



INŽENJERSKA GRAFIKA

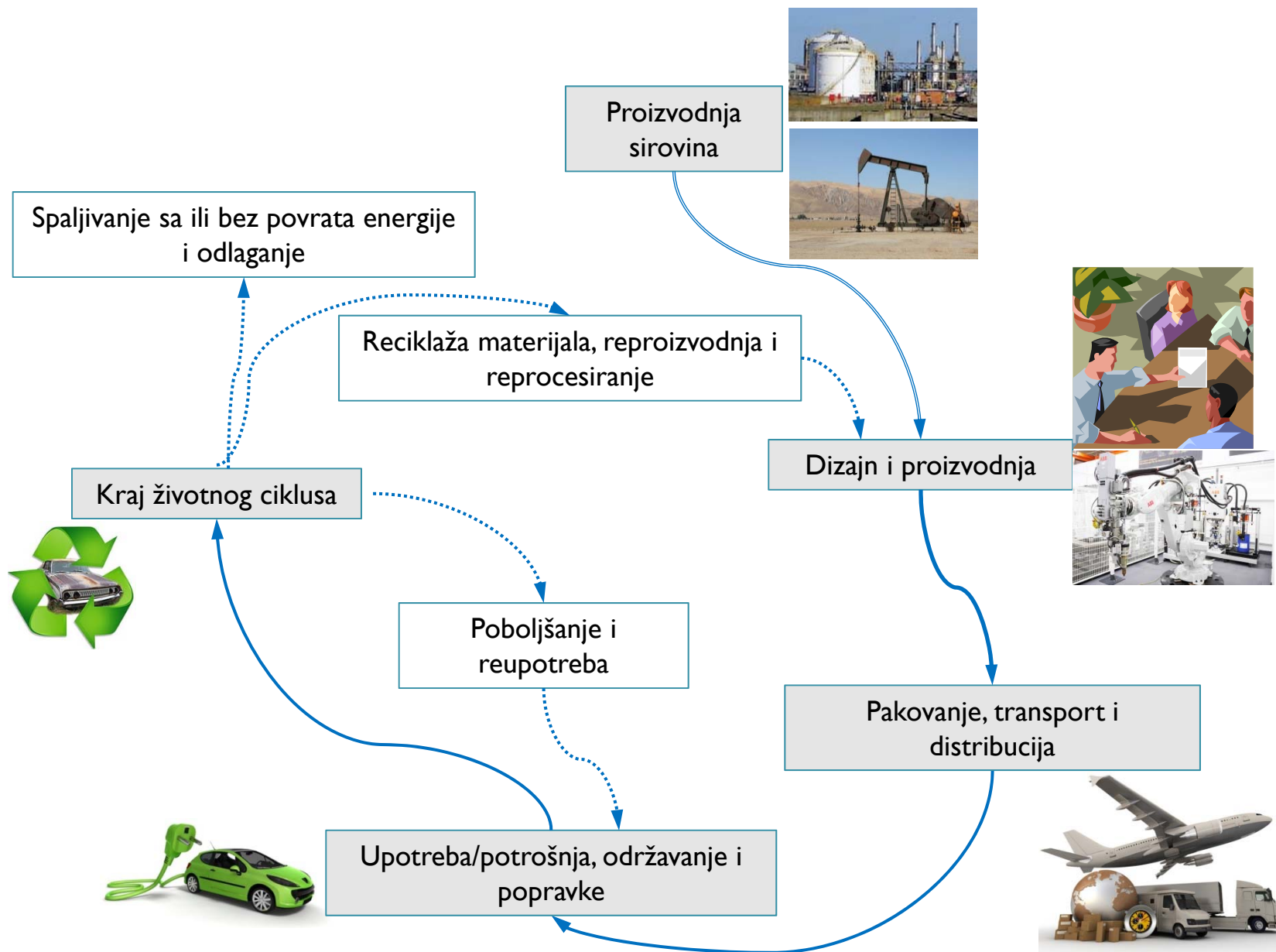
Metalurško-tehnološki fakultet
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić
2024.



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

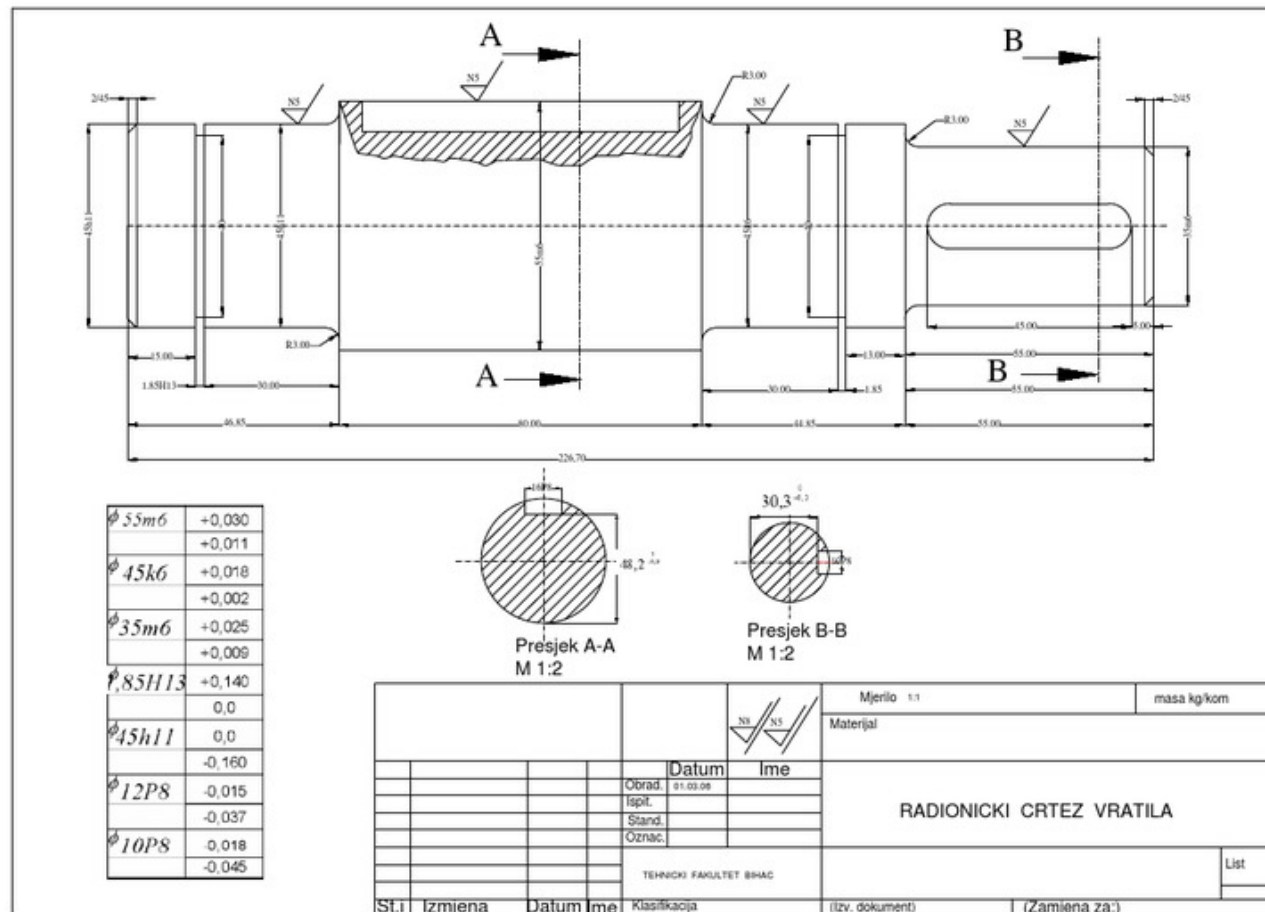
- ✓ Standardizacija - proces pripreme, donošenja, usvajanja i praktične primjene propisana u cilju zadovoljenja određenog nivoa kvaliteta odnosno norme.
- ✓ Standard – sadrži obavezna zakonski propisana pravila koje je propisao ovlašteni državni organ.
- ✓ Tehnički propis propisuje tehničke zahtjeve.
- ✓ 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	MEST EN ISO 3098-2:2015
Vrste linija	MEST EN ISO 128-2:2024
Formati tehničkih crteža	MEST EN ISO 5457:2015
Razmjera	MEST EN ISO 5455:2014
Opšti principi prikazivanja	MEST EN ISO 128-1:2021
Centralno projiciranje	MEST EN ISO 5456-4:2021
Ortogonalno projiciranje	MEST EN ISO 5456-1:2011

Prema sadržaju:

-  Detaljni (radionički),
 Sklopni.

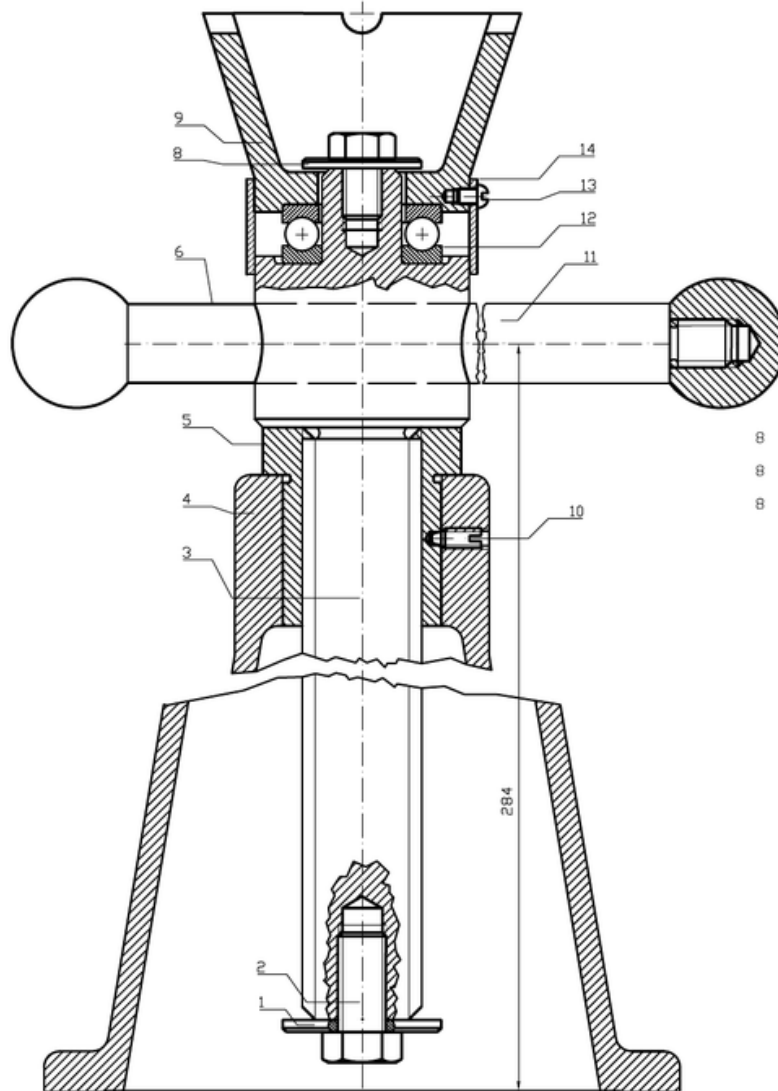




UCG
Univerzitet Crne Gore

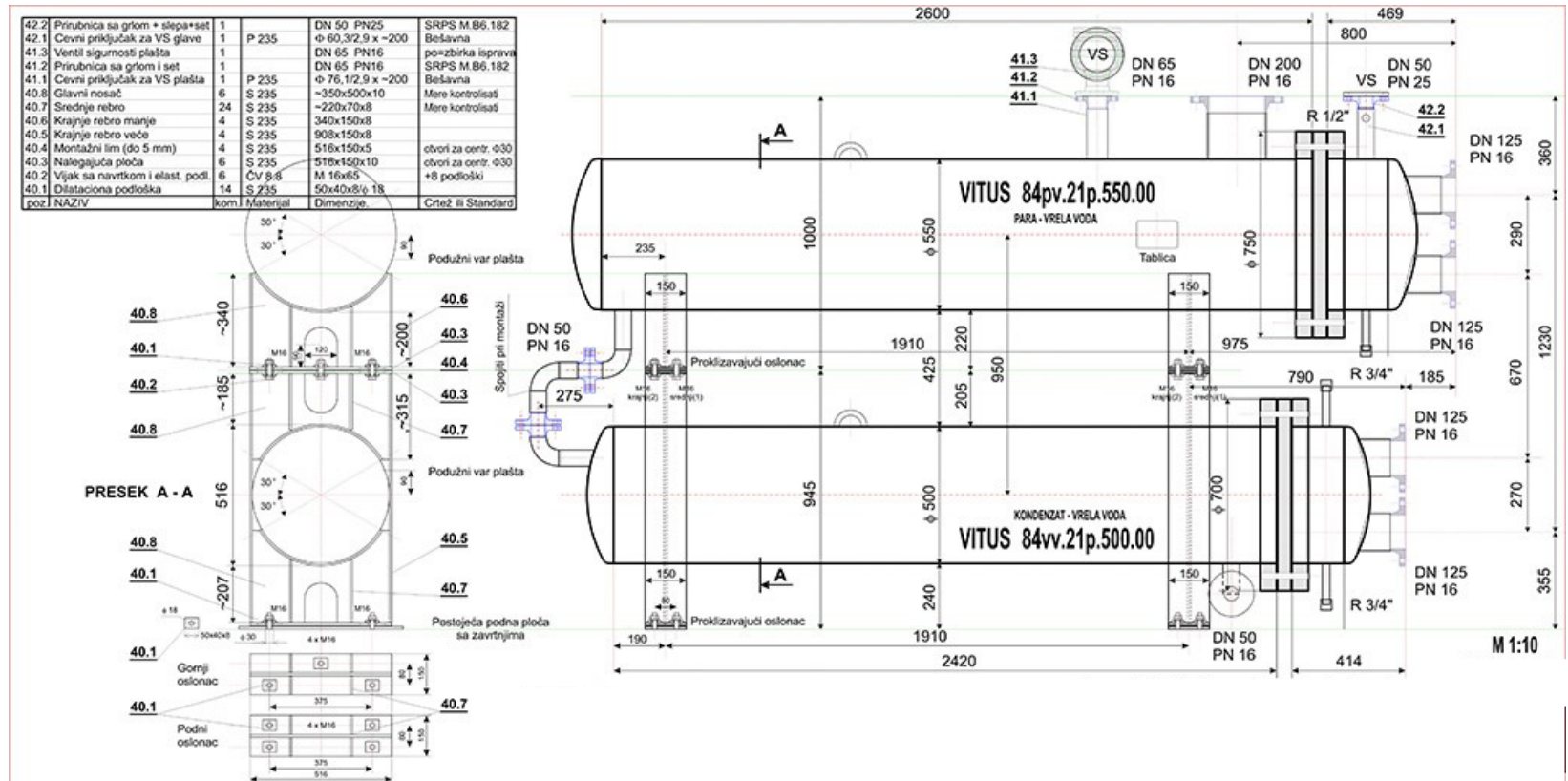
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica

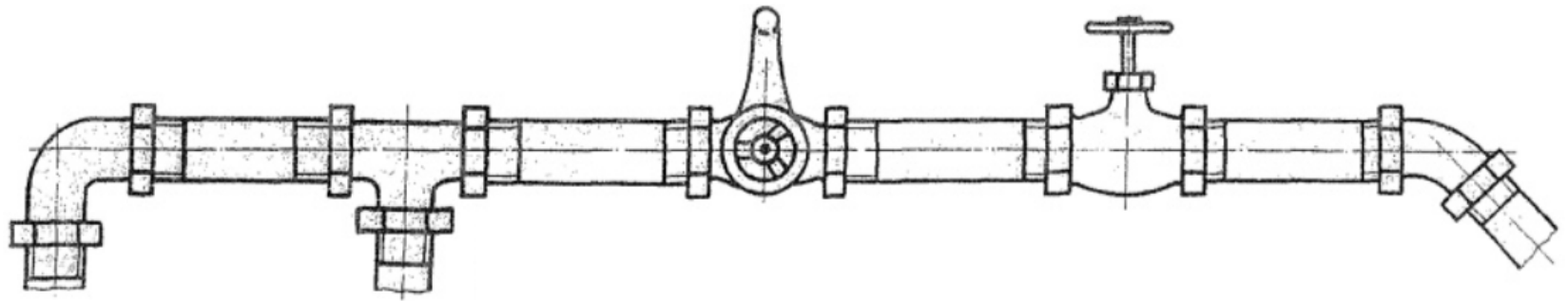


	10	18	65	27,5	45	7,5	12
B	14		Zaštitni lim Ø58 x 24 x 2		Č0400	1	
B	13		Zavrtanj M4x5	SRPS M.B0.012	Čv40	1	
B	12		Kolutni ležaj 51204	SRPS M.C3.501	Razni	1	
	11		Ručica Ø20 x 740		Č0400	1	
	10		Zavrtanj M5x13	SRPS M.B0.210	Čv40	1	
	9		Glava dizalice		SL 20 - Odlivak	1	
	8		Podložna pločica Ø30 / Ø10,5x2,5		Č0400	1	
	7		Zavrtanj M10x15	SRPS M. B0.012	Čv40	1	
	6		Kugla Ø32		Al	2	
	5		Navrtka Tr30x12	SRPS M. B0.601	P.CuSn12	1	
	4		Trup dizalice		SL 20 - Odlivak	1	
	3		Navojno vreteno	SRPS M.B0.062	Čv50 - Otkovak	1	
	2		Zavrtanj M12x25	SRPS M.B0.012	Čv40	1	
	1		Podložna pločica Ø42 / Ø13x3		Č0400	1	
Poz.	Ozn.dok.	Naziv		Stand.	Materijal	kom	Prim
Veza - pripadnost sklopu		Tol.slob.mera		Klas.hra.	Razmera 1:1	Masa	
					Materijal		
				Datum	Ime	Naziv:	
			Obradio			SKLOPNI CRTEŽ RUČNE DIZALICE	
			Ispitao				
			Stand.				
			Označio				
St.i	Izmena	Datum	Ime	Š.C. Besedeš Jožef Kanjža		Br.crteža: 004.(II-12)	List
						Izv.dokumenata	Zamena za

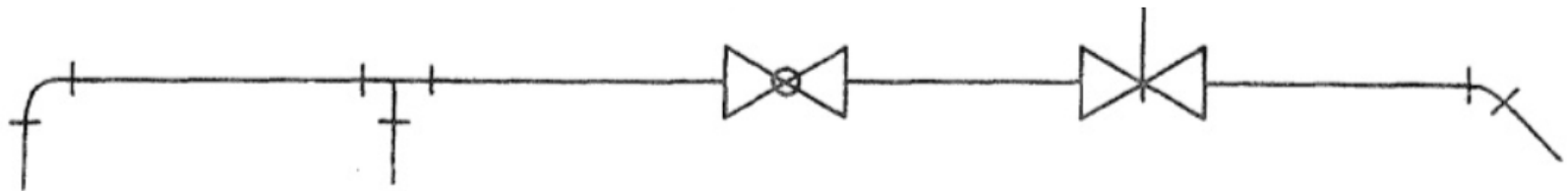
-  Radionički za izradu elementa – prikaz samo jednog elementa sklopa i sadrži sve neophodne informacije za njegovu izradu.
-  Montažni – prikazuje šemu montaže elemenata (sklapanja).
-  Instalacioni (montaža cijevi i cijevne armature).
-  Šematski (uprošćavanje sistema putem simbola i oznaka).



Instalacioni crtež cijevnog sistema

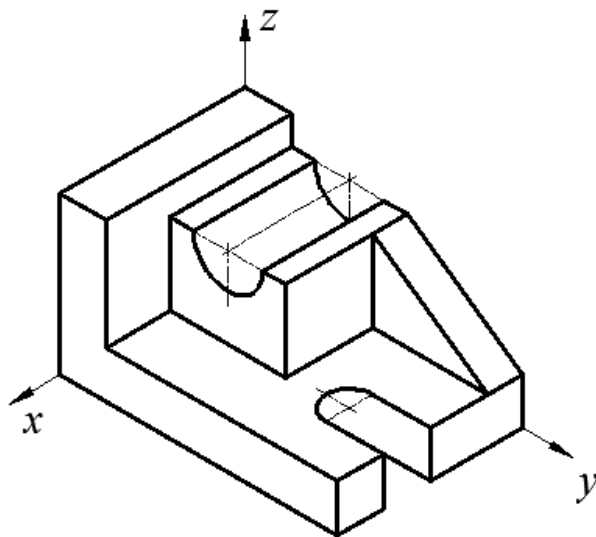


Šematski crtež cijevnog sistema

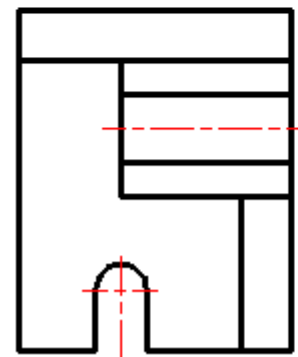
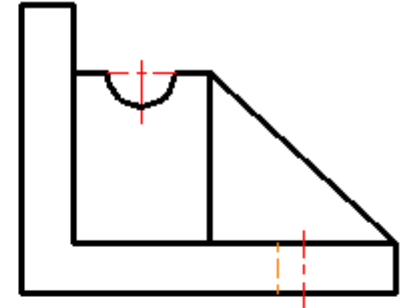
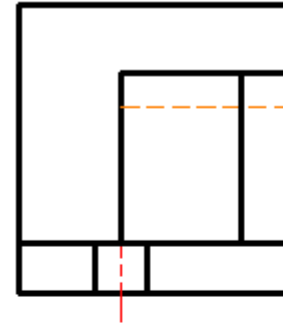


Prema načinu prikazivanja:

Aksonometrijski



Ortogonalni

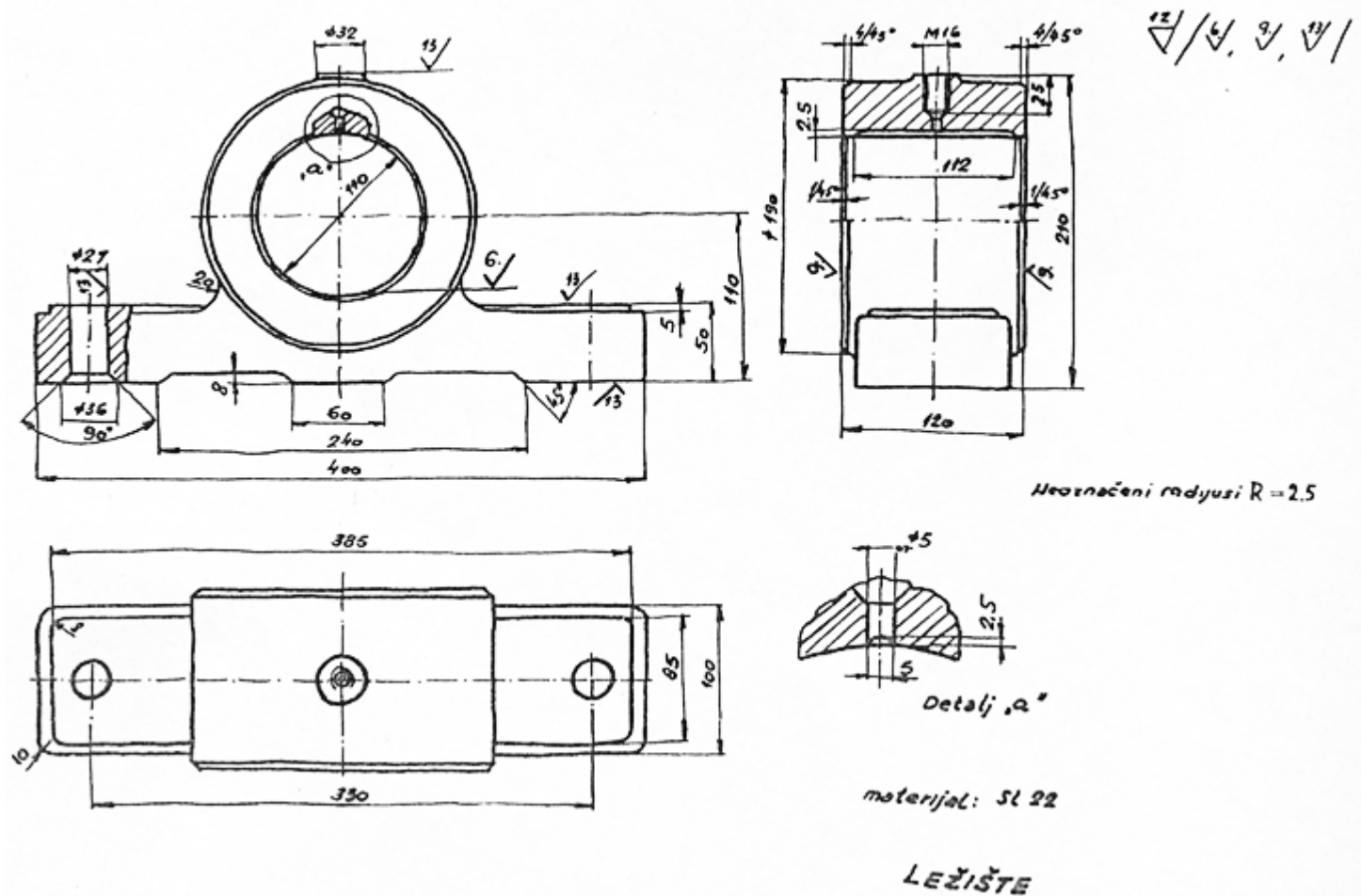




UCG
Univerzitet Crne Gore

Prema načinu izrade:

Skica – crtež tehničkog elementa nacrtan slobodnom rukom u proizvoljnoj razmjeri sa što približnijim odnosom veličina i oblika, na osnovu kog se crta tehnički crtež.

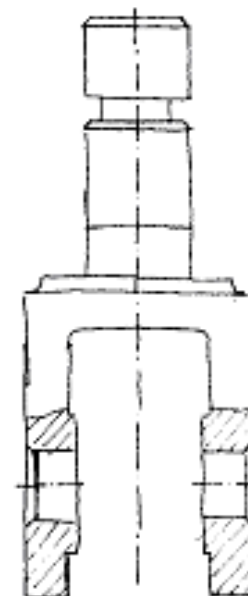
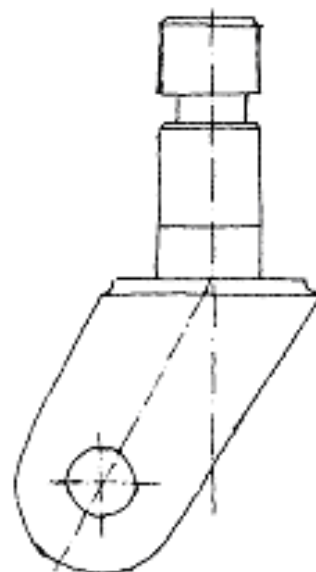
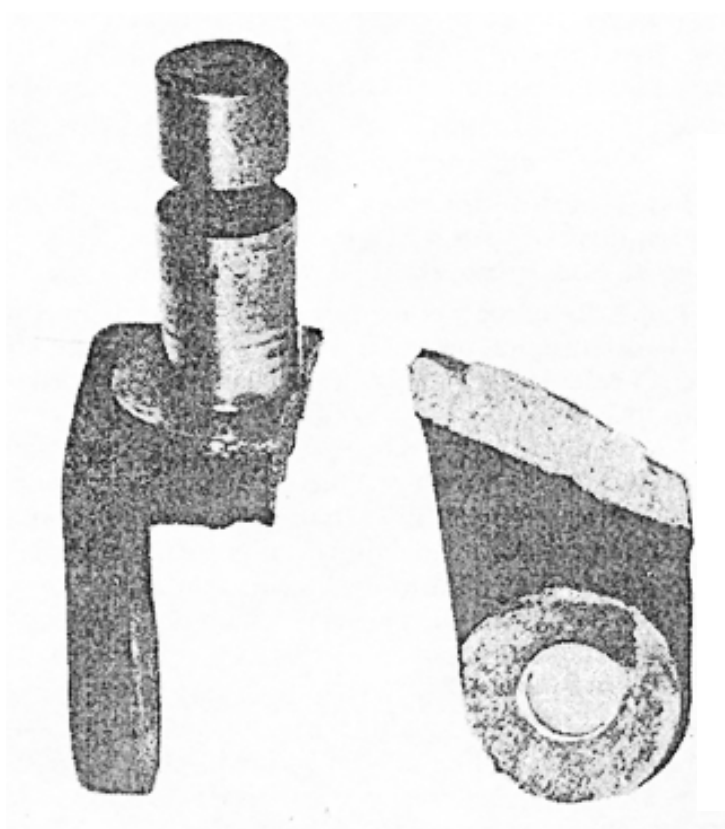




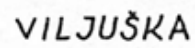
UCG
Univerzitet Crne Gore

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,

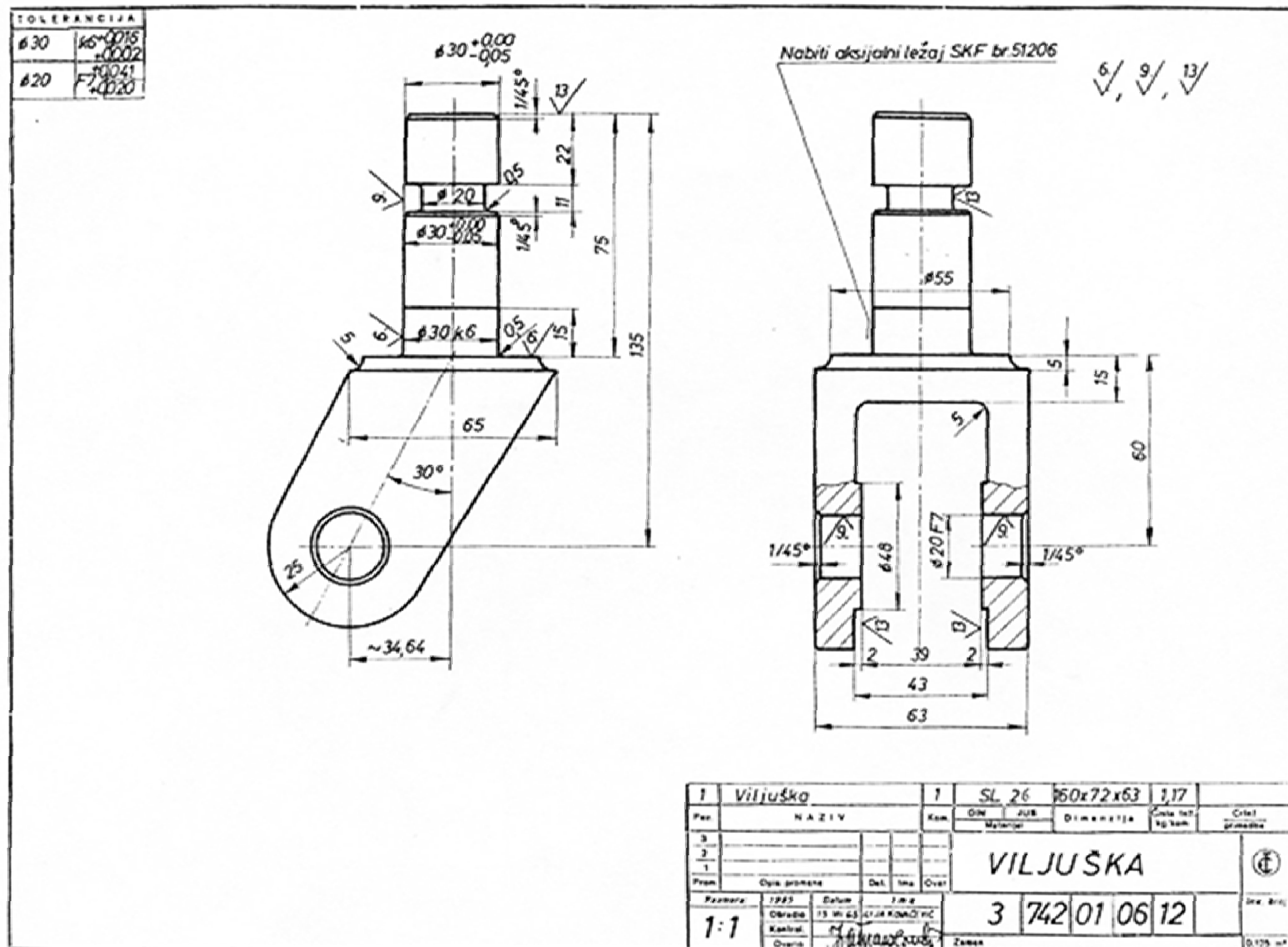


Mašinski fakultet, Podgorica



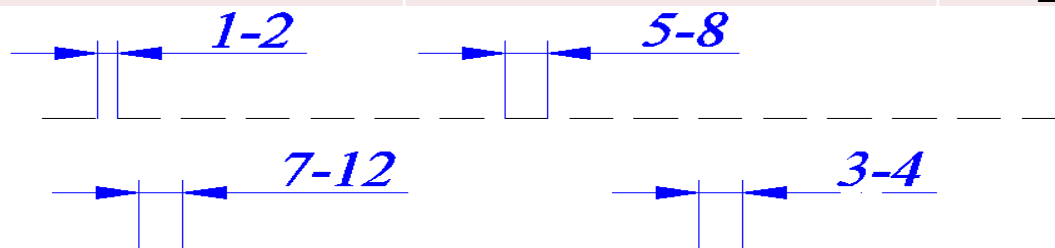
Raditi od konstruktivnog čelika

Originalni crtež – tehnički crtež koji se crta na osnovu skice.



Vrste linija i njihova upotreba

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



MEST EN ISO 128-23:2011

- ✓ 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.

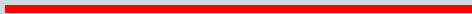
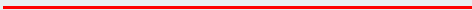
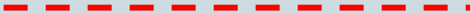
- ✓ Pri crtanju može doći do preklapanja linija različitog tipa.
- ✓ Redosled prioriteta prikaza linija je:
 - vidljiva ivica i kontura,
 - zaklonjena ivica i kontura,
 - ravan presjecanja,
 - osna linija i simetrala,
 - težišna linija,
 - pomoćna kotna linija.



UCG
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica

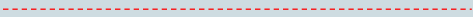
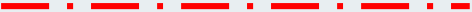
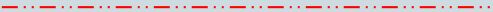
Tip linije	Opis linije	Primjena
	A Puna debela	Crtanje: - vidljivih ivica i - kontura
	B Puna tanka	Crtanje: - kotnih linija, - pomoćnih kotnih linija, - pokaznih linija, - linija šrafure, - kontura poprečnih presjeka
	C Puna, tanka linija izvučena slobodnom rukom	Crtanje: - djelimičnog presjeka i -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



UCG
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica

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

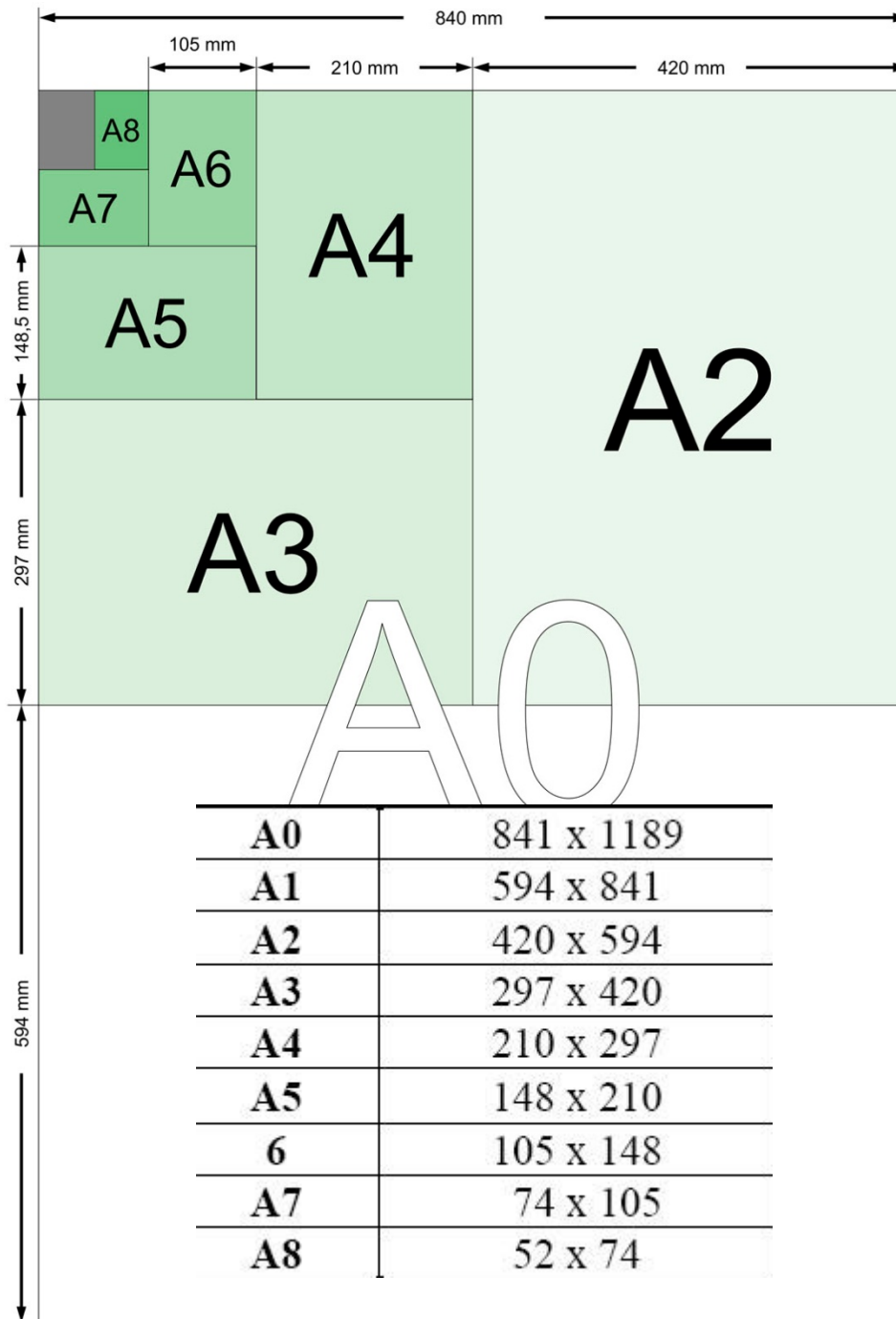
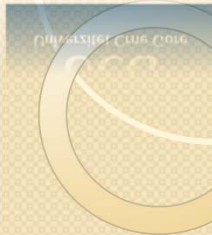
Formati i mjerila

- ✓ 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 m^2).
- ✓ Veći formati su 2A0, 4A0 i dobijaju se udvostručavanjem kraće stranice.

(1189x1682mm; 1682 x 2378 mm,)

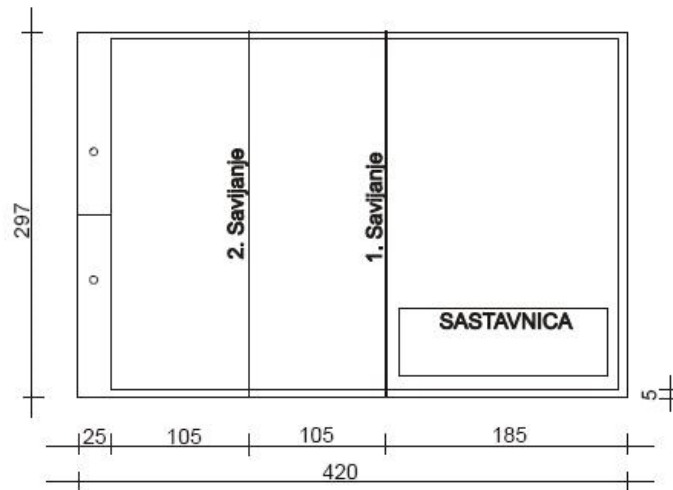
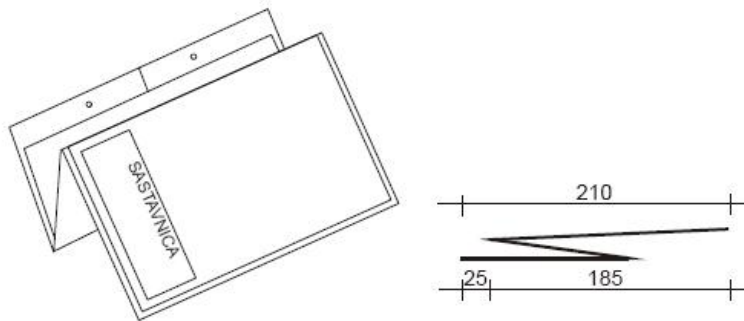
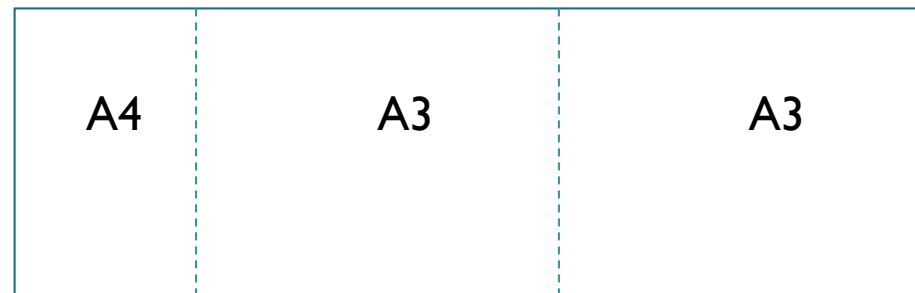
- ✓ Polovljenjem duže stranice formata dobijaju se manji formati, pri čemu odnos stranica ostaje isti $1:\sqrt{2}$.

A1 (594x841), ...

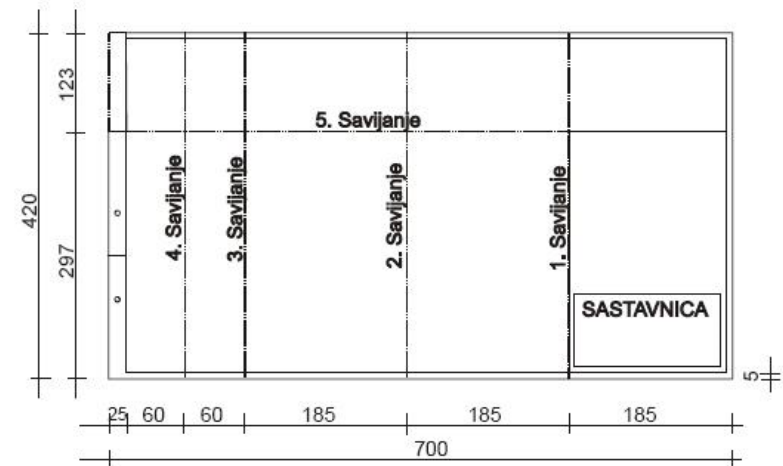
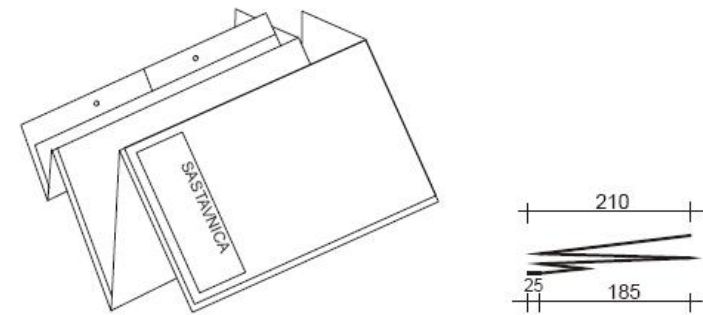


Svi formati izuzev A4, A6 i A8 stoje tako da im je duža strana horizontalna.

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



Savijanje papira formata A3



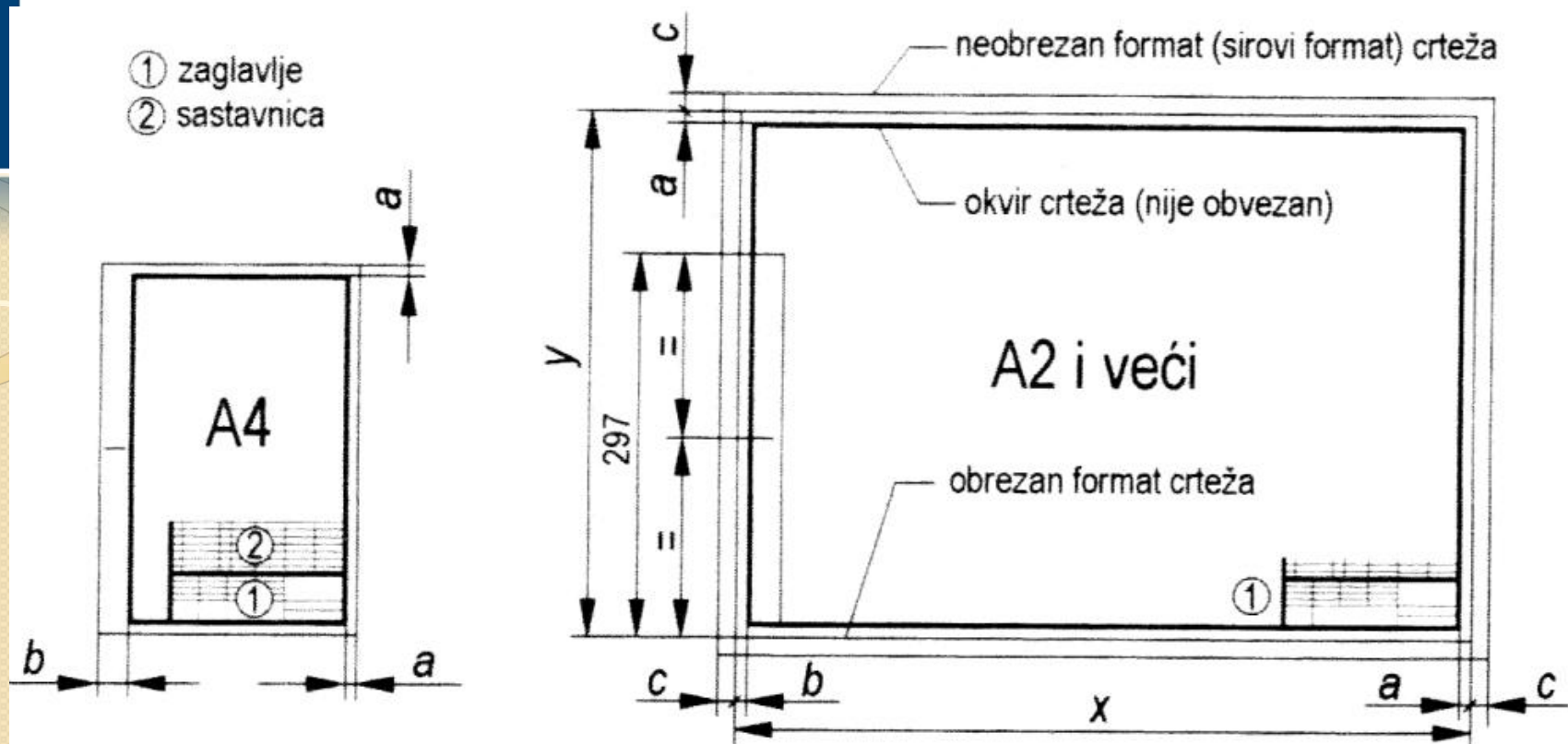
Savijanje papira većih formata



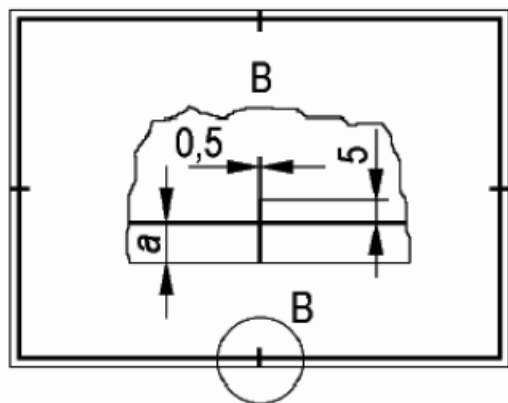
UCG
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

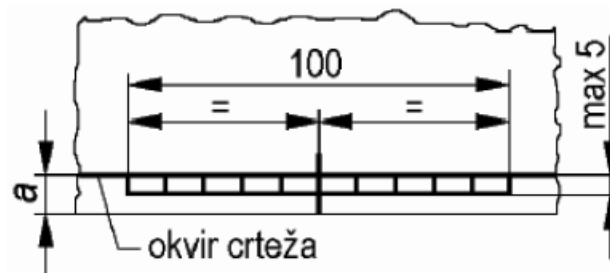
Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica



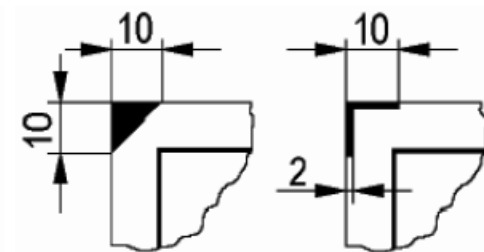
Format	a, mm	b, mm	c, mm
A0	10	5	20
A1	10	5	20
A2	7	5	10
A3	7	20	10
A4	7	15	10



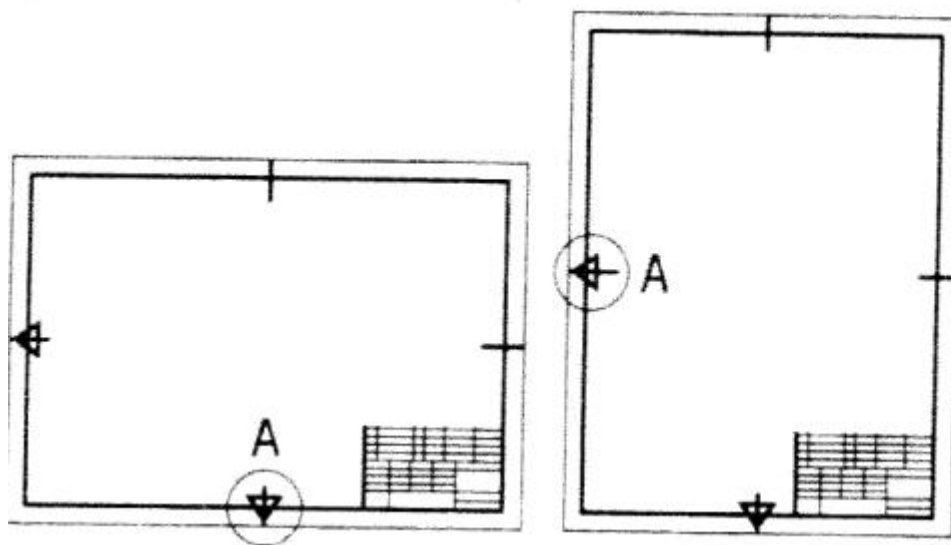
Oznake za centriranje



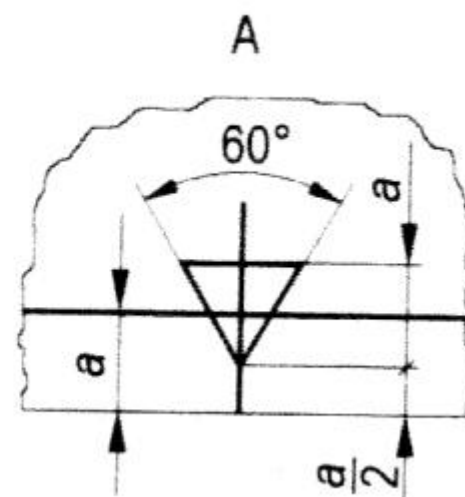
Referentna metrička skala



Oznake za obrezivanje



Oznake za orijentaciju

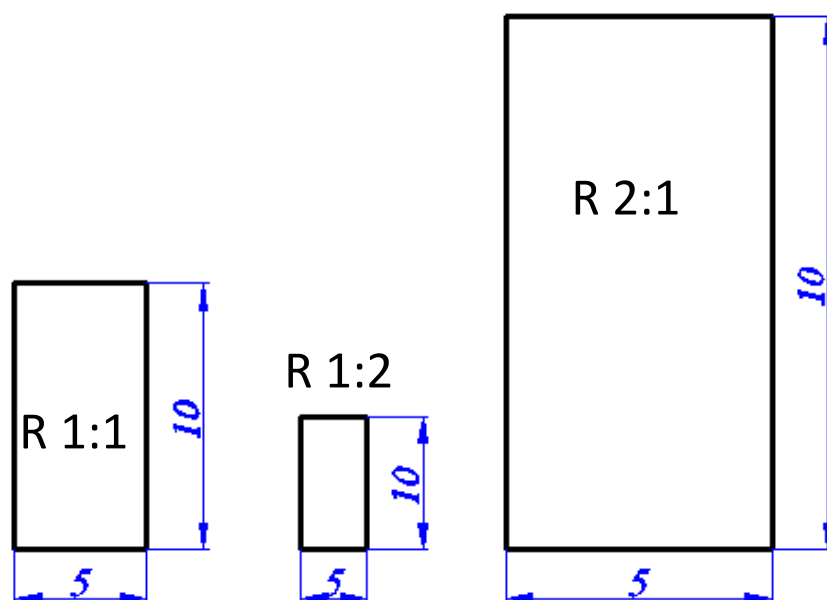


MJERILO (RAZMJERA)

- ✓ 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 1:20 1:200	1:5 1:50 1:500	1:10 1:100 1:1000
Za uvećanje	2:1 20:1	5:1 50:1	10:1 100:1



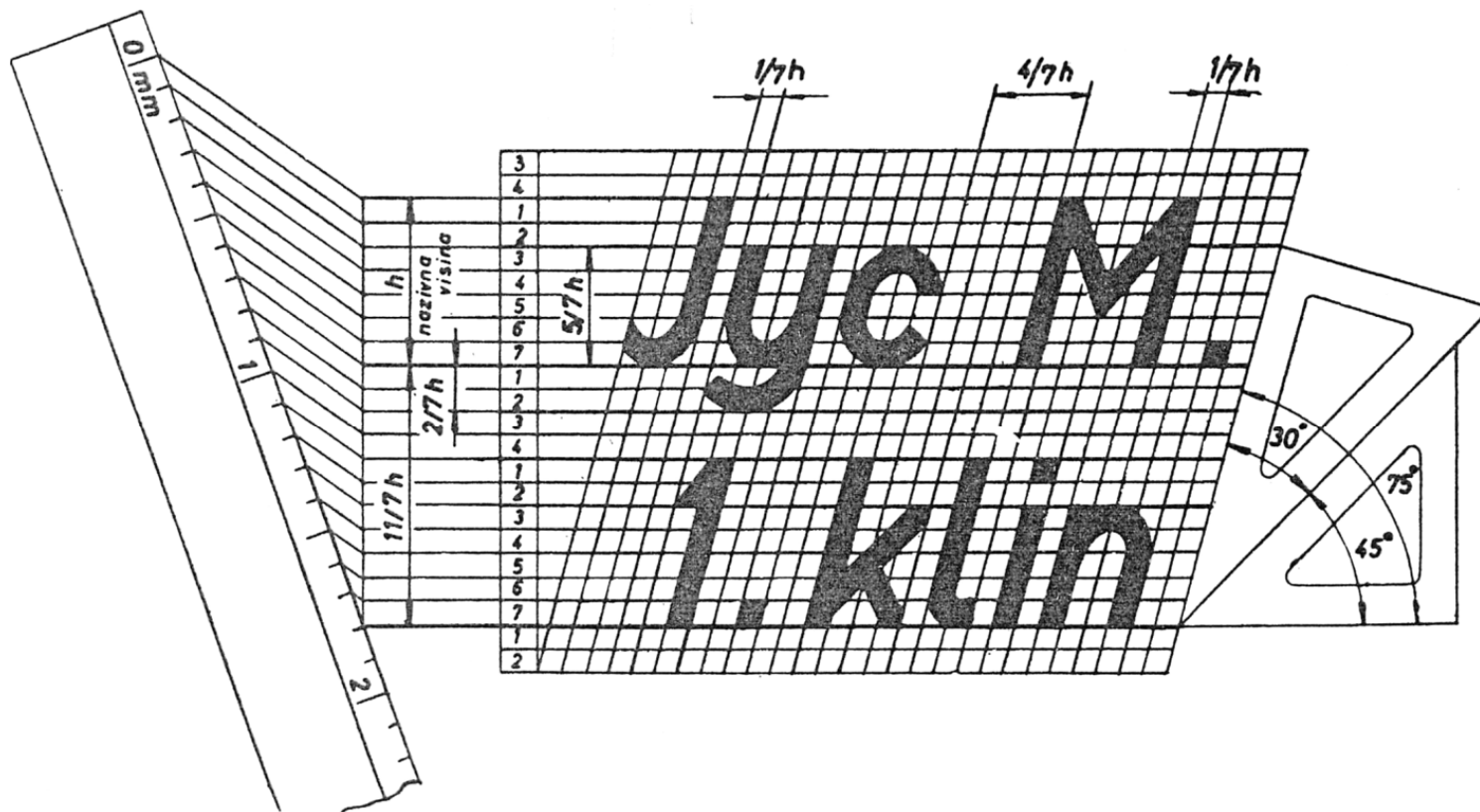
Tehničko pismo

- ✓ 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° 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

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 Đ 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 ċ č đ 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 Ћ У

Ф Х Ц Ч Џ Ш а б в г д е ж

з и ј к л љ м н њ о

п р с т ы у ф х ц ч џ ш

[(!?.,'"-=+x:φ%1°)]

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

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...)

Poz.	Naziv	Poz.	Materijal	Dimenzije	Masa	Br.crteža	Standard
	Datum	Prezime	Potpis	METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET PODGORICI			
Crtao							
Konstruisao							
Uskl. po MEST							
Ovjerio							
Razmjera	Naziv					Broj crteža	01.01

Technical drawing of a drawing frame with dimensions and content.

Dimensions:

- Overall width: 185
- Overall height: 63
- Top margin: 28
- Left margin: 28
- Right margin: 28
- Bottom margin: 28
- Section widths (from left): 30, 30, 30, 30, 65
- Section heights (from top): 5x7=35, 28

Content:

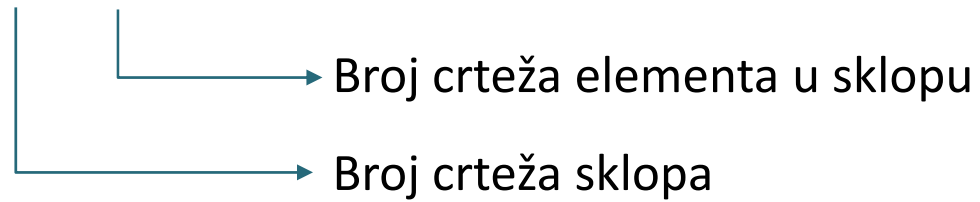
	<i>Datum</i>	<i>Prezime</i>	<i>Potpis</i>	METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET PODGORICA
<i>Crtao</i>				
<i>Konstruisao</i>				
<i>Uskladio po MEST</i>				
<i>Ovjerlo</i>				
<i>Razmjera</i>	<i>Naziv</i>			<i>Broj crteža</i> 01.01

Technical drawing of a mechanical part with dimensions: 10, 50, 10, 23, 23, 20, 20, 29. The drawing shows a profile with a wavy line indicating a surface. Below the drawing is a table with 8 columns: Poz., Naziv, Poz., Materijal, Dimenzije, Masa, Br.crteža, and Standard. The table is partially filled with text.

Poz.	Naziv	Poz.	Materijal	Dimenzije	Masa	Br.crteža	Standard
	Datum	Prezime	Potpis	METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET			
Crtao							

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

01.01





UCG
Univerzitet Crne Gore

Primjena računara pri izradi tehničke dokumentacije



Tabla za crtanje- kulman





UCG
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

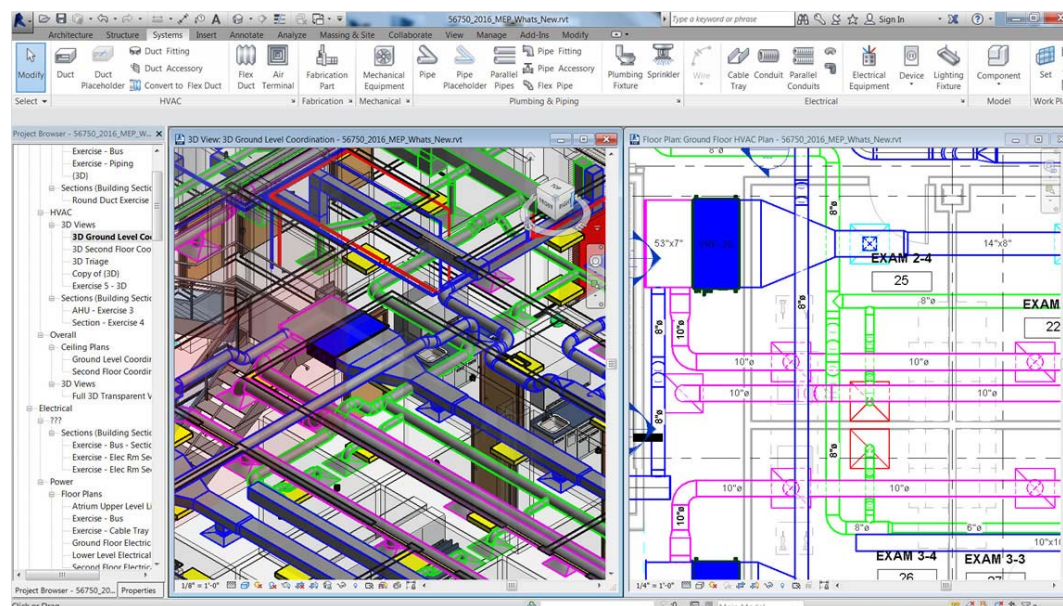
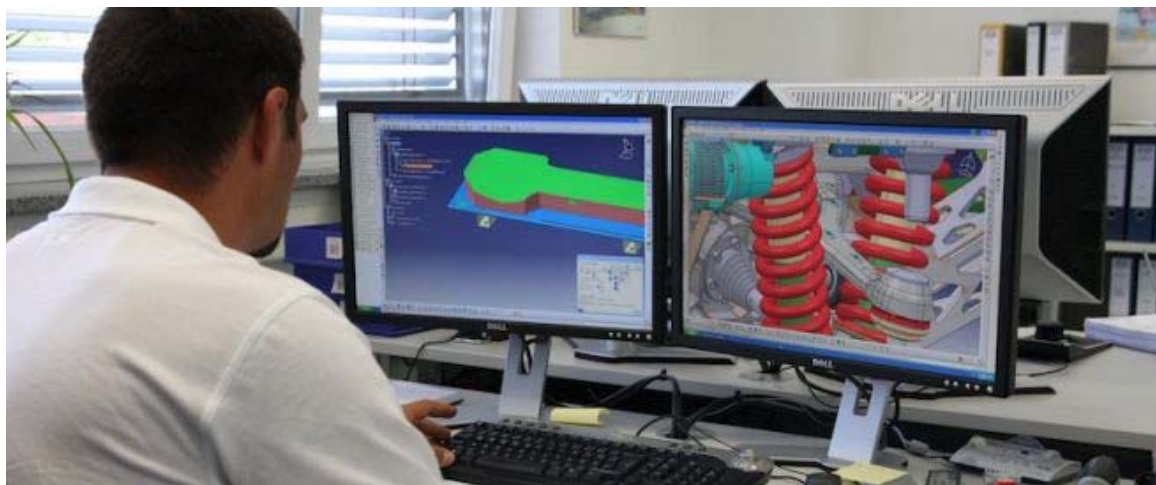
Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica





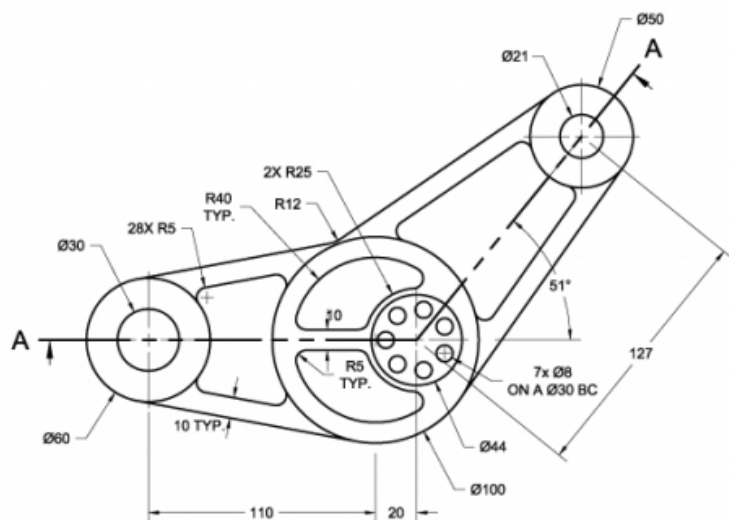
UCG
Univerzitet Crne Gore

Computer-aided design (CAD) - projektovanje pomoću računara

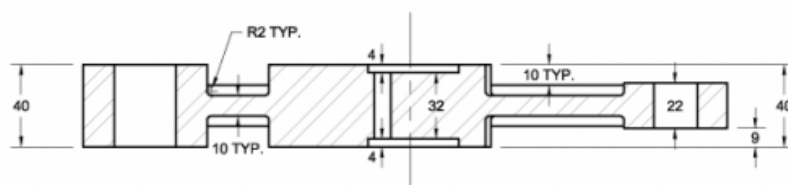


Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica

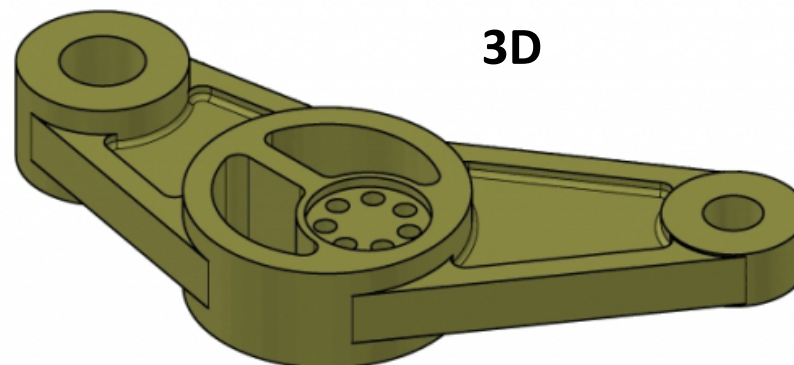




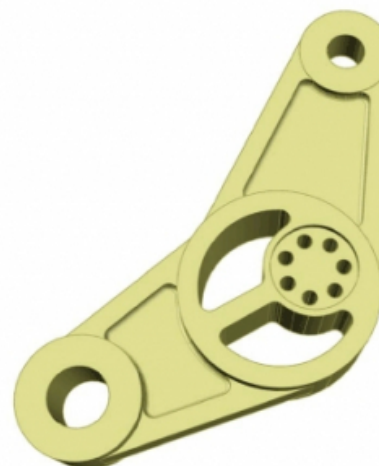
TOP VIEW (1:2)



ALIGNED SECTION A-A (1:2)



3D



3D VIEW #2

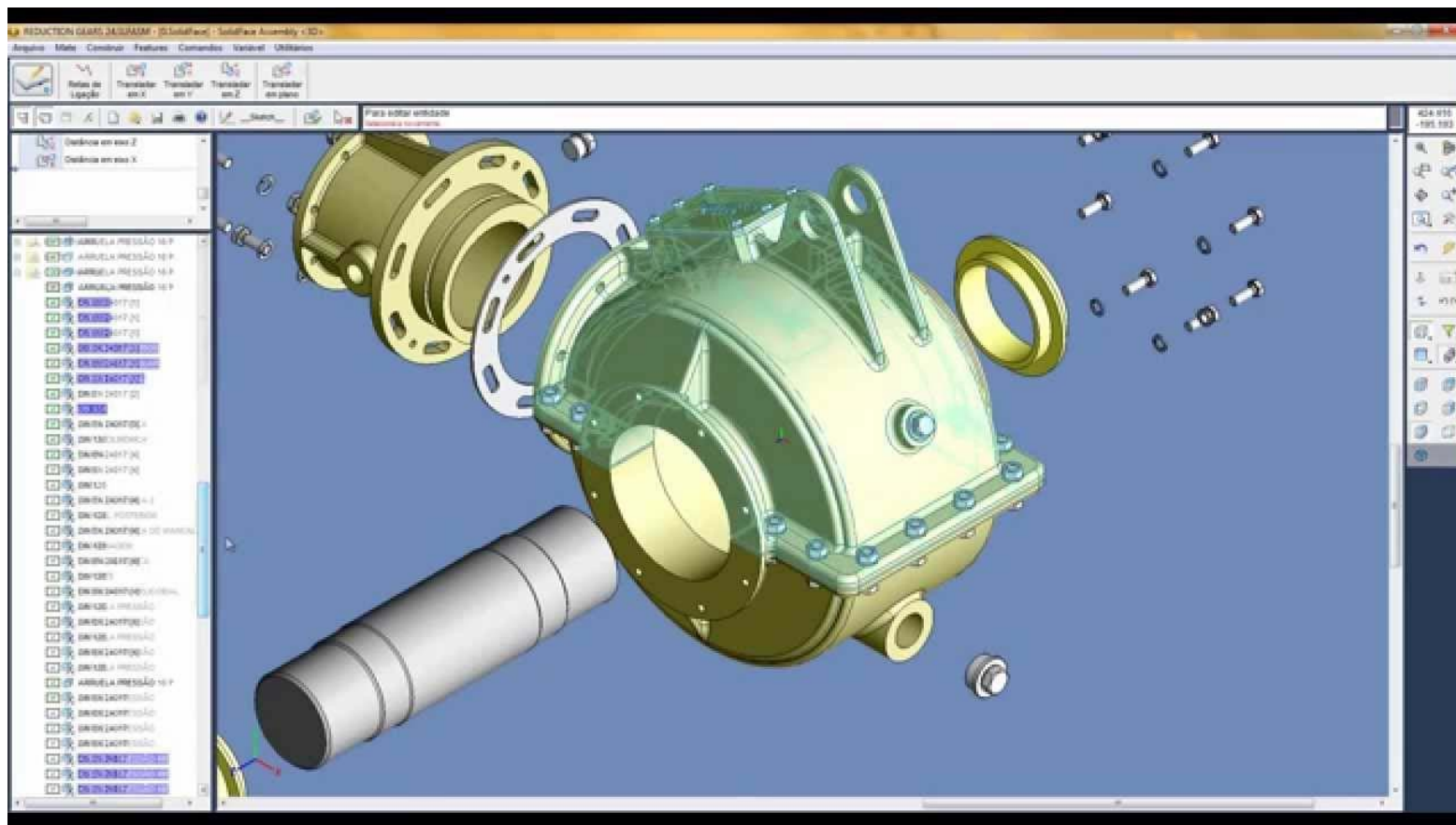
AutoCAD 3	
3D Modeling	
PROJECT:	Lesson 14 Practice 14_2
DRAWING TITLE:	CONTROL ARM
DRAWN BY:	KB
DATE:	03/08/2013
SCALE:	1:2
CLASS:	CADD3
CHECKED BY:	KB
DRAWING NUMBER:	M-1

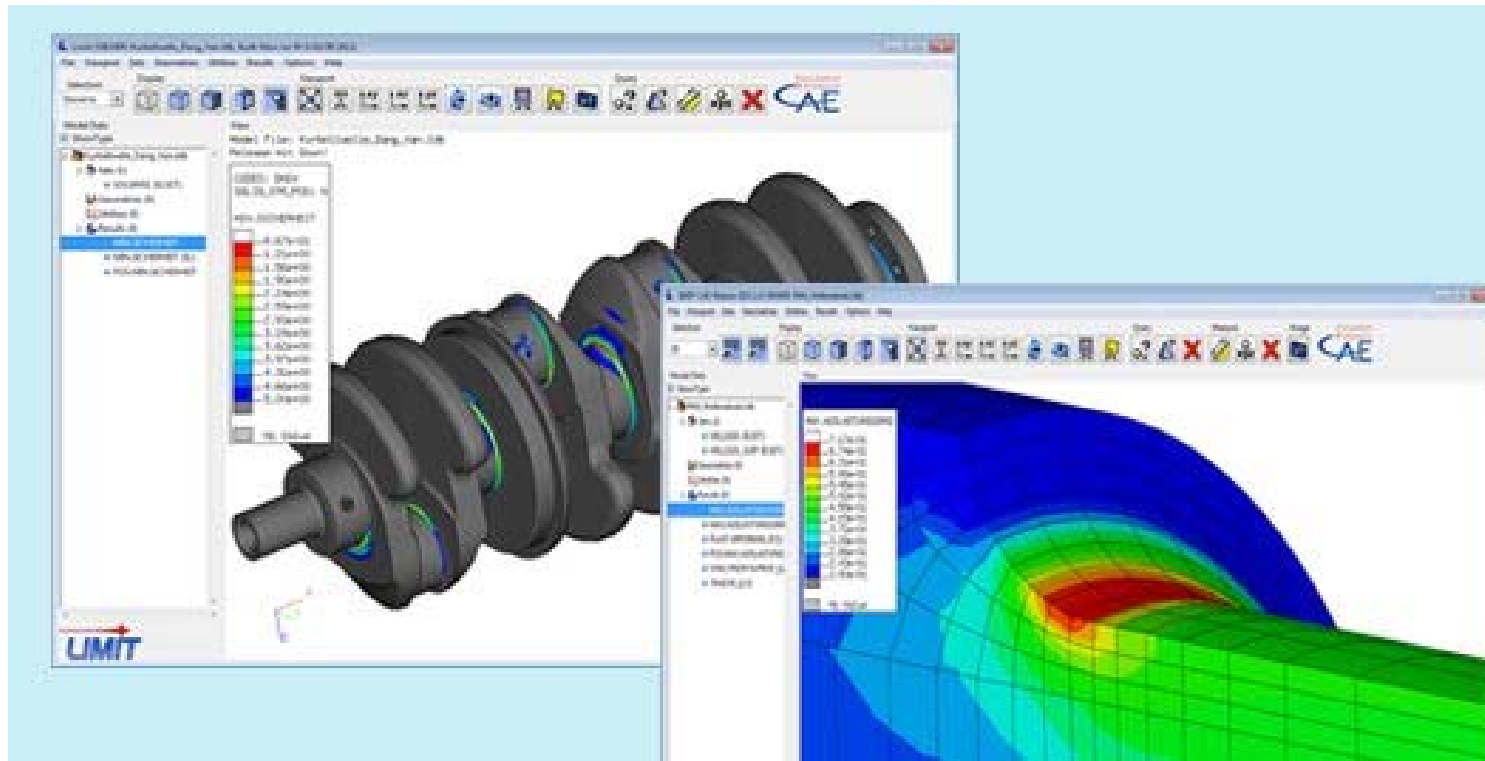


UCG
Univerzitet Crne Gore

UNIVERZITET CRNE GORE

Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica





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:

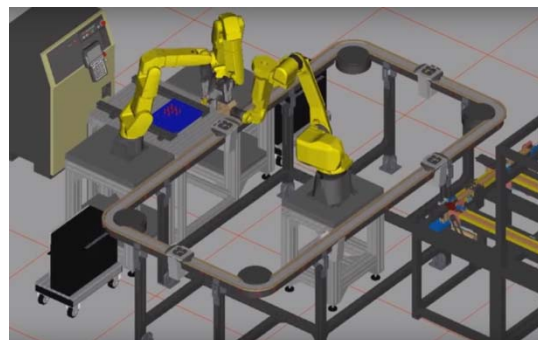
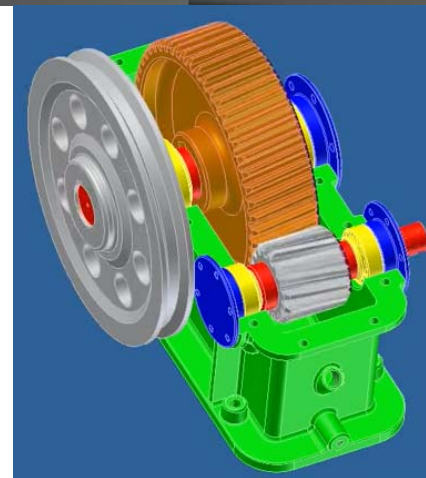
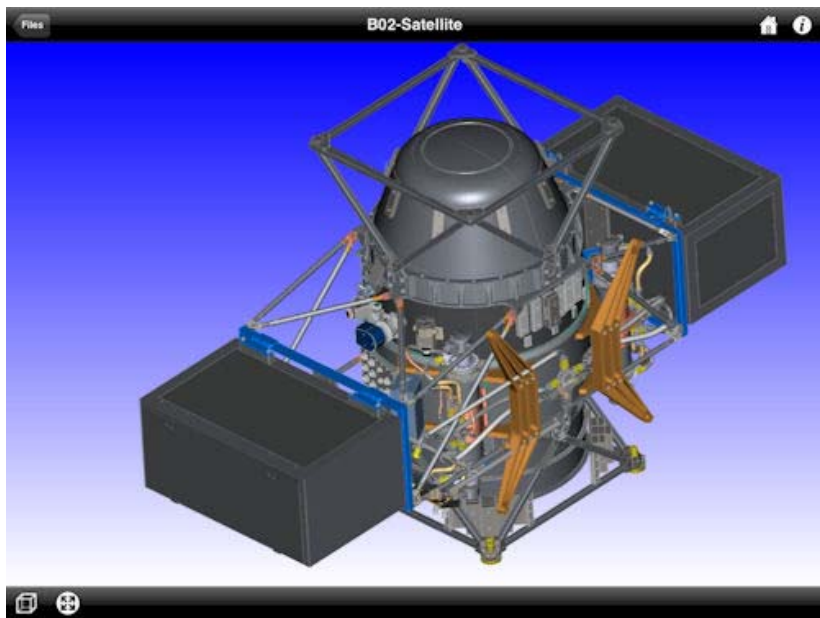
- Izrada tehničke 2D dokumentacije.
- 3D geometrijsko modeliranje.
- Animacija i vizuelizacija elemenata i sklopova.
- Naponsko-deformaciona analiza primjenom metode konačnih elemenata.
- Formiranje baze tehničke dokumentacije



UCG
Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić
Mašinski fakultet, Podgorica



Zahvaljujem na pažnji!