50  | 1:100  |
|                   | 1:200 | 1:500 | 1:1000 |
| Za uvećanje       | 2:1   | 5:1   | 10:1   |
|                   | 20:1  | 50:1  | 100:1  |



## Tehničko pismo

- ✓ Standard **MEST EN ISO 3098-5:2015** - Tehnička dokumentacija proizvoda - Ispisivanje slova - Dio 5: CAD tehničko pismo latiničnog pisma, brojevi i oznake.
- ✓ Koristi se za ispisivanje natpisa, oznaka i brojeva u tehničkim crtežima.
- ✓ Sadrži mala i velika slova ćirilice, latinice i grčkog alfabeta, arapske i rimske cifre i znakove interpunkcije.
- ✓ Tehničko pismo može biti pravo ili pod uglom od  $15^\circ$  u odnosu na vertikalu.

Standardom su propisane visine:  $h = 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20$  i  $25$  mm.

$h$  – visina velikog slova

$\frac{5}{7}h$  – visina malog slova

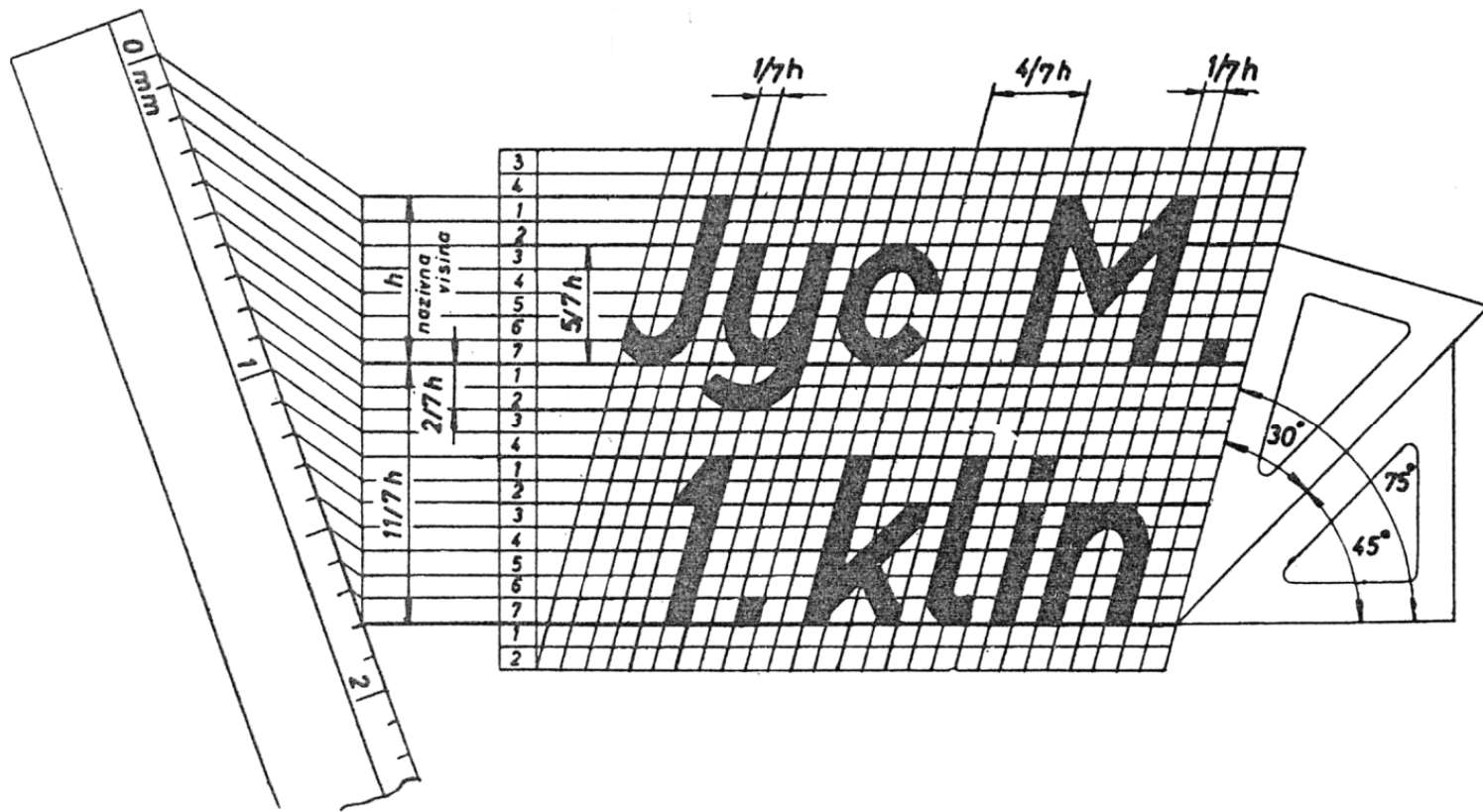




UCG  
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica





UCG  
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

Ć Č Ć Š Ž

a b c d e f g h i j k l m n o p

q r s t u v w x y z ć č Ć š ž

[(!?.,;"'--=+x:φ%1°)]

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

А Б В Г Д Ђ Е Ж З И Ј К Л

Љ М Н Њ О П Р С Т Ђ У

Ф Х Ц Ч Ш а б в г д е ж

з и ј к л љ м н њ о

п р с ѡ ћ у ф х ц ч ш

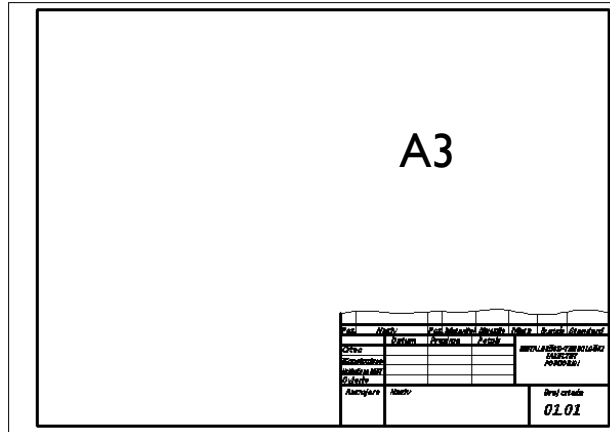
[(!?.,;"'--=+x:φ%1°)]

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica

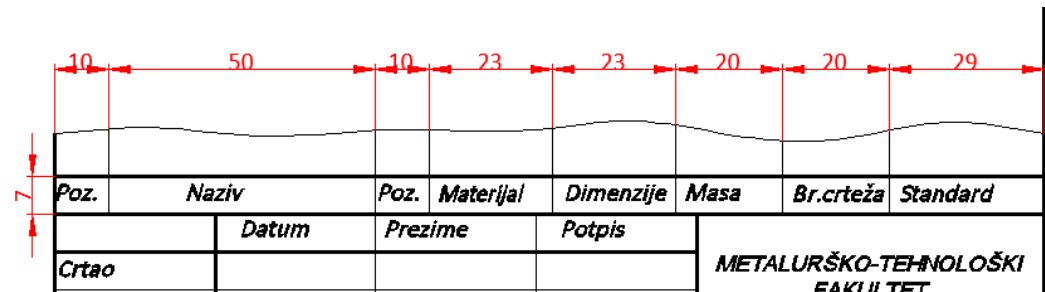
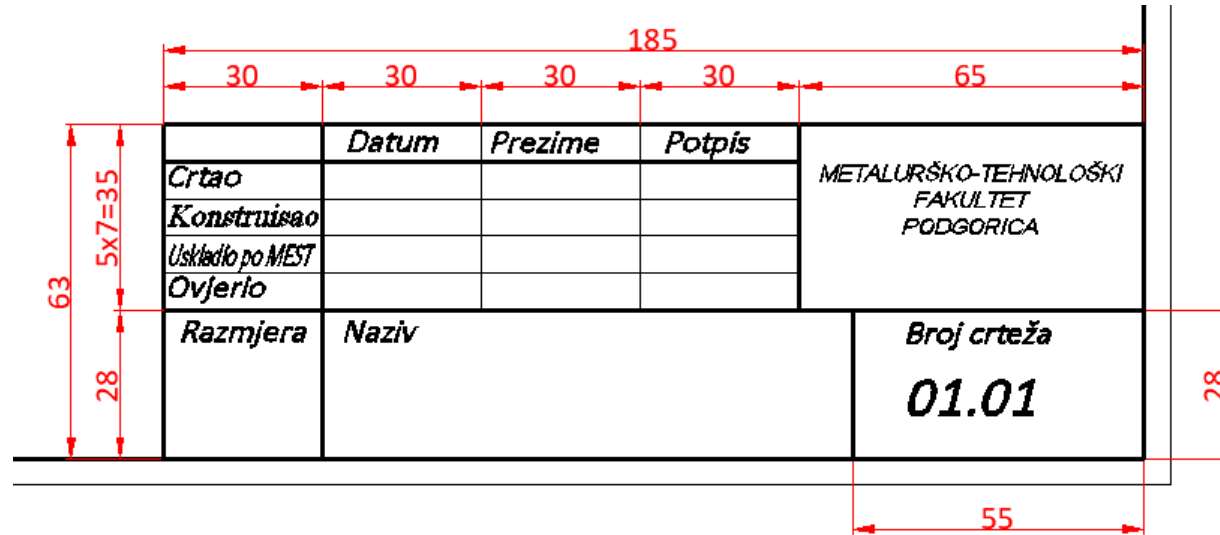
## Zaglavlje i sastavnica i obilježavanje crteža

- ✓ Zaglavlje i sastavnica služi za upisivanje osnovnih informacija koje nam služe za identifikaciju i primjenu tehničkog crteža.
- ✓ Zaglavlje na tehničkom crtežu se nalazi u desnom donjem uglom.
- ✓ Osnovni podaci koje mora da sadržati zaglavlje su:
  - naziv crteža,
  - razmjera,
  - broj crteža,
  - naziv institucije koja je tehnički crtež izradila,
  - imena i potpise odgovornih lica za predmetni crtež (konstruisao, crtao, uskladio sa MEST, ovjerio).
- ✓ Sastavnica se nalazi iznad zaglavlja - naslonjena.
- ✓ Sastavnica sadrži podatke o nacrtanim elementim (pozicija, broj komada, materijal, gabaritne mjere, veza sa standardom...)



## Zaglavlje i sastavnica

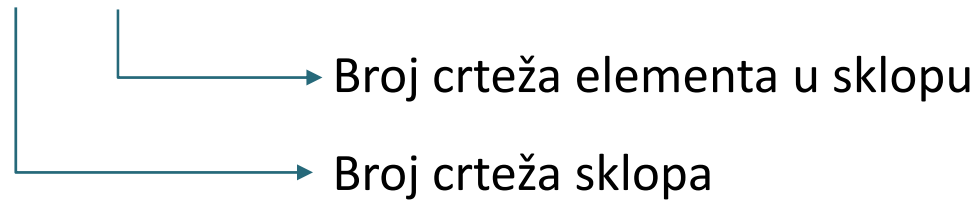
| Poz.          | Naziv | Poz.    | Materijal | Dimenzije                                      | Masa | Br.crteža    | Standard |
|---------------|-------|---------|-----------|--|------|--------------|----------|
|               | Datum | Prezime | Potpis    | METALURŠKO-TEHNOLOŠKI<br>FAKULTET<br>PODGORICA |      |              |          |
| Crtao         |       |         |           |  |      |              |          |
| Konstruisao   |       |         |           |  |      |              |          |
| Uskl. po MEST |       |         |           |  |      |              |          |
| Ovjerio       |       |         |           |  |      |              |          |
| Razmjera      | Naziv |         |           |  |      | Broj crteža  |          |
|               |       |         |           |  |      | <b>01.01</b> |          |





- ✓ Obilježavanje crteža nije standardizovano.
- ✓ Predstavlja kombinaciju brojeva.

01.01



## Primjena računara pri izradi tehničke dokumentacije



Tabla za crtanje- kulman







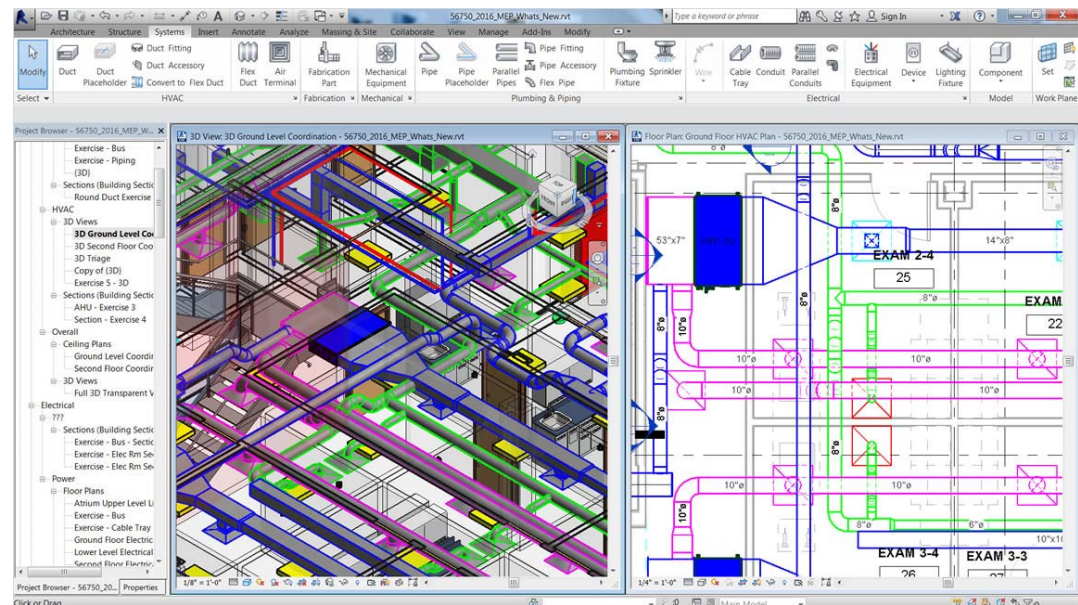
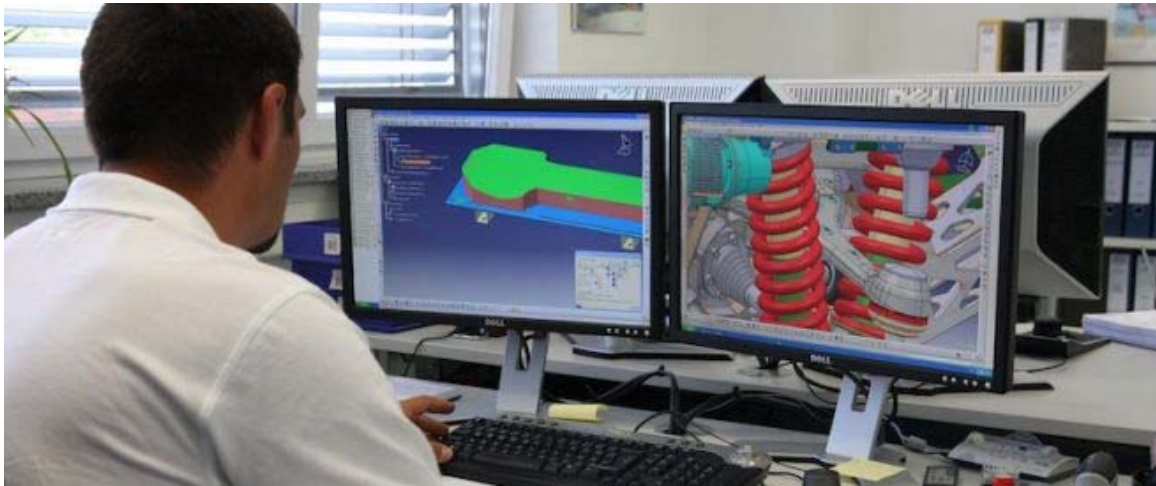
UCG  
Univerzitet Crne Gore

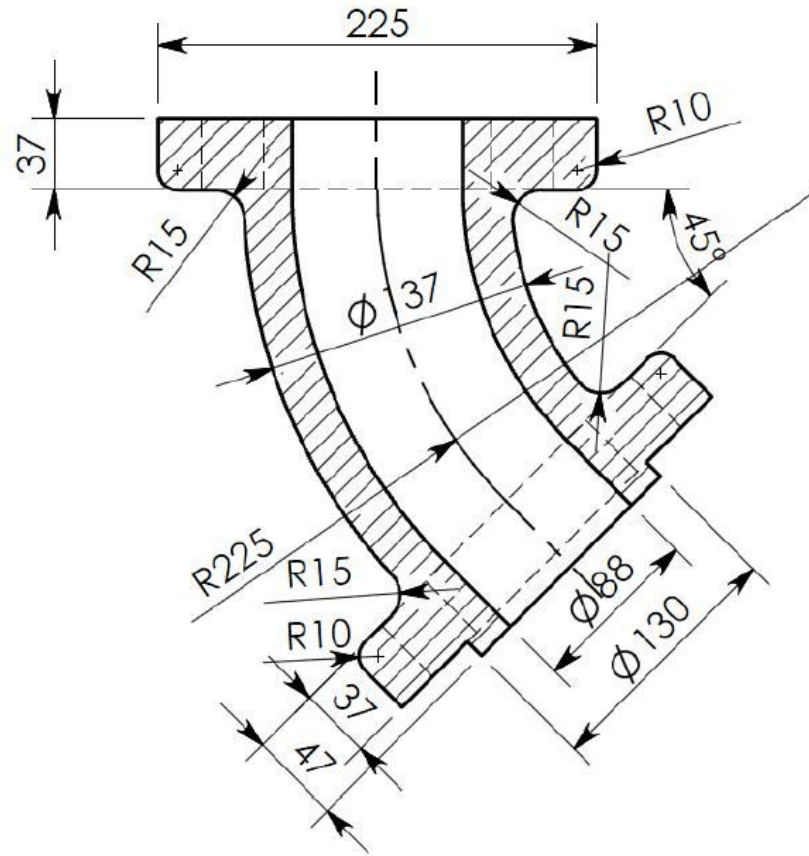
UNIVERZITET CRNE GORE

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica



# Computer-aided design (CAD) - projektovanje pomoću računara





2D



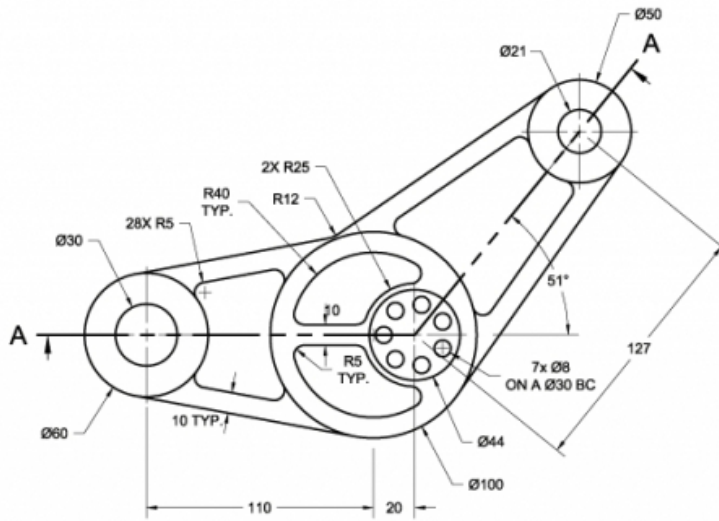


UCG  
Univerzitet Crne Gore

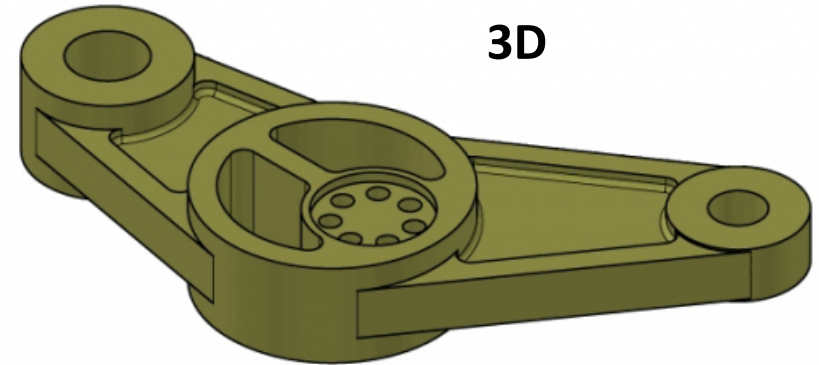
UNIVERZITET CRNE GORE



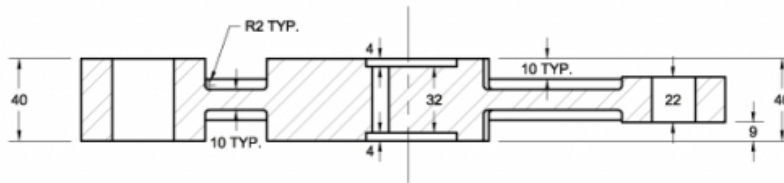
Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica



TOP VIEW (1:2)

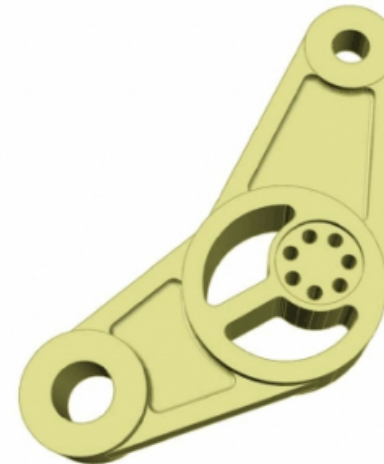


3D



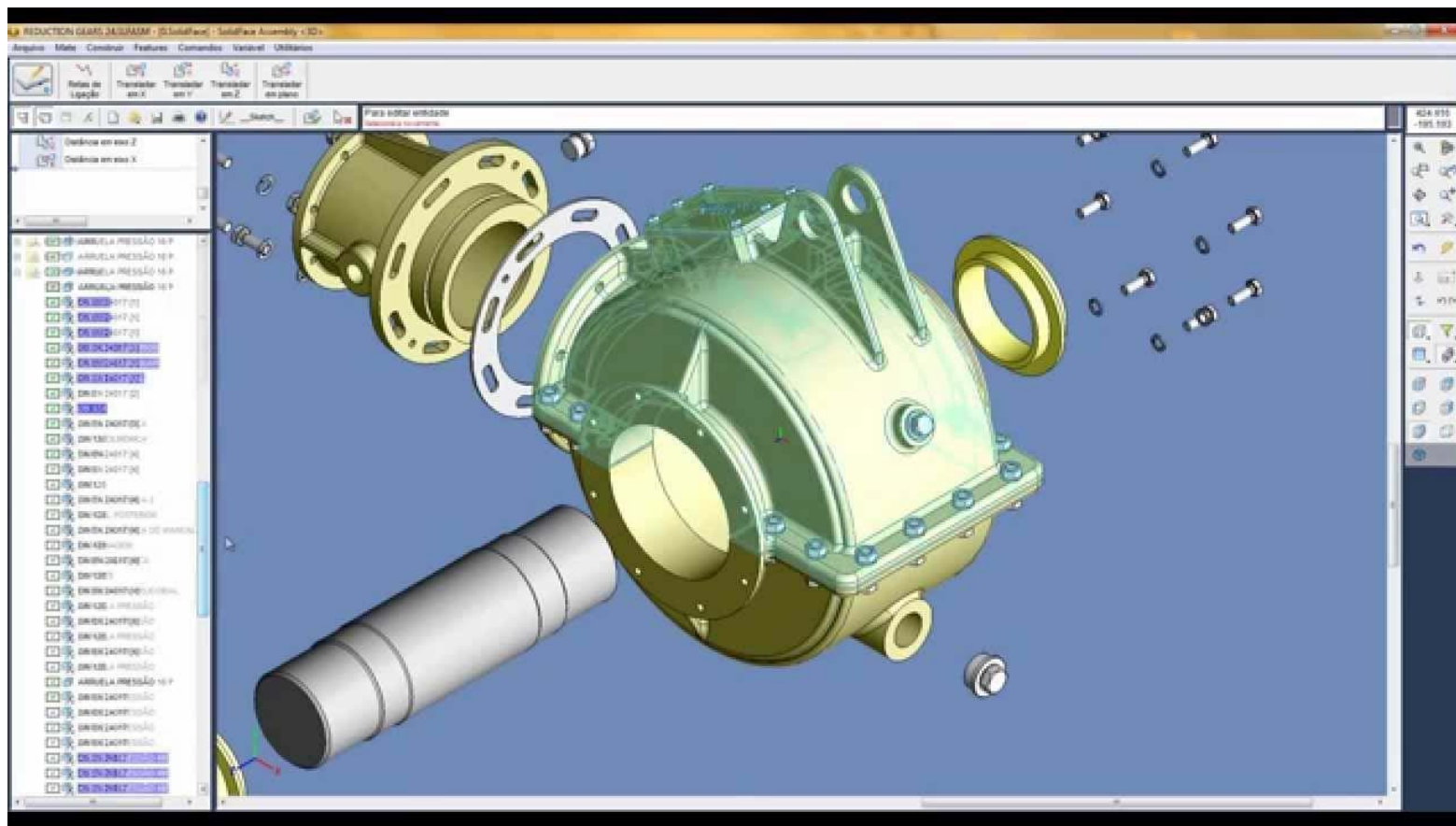
ALIGNED SECTION A-A (1:2)

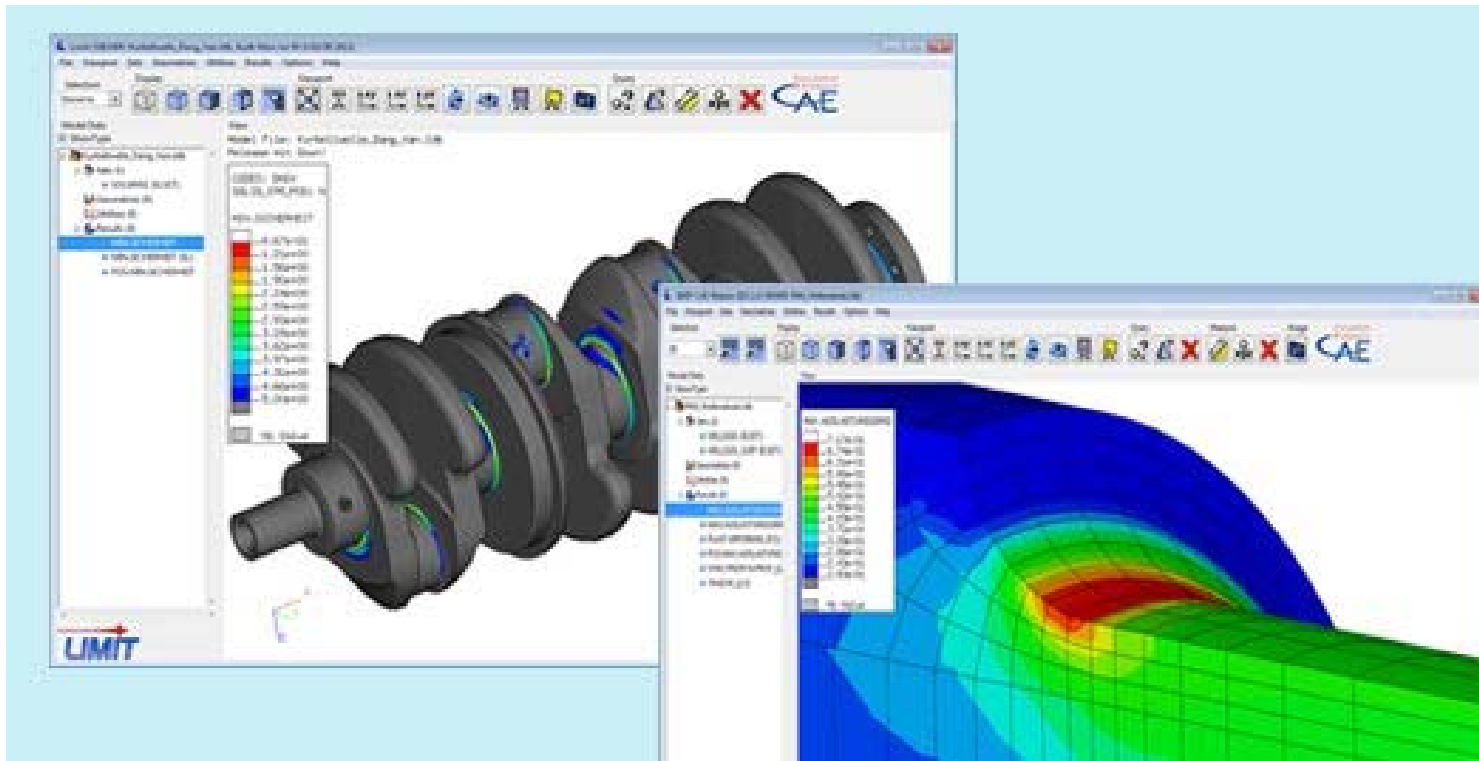
3D VIEW #1



3D VIEW #2

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| AutoCAD 3       |                            |
| 3D Modeling     |                            |
| PROJECT:        | Lesson 14<br>Practice 14_2 |
| DRAWING TITLE:  | CONTROL ARM                |
| DRAWN BY:       | KB                         |
| DATE:           | 03/08/2013                 |
| SCALE:          | 1:2                        |
| CLASS:          | CADD3                      |
| CHECKED BY:     | KB                         |
| DRAWING NUMBER: | M-1                        |





## AutoCAD – osnovni softver

- AutoCAD - programski paket namenjen crtanju i projektovanju pomoću računara.
- Jednostavan rad i dobra komunikacije sa ostalim programskim paketima.
- Primjena široka:
  - građevinarstvo,
  - arhitektura,
  - mašinstvo ...

### Mogućnosti CAD sistema:

- Izrada tehničke 2D dokumentacije.
- 3D geometrijsko modeliranje.
- Animacija i vizuelizacija elemenata i sklopova.
- Naponsko-deformaciona analiza primjenom metode konačnih elemenata.
- Formiranje baze tehničke dokumentacije ....

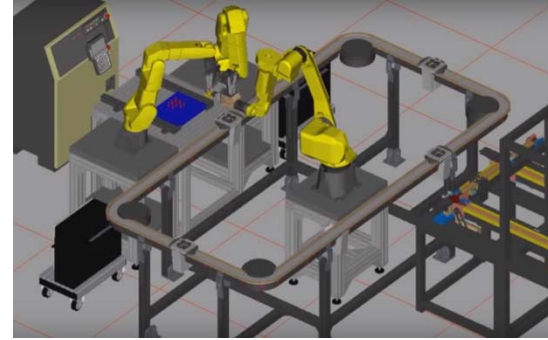
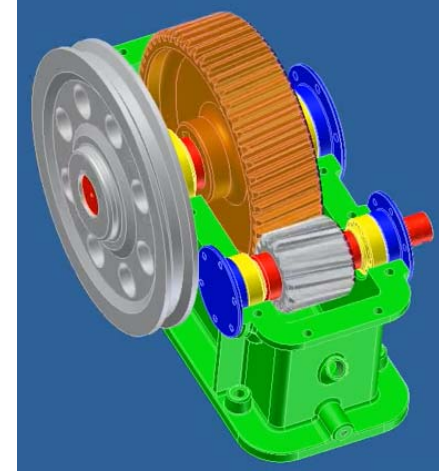
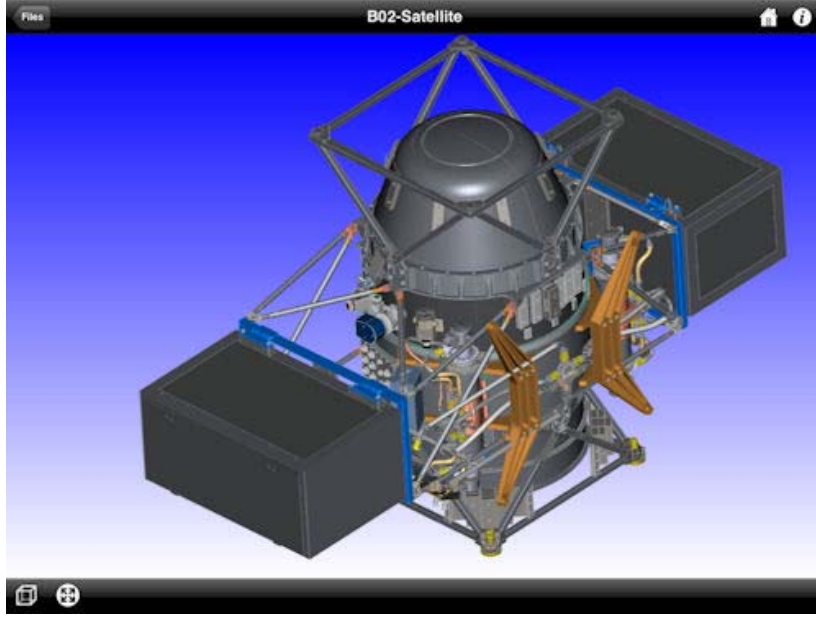




UCG  
Univerzitet Crne Gore

UNIVERZITET CRNE GORE

Prof. dr Darko Bajić  
Mašinski fakultet, Podgorica



**Zahvaljujem na pažnji!**