

SVEUČILIŠTE  
U SPLITU  
SVEUČILIŠNI  
ODJEL ZA  
STRUČNE STUDIJE

# RAČUNALOM PODRŽANO OBLIKOVANJE

DANIJELA PEZER

PRIRUČNIK

ISBN 978-953-7220-51-8

Split, 2020.

## **IZDAVAČ**

Sveučilište u Splitu  
Sveučilišni odjel za stručne studije

## **AUTOR**

Danijela Pezer, predavač

## **RECENZENTI**

mr. sc. Ivo Jerčić, viši predavač  
Miroslav Komlenović, predavač

## **LEKTURA I KOREKTURA**

izv. prof. dr. sc. Jadranka Nemeth-Jajić

**ISBN 978-953-7220-51-8**

Odlukom Povjerenstva za izdavačku djelatnost Sveučilišta u Splitu, Sveučilišni odjel za stručne studije, Urbroj: 2181-193-01-2/20-78, ovo djelo se objavljuje kao izdanje Sveučilišta u Splitu, Sveučilišni odjel za stručne studije.

## PREDGOVOR

Priručnik služi stjecanju znanja iz područja računalom podržanog oblikovanja uz primjenu programskog paketa AutoCAD. Studenti trebaju usvojiti znanja potrebna za oblikovanje jednostavnijih tehničkih predmeta, takve tehničke predmete prikazati 2D crtežima i pripremiti za ispis. Također trebaju ovladati osnovama 3D modeliranja u programu AutoCAD.

Priručnik, namijenjen za laboratorijske vježbe, sastavni je dio gradiva obveznog predmeta *Tehničko crtanje i CAD* na stručnom studiju Konstrukcijsko strojarstvo Sveučilišnog odjela za stručne studije Sveučilišta u Splitu. Priručnik je osmišljen na način da pojašnjava naredbe programskog paketa AutoCAD (2D i 3D) korak po korak, uz popratni tekst i pripadajuće slike, kako bi studenti na što jednostavniji način usvojili gradivo.

Nastavni materijal usklađen je sa sadržajem izvođenja predavanja i konstrukcijskih vježba iz navedenoga kolegija.



Autorica

Danijela Pezer, predavač

Split, 2020.

## SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.</b>	<b>POKRETANJE PROGRAMA.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.</b>	<b>GRAFIČKO KORISNIČKO SUČELJE AutoCAD-a 2016 .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.</b>	<b>RAD S RAČUNALNIM MIŠEM.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.</b>	<b>NAREDBE .....</b>	<b>10</b>
<b>1.5.</b>	<b>OSNOVE RADA U AutoCAD-u .....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.</b>	<b>KOORDINATNI SUSTAVI.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7.</b>	<b>OSVJEŽIVANJE PRIKAZA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.8.</b>	<b>UPRAVLJANJE PRIKAZOM - namještanje pogleda .....</b>	<b>13</b>
<b>1.9.</b>	<b>POSTAVLJANJE GRANICA CRTEŽA U AutoCAD-u.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>KREIRANJE OBJEKATA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>TOČKA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.</b>	<b>LINIJA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.</b>	<b>PRAVOKUTNIK.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.</b>	<b>VIŠEKUTNIK (POLIGON).....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.</b>	<b>KRUŽNI LUK .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6.</b>	<b>KRUŽNICA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.</b>	<b>POLILINIJA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.8.</b>	<b>ELIPSA .....</b>	<b>26</b>
<b>2.9.</b>	<b><i>SPLINE</i> KRIVULJA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.10.</b>	<b>OBLIKOVANI TEKST .....</b>	<b>30</b>
<b>3.</b>	<b>ALATI ZA PRECIZNO CRTANJE.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.</b>	<b>KORAK.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.</b>	<b>MREŽA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.</b>	<b>ORTOGONALNO CRTANJE.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.</b>	<b>PRAĆENJE.....</b>	<b>32</b>
<b>3.5.</b>	<b>NIŠANI.....</b>	<b>33</b>
<b>4.</b>	<b>RAZINE (<i>LAYER</i>) .....</b>	<b>34</b>
<b>5.</b>	<b>UPRAVLJANJE OBJEKTIMA .....</b>	<b>38</b>
<b>5.1.</b>	<b>KOPIRANJE OBJEKATA .....</b>	<b>38</b>

<b>5.2.</b>	<b>PARALELNO KOPIRANJE .....</b>	<b>39</b>
<b>5.3.</b>	<b>ZRCALJENJE.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4.</b>	<b>RASPOREĐIVANJE U POLJU .....</b>	<b>41</b>
5.4.1.	Pravokutno raspoređivanje ( <i>Rectangular Array</i>  ) .....	41
5.4.2.	Kružno raspoređivanje ( <i>Polar Array</i>  ).....	43
<b>5.5.</b>	<b>POMICANJE OBJEKATA .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6.</b>	<b>ROTACIJA OBJEKATA .....</b>	<b>46</b>
<b>5.7.</b>	<b>ISTEZANJE OBJEKATA.....</b>	<b>47</b>
<b>5.8.</b>	<b>PROMJENA NA MJERU .....</b>	<b>48</b>
<b>5.9.</b>	<b>IZDUŽIVANJE .....</b>	<b>49</b>
<b>5.10.</b>	<b>ODSIJECANJE .....</b>	<b>50</b>
<b>5.11.</b>	<b>IZVOĐENJE SKOŠENJA.....</b>	<b>50</b>
<b>5.12.</b>	<b>IZVOĐENJE ZAOBLJENJA .....</b>	<b>52</b>
<b>5.13.</b>	<b>RASTAVLJANJE OBJEKATA .....</b>	<b>53</b>
<b>5.14.</b>	<b>SPAJANJE OBJEKATA .....</b>	<b>53</b>
<b>5.15.</b>	<b>RAZBIJANJE OBJEKATA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.16.</b>	<b>BRISANJE OBJEKATA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.17.</b>	<b>SVOJSTVA OBJEKATA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.18.</b>	<b>SVOJSTVA PODUDARANJA (<i>Match properties</i>).....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>ISPUNJAVANJE UZORKOM .....</b>	<b>56</b>
<b>6.1.</b>	<b>HATCH .....</b>	<b>56</b>
<b>6.2.</b>	<b>HATCH EDIT.....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>KOTIRANJE .....</b>	<b>60</b>
<b>7.1.</b>	<b>DIJELOVI KOTE .....</b>	<b>63</b>
<b>7.2.</b>	<b>VRSTE KOTA.....</b>	<b>63</b>
<b>7.3.</b>	<b>LINEARNE KOTE .....</b>	<b>64</b>
<b>7.4.</b>	<b>KOTIRANJE OD ZAJEDNIČKE OSNOVE .....</b>	<b>65</b>
<b>7.5.</b>	<b>ULANČANO KOTIRANJE .....</b>	<b>65</b>
<b>7.6.</b>	<b>PORAVNANE KOTE.....</b>	<b>66</b>
<b>7.7.</b>	<b>KOTIRANJE POLUMJERA .....</b>	<b>67</b>
<b>7.8.</b>	<b>KOTIRANJE PROMJERA.....</b>	<b>67</b>
<b>7.9.</b>	<b>KOTIRANJE KRUŽNOG LUKA .....</b>	<b>68</b>
<b>7.10.</b>	<b>KOTIRANJE KOORDINATA .....</b>	<b>68</b>
<b>7.11.</b>	<b>POKAZIVAČ.....</b>	<b>69</b>
7.11.1.	MLEADER ( <i>Multi Leader</i> ) .....	69

7.11.2.	LEADER .....	70
7.11.3.	QLEADER ( <i>Quick Leader</i> ).....	71
<b>7.12.</b>	<b>GEOMETRIJSKE TOLERANCIJE.....</b>	<b>72</b>
<b>7.13.</b>	<b>OZNAČAVANJE SREDIŠTA (<i>CENTERMARK</i>) .....</b>	<b>72</b>
<b>7.14.</b>	<b>DIMSCALE .....</b>	<b>73</b>
<b>7.15.</b>	<b>DIMLFAC.....</b>	<b>73</b>
<b>7.16.</b>	<b>QUICKCALCULATOR.....</b>	<b>74</b>
<b>8.</b>	<b>KREIRANJE BLOKOVA .....</b>	<b>75</b>
<b>8.1.</b>	<b>BLOK .....</b>	<b>75</b>
<b>8.2.</b>	<b>PAMETNI BLOK.....</b>	<b>77</b>
<b>8.3.</b>	<b>WBLOCK (<i>Write Block</i>) .....</b>	<b>80</b>
<b>9.</b>	<b>ISPIS .....</b>	<b>82</b>
<b>10.</b>	<b>OSNOVE CRTANJA U TRI DIMENZIJE (3D) U PROGRAMU AutoCAD 2016 .....</b>	<b>91</b>
<b>10.1.</b>	<b>DEFINIRANJE KORISNIČKOG KOORDINATNOG SUSTAVA U 3D PROSTORU..</b>	<b>91</b>
<b>10.2.</b>	<b>UVOD U 3D CRTANJE U AutoCAD-u .....</b>	<b>92</b>
<b>10.3.</b>	<b>PRIMJER IZRADE 3D MODELA S PRIKAZOM PROJEKCIJA .....</b>	<b>97</b>
<b>LITERATURA .....</b>		<b>109</b>
<b>PRILOZI.....</b>		<b>110</b>
<b>Prilog 1.</b>	<b>Standardni metrički navoji ISO 68-1:1998, ISO 262:1998, ISO 724:1993 .....</b>	<b>110</b>
<b>Prilog 2.</b>	<b>Tablica s vrijednostima konstante <math>k</math> za određeni kut svrdla.....</b>	<b>111</b>

## 1. UVOD

**AutoCAD** je računalni program tvrtke Autodesk, koji podržava crtanje u dvije (2D) ili tri (3D) dimenzije.

**CAD** (engl. *Computer Aided Design*) definiran je kao *računalom podržano oblikovanje*.

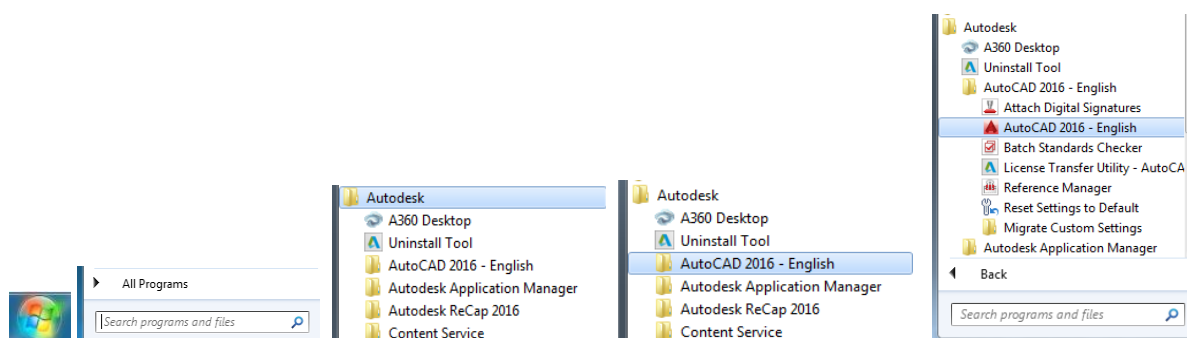
AutoCAD je pronašao vrlo široku primjenu u inženjerstvu (strojarstvo, građevinarstvo, geodezija, elektro i dr. tehničke struke) zbog svoje prilagodljivosti i sveobuhvatnosti što ga čini pristupačnim za upotrebu.

AutoCAD omogućuje sve faze projektiranja, od 2D crtanja do 3D modeliranja i vizualizacije za sva inženjerska područja, s mogućnošću nadogradnje specifičnim aplikacijama koje dodatno olakšavaju i ubrzavaju rad.


### 1.1. POKRETANJE PROGRAMA

AutoCAD se pokreće na jedan od sljedećih načina:

- iz izbornika **Start** → **All Programs** → **Autodesk** → **AutoCAD...** (slika 1.1)



Slika 1.1. Pokretanje programa AutoCAD 2016

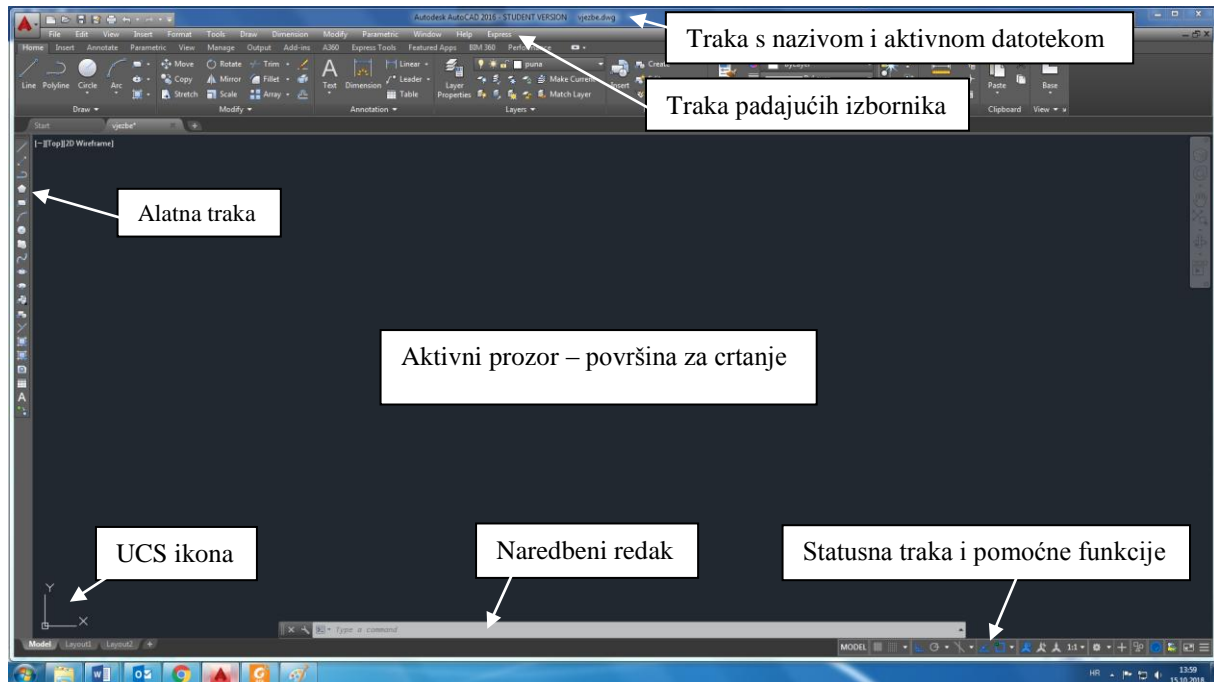
- dvoklikom na ikonu programa na radnoj površini .

### 1.2. GRAFIČKO KORISNIČKO SUČELJE AutoCAD-a 2016

Grafički prozor programa AutoCAD može se podijeliti na sljedeća područja (slika 1.2):

- **Traka s nazivom i aktivnom datotekom** (*Title Bar*)
- **Traka padajućih izbornika** (*Menu Bar*) – padajući izbornik s dostupnim naredbama
- **Alatne trake** (*Toolbars*) – npr. *Draw*, *Modify...*

- Plutajuće alatne trake (desnim klikom na neku od alatnih traka možemo na radnu površinu „izvući“ alatnu traku s ikonama naredaba koje često upotrebljavamo, npr. alatna traka *Draw* s pripadajućim naredbama (*Line*, *Circle*, *Polygon* ...)



Slika 1.2. Grafičko korisničko sučelje AutoCAD-a 2016

- **Površina za crtanje – Radna površina** (engl. *Drawing Area*)

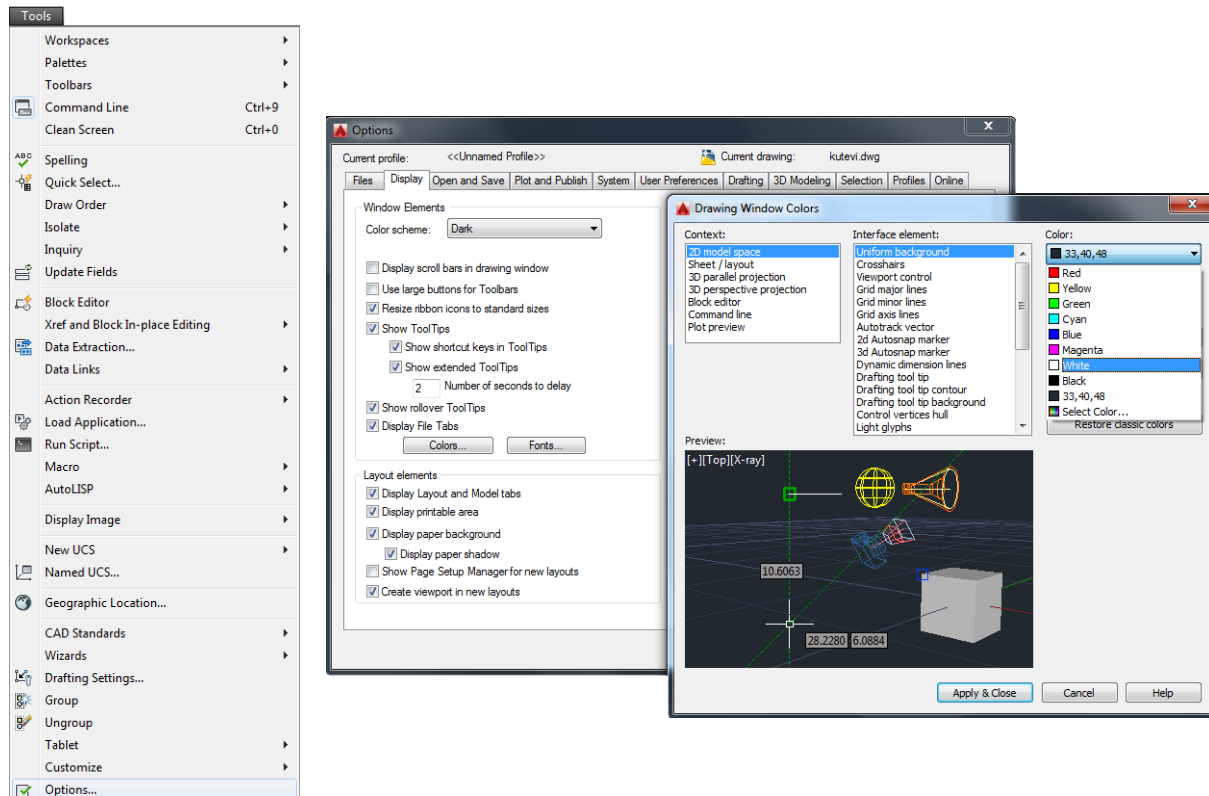
Pozadina radne površine u AutoCAD-u po *defaultu* je crna, međutim ona je promjenjiva pa tako često možemo vidjeti da se upotrebljava i bijela (iako su dostupne i sve ostale boje u rasponu od 0 do 255). Postavljanje boje radne površine može se ostvariti odabirom *Tools* na izornoj traci te odabirom sljedećih kartica (**Tools** → **Options** → **Display** → **Color**), prikazano na slici 1.3.

- **Ikona koordinatnog sustava:**
  - Globalni – **WCS** (*World Coordinate System*)
  - Lokalni – **UCS** (*User Coordinate System*)

- **Grafički pokazivač**







Slika 1.3. Promjena pozadine radne površine u AutoCAD-u

- **Skupine naredaba – Palette (Palettes)**
- **Kartice okruženja prostora i listova (Tabs)**
- **Okvir naredbenog retka (Command Line Frame)** – služi za unos naredaba
- **Statusna traka (Status Bar)** – prikazuje aktivne naredbe  
→ uključene naredbe označene plavom bojom, isključene naredbe prikazane sivo (SNAP, GRID, ORTHO, POLAR, OSNAP, OTRACK, DUCS, DYN, LWT...)

**SNAP (Snap)** – **korak** (moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F9**)

**GRID (Grid)** – **mreža** (moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F7**)

**ORTHO** – **pravokutno (ortogonalno) crtanje** (moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F8**)

**POLAR (Polar Tracking)** – **polarno praćenje** (moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F10**)

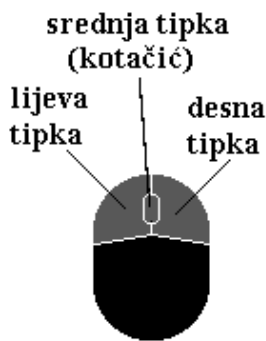
**OSNAP (Object Snap)** – **aktivni nišani** (moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F3**)

**OTRACK (Auto Track)** – **automatsko praćenje objekata**

**DUCS (Dynamic UCS)** – **dinamični koordinatni sustavi**

**LWT (Display Lineweight)** – **prikaz širine linija**

### 1.3. RAD S RAČUNALNIM MIŠEM



**Lijeva tipka:** - odabir stavke  
- zadavanje točke  
- zadržati lijevi klik → *Lasso*

**Srednja tipka:** pomicanje prikaza (*Pan*) ili plutajući izbornik nišana

**Desna tipka (promjenjiva):** plutajući izbornik (može se definirati odabirom *Tools* → *Options* → *Preferences*)

**Kotačić:** uvećanje (*Zoom*) ili smanjenje prikaza

### 1.4. NAREDBE



Naredbu je moguće pozvati na više načina:

- unosom naredbe u okvir naredbenog retka
- iz padajućeg izbornika
- odabirom ikone s alatne trake
- ponavljanjem posljednje izvršene naredbe (ENTER)
- desni klik miša (Repeat IME\_NAREDBE)



Naredba **završava** tipkom **ENTER** ili desnim klikom miša.

**Prekidanje** naredbe izvršava se tipkom **ESC**.

**Poništavanje** naredbe:

- **Edit** → **UNDO**
- odabirom ikone  koja se nalazi na traci za brzi pristup često korištenih naredaba  

- unosom kratice **U** (ENTER) u naredbeni redak
- kombinacijom tipki **Ctrl + Z**

**Vraćanje** naredbe:

- **Edit** → **REDO**
- odabirom ikone  koja se nalazi na traci za brzi pristup često korištenih naredaba  


Opcije naredaba:

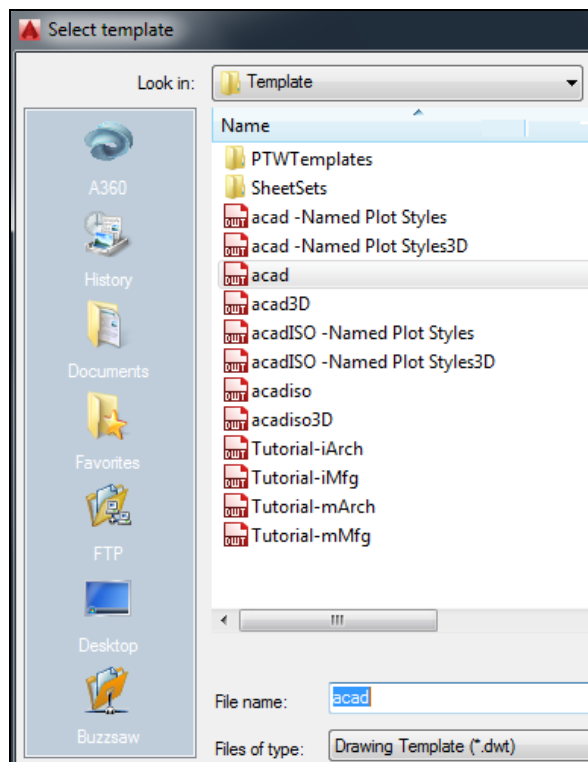
- Unos kratice naredbe → uobičajeno prvo slovo naredbe ili više slova (npr. naredba **L**INE)
- **< >** pretpostavljena opcija koju potvrđujemo s ENTER

## 1.5. OSNOVE RADA U AutoCAD-u

### Kreiranje, pohranjivanje i odabir postojećeg crteža


**Kreiranje novog crteža:** Odabirom **File** → **New** otvara se dijaloški okvir za odabir predloška (slika 1.4) za crtanje sadržan unutar programa AutoCAD. Predlošci su pohranjeni u mapi *Template*, a najčešće korišteni AutoCAD-ov predložak jest acad.dwt (datoteka s ekstenzijom \*.dwt).


Prilikom kreiranja novog crteža korisniku je omogućeno i kreiranje vlastitih predložaka.



Slika 1.4. Predlošci u AutoCAD-u

### Pohranjivanje crteža

Naredba **QSAVE** – padajući izbornik **File** → **Save** (Ctrl+S) ili gumb  služi za pohranjivanje promjena u aktivnu datoteku. Ako datoteka nije imenovana, pojavljuje se dijalog za unos imena i odabir mape, odnosno mjesta pohranjivanja.

Naredba **SAVEAS** – padajući izbornik **File** → **Save As** ili gumb  služi za pohranjivanje promjena već imenovane datoteke, ali pod drugim imenom. Nastaju dva zapisa, odnosno dvije datoteke; stara i novoimenovana.

Preporuka je da se prilikom pohranjivanja datoteka ne koriste dijakritički znakovi hrvatskog jezika (ć, č, đ, š, ž), razmaci niti drugi specijalni znakovi poput /,.,: i dr., dok je dopušteno korištenje crtice odnosno donje crte: – i \_.

Prilikom pohranjivanja crteža u AutoCAD-u imenu datoteke automatski se dodjeljuje ekstenzija **\*.dwg**.

**Odabir postojećeg crteža:** Izbornikom **File** → **Open** otvara se dijaloški okvir *Select File* preko kojeg odabiremo i otvaramo traženu datoteku.

**Izlazak iz AutoCAD-a:** Izbornik **File** → **Exit** (Ctrl+Q) ili Alt+F4 ili gumb .

## 1.6. KOORDINATNI SUSTAVI

U programskom paketu AutoCAD postoje dva koordinatna sustava: globalni – **WCS** (*World Coordinate System*) i lokalni – **UCS** (*User Coordinate System*).

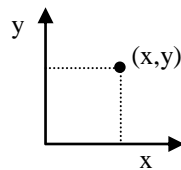
Unutar koordinatnog sustava koordinate točke mogu se zadati na više načina, prema matematičkoj podjeli koordinatnih sustava.

Koordinatni sustavi u prostoru:

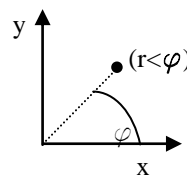
- Kartezijev koordinatni sustav ( $x, y, z$ )
- Cilindrični koordinatni sustav ( $\rho, \varphi, z$ )
- Sferni koordinatni sustav ( $r, \varphi, \Theta$ ).

Koordinatni sustavi u ravni:

- Pravokutni koordinatni sustav ( $x, y$ ): unos  $x, y$
- Polarni koordinatni sustav ( $r, \varphi$ ): unos  $r < \varphi$ .



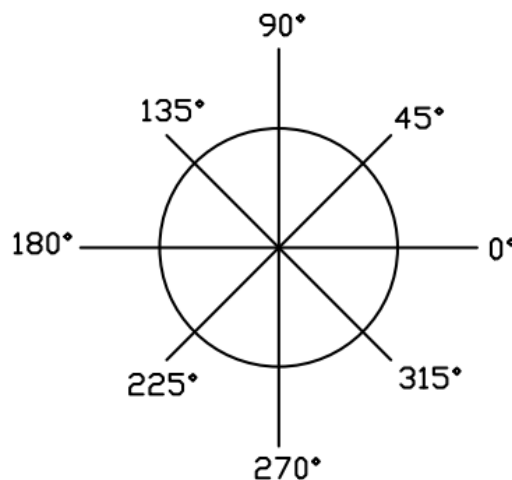
Pravokutni koordinatni sustav



Polarni koordinatni sustav

Kod pravokutnog koordinatnog sustava položaj točke određuje se udaljenošću od ishodišta po  $x$  i  $y$  osi. Kod polarnog koordinatnog sustava položaj točke određuje se udaljenošću od ishodišta i kutom u odnosu na os  $x$ .

Kutovi pri definiranju polarnih koordinata:



U AutoCAD-u koordinate se mogu unositi kao apsolutne i relativne.

**Apsolutnim** koordinatama položaj točke određuje se (u odnosu na UCS) unosom  $x$  i  $y$  koordinata odvojenih zarezom:  $x,y$  (npr. 50,50).

**Relativnim** koordinatama određuje se položaj neke točke u odnosu na posljednju ucrtanu odnosno izabranu točku. Ispred relativnih koordinata obvezno se upisuje sljedeći kontrolni znak: @ $x,y$  (npr. @50,50), odnosno  $x,y$  uz uključenu opciju *Dynamic Input* (DYN).

## 1.7. OSVJEŽIVANJE PRIKAZA

**View → Redraw**  
**→ Regen**  
**→ Regen All**

Precrtavanje **REDRAW** – osvježuje prikaz, odnosno uklanja zaostalo smeće (primjer križića BLIPMODE).

Preračunavanje **REGEN** – osvježuje prozor crteža i ponovno preračunava sve objekte na crtežu. Poboljšava preciznost prikaza (primjer kružnice koja uvećana izgleda poput višekutnika).

Naredba REGEN OBVEZNO se koristi kod promjene svojstava slojeva (*Layer*).

## 1.8. UPRAVLJANJE PRIKAZOM - namještanje pogleda

**View → Zoom**  
**→ Pan**

Naredbe PAN i ZOOM omogućuju pregled dijelova crteža i u tijeku crtanja (transparentne naredbe). Dostupne su i na standardnoj alatnoj traci i na statusnoj traci.

Pomicanje PAN – pozivanje naredbom ili srednjom tipkom miša (zadržati srednju tipku miša – pokazivač miša u obliku je ručice).

Uvećanje/smanjenje ZOOM – pozivanje naredbom ili kotačićem na mišu (uvećanje prikaza okretanjem kotačića miša prema naprijed, smanjenje prikaza okretanjem kotačića miša prema sebi).

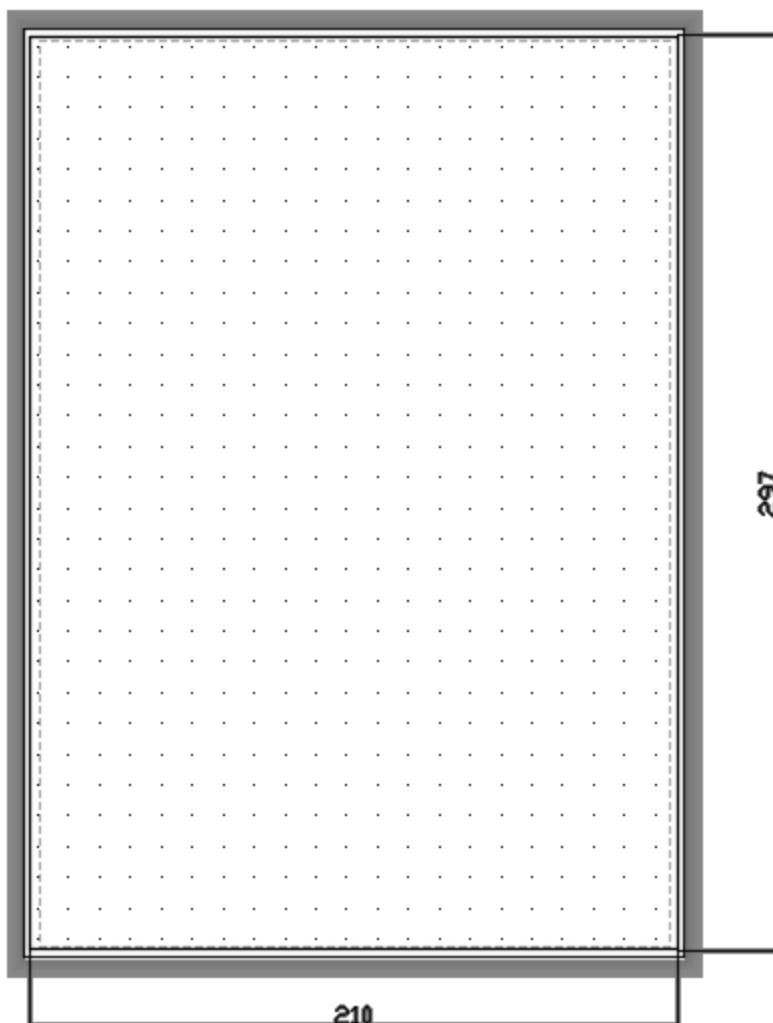
## 1.9. POSTAVLJANJE GRANICA CRTEŽA U AutoCAD-u

Ako želimo postaviti granicu crteža, primjerice na format papira A4 dimenzija 210 x 297 mm – okomito (*portrait*) ili 297 x 210 mm – vodoravno (*landscape*), potrebno je u naredbenom retku (*Command line*) pozvati naredbu LIMITS, zatim potvrditi tipkom ENTER.

Sljedeći je korak unos dimenzija, npr. 210,297.

Nakon toga potvrda tipkom ENTER.

Uz uključenje naredbe GRID – mreža (gumb na statusnoj traci) omogućen je pogled na veličinu granice crteža (slika 1.5). Ako granica nije vidljiva, potrebno je pozvati naredbu ZOOM → podopcija *Extents*.



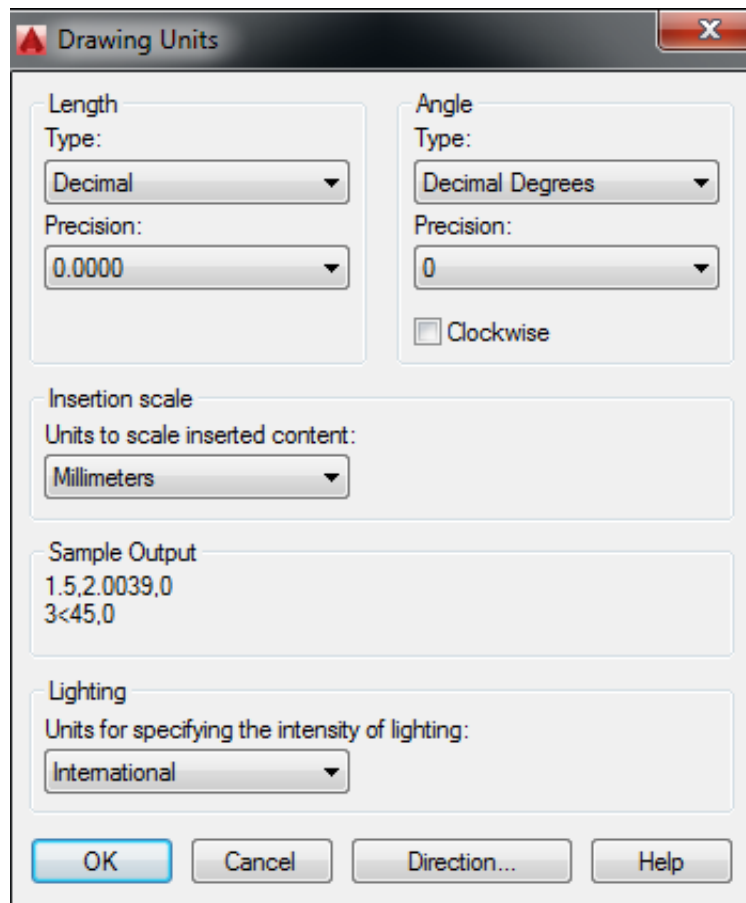
Slika 1.5. Postavljanje granice crteža – pogled u *Layoutu*

Postavljanje granica crteža služi nam kao orijentacija kako bismo prilikom crtanja vodili računa o ispisu, odnosno da nam svi nacrtani elementi budu vidljivi prilikom ispisa. Postavljanje granice crteža nije nužno definirati, odluka je na samom korisniku.

Postavke je moguće definirati preko STARTUP dijaloškog prozora (ako je aktivan) ili naknadno.

Pozivom naredbe STARTUP i potvrde tipkom ENTER pruža nam se mogućnost izbora da se prilikom svakog pokretanja AutoCAD-a otvara dijaloški prozor STARTUP preko kojeg je omogućeno korak po korak definiranje postavaka (parametara). Ako je preddefinirana vrijednost nula (0), startni prozor je isključen, ako je postavljen na jedan (1), startni prozor je uključen.

Definiranje mjernih jedinica u kojima crtamo crtež. U strojarstvu sve su izmjere u milimetrima, stoga je u postavkama (**Format** → **Units** pri čemu se otvara dijalog *Drawing Units*) potrebno definirati jedinice (*Units*) u milimetrima (*Milimeters*).



Slika 1.6. Definiranje mjernih jedinica

## 2. KREIRANJE OBJEKATA


AutoCAD omogućuje kreiranje jednostavnih objekata (točka, linija, kružnica), ali isto tako i složenih objekata.

Otvaranjem padajućeg izbornika *Draw* ili istoimene alatne trake



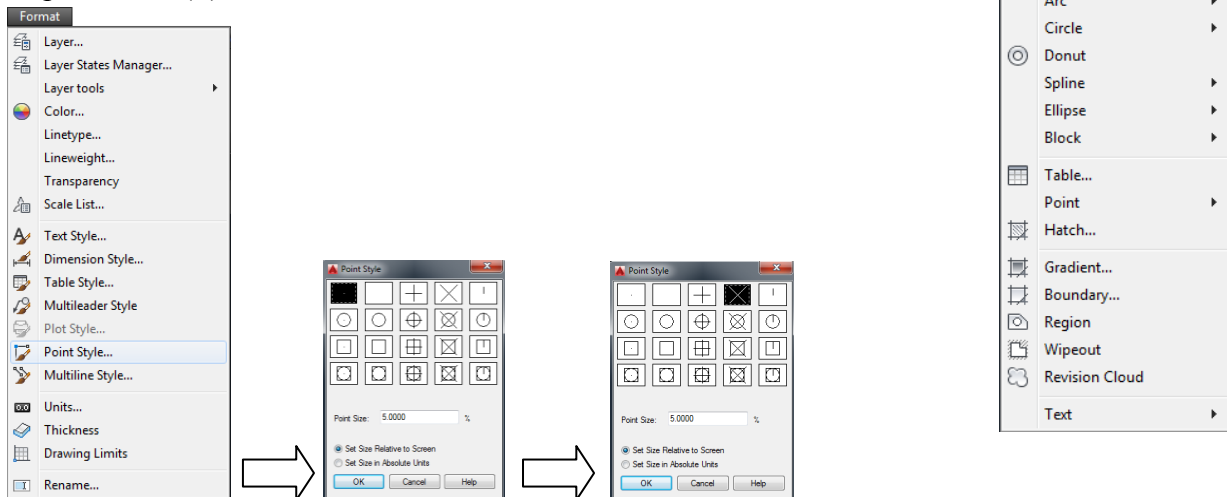
no je kreiranje objekata.

### 2.1. TOČKA

Naredba **POINT** (**Draw** → **Point** → **Single Point** ) omogućuje crtanje točaka.

Točka se crta unosom koordinata ili proizvoljnim odabirom u prostoru.

S obzirom na to da točka (.) nije jasno vidljiva na ekranu, možemo promijeniti (**Format** → **Point Style...**) izgled prikaza točke iz simbola (.) u npr. simbol (×) – slika 2.1.




Slika 2.1. Promjena prikaza točke u AutoCAD-u

Potrebno je definirati točku odabirom u radnom prostoru ili unosom koordinata točke:

**POINT** Specify a point:

zatim potvrditi tipkom ENTER.

### 2.2. LINIJA

Naredba **LINE** (**Draw** → **Line** ) omogućuje crtanje linija. Potrebno je definirati početnu točku (*Specify first point*) odabirom u radnom prostoru ili unosom koordinata točke:

**LINE** Specify first point:



Zatim je potrebno definirati drugu točku (*Specify next point or [Undo]*):

**LINE** Specify next point or [**U**ndo]:

- ENTER ili ESC na tipkovnici završava crtanje linija
- **U**ND<sup>O</sup> ili Ctrl+Z poništava prethodnu liniju
- **C**LOSE (C+ENTER) spaja prvu točku prve linije sa zadnjom točkom posljednje linije zadane istom naredbom.

### 2.3. PRAVOKUTNIK

Naredba **RECTANG** (**Draw** → **Rectangle** ) omogućuje crtanje pravokutnika.

Potrebno je definirati prvu točku kuta pravokutnika ili jednu od ponuđenih opcija:

- *Chamfer* – skošenje vrhova pravokutnika na zadane udaljenosti
- *Elevation* – uzdignuće od XY ravnine za sljedeće pravokutnike
- *Fillet* – zaobljenje vrhova uz zadavanje polumjera
- *Thickness* – prostorna debljina za sljedeće pravokutnike
- *Width* – širina poliliniije za sljedeće pravokutnike

**RECTANG** Specify first corner point or [**C**hamfer **E**levation **F**illet **T**hickness **W**idth]:

Zatim je potrebno definirati drugu točku kuta pravokutnika, u pravilu relativnim koordinatama (slika 2.2) ili zadati dimenzije (*Dimensions*) stranica:

**RECTANG** Specify other corner point or [**A**rea **D**imension **R**otation]: Dimension

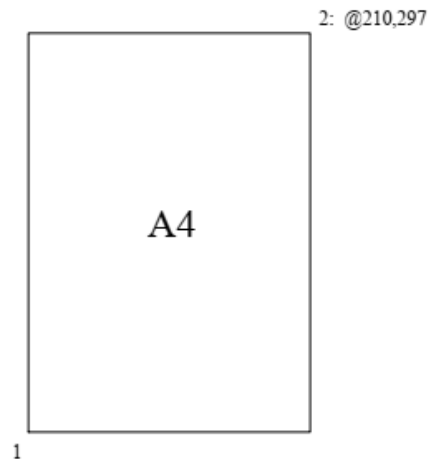
Ako smo odabrali opciju definiranja dimenzija, sljedeći je korak definiranje duljine pravokutnika:

**RECTANG** Specify length for rectangles <10.0000>: 210

Zatim je potrebno definirati širinu pravokutnika:

**RECTANG** Specify width for rectangles <10.0000>: 297

Primjer zadavanja točaka (1 i 2) pravokutnika (relativnim koordinatama) s dimenzijama A4 formata papira dan je na slici 2.2.



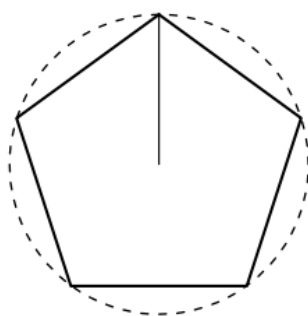
Slika 2.2. Zadavanje točaka (1 i 2) relativnim koordinatama

## 2.4. VIŠEKUTNIK (POLYGON)

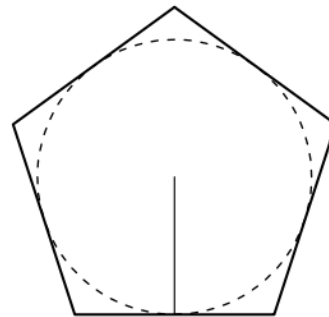
Naredba **POLYGON** (**Draw** → **Polygon** ) omogućuje crtanje višekutnika.

Dvije su mogućnosti crtanja višekutnika (slika 2.3):

- višekutnik upisan u kružnicu (*Inscribed in circle*)
- višekutnik opisan oko kružnice (*Circumscribed about circle*).



Upisan u kružnicu



Opisan oko kružnice

Slika 2.3. Crtanje višekutnika

Prilikom crtanja višekutnika potrebno je definirati broj stranica, npr. 5:

**POLYGON**\_polygon Enter number of sides <4>:5

Zatim je potrebno zadati središte crtanja višekutnika (predstavlja središte kružnice oko koje će višekutnik biti opisan ili upisan) ili stranicu višekutnika [*Edge*], pri čemu je bitan smjer zadavanja stranica:

**POLYGON** Specify center of polygon or [Edge]:

Sljedeći je korak odabir između opcija: višekutnik opisan oko kružnice ili upisan u kružnicu:

**POLYGON** Enter an option [Inscribed in circle Circumscribed about circle] <I>: ENTER


Posljednji je korak zadavanje radijusa kružnice:

**POLYGON** Specify radius of circle:

Nakon definiranog radijusa naredbu završavamo tipkom ENTER.

## 2.5. KRUŽNI LUK

Naredba **ARC** (**Draw** → **Arc** → ... ) omogućuje crtanje kružnog luka na više načina:

- crtanje kružnog luka zadavanjem triju točaka  3 Points

Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:


Definiranjem druge točke luka:

**ARC** Specify second point of arc or [Center End]:

Definiranjem krajnje točke luka:

**ARC** Specify end point of arc:

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, prolazne točke i krajnje točke

 Start, Center, End

Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

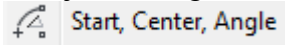
Definiranjem prolazne točke (središta) luka:

**ARC** Specify center point of arc :

Definiranjem krajnje točke luka:

**ARC** Specify end point of arc (hold Ctrl to switch direction) or [Angle chord Length]:

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, prolazne točke i uključenog kuta luka



Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

Definiranjem prolazne točke (središta) luka:

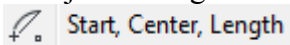
**ARC** Specify center point of arc:

Definiranjem uključenog kuta luka:

**ARC** Specify included angle (hold Ctrl to switch direction):

Kut se mjeri od osi X trenutnog koordinatnog sustava u pozitivnom matematičkom smjeru (suprotno od kretanja kazaljke na satu). Ako mjerimo u negativnom smjeru, kutu je potrebno dodati negativni predznak, odnosno minus (-).

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, prolazne točke i duljine tetive luka



Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

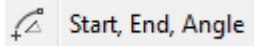
Definiranjem prolazne točke (središta) luka:

**ARC** Specify center point of arc:

Definiranjem duljine tetive luka:

**ARC** Specify length of chord (hold Ctrl to switch direction):

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, krajnje točke i uključenog kuta luka



Start, End, Angle

Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

Definiranjem krajnje točke luka:

**ARC** Specify end point of arc:

Definiranjem uključenog kuta luka:

**ARC** Specify included angle (hold Ctrl to switch direction):

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, krajnje točke i nagiba tangente luka u početnoj točki (pri čemu nije bitan smjer zadavanja točaka)



Start, End, Direction

Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

Definiranjem krajnje točke luka:

**ARC** Specify end point of arc:

Definiranjem nagiba tangente luka:

**ARC** Specify tangent direction for the start point of arc (hold Ctrl to switch direction):

- crtanje kružnog luka zadavanjem početne točke, krajnje točke i polumjera kružnog luka



Start, End, Radius

Definiranjem početne točke luka:

**ARC** Specify start point of arc or [Center]:

Definiranjem krajnje točke luka:




**ARC** Specify end point of arc:

Definiranjem polumjera kružnog luka:


**ARC** Specify radius of arc (hold Ctrl to switch direction):

Smjer zadavanja početne i krajnje točke određuje izgled luka u pozitivnom matematičkom smjeru.

Sljedeće tri opcije zapravo su identične drugoj, trećoj i četvrtoj točki, samo obrnutog redoslijeda zadavanja točaka:

- crtanje kružnog luka zadavanjem prolazne točke, početne točke i krajnje točke  
 **Center, Start, End**
- crtanje kružnog luka zadavanjem prolazne točke, početne točke i uključnog kuta luka  
 **Center, Start, Angle**
- crtanje kružnog luka zadavanjem prolazne točke, početne točke i duljine tetive luka  
 **Center, Start, Length**


Posljednja opcija crtanja kružnog luka jest opcija *Continue*.

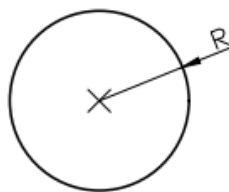
- opcija Continue omogućuje nastavak crtanja kružnog luka tangentno na prethodni luk ili liniju, na način da se na opciju unosa prve točke luka potvrdi tipkom ENTER  
 **Continue**

**ARC** Specify end point of arc (hold Ctrl to switch direction):

## 2.6. KRUŽNICA

Naredba **CIRCLE** (**Draw** → **Circle** → ... ) omogućuje crtanje kružnice na više načina:

- crtanje kružnice zadavanjem središta i polumjera  **Center, Radius**



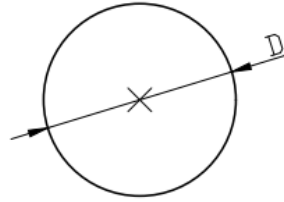
Definiranjem središta kružnice:

**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]:

Definiranjem polumjera (radijusa) kružnice:

**CIRCLE** Specify radius of circle or [Diameter]:

- crtanje kružnice zadavanjem središta i promjera  Center, Diameter




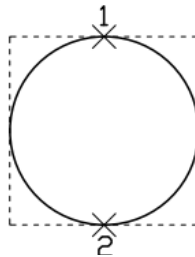
Definiranjem središta kružnice:

**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]:

Definiranjem promjera kružnice unosom promjera:

**CIRCLE** Specify radius of circle or [Diameter] <15.0000>: \_d Specify diameter of circle <30.000>:

- 2P – kružnice zadavanjem dviju točaka  2 Points



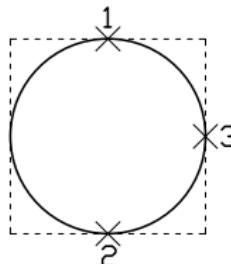
Definiranjem prve točke (1) kružnice:

**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]: \_2p Specify first end point of circle's diameter:

Definiranjem druge točke (2) kružnice:

**CIRCLE** Specify second end point of circle's diameter:

- 3P – crtanje kružnice zadavanjem triju točaka  3 Points



Definiranjem prve točke (1) kružnice:


**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]: \_3p Specify first point on circle:

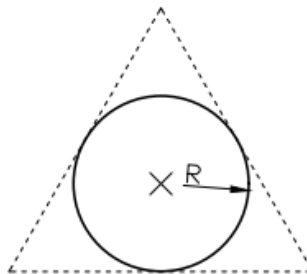
Definiranjem druge točke (2) kružnice:

**CIRCLE** Specify second point on circle:

Definiranjem treće točke (3) kružnice:

**CIRCLE** Specify third point on circle:

- **TTR** – crtanje kružnice zadavanjem dvaju objekata (kružnica, luk ili linija) na koje je kružnica tangenta, te polumjer kružnice  **Tan, Tan, Radius**



Definiranjem točke na objektu (trokutu) kao prva tangenta na kružnicu:


**CIRCLE** Specify point on object for first tangent of circle:

Definiranjem točke na objektu (trokutu) kao druga tangenta na kružnicu:

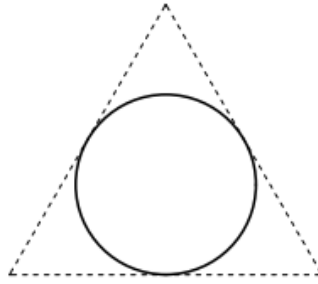
**CIRCLE** Specify point on object for second tangent of circle:

Definiranjem polumjera kružnice:

**CIRCLE** Specify radius of circle <115.10388> :

- **TTT** – crtanje kružnice zadavanjem triju objekata (kružnica, luk ili linija) na koje je kružnica tangenta  **Tan, Tan, Tan**





Definiranjem prve točke na objektu (trokutu) na koju je kružnica tangenta:

**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]: \_3p Specify first point on circle: \_tan to


Definiranjem druge točke na objektu (trokutu) na koju je kružnica tangenta:

**CIRCLE** Specify second point on circle: \_tan to

Definiranjem treće točke na objektu (trokutu) na koju je kružnica tangenta:

**CIRCLE** Specify third point on circle: \_tan to

## 2.7. POLILINIJA

Naredba **PLINE** (**Draw** → **Polyline** ) omogućuje crtanje polilinije (pojedinačni objekt spojen nizovima linija i kružnih lukova).

Naredba **PLINE** omogućuje:

- crtanje linija (*Line*)
- crtanje lukova (*Arc*).

Pri prvom koraku crtanja polilinije odabire se početna točka (*Specify start point*):

**PLINE** Specify start point:

Sljedeći je korak definiranje druge točke (*Specify next point or [Arc Halfwidth Length Undo Width]*) ako se radi o liniji, ili možemo nastaviti crtanje luka odabirom *Arc* (potrebno definirati kut). Naredba omogućuje naizmjenično crtanje linija i lukova po potrebi:

**PLINE** Specify next point or [Arc Halfwidth Length Undo Width]:

*Width/Halfwidth* – određivanje širine odnosno pola širine dijelova polilinije. Zadaje se širina na početku i na kraju segmenta. Širina na kraju ostaje širina sljedećeg segmenta.

*Lenght* – crtanje segmenta linije zadane dužine s jednakim nagibom kao u prethodnom segmentu. Ako je prethodni segment luk, segment se nastavlja tangentno na luk:


**PLINE** Specify next point or [**A**rc **C**lose **H**alfwidth **L**ength **U**ndo **W**idth]:

Opcija *Close* spaja početak i kraj polilinije.

## 2.8. ELIPSA

Naredba **ELLIPSE** (**Draw** → **Ellipse ...** ) omogućuje crtanje elipse i eliptičnog luka.

Crtaње elipse omogućeno je na dva načina (slika 2.4):

- zadavanjem središta elipse i krajnjih točaka osi  **Center**

Prvi je korak definiranje središta (točka 1 – slika 2.4.a) elipse (*Specify center of ellipse*):


**ELLIPSE** Specify center of ellipse:

Sljedeći je korak definiranje krajnje točke (2) osi (*Specify endpoint of axis*):

**ELLIPSE** Specify endpoint of axis:

te udaljenosti do druge osi (*Specify distance to other axis or [Rotation]*), točka 3 – slika 2.4.a):

**ELLIPSE** Specify distance to other axis or [**R**otation]:

- zadavanjem krajnjih točaka osi  **Axis, End**

Prvi je korak definiranje krajnje točke (točka 1 – slika 2.4.b) elipse (*Specify axis endpoint of ellipse or [Arc Center]*):

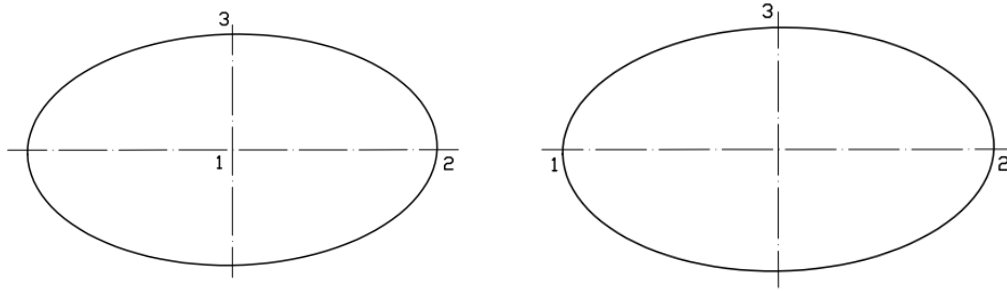
**ELLIPSE** Specify axis endpoint of ellipse or [**A**rc **C**enter]:

Sljedeći je korak definiranje druge krajnje točke (točka 2 – slika 2.4.b) osi (*Specify other endpoint of axis*):

**ELLIPSE** Specify other endpoint of axis:

te udaljenosti do druge osi (*Specify distance to other axis or [Rotation]*), točka 3 – slika 2.4.b):


**ELLIPSE** Specify distance to other axis or [Rotation]:



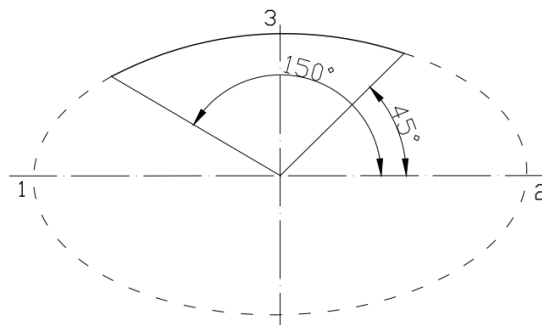
a) zadavanje središta

b) zadavanje krajnjih točaka

Slika 2.4. Načini crtanja elipse

**Eliptični luk (Draw → Ellipse → Arc **)

- zadati elipsu (smjer zadavanja dulje osi elipse zdesna nalijevo – zbog mjerenja kuta)
- zadati početni kut luka (*Start angle*)
- zadati završni kut luka (*End angle*) ili uključeni kut luka (*Included angle*). Prema slici 2.5 završni kut luka iznosi  $150^\circ$ , dok uključeni kut luka iznosi  $105^\circ$ .



Slika 2.5. Definiranje točaka eliptičnog luka

Definiranje osi elipse (točka 1 – slika 2.5) ili eliptičnog luka:

**ELLIPSE** Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]:

Definiranje druge osi elipse (točka 2 – slika 2.5):

**ELLIPSE** Specify other endpoint of axis:

Definiranje udaljenosti do druge osi (točka 3 – slika 2.5):

**ELLIPSE** Specify distance to other axis or [Rotation]:


Zadavanje početnog kuta luka:

**ELLIPSE** Specify start angle or [Parameter]:

Zadavanje završnog (*end*) ili uključenog (*Included*) kuta luka:

**ELLIPSE** Specify end angle or [Parameter Included angle]:

## 2.9. SPLINE KRIVULJA

Naredba **SPLINE** (**Draw** → **Spline ...** ) omogućuje crtanje kvadratne ili kubne *spline* krivulje (slika 2.6).

*Spline* krivulja je glatka krivulja koja prolazi kroz niz zadanih točaka sa zadanom tolerancijom.

Prilikom crtanja *spline* krivulje potrebno je:

- zadati niz točaka kroz koje krivulja prolazi
- zadati nagib tangente u početnoj točki (*start Tangency*)
- zadati nagib tangente u krajnjoj točki (*end Tangency*).

Moguće je naknadno promijeniti nagib tangente u svakoj definiranoj točki.

Prilikom crtanja *spline* krivulje potrebno je ISKLJUČITI opciju pravokutnog crtanja (*ORTHO mode*)!!!

Definiranje prve točke *spline* krivulje:

**SPLINE** Specify first point or [Method Knots Object]:

Definiranje druge točke *spline* krivulje (ili nagib tangente u početnoj točki):

**SPLINE** Enter next point or [ start Tangency toLerance]:

Definiranje treće točke *spline* krivulje (ili nagib tangente u krajnjoj točki):

**SPLINE** Enter next point or [ end Tangency toLerance Undo]:

Definiranje četvrte točke *spline* krivulje (ili nagib tangente u krajnjoj točki):

**SPLINE** Enter next point or [ end Tangency toLerance Undo Close]: ENTER

Naredbu nastavljamo i ponavljamo prethodne korake sve dok ne iscrtamo željenu *spline* krivulju.

Opcija *Method* kontrolira je li *spline* krivulja izrađena određenim točkama (*fit points*) ili kontrolnim vrhovima (*Control Vertices – CV*) – sustavna varijabla SPLMETHOD.

Metoda izrade *spline* krivulje kontrolnim vrhovima koristi se za stupnjevanje krivulja u rasponu od 1 do 10 ( stupanj 1 – linearna, stupanj 2 – kvadratna, stupanj 3 – kubna ...).

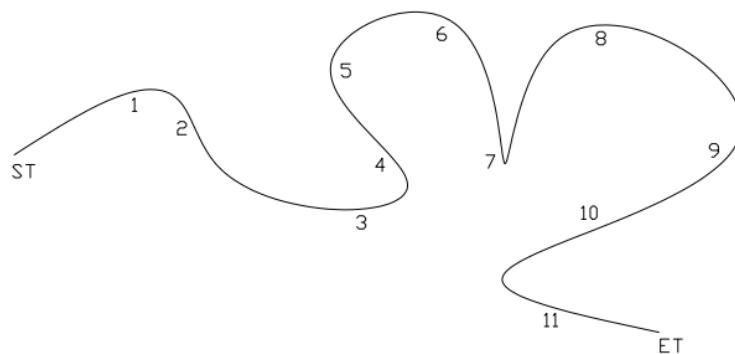
Namještanje oblika krivulje pomicanjem vršnih točaka često daje bolje rezultate od pomicanja namještenih točaka.

Opcija *Knots* određuje parametre čvorova (sustavna varijabla SPLKNOTS).

Opcija *Object* pretvara prethodno priređenu poliliniju u *spline* krivulju.

Opcija *Close* spaja početak i kraj krivulje.

Naredba završava tipkom ENTER.



Slika 2.6. *Spline* krivulja

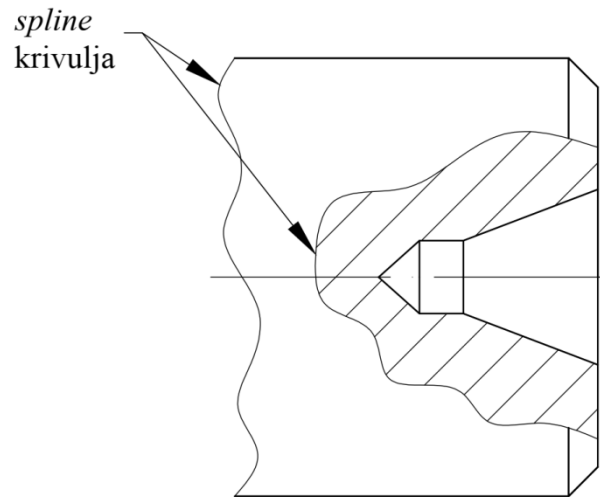
Ako odaberemo opciju *tolerance*, sljedeći je korak definiranje vrijednosti *fit tolerance*:

**SPLINE** Enter next point or [ start **T**angency to **L**erance]:

**SPLINE** Specify fit tolerance <0.0000>:

Opcijom *fit tolerance* mijenja se vrijednost tolerancije koju mora zadovoljiti krivulja prilikom prolaska kroz točke. Vrijednost tolerancije 0 zahtijeva da krivulja prolazi točno kroz točke.

U strojarstvu *spline* krivulja pronalazi primjenu prilikom crtanja djelomičnih presjeka (slika 2.7).



Slika 2.7. Primjena *spline* krivulje kod djelomičnog presjeka prikaza središnjeg gnijezda

## 2.10. OBLIKOVANI TEKST

Naredba **STYLE** (**Draw** → **Text Style** **A**) omogućuje izbor stila teksta (neposredno prije unosa teksta).

Naredba **MTEXT** (**Draw** → **Text** → **Multiline Text**) omogućuje unos teksta unutar definiranih granica.

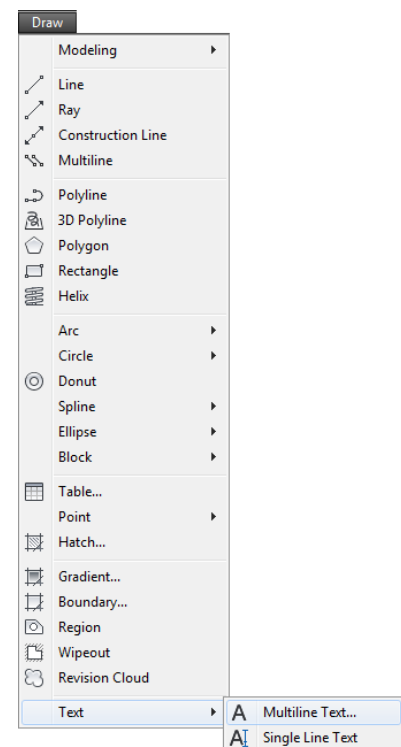
Prvi je korak definiranje prvog ugla granice ispisa teksta:

**MTEXT** Specify first corner:

Sljedeći je korak definiranje drugog, odnosno suprotnog ugla granice ispisa teksta:

**MTEXT** Specify opposite corner or [Height Justify Line spacing Rotation Style Width Columns]:

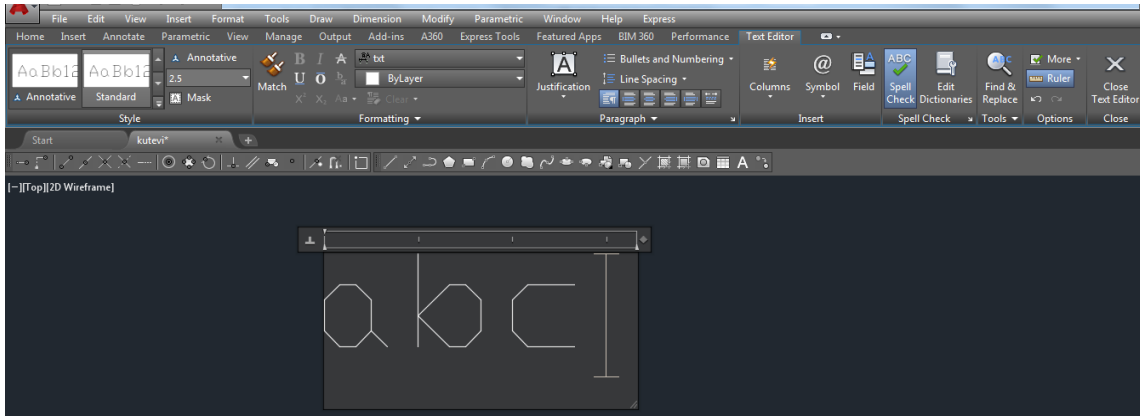
Posljednji korak čini unos teksta i njegovo oblikovanje u tekstnom editoru (*Text Editor*).



Alatna traka za oblikovanje teksta *Text Editor* (slika 2.8) sadrži sljedeće:

- padajući popis dostupnih stilova
- padajući popis dostupnih oblika slova (*Font*)
- padajući popis veličine slova
- gumb za poravnanje (*Justification*) – omogućuje centriranje teksta unutar zadanih granica (npr. centriranje teksta u zaglavlju/sastavnici)
- gumb za podebljavanje teksta (*Bold*)

- gumb za skošenje teksta (*Italic*)
- gumb za podcrtavanje teksta (*Underline*)
- gumb za poništavanje (*Undo*) i vraćanje poništene radnje (*Redo*)
- gumb za ispis simbola (@ *Symbol*) – npr. simbol promjera  $\phi$  (%%C), simbol stupnja  $^{\circ}$  (%%d) itd.



Slika 2.8. Oblikovanje teksta

Naredba **DTEXT** (**Draw** → **Text** → **Single Line Text** ) omogućuje unos redaka teksta.

Prvi je korak definiranje polazne točke teksta:

**DTEXT** Specify start point of text or [Justify Style]:

Sljedeći je korak definiranje visine teksta:

**DTEXT** Specify height <2.5000>:

Zatim slijedi definiranje kuta zakreta teksta:

**DTEXT** Specify rotation angle of text <0>:

Posljednji korak čini unos teksta. Tekst je moguće unositi višestruko, bez ponovnog pozivanja naredbe. Tipkom ESC završavamo naredbu.

### 3. ALATI ZA PRECIZNO CRTANJE

Alati, odnosno pomagala za precizno crtanje jesu sljedeći:

- korak (*Snap*)
- mreža (*Grid*)
- nišani (*Object Snap*)
- odmak od referentne točke (*Point Offset from a Reference Point*)
- automatsko praćenje (*AutoTrack*)
- koordinatni filtri (*Coordinate Filters*).

#### 3.1. KORAK

**Korak** (*Snap*) – predstavlja nevidljivu mrežu točkica po kojima se kreće pokazivač miša, pomak koji prilagođujemo postavljenoj mreži.

*Snap* je moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F9**.

#### 3.2. MREŽA

**Mreža** (*Grid*) – pomoćna mreža točkica u prozoru crteža (ne iscrtava se na papiru!)

Ako je mreža pregusta, potrebno je povećati razmak između točkica (dijaloški okvir *Drafting Settings*).

*Grid* je moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F7**.

#### 3.3. ORTOGONALNO CRTANJE

Uz pomoćne funkcije *Snap* i *Grid* na statusnoj traci možemo pronaći i pomoćnu funkciju **Ortho** koja omogućuje horizontalno i vertikalno crtanje, pri čemu je miš potrebno usmjeriti u željenom smjeru crtanja linije.

*Ortho* je moguće uključiti i funkcijskom tipkom **F8**.

#### 3.4. PRAĆENJE

Ugrađene rutine praćenja (*Tracking*) olakšavaju postavljanje novog objekta u odnosu na drugi objekt. **Praćenjem** se možemo koristiti umjesto **promjenom referentne točke** (*FROm*), koja se upotrebljava zajedno s nišanima, te umjesto **koordinatnim filtrima** koji izlučuju odabranu koordinatnu vrijednost zadane točke (poravnavanje točaka po osi X ili Y).

- **Praćenje duž specifičnih točaka objekata** (*Object snap tracking* – **OTRACK**)

Praćenje duž specifičnih točaka objekata koristi se zajedno s aktivnim nišanima. Aktivacija rutine praćenja na statusnoj liniji ikonom **OTRACK**. Kako bi se izvršilo praćenje, potrebno je zadržati miš nad željenom točkom (uz aktivan odgovarajući nišan) te pomicanjem miša duž željene putanje (u ravnini s odabranim točkama) zadati točku.

Praćenje se odvija duž pravokutnih linija, a želimo li realizirati praćenje pod nekim kutom, to je moguće definirati u postavkama.

- **Polarno praćenje** (*Polar Tracking*)

Polarno praćenje aktivira se na statusnoj liniji ikonom *Polar*.



### 3.5. NIŠANI

**Nišani** (*Object Snap* – OSNAP) omogućuju precizno crtanje pogađanjem specifičnih točaka već nacrtanih objekata.

Moguće ih je pozvati s alatne trake *Object snap* ili plutajućeg izbornika nišana (tipka **Shift** + **desni klik** miša) ili pozivanjem u naredbenom retku.

Desnim klikom miša na gumb OSNAP na statusnoj alatnoj traci prikazuje nam se popis nišana, a uz one aktivne stoji znak kvačice ✓.



- Alatna traka *Object snap*

*Temporary track point*

**FROM** – promjena referentne točke

*Mid between 2 Points* – pronalazi polovište između dviju točaka

**ENDpoint** – pogađa najbližu krajnju točku objekta

**MIDpoint** – pogađa polovište objekta

**INTersection** – pogađa sjecište objekata, i u produžetku objekata

**APParent intersection** – pogađa prividno sjecište objekata koji se ne sijeku u prostoru, i u produžetku objekata

**EXTension** – pogađa točku u nastavku objekta

**CENter** – pogađa središte (kružnice, luka, elipse)

**QUAdrant** – pogađa najbližu kvadrantnu točku (kružnice, luka, elipse) odnosno mjesto gdje osi koordinatnog sustava sijeku objekt

**TANgent** – pogađa tangentno na kružnicu ili luk

**PERpendicular** – pogađa okomito na zadani objekt, i u produžetku

**PARallel** – pogađa paralelno na zadanu liniju

**INSertion** – bazna točka umetanja bloka, teksta i sl.

**NODE** – pogađa točku objekta

**NEArest** – pogađa najbližu točku na objektu

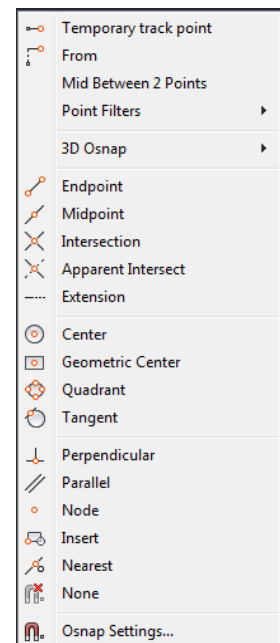
**NONE** – isključuje aktivni nišan



– postavke nišana

Tipka **TAB** izmjenjuje moguće točke nišana!

Naredba **OPTIONS** (**Tools** → **Options...**), kartica *Draftings*, okviri *AutoSnap Settings* – omogućuje prilagođavanje veličine markera (*AutoSnap Marker Size*), veličine otvora (*Aperture Size*)...



## 4. RAZINE (LAYER)

Razina ili sloj (*Layer*) omogućuje grupiranje objekata prema zajedničkim svojstvima.

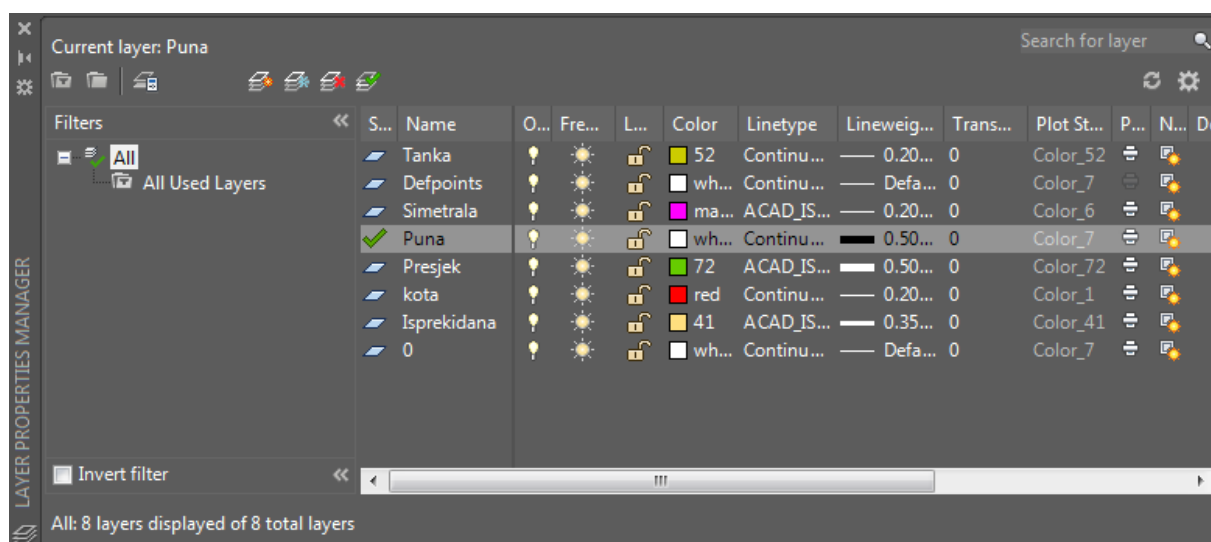
Zajednička svojstva objekta:

- boja (*Color*)
- vrsta linije (*Linetype*)
- debljina linije (*Lineweight*).

Grupiranje objekata prema zajedničkim svojstvima značajno pridonosi preglednosti crteža i olakšava baratanje objektima na crtežu.

Svaka novootvorena datoteka ima zadanu (*defaultnu*) razinu, odnosno razinu 0.

Naredba **LAYER (Format → Layer)** – poziva dijalog za baratanje razinama *Layer Properties* (slika 4.1) u kojem kreiramo slojeve i pridružujemo im karakteristike (boja, vrsta linije, debljina linije).





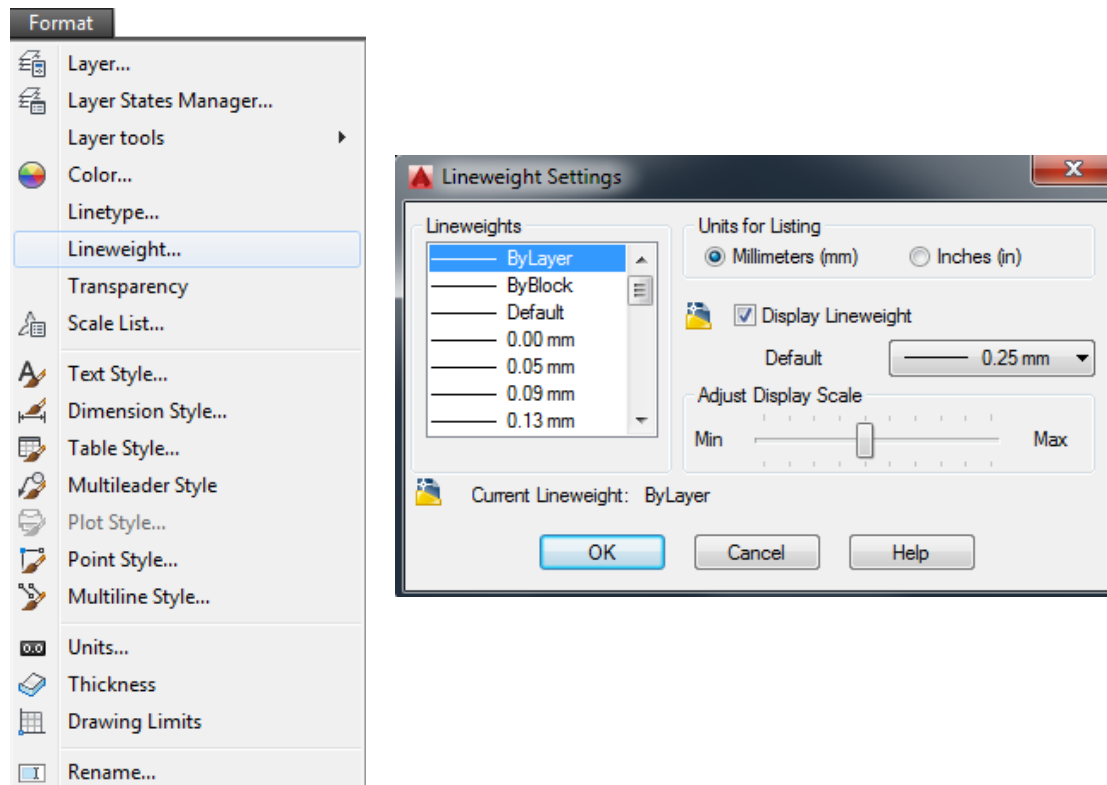
Slika 4.1. Dijalog za kreiranje razina

Najčešće korišteni slojevi (u strojarstvu) jesu oni za definiranje pune debele linije i tankih linija (kote, isprekidane linije, simetrals).

Svako od ovih linija pridružuje se različita boja.

Debljinu linije možemo definirati na način da su sve tanke (kota, isprekidana, simetrals) linije za polovinu tanje od definirane pune debele linije.

Ako prilikom crtanja želimo imati prikaz debljina linija, možemo ga aktivirati u postavkama (**Format → Lineweight... → Lineweight Settings**) tako što označimo (kvačica) opciju *Display Lineweight* (prikazano na slici 4.2) ili klikom na gumb  na statusnoj traci. Ako gumb nije vidljiv na statusnoj traci, označimo naredbu u opciji *Customization* koja se nalazi u donjem desnom uglu ekrana – gumb .




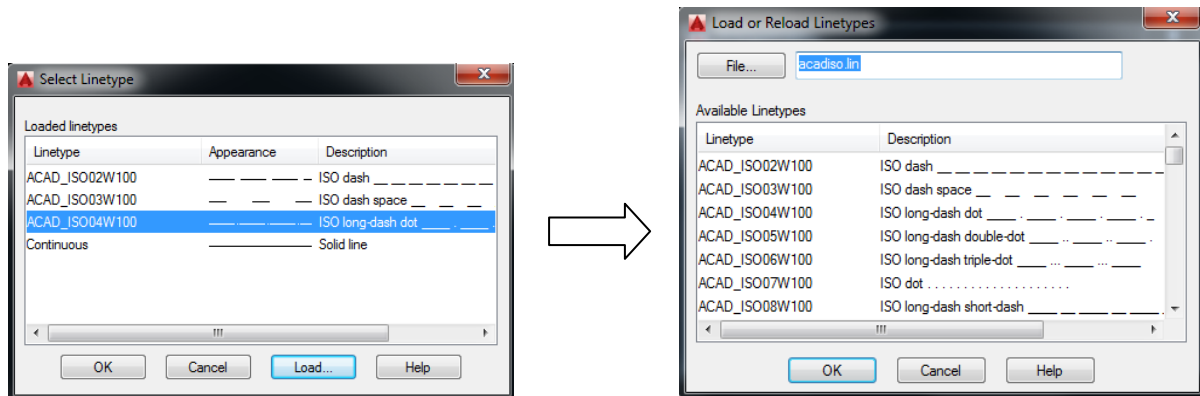
Slika 4.2. Prikaz debljina linija u radnom prostoru AutoCAD-a

Vrsta linije (npr.):

- puna debela linija (puna) – *Continuos*
- kota – *Continuos*
- simetrala – *ACAD\_ISO04W100 (ISO long-dash dot)*
- isprekidana – *ACAD\_ISO02W100 (ISO dash)*.

### Stvaranje nove razine

- Pozivanjem naredbe **LAYER**
- Odabrat *New Layer* (Alt+N) 
- Unos imena nove razine u stupcu *Name*
- Odabir boje u stupcu *Color*
- Odabir vrste linije u stupcu *Linetype* (odabirom *Load* po potrebi učitavamo dodatne vrste linija (slika 4.3))
- Odabir debljine linije u stupcu *Lineweight*

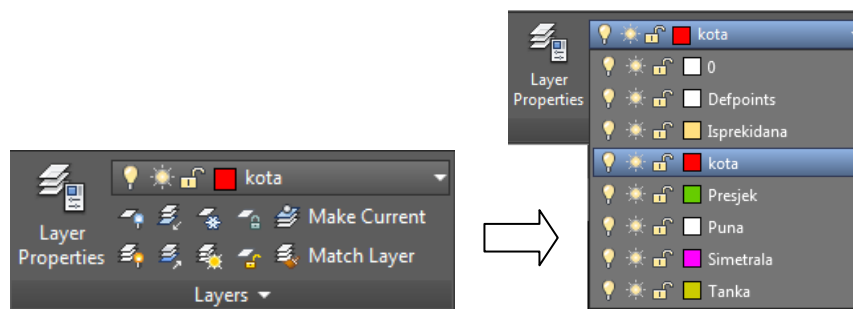


Slika 4.3. Učitavanje dodatnih vrsta linija




## Odabir radne razine

Radnu razinu (*Current Layer*) moguće je odabrati na više načina.

- Najjednostavniji način odabira radne razine jest preko padajućeg popisa razina *Layer Control* na traci s alatima *Layers* gdje željenu razinu označimo (slika 4.4).



Slika 4.4. Odabir radne razine


- Drugi je način odabirom ikone *Layer Properties* , zatim označavanje željene razine i odabir na gumb  *Set Current* (Alt+C), ili dvoklikom na željenu razinu.
- Treći je način pozivanje naredbe LAYER, zatim označavanje željene razine i odabir na gumb  *Set Current* (Alt+C), ili dvoklikom na željenu razinu.

## Promjena imena razine

Promjena imena razine moguća je dvoklikom na željenu razinu i unosom novog imena u stupcu *Name*.

## Brisanje razine



Ako umetnemo crtež iz druge datoteke, taj crtež automatski preuzima svojstva razina definirana tom datotekom. Ako se te razine ne podudaraju s razinama aktivne datoteke,

možemo ih obrisati pomoću *Delete* (Alt+D) u dijalogu za baratanje razinama (*Layer Properties*) ikonom .

### Promjena razine objekta

Promjena razine objekta moguća je odabirom željenog objekta, a na padajućem popisu razina odabiremo novu željenu razinu.



### Stanja razine

Uključena ili isključena (*On/Off*)  / 

- ako je razina uključena, objekti su te razine vidljivi i ispisuju se

Zamrznuta ili odmrznuta (*Freeze/Thaw in All Viewports*)  / 



- ako je razina zamrznuta, objekti su te razine nevidljivi, ne preračunavaju se i ne ispisuju se
- zamrzavanje nepotrebnih objekata ubrzava rad s datotekama

Zaključana ili otključana (*Lock/Unlock*)  / 

- objekti zaključanih razina nisu dostupni za odabir ili promjenu, ali su vidljivi i moguće ih je pogoditi nišanima

Stil ispisa (*Plot Style*)

- promjena stila ispisivanja razine (ako se radi sa stilovima ispisa ovisnim o bojama, nije moguća promjena stila)

Ispisivati ili ne ispisivati (*Plot/Don't Plot*)  / 

- ovom opcijemo određujemo hoće li se objekt u odabranoj razini ispisivati ili ne (pogodno za konstrukcijske linije).

## 5. UPRAVLJANJE OBJEKTIMA

Naredbe za upravljanje objektima nalaze se u padajućem izborniku *Modify* ili istoimenoj alatnoj traci.



- Alatna traka *Modify*

### 5.1. KOPIRANJE OBJEKATA

Objekte u AutoCAD-u moguće je umnožavati, odnosno kopirati na više načina.

Prilikom kopiranja objekta nastaje novi objekt jednak izvornomu, međutim sa zadanim pomakom u odnosu na izvorni objekt.

Najčešće korišten pristup jest pozivanje naredbe COPY (moguće još i kopiranje pomoću hvataljki, kopiranje povlačenjem i spuštanjem – *Drag and Drop*, kopiranje pomoću kombinacija tipki Ctrl+C i Ctrl+V itd.).

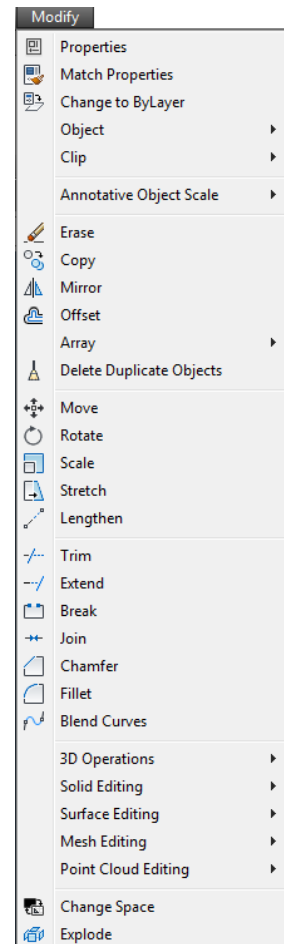
Naredba **COPY** (**Modify** → **Copy** ) omogućuje kopiranje objekata.

Varijabla **COPYMODE** određuje broj mogućeg kopiranja odabranog objekta pozivom naredbe COPY.

Unosom COPYMODE u naredbeni redak možemo definirati želimo li da nam odabrani objekt bude kopiran samo jednom ili želimo omogućiti višestruko kopiranje.

Unosom broja **1** omogućeno je kopiranje samo jednog objekata, dok se unosom **0** omogućuje višestruko kopiranje.

Zadana (*defaultna*) vrijednost je 0.



Padajući izbornik  
*Modify*

**COPYMODE** Enter new value for COPYMODE <0>:

Prvi je korak prilikom pozivanja naredbe COPY odabir (lijevim klikom odabir, zatim potvrda desnim klikom) objekata koje želimo kopirati:

**COPY** Select objects:

Sljedeći je korak odabir hvatišta:

**COPY** Specify base point or [Displacement mode] <Displacement>:

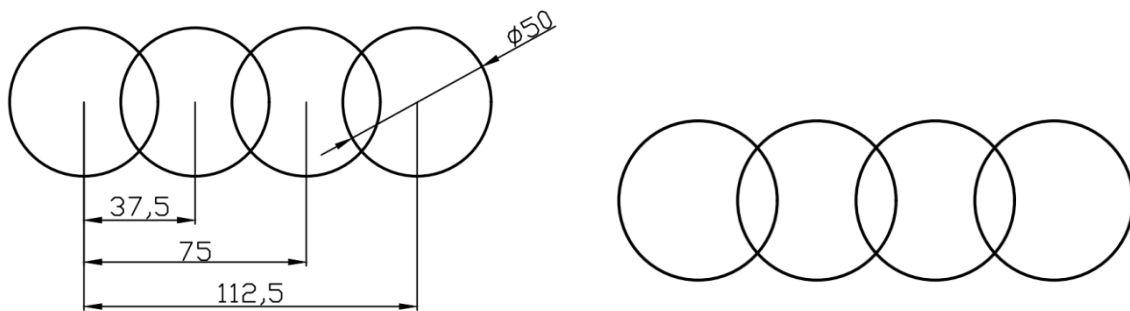
Sljedeći je korak zadavanje pomaka kopije:

**COPY** Specify second point or [Array] <use first point as displacement>: 37.5

Prema primjeru (slika 5.1) svaki sljedeći pomak računa se od osnovne točke (*base point*) ili hvatišta.

Naredba završava tipkom ENTER ili ESC.

Ako odaberemo opciju *Array* unutar naredbe copy, radi se o višestrukom kopiranju, pri kojemu je potrebno unijeti broj kopija (*Enter number of items to array*) i drugu točku (*Specify second point or [Fit]*), što zapravo predstavlja udaljenost među njima (ako nam je hvatište u središtu kružnice, dovoljno je jednom unijeti željeni razmak – 37,5 prema slici 5.1, te će se izvršiti kopiranje za zadani broj kopija).



Slika 5.1. Višestruko kopiranje

## 5.2. PARALELNO KOPIRANJE

Naredba **OFFSET** (**Modify** → **Offset** ) omogućuje kopiranje postojećeg objekta na zadanoj udaljenosti.

Prvi korak prilikom pozivanja naredbe OFFSET jest definiranje zadane udaljenosti na kojoj ćemo kopirati željeni objekt:

**OFFSET** Specify offset distance or [Throgh Erase Layer] <1.0000>: 10

Sljedeći je korak odabir strane (vanjska ili unutarnja) s koje želimo kopirati objekt/objekte:

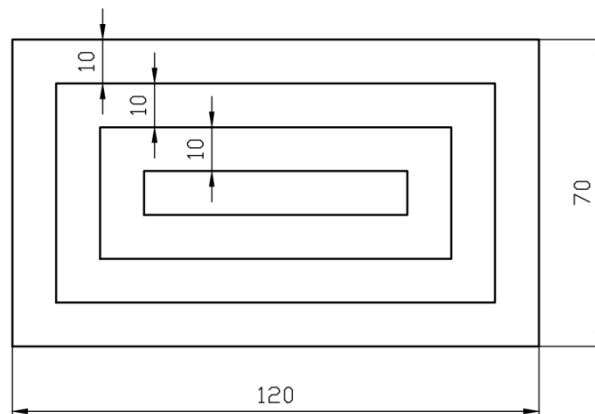
**OFFSET** Specify point or side to offset or [Exit Multiple Undo] <Exit>:

Nakon odabrane strane objekt se kopira na željenoj udaljenosti, a za ponavljanje ove radnje potrebno je ponovno naznačiti objekt kako bi se kopirao na istoj udaljenosti (s tim da je moguće promijeniti stranu bez ponovnog pozivanja naredbe).

**OFFSET** Select object to offset or [Exit Undo] <Exit>:

Ako želimo višestruko kopiranje za zadanu udaljenost, nakon definiranja udaljenosti i odabira izvornog objekta potrebno je odabrati opciju *Multiple* te kliknuti (lijevim klikom) onoliko puta koliko želimo kopiranih objekata.


Prema slici (5.2) izvršeno je kopiranje pravokutnika početnih dimenzija 120 x 70 mm, na zadanoj udaljenosti 10 mm (odabrana je unutarnja strana pravokutnika za kopiranje). Iz slike je vidljivo da takav način kopiranja objekata umanjuje (odnosno uvećava) dimenzije odabranog objekta za zadanu udaljenost (s obje strane).



Slika 5.2. Paralelno kopiranje (*offset*)

Kad bi se radilo o kakvoj liniji, njezina bi dimenzija ostala nepromijenjena, te bi se izvršilo kopiranje na zadanoj udaljenosti.

### 5.3. ZRCALJENJE

Naredba **MIRROR** (**Modify** → **Mirror** ) omogućuje zrcaljenje odabranih objekata oko linije zrcaljenja.

Prvi korak prilikom pozivanja naredbe **MIRROR** jest odabir objekata koje želimo zrcaliti:

**MIRROR** Select objects:

Sljedeći je korak odabir prve točke zrcalne linije:

**MIRROR** Specify first point of mirror line:

Nakon toga potrebno je odabrati drugu točku zrcalne linije:



**MIRROR** Specify second point of mirror line:

Zatim odabiremo želimo li zadržati originalni objekt ili ga želimo izbrisati (u ovom primjeru zadržan je original, što je i potvrđeno tipkom ENTER.

**MIRROR** Erase source objects? [Yes No] <No>: ENTER

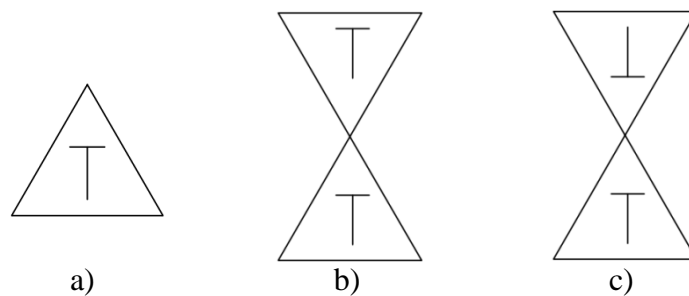
Na slici 5.3.a) prikazan je trokut koji je zrcaljen oko svog vrha. Slika 5.3.b) prikazuje zrcaljenje objekta bez zrcaljenja teksta, dok slika 5.3.c) prikazuje zrcaljenje objekta sa zrcaljenjem teksta.

Varijabla **MIRRTEXT** određuje zrcaljenje teksta.

Unosom **MIRRTEXT** u naredbeni redak možemo definirati želimo li zrcaljenje teksta ili ne. Unosom broja **1** tekst se zrcali, dok se unosom **0** tekst ne zrcali.


Zadana (*defaultna*) vrijednost je 0.

**MIRRTEXT** Enter a new value for MIRRTEXT <0>:



Slika 5.3. Zrcaljenje objekata

## 5.4. RASPOREĐIVANJE U POLJU

Naredba **ARRAY** (**Modify** → **Array** ) omogućuje višestruke kopije objekata raspoređene u pravokutnom ili polarnom polju.

### 5.4.1. Pravokutno raspoređivanje (*Rectangular Array* )

Prilikom pravokutnog raspoređivanja (slika 5.4) prvi je korak odabir objekata koje želimo višestruko pravokutno kopirati:

**ARRAYRECT** Select objects:

U sljedećem koraku odabiremo retke (**Rows**) ili stupce (**COLUMNS**) pri čemu redoslijed nije bitan. U navedenom primjeru prvo su odabrani stupci:

**ARRAYRECT** Select grip to edit array or [ASsociative Base point COUnt Spacing COLumns Rows Levels eXit ] <eXit>: COLumns

Nakon odabira stupaca unosimo broj željenih stupaca (npr. 4):

**ARRAYRECT** Enter the number of columnss or [Expression] <3>: 4

Nakon odabira stupaca potrebno je definirati udaljenost između njih (npr. 150):

**ARRAYRECT** Specify the distance between columns or [Total Expression] <129.9038>: 150

Sljedeći je korak odabir redaka:

**ARRAYRECT** Select grip to edit array or [ASsociative Base point COUnt Spacing COLumns Rows Levels eXit ] <eXit>: Rows

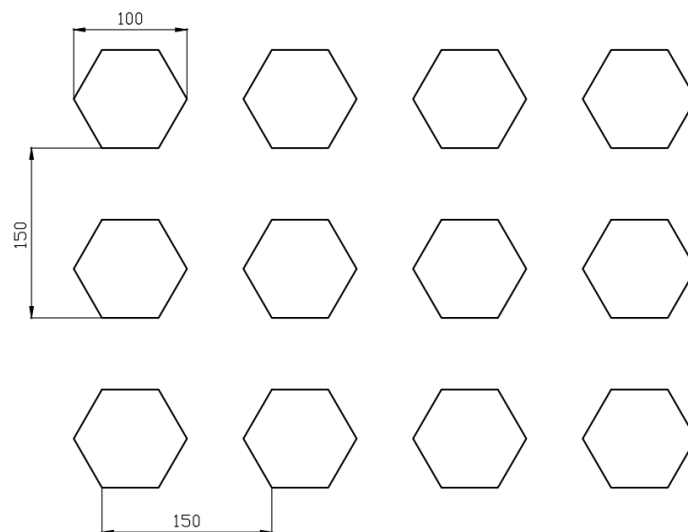
Nakon odabira redaka unosimo broj željenih redaka (npr. 3):

**ARRAYRECT** Enter the number of rows or [Expression] <3>: ENTER

Zatim definiramo razmak između redaka (npr. 150):

**ARRAYRECT** Specify the distance between rows or [Total Expression] <112.5>: 150

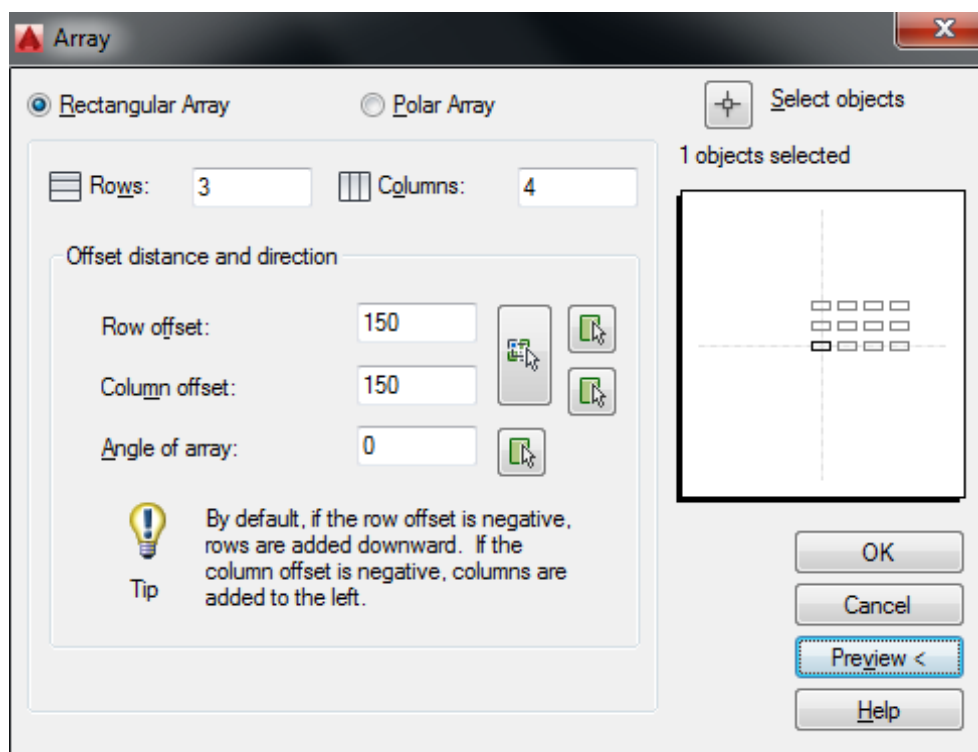
Tipkom ESC završavamo s naredbom.



Slika 5.4. Pravokutno raspoređivanje

Višestruko pravokutno raspoređivanje možemo izvršiti i naredbom **ARRAYCLASSIC** pri čemu nam se otvara dijalog *Array*.

- U dijalogu *Array* odabrati opciju pravokutnog raspoređivanja (*Rectangular Array*) (slika 5.5).
- Klikom na „odabir objekata“ (*Select objects*) u radnom prostoru odabiremo željene objekte koje ćemo višestruko raspoređivati.
- Unijeti broj redaka (*Rows*) i broj stupaca (*Columns*).
- Unijeti razmak između redaka (*Row offset*) i stupaca (*Column offset*) te nagib (*Angle of array*) pod kojim želimo da nam objekti budu raspoređeni (prema slici nije definiran nagib, te je vrijednost 0).
- Opcijom *Preview* pregledavamo zadane postavke (tipkom ESC vraćamo se na dijalog *Array* ako želimo nešto izmijeniti, u suprotnom tipkom ENTER potvrđujemo raspoređivanje).



Slika 5.5. Pravokutno raspoređivanje pomoću *ARRAY CLASSIC*

#### 5.4.2. Kružno raspoređivanje (*Polar Array* )

Prilikom kružnog raspoređivanja (slika 5.6) prvi je korak odabir objekata koje želimo višestruko kružno kopirati:

**ARRAYPOLAR** Select objects:

U sljedećem koraku odabiremo osnovnu točku ili hvatište (*base point*) koja zapravo predstavlja položaj središnje točke zamišljene kružnice po kojoj će objekti biti kružno raspoređeni:

**ARRAYPOLAR** Specify base point of array or [Base point Axis of rotation] :

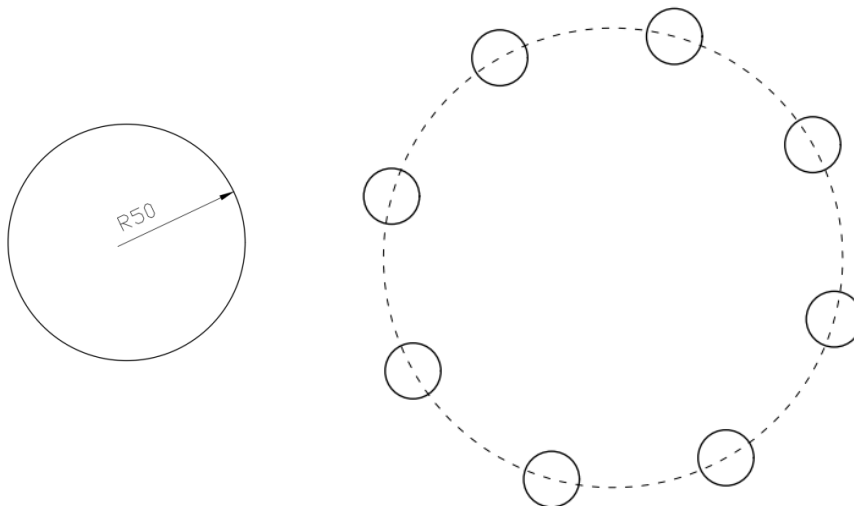
Sljedeći je korak odabir stavki, odnosno kopija objekata (*Items*):

**ARRAYPOLAR** Select grip to edit array or [ASsociative Base point Items Angle between Fill angle ROWs Levels ROTate items eXit] <eXit>: Items

Nakon odabira stavki (kopija objekata) unosimo broj željenih objekata (npr. 8):

**ARRAYPOLAR** Enter number of items or [EExpression] <6>: 8

Tipkom ESC završavamo s naredbom.

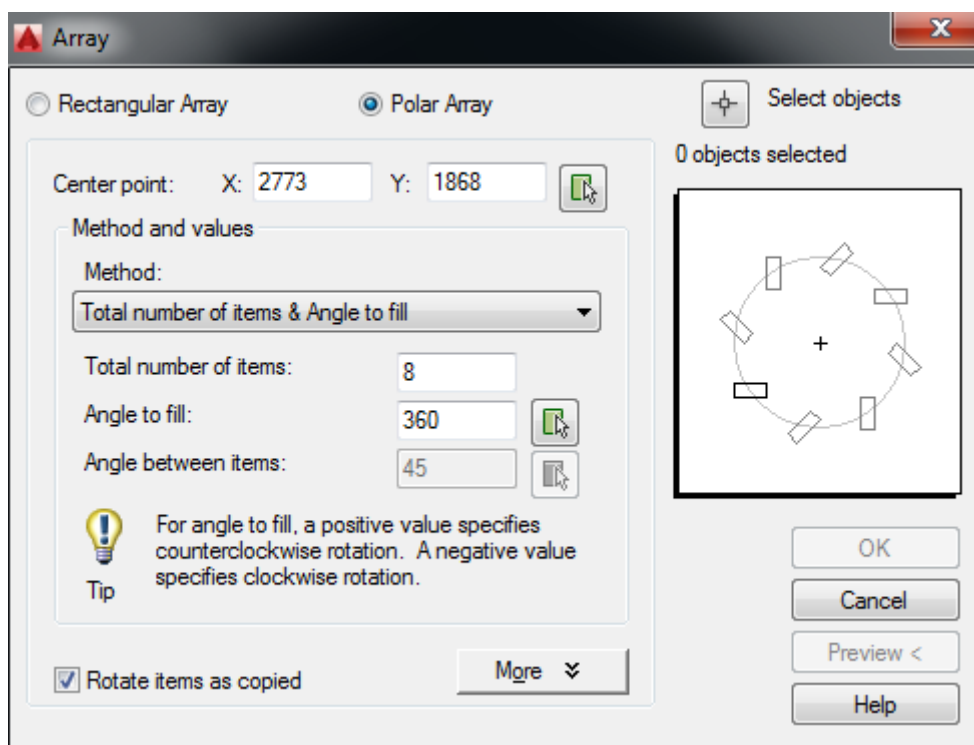


Slika 5.6. Kružno raspoređivanje

Višestruko kružno raspoređivanje možemo izvršiti i naredbom **ARRAYCLASSIC** pri čemu nam se otvara dijalog *Array*.

- U dijalogu *Array* odabrati opciju kružnog raspoređivanja (*Polar Array*) (slika 5.7).
- Klikom na „odabir objekata“ (*Select objects*) u radnom prostoru odabiremo željene objekte koje ćemo višestruko raspoređivati.
- Klikom na središnju točku (*Center point*) u radnom prostoru odabiremo položaj središnje točke zamišljene kružnice po kojoj će objekti biti kružno raspoređeni.
- Odabiremo način kružnog raspoređivanja zadavanjem:


- ukupnog broja stavki (kopija objekata) i kuta ispunjenja (*Total number of items & Angle to fill*)
  - ukupnog broja stavki (kopija objekata) i kuta između njih (*Total number of items & Angle between items*)
  - kuta ispunjenja i kuta između stavki (kopija objekata) (*Angle to fill & Angle between items*).
- Odrediti opciju rotiranja kopija
  - Opcijom *Preview* pregledavamo zadane postavke (tipkom ESC vraćamo se na dijalog *Array* ako želimo nešto izmijeniti, u suprotnom tipkom ENTER potvrđujemo raspoređivanje).



Slika 5.7. Kružno raspoređivanje pomoću *ARRAY CLASSIC*

**Razlika** između naredbe *ARRAY* u novijim verzijama AutoCAD-a i naredbe *ARRAYCLASSIC* (*ARRAY* u starijim verzijama) u tome je što kod naredbe *ARRAY* objekti višestrukog kopiranja predstavljaju jedan objekt, dok su objekti dobiveni višestrukim kopiranjem pomoću naredbe *ARRAYCLASSIC* zapravo zasebni objekti (to je bitno prilikom korištenja određenih drugih naredaba, npr. *TRIM*).

## 5.5. POMICANJE OBJEKATA

Naredba **MOVE** (**Modify** → **Move** ) omogućuje pomicanje objekata (slika 5.8) za zadani pomak.

Prvi korak prilikom pomicanja objekata jest odabir objekata koje želimo pomaknuti:

**MOVE** Select objects:

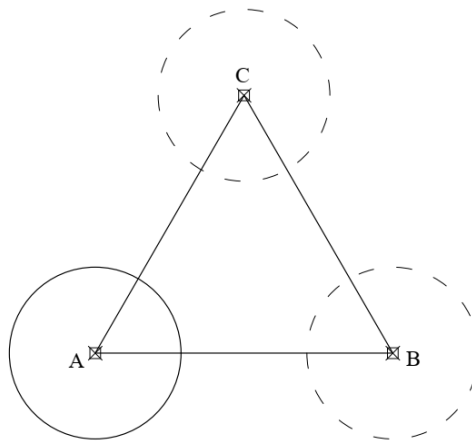
Odabir potvrđujemo tipkom ENTER.

Odabir točke hvatišta pomoću koje ćemo objekt pomaknuti za zadani pomak:

**MOVE** Specify base point or [Displacement] <Displacement>:



Definiranje udaljenosti za koju želimo izvršiti pomicanje objekata:

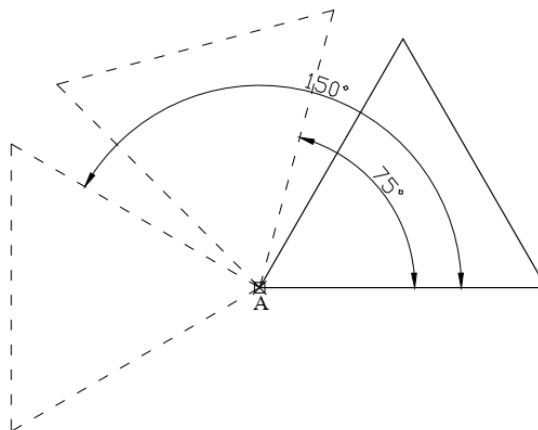
**MOVE** Specify second point or < use first point of displacement>:



Slika 5.8. Pomicanje objekata

## 5.6. ROTACIJA OBJEKATA

Naredba **ROTATE** (**Modify** → **Rotate** ) omogućuje zakretanje objekata (slika 5.9) oko hvatišta .



Slika 5.9. Zakretanje (rotacija) objekata

Prvi je korak odabir objekta (lijevi, zatim desni klik miša) koji želimo rotirati:

**ROTATE** Select objects:

Sljedeći je korak odabir hvatišta oko kojeg će se izvršiti zakret (rotacija):

**ROTATE** Specify base point:

Potrebno je definirati željeni kut zakreta (npr. 75 prema slici 5.9):

**ROTATE** Specify rotation angle or [Copy Reference] <90>: 75

Ako prilikom rotacije želimo zadržati izvorni objekt, potrebno je najprije odabrati opciju *Copy*, zatim definirati željeni kut zakreta.

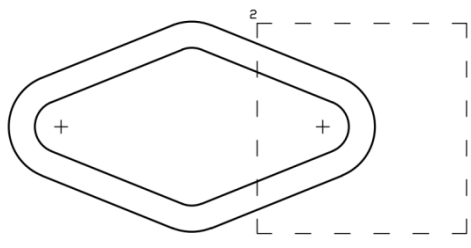
## 5.7. ISTEZANJE OBJEKATA

Naredba **STRETCH** (**Modify** → **Stretch** ) omogućuje istezanje objekata oko hvatišta.

Potrebno je odabrati dio objekta koji želimo izdužiti (slika 5.10).

Naredba se izvršava ispravno samo ako selektiramo objekt **zdesna nalijevo** (selektiranje slijeva nadesno prekida naredbu!!!).

**STRETCH** Select objects:

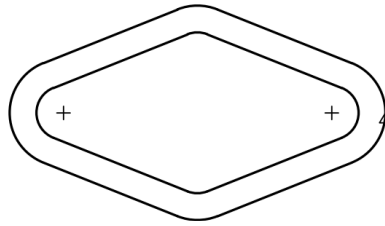


Slika 5.10. Odabir objekata izduživanja

Nakon odabira objekta objekt potvrđujemo desnim klikom miša (ENTER).

Sljedeći je korak odabir hvatišta (trokutić na slici 5.11) oko kojeg je izvršeno izduženje:

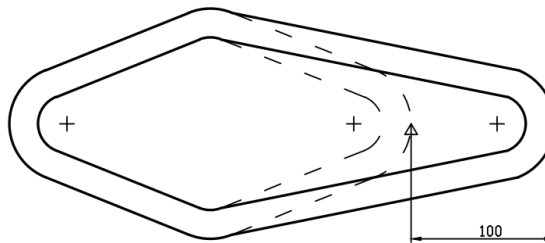
**STRETCH** Specify base point or [Displacement] <Displacement>:



Slika 5.11. Odabir hvatišta („trokutić“)

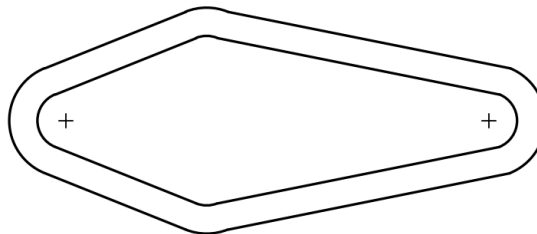
Sljedeći je korak odabir druge točke (udaljenost za koju će se izvršiti izduženje (slika 5.12) – npr. 100 mm:

**STRETCH** Specify second point or <use first point as displacement>: 100




Slika 5.12. Odabir točke istezanja

Konačan izgled objekta prikazan je na slici 5.13.



Slika 5.13. Konačan izgled objekta nakon istezanja

## 5.8. PROMJENA NA MJERU

Naredba **SCALE** (**Modify** → **Scale** ) omogućuje smanjenje ili uvećanje objekata za zadanu mjeru (slika 5.14).

Prvi je korak odabir objekata (lijevi, zatim desni klik miša) čiju mjeru želimo promijeniti:

**SCALE** Select scale objects:

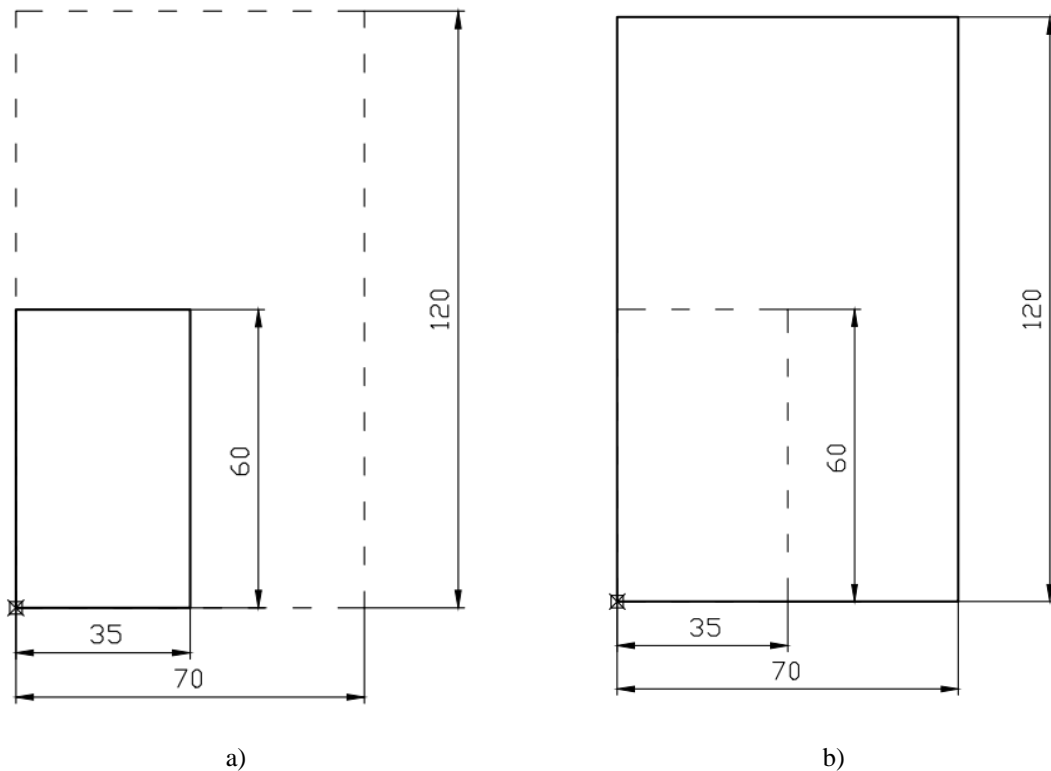
Sljedeći je korak odabir hvatišta u odnosu na koje će se izvršiti promjena uvećanja ili smanjenja:



**SCALE** Specify base point:


Potrebno je definirati faktor promjene na mjeru (npr. 0,5 što znači da ćemo objekt umanjiti – slika 5.14.a)):

**SCALE** Specify scale factor or [Copy Reference]: 0.5



Slika 5.14. Promjena veličine objekta – smanjenje a); uvećanje b)

## 5.9. IZDUŽIVANJE


Naredba **EXTEND** (**Modify** → **Extend** ) omogućuje izduživanje objekta do drugog objekta.

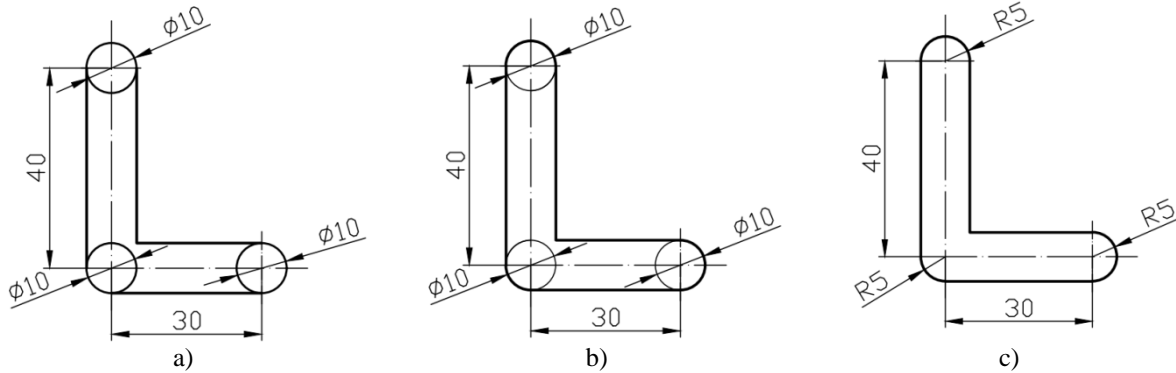
**EXTEND** Select objects or <select all>: ENTER

Ako nakon pozivanja naredbe EXTEND odaberemo opciju „označi sve“ (*select all*), omogućeno nam je jednostavno izduživanje na željenom objektu približavanjem pokazivača miša na objekte koje želimo izdužiti u odnosu na druge objekte.

Odabir potvrđujemo lijevim klikom miša.

## 5.10. ODSIJECANJE

Naredba **TRIM** (**Modify** → **Trim** ) omogućuje odsijecanje objekta od ruba rezanja zadanoga drugim objektima (slika 5.15).



Slika 5.15. Odsijecanje objekata

**TRIM** Select objects or <select all>: ENTER

Ako nakon pozivanja naredbe TRIM odaberemo opciju „označi sve“ (*select all*), omogućeno nam je jednostavno odsijecanje na željenom objektu približavanjem pokazivača miša na objekte koje želimo isjeći (objekti koji će biti isječeni postaju svjetliji), te klikom na te objekte.

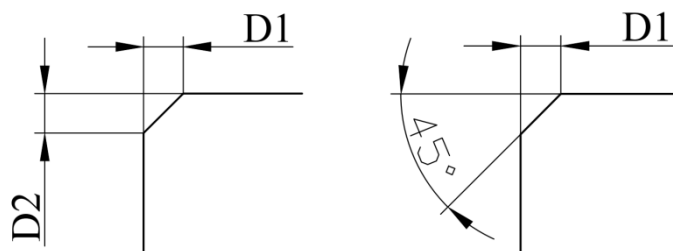
**TRIM** [Fence Crossing Project Edge eRase Undo]:

Opcija *Edge* određuje hoće li se objekt odsijecati od produžetka graničnog ruba:

**TRIM** Enter an implied edge extension mode [Extend No extend]: <Extend>

## 5.11. IZVOĐENJE SKOŠENJA

Naredba **CHAMFER** (**Modify** → **Chamfer** ) omogućuje skošenja na uglove objekata (slika 5.16).



Slika 5.16. Skošnje objekata

**CHAMFER** Select first line or [Undo Polyline Distance Angle Trim mEthod Multiple]:

Nakon pozivanja naredbe CHAMFER možemo odabrati između dva načina izvođenja skošenja odabirom opcije *Distance* ili *Angle*.

*Distance* – zadavanje dviju udaljenosti (D1 i D2)

*Angle* – zadavanje udaljenosti D1 i kuta skošenja

Odabiremo opciju ovisno o zadanim kotama. Ako je definirano skošenje pod kutom od 45°, vrijednosti D1 i D2 moraju biti jednake.

*Polyline* – skošavanje polilinije

*Trim* – određuje zadržavaju li se uglovi nakon skošavanja

*Multiple* – višestruko skošavanje

*Method* – kontrolira na koji se način linija skošenja izračunava iz točke sjecišta odabranih objekata ili segmenata linija (preko udaljenosti *Distance* ili kuta *Angle*):

**CHAMFER** Enter trim method [Distance Angle]: <Distance>

Sustavna varijabla EDGEMODE određuje hoće li se objekti skošavati u produžetku.

Ako odaberemo izvođenje skošenja zadavanjem dviju udaljenosti (*Distance*), potrebno je:

- definirati prvu udaljenost skošenja (npr. 1 mm)

**CHAMFER** Specify first chamfer distance <0.0000>: 1

- definirati drugu udaljenost skošenja (npr. 1 mm)

**CHAMFER** Specify second chamfer distance <1.0000>: 1

- odabrati prvu liniju koja će biti skošena

**CHAMFER** Select first line or [Undo Polyline Distance Angle Trim mEthod Multiple]:

- odabrati drugu liniju koja će biti skošena

**CHAMFER** Select second line or Shift-select to apply corner or [Distance Angle Method]:

Ako odaberemo izvođenje skošenja zadavanjem udaljenosti i kuta (*Angle*), npr. 45°, potrebno je:

- definirati duljinu skošenja prve linije (npr. 1 mm)

**CHAMFER** Specify chamfer lenght on the first line <0.0000>: 1

- definirati kut skošenja (npr. 45°)

**CHAMFER** Specify chamfer angle from the first line <0>: 45

- odabrati prvu liniju koja će biti skošena

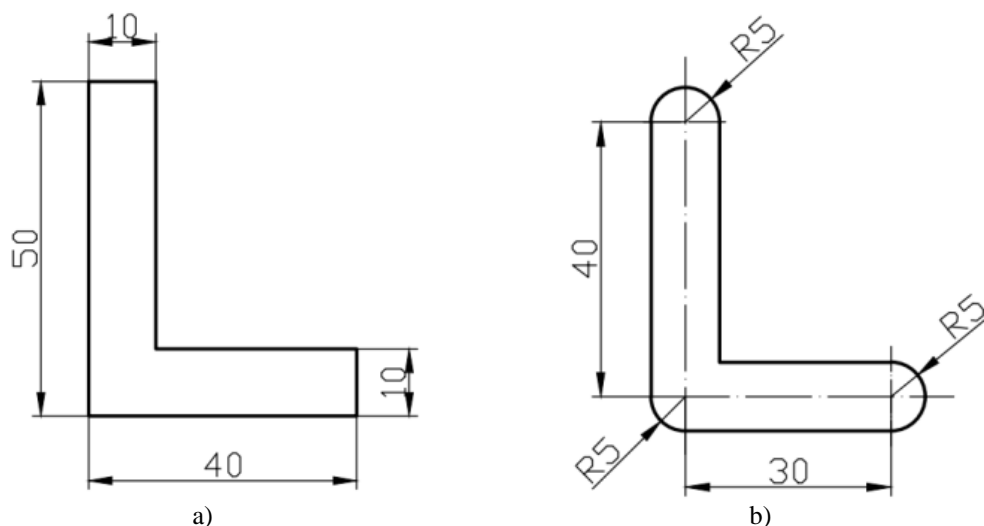
**CHAMFER** Select first line or [Undo Polyline Distance Angle Trim mEthod Multiple]:

- odabrati drugu liniju koja će biti skošena

**CHAMFER** Select second line or Shift-select to apply corner or [Distance Angle Method]:

## 5.12. IZVOĐENJE ZAOBLJENJA

Naredba **FILLET** (**Modify** → **Fillet** ) omogućuje zaobljenja uglova objekata (slika 5.17).



Slika 5.17. Zaobljenje objekata

Prvi korak prilikom zaobljenja objekata jest odabir opcije *Radius*:

**FILLET** Select first line or [Undo Polyline Radius Trim Multiple]:

Sljedeći je korak definiranje polumjera zaobljenja:

**FILLET** Specify fillet radius <0.0000>: 5

Odabir prvog objekta koji će biti zaobljen:

**FILLET** Select first object or [Undo Polyline Radius Trim Multiple]:

Odabir drugog objekta koji će biti zaobljen:

**FILLET** Select second object or shift-select to apply corner or [Radius]:


Nakon pozivanja naredbe FILLET odabiremo opciju **Radius** kojom definiramo polumjer zaobljenja.

*Polyline* – skošavanje polilinije

*Trim* – određuje zadržavaju li se uglovi nakon skošavanja

*Multiple* – višestruko skošavanje

### 5.13. RASTAVLJANJE OBJEKATA

Naredba **BREAK** (**Modify** → **Break** ) omogućuje rastavljanje dijelova linija, kružnica, elipsa i *spline* krivulja.


Prvi je korak odabir objekata koje želimo rastaviti. Mjesto odabira zapravo se shvaća kao prva točka rastavljanja:

**BREAK** Select object:

Sljedeći je korak odabir druge točke rastavljanja:

**BREAK** Specify second break point or [First point]:

### 5.14. SPAJANJE OBJEKATA

Naredba **JOIN** (**Modify** → **Join** ) omogućuje spajanje dijelova linija, kružnica, elipsa i *spline* krivulja u cjelinu.


Prvi je korak odabir objekata koje želimo spojiti:

**JOIN** Select source object or multiple objects to join at once:

Odabir objekata koje spajamo u cjelinu potvrđujemo tipkom ENTER:

**JOIN** Select object to join: ENTER

## 5.15. RAZBIJANJE OBJEKATA

Naredba EXPLODE (**Modify** → **Explode** ) omogućuje razbijanje složenih objekata na sastavne objekte.


Prvi je korak odabir objekata koje želimo „razbiti“ na sastavne dijelove:

**EXPLODE** Select object:

Odabir potvrđujemo tipkom ENTER:

**EXPLODE** Select object: ENTER

## 5.16. BRISANJE OBJEKATA

Naredba **ERASE** (**Modify** → **Erase** ) omogućuje brisanje odabranih objekata. Nakon pozivanja naredbe zahtijeva se označavanje objekata predviđenih za brisanje (*Select objects*).

Objekti se mogu odabrati pojedinačno, klikom na željeni objekt ili odabirom više objekata prozorom.


Odabir objekata prozorom moguć je odabirom (lijevi klik miša) **zdesna nalijevo** ili **slijeva nadesno**. Razlika je u tome što će odabirom objekata slijeva nadesno biti odabrani samo oni objekti koji se cijeli nalaze unutar prozora za odabir (korisno kod složenih crteža), dok će kod odabira zdesna nalijevo biti označeni svi objekti koje prozor dotiče.

Objekte je moguće brisati i naredbom DELETE. Željene objekte označimo, zatim unosom naredbe DELETE ili pritiskom istoimene tipke na tipkovnici (Del) brišemo odabrane objekte.

## 5.17. SVOJSTVA OBJEKATA

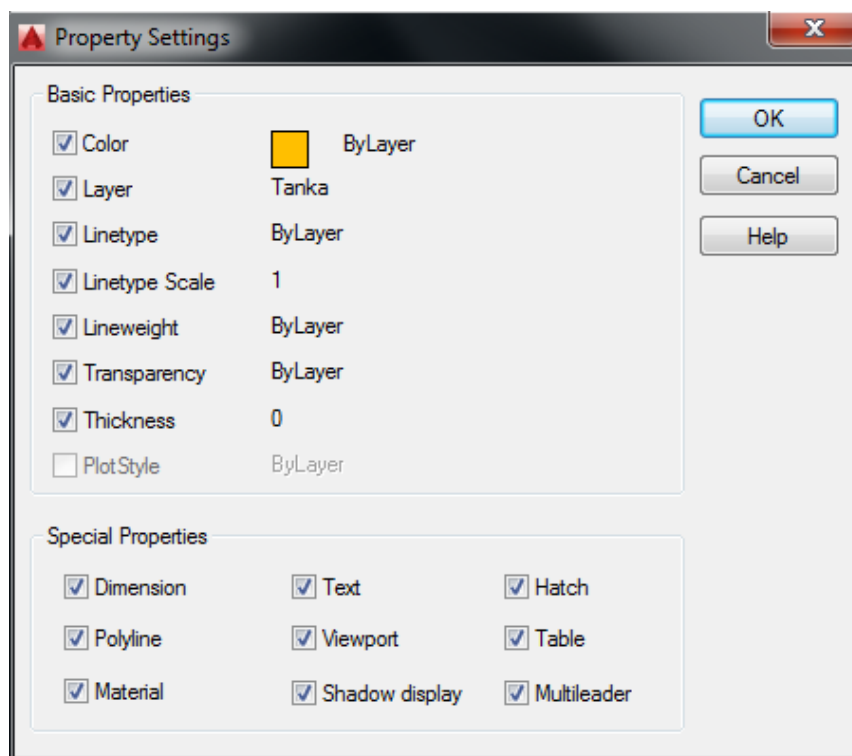
Naredba PROPERTIES (**Modify** → **Properties**, *desni klik* na odabrani objekt ili **Ctrl+1**) omogućuje prikaz odnosno izmjenu svojstava objekata.

## 5.18. SVOJSTVA PODUDARANJA (*Match properties*)

Naredba **MATCHPROPERTIES** (**Modify** → **Match properties** ) omogućuje prenošenje svojstava (npr. debljina i vrsta linija, veličina slova, veličina kotnih oznaka, svojstva šrafure i sl.) s označenog objekta čija svojstva želimo prenijeti na druge objekte.

Nakon poziva naredbe MATCHPROP potrebno je odabrati bazni objekt, odnosno objekt s kojeg želimo preuzeti svojstva, zatim klikom na ostale objekte ta svojstva pridružujemo.


Ako nam nije namjera preuzeti sva svojstva s nekog objekta (primjerice želimo preuzeti samo boju nekog objekta, ali ne i razinu (*layer*), odabirom (desni klik miša na objektu s kojeg želimo preuzeti svojstva) dijaloga *Settings* odabiremo svojstva koja želimo preuzeti (slika 5.18).



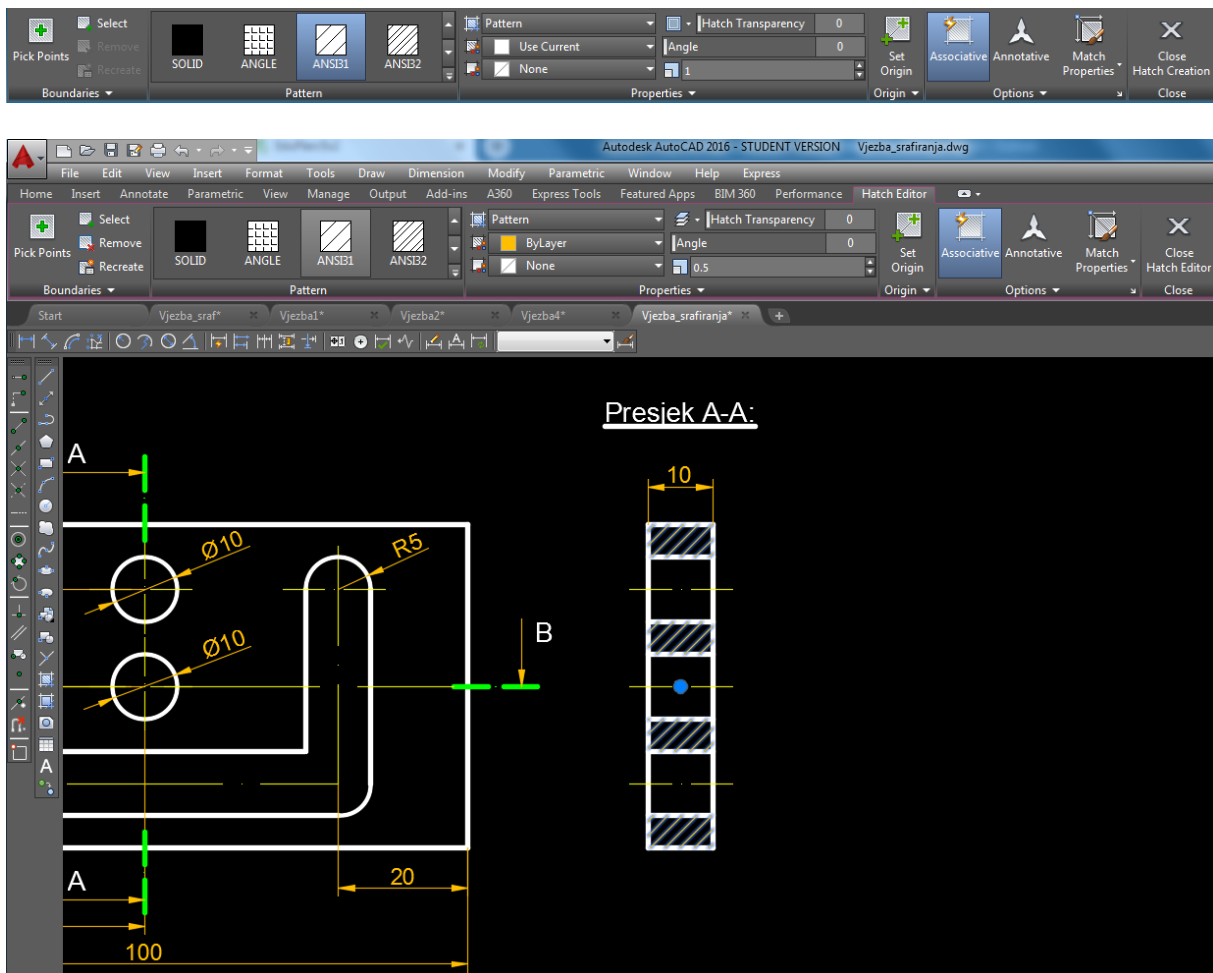
Slika 5.18. Odabir svojstava podudaranja

## 6. ISPUNJAVANJE UZORKOM

### 6.1. HATCH

Naredba **HATCH** (**Draw** → **Hatch** ) omogućuje ispunjavanje **zatvorenih** područja uzorkom.

Pozivanjem naredbe HATCH otvara se dijalog za ispunjavanje uzorcima prikazan na slici 6.1.



Slika 6.1. Ispunjavanje uzorkom

Potrebno je odabrati područja koja želimo ispuniti uzorkom (šrafurom):

**HATCH** Pick internal point or [Select objects Undo settings]:

Nakon što smo odabrali područje koje želimo šrafirati, podešavamo odgovarajući uzorak (u ovom slučaju ANSI31). Razmak između linija („gustoća“) šrafure podešava se opcijom *scale*. Nakon svih postavljenih parametara izbor potvrđujemo tipkom ENTER.

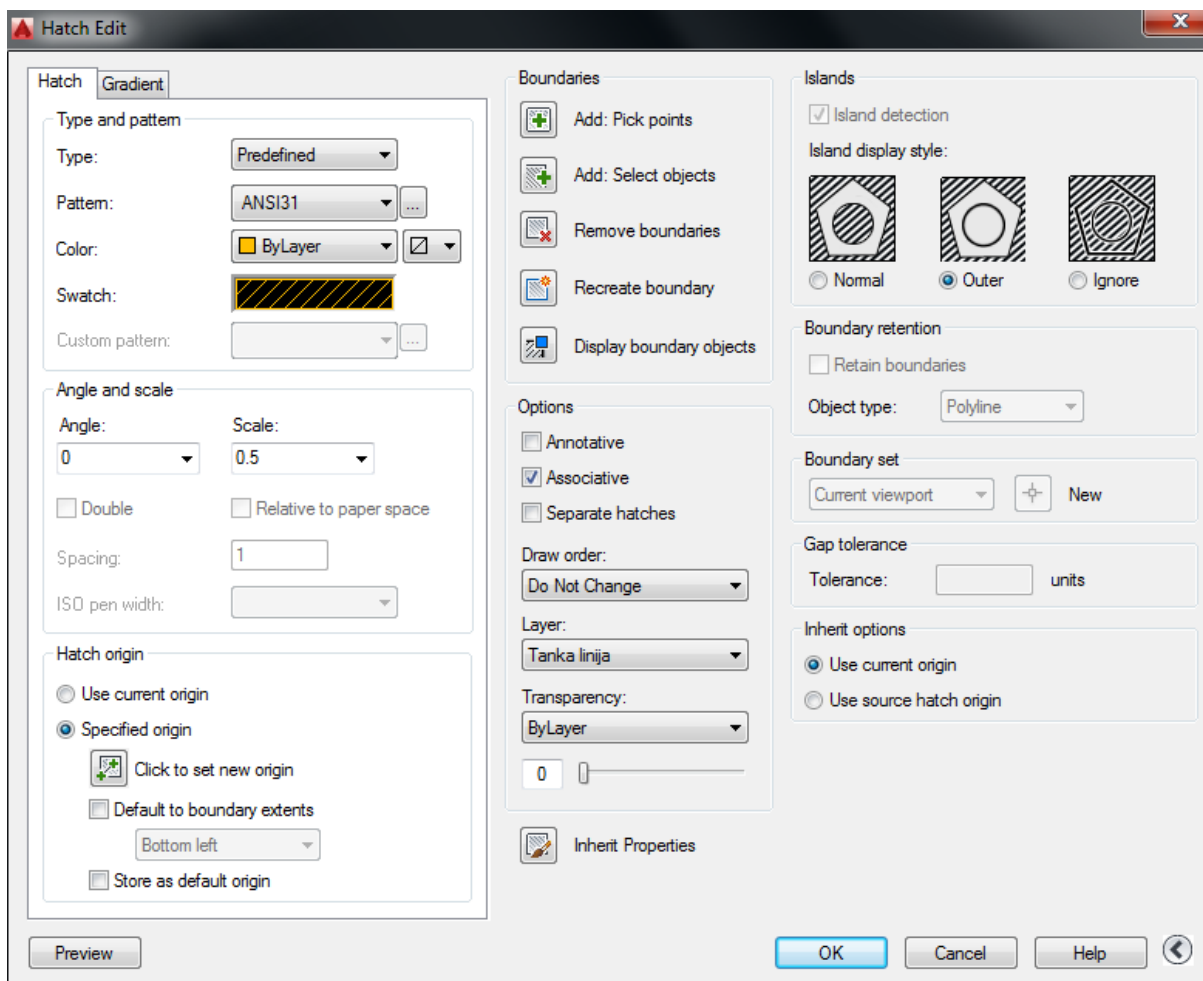
**HATCH** ENTER



## 6.2. HATCH EDIT

Sve naknadne promjene vezane uz ispunjavanje uzorkom mogu se uređivati u dijaloškom okviru *Hatch Edit* pozivom istoimene naredbe (slika 6.2).

Gumb *Preview* omogućuje uvid u trenutčne postavke ispunjavanja na odabranom objektu.



Slika 6.2. Unos promjena pri ispunjavanju uzorkom

U nastavku su dana pojašnjenja stavki dijaloga ispunjavanja uzorkom.

#### Kartica Hatch

*Type* – predstavlja tip, odnosno vrstu uzorka

*Pattern* – popis svih dostupnih uzoraka

*Color* – odabir boje uzorka (preporuka *By Layer* – definirana razina za ispunjavanje uzorkom, u većini slučajeva šrafurom)

*Swatch* – aktivni uzorak

*Custom Pattern* – popis dostupnih korisničkih uzoraka

*Angle* – kut zakreta uzorka u odnosu na apscisu aktivnog koordinatnog sustava (Prilikom odabira ANSI31 uzorka kojim se koristimo za šrafuru preddefinirani kut je 0, međutim šrafura se iscertava pod nagibom od 45°. Ako uzmemo da je kut 90°, šrafura će biti iscertana pod 45°, ali u suprotnome smjeru.)

*Scale* – mjera uvećanja ili smanjenja kojom reguliramo „gustoću“ uzorka

#### Boundaries

*Add: Pick points* – zadavanje točaka unutar područja ispunjavanja (najčešće korišteno)

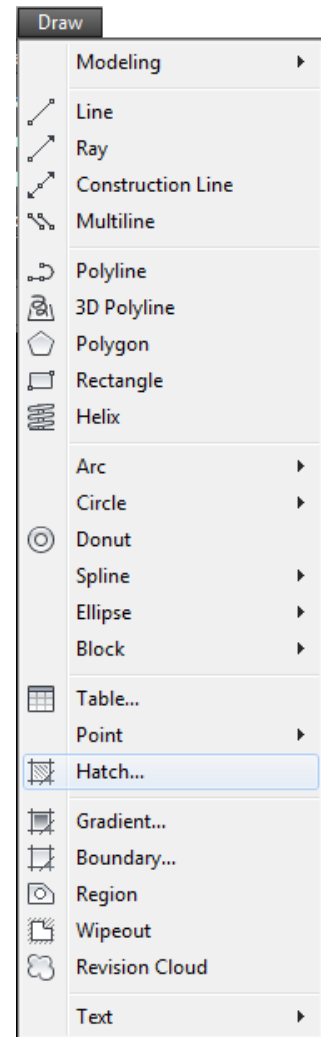
*Add: Select objects* – odabir objekata ispunjavanja

*Remove boundaries* – uklanjanje odabranih objekata iz granice ispunjavanja uzorkom

*Recreate boundary* – redefiniranje granica

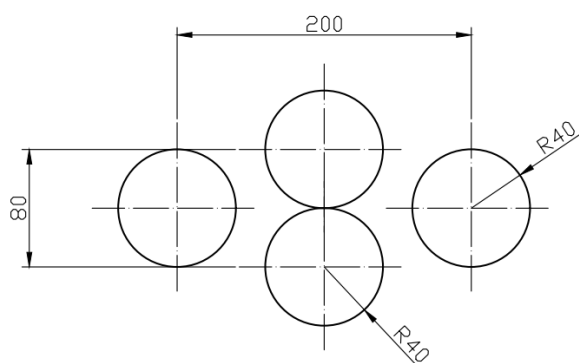
*Display boundary objects* – prikaz trenutnih granica ispunjavanja u radnom prostoru

*Inherit properties* – preuzimanje svojstava ispunjavanja s postojećeg ispunjenog objekta.

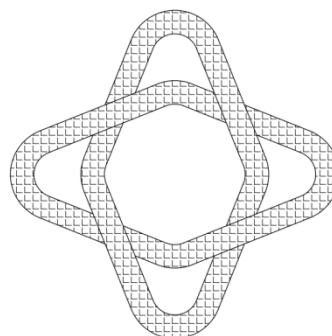


**PRIMJER ZA VJEŽBU**

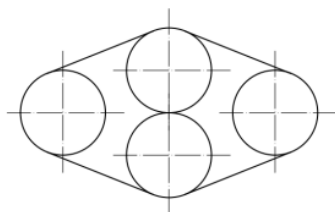
Prema zadanom primjeru (slika 6.3) nacrtati remenicu, uz aktivan nišan tangent, te primijeniti prethodno pojašnjene naredbe (COPY, MOVE, MIRROR, TRIM, JOIN, OFFSET, ROTATE, HATCH) kako bi se postigao konačan izgled objekta.



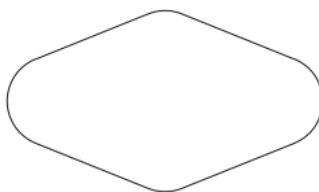
Slika 6.3. Priprema za crtanje pojednostavljene remenice



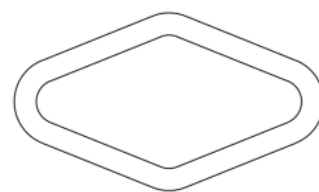
Konačan izgled



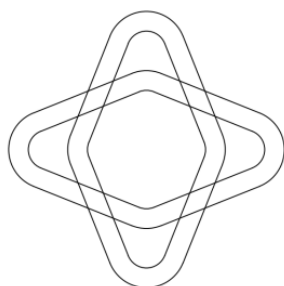
Remenica – pojednostavljeno



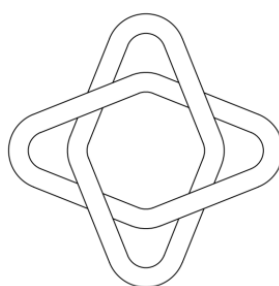
TRIM, JOIN



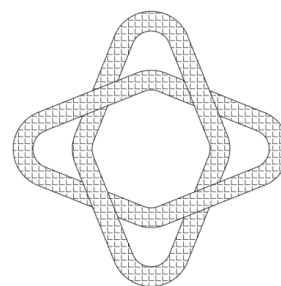
OFFSET



ROTATE



TRIM



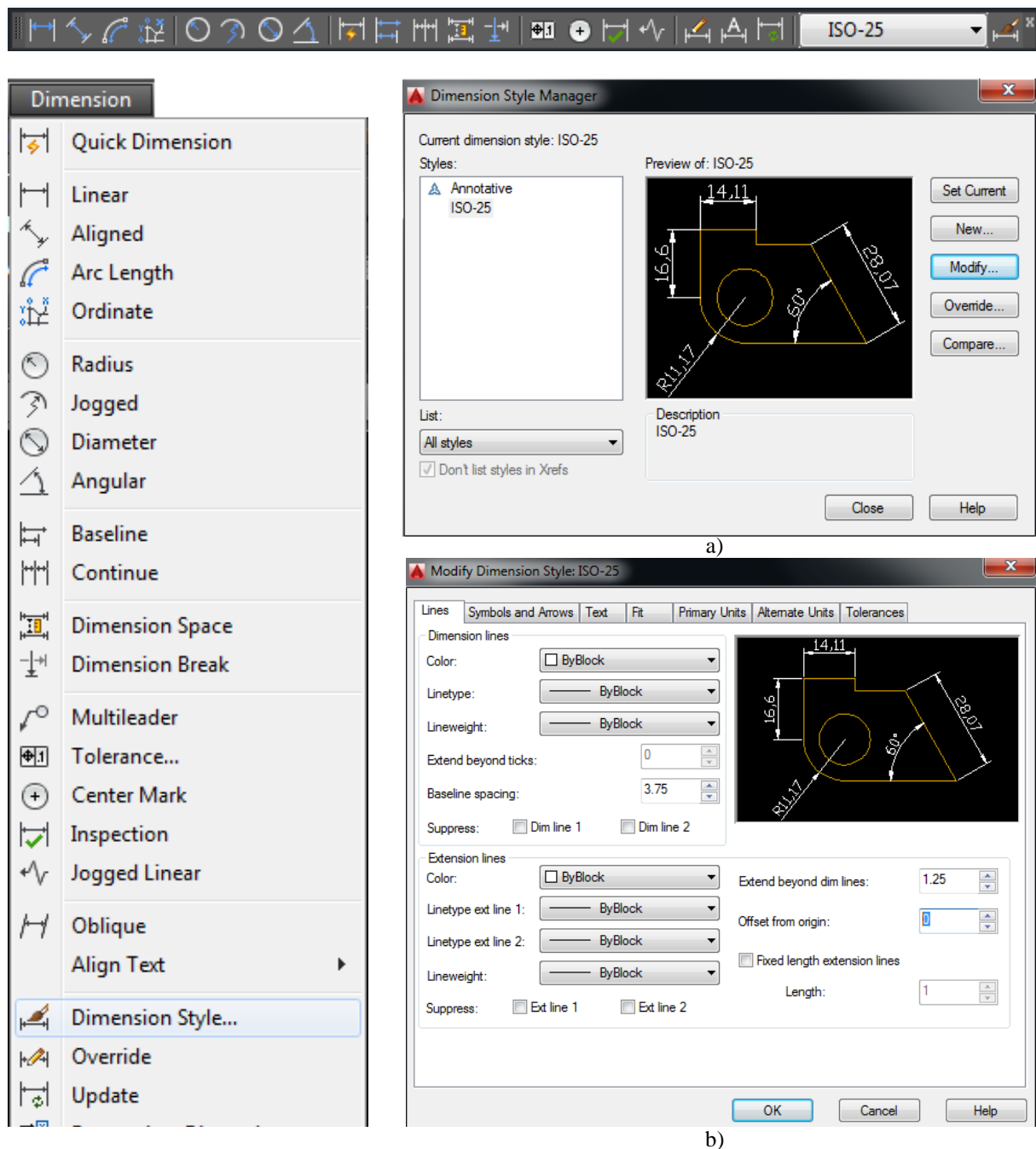
HATCH

## 7. KOTIRANJE

Naredbe za kotiranje nalaze se u padajućem izborniku *Dimension*, odnosno u istoimenoj alatnoj traci (slika 7.1).

Prilikom otvaranja svakog novog AutoCAD-ova dokumenta, uz definiranje razina, potrebno je definirati kotni stil (slika 7.1) te kotirati odabrane objekte naredbama za kotiranje.

Naredba DIMSTYLE (**Dimension** → **Dimension style** ) omogućuje promjenu kotnog stila.



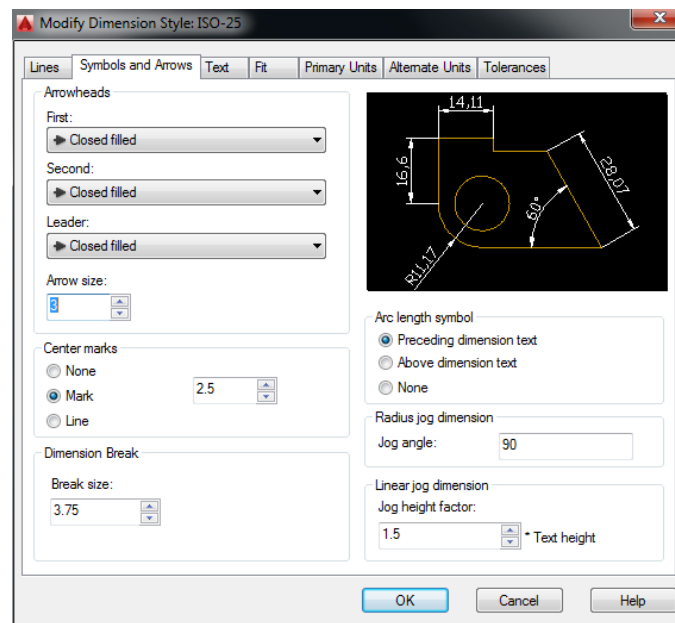
Slika 7.1. Definiranje kotnog stila

Pozivanjem naredbe DIMSTYLE otvara se dijalog *Dimension Style Manager*.

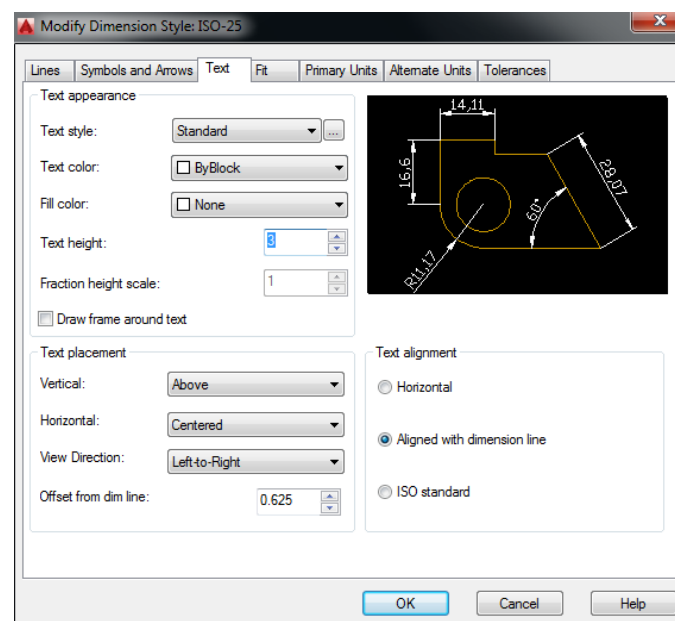
Prema slici 7.1.a) odabrani kotni stil je ISO-25. Moguće su izmjene postojećega kotnog stila odabirom opcije *Modify* (slika 7.1.a)). Također je omogućeno stvaranje novoga kotnog stila odabirom opcije *New* te privremena promjena kotnog stila (*Override*).

Prva kartica *Lines*, među ostalim, omogućuje namještanje udaljenosti kota od objekta (*Offset from origin* – slika 7.1.b). Odabirom nule (0) definiramo da ne postoji razmak između radnog komada (objekta) i pripadajuće kote, već kota izlazi iz vrha radnog komada.

Kartica *Symbols and Arrows* omogućuje namještanje veličine kotnih strelica (slika 7.2.a), dok kartica *Text* omogućuje namještanje visine teksta (brojeva) (slika 7.2.b)).



a)

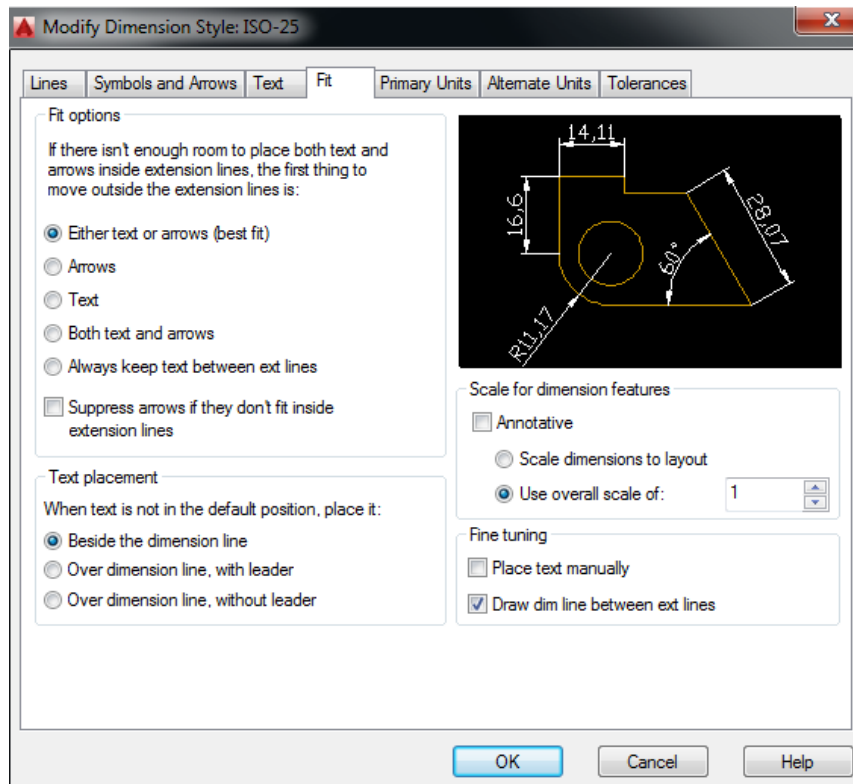


b)

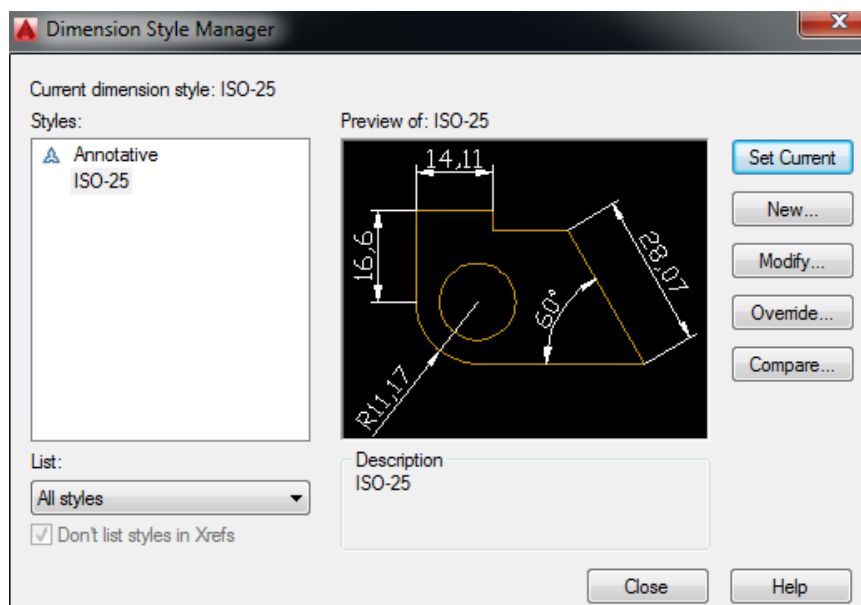
Slika 7.2. Definiranje veličine kotnih strelica i visine teksta

Kartica *Fit*, među ostalim, omogućuje promjenu mjerne veličine svih kota (veličina teksta i veličina strelica) u radnom prostoru promjenom vrijednosti opcije *Use overall scale of* (slika 7.3.a)).

Nakon unesenih izmjena odabirom opcije *Set Current* primjenjujemo novoodabrana svojstva na sve objekte u radnom prostoru (slika 7.3.b)).



a)

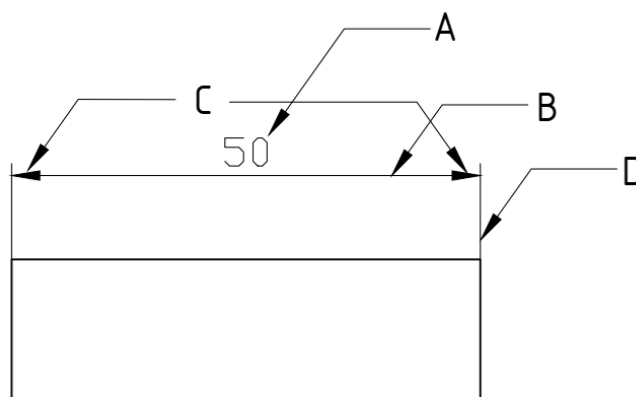


b)

Slika 7.3. Promjena mjerne veličine svih kota u radnom prostoru

## 7.1. DIJELOVI KOTE

Kota predstavlja blok sastavljen iz više dijelova, kako prikazuje slika 7.4.



Slika 7.4. Dijelovi kote

**A** – tekst kote (*Dimension Text*)

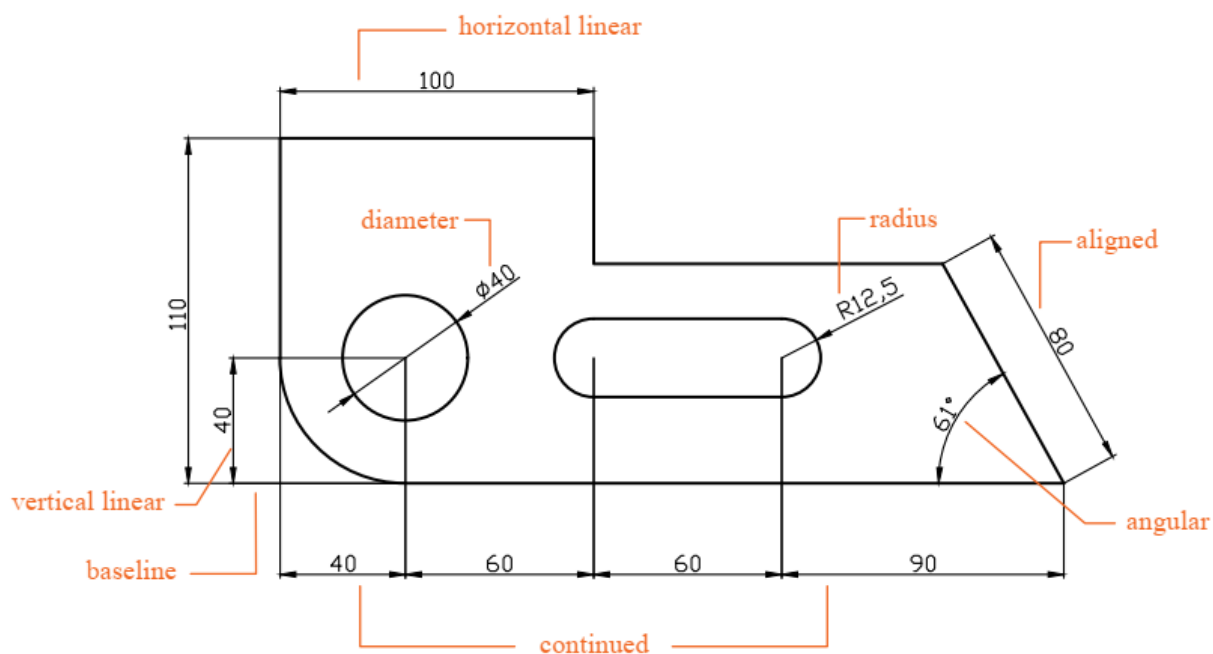
**B** – mjerna crta (*Dimension Line*)

**C** – završetak kote (*Arrowhead*)

**D** – pomoćna mjerna crta (*Extension Line*)

## 7.2. VRSTE KOTA

Vrste kote podržane programom AutoCAD prikazane su na slici 7.5.



Slika 7.5. Vrste kote u AutoCAD-u

### 7.3. LINEARNE KOTE

Izvedba linearnih kota moguća je kao horizontalna (*horizontal*) i vertikalna (*vertical*).

Naredba **DIMLINEAR** (**Dimension** → **Linear** ) omogućuje horizontalno i vertikalno kotiranje.

Potrebno je definirati prvu točku na odabranom objektu koja će biti polazište kote:

**DIMLINEAR** Specify first extension line origin or <select object>:

Sljedeći je korak definiranje druge točke koja označava završetak kote. Klikom (lijevi) miša potvrđujemo odabrano:

**DIMLINEAR** Specify second extension line origin:

Ako želimo izmijeniti kotni tekst ili zakrenuti kotu pod nekim kutom prije potvrde klikom miša, odabiremo jednu od ponuđenih opcija:

**DIMLINEAR** [**M**text **T**ext **A**ngle **H**orizontal **V**ertical **R**otated]:

Pojašnjenja ponuđenih opcija:

*Horizontal* – određivanje horizontalnog kotiranja – slika 7.6.a)

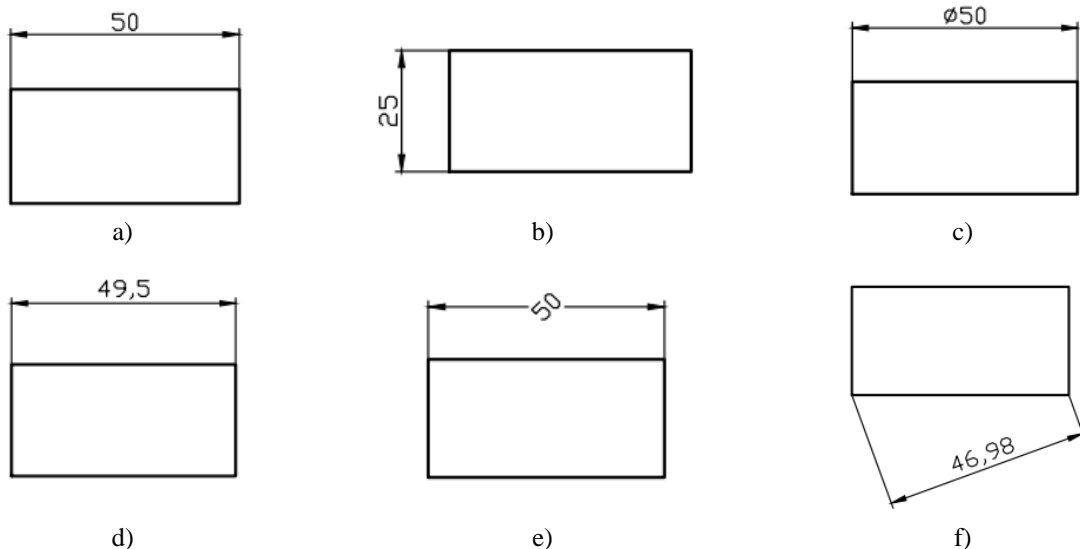
*Vertical* – određivanje vertikalnog kotiranja – slika 7.6.b)

*Mtext* – oblikovanje kotnog teksta (naredba MTEXT) – slika 7.6.c)

*Text* – izmjena teksta (novi unos) – slika 7.6.d)

*Angle* – zakretanje kotnog teksta – slika 7.6.e)

*Rotated* – zakretanje linearne kote – slika 7.6.f) (kota zakrenuta za 20°)



Slika 7.6. Izvedba linearnih kota



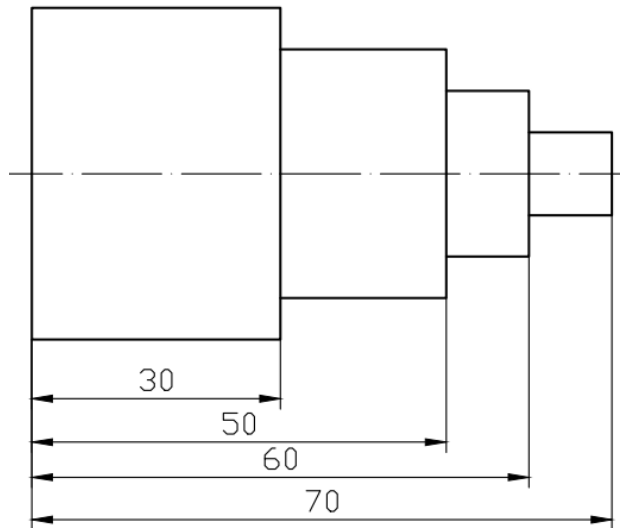
## 7.4. KOTIRANJE OD ZAJEDNIČKE OSNOVE

Naredba **DIMBASELINE** (**Dimension** → **Baseline** ) omogućuje kotiranje od zajedničke osnove (slika 7.7).

Prema primjeru (slika 7.7), najprije je kotirana dimenzija iznosa 30 mm korištenjem naredbe DIMLINEAR, zatim je pozivom naredbe DIMBASELINE nastavljeno kotiranje (preostalih dimenzija – 50, 60 i 70 mm) od zajedničke osnove.

**DIMBASELINE** Specify second extension line origin or [Select Undo] <Select>:

Naredba završava tipkom ESC.



Slika 7.7. Kotiranje od zajedničke osnove

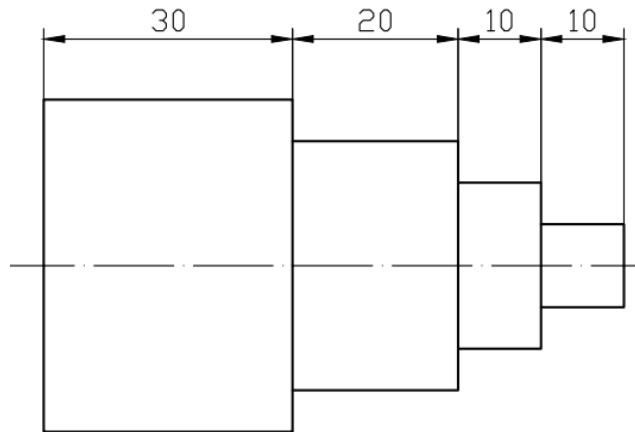
## 7.5. ULANČANO KOTIRANJE

Naredba **DIMCONTINUE** (**Dimension** → **Continue** ) omogućuje ulančano kotiranje (slika 7.8).

Prema primjeru (slika 7.8), najprije je kotirana dimenzija iznosa 30 mm korištenjem naredbe DIMLINEAR, zatim je pozivom naredbe DIMCONTINUE nastavljeno ulančano kotiranje preostalih dimenzija – 20, 10 i 10 mm.

**DIMCONTINUE** Specify second extension line origin or [Select Undo] <Select>:

Naredba završava tipkom ESC.



Slika 7.8. Ulančano kotiranje

## 7.6. PORAVNANE KOTE

Naredba **DIMALIGNED** (**Dimension** → **Aligned** ) omogućuje kotiranje u ravnini s objektom (slika 7.9).

Odabir prve krajnje točke objekta kotiranja:

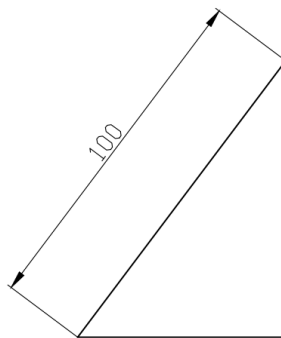
**DIMALIGNED** Specify first extension line origin or <select object>:

Odabir druge krajnje točke objekta kotiranja:

**DIMALIGNED** Specify second extension line origin:

Naredbe *Mtext* *Text* *Angle* analogne su naredbi DIMLINEAR.

**DIMALIGNED** [*Mtext* *Text* *Angle*]:



Slika 7.9. Poravnane kote

## 7.7. KOTIRANJE POLUMJERA

Naredba **DIMRADIUS** (**Dimension** → **Radius** ) omogućuje kotiranje polumjera kružnice ili luka (slika 7.10).


Odabir kružnog luka ili kružnice:

**DIMRADIUS** Select arc or circle:

Pomicanjem pokazivača određen je položaj kote i kotnog teksta:

**DIMRADIUS** Specify dimension line location or [Mtext Text Angle]:

## 7.8. KOTIRANJE PROMJERA

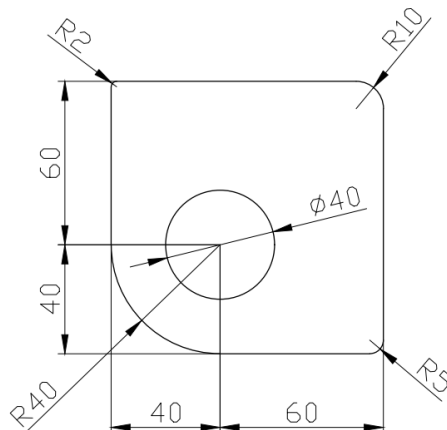
Naredba **DIMDIAMETER** (**Dimension** → **Diameter** ) omogućuje kotiranje promjera kružnice ili luka (slika 7.10).

Odabir kružnog luka ili kružnice:

**DIMDIAMETER** Select arc or circle:

Pomicanjem pokazivača određen je položaj kote i kotnog teksta:

**DIMDIAMETER** Specify dimension line location or [Mtext Text Angle]:



Slika 7.10. Kotiranje polumjera i promjera

## 7.9. KOTIRANJE KRUŽNOG LUKA

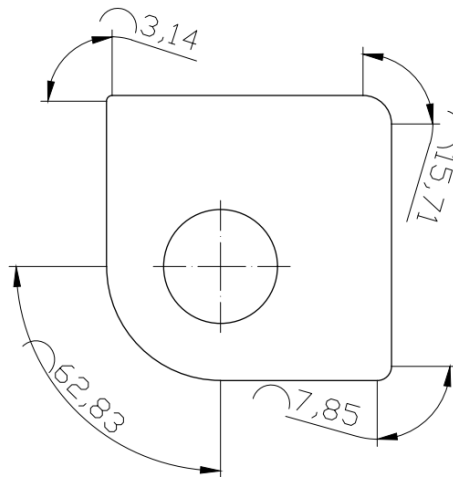
Naredba **DIMARC** (**Dimension** → **Arc Length** ) omogućuje kotiranje kružnog luka (slika 7.11).

Odabir kružnog luka ili segmenta luka polilinije:

**DIMARC** Select arc or polyline arc segment:


Pomicanjem pokazivača određen je položaj kote i kotnog teksta kružnog luka:

**DIMDIAMETER** Specify arc length dimension location, or [Mtext Text Angle Partial]:

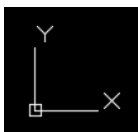


Slika 7.11. Kotiranje kružnog luka

## 7.10. KOTIRANJE KOORDINATA

Naredba **DIMORDINATE** (**Dimension** → **Ordinate** ) omogućuje kotiranje koordinata (X, Y) zadanih točaka prema aktivnom koordinatnom sustavu (slika 7.12).

U pravilu, potrebno je postaviti novi koordinatni sustav (UCS) u željenu točku ishodišta ili objekte koje želimo kotirati pozicionirati u ishodište aktivnog UCS-a.



Ishodište aktivnog UCS-a u Auto CAD-u

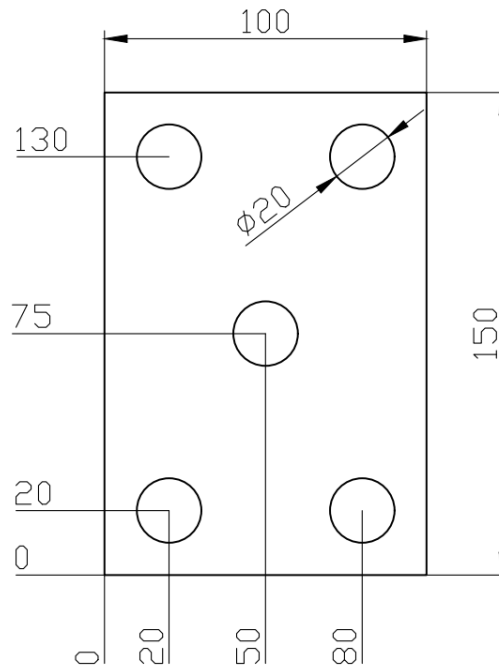
Prilikom kotiranja koordinata potrebno je uključiti ORTHO mod.

Potrebno je zadati polaznu točku kotiranja koordinata:

**DIMORDINATE** Specify feature location:

odnosno krajnju točku pokazivača (*leader*):

**DIMORDINATE** Specify leader endpoint or [Xdatum Ydatum Mtext Angle]:



Slika 7.12. Kotiranje koordinata

## 7.11. POKAZIVAČ

Upotrebljava se pri označavanju pozicija, presjeka, znakova površinske obrade i dr. (slika 7.13).

Naredbe koje se rabe za postavljanje pokazivača jesu MLEADER, QLEADER i LEADER.

Sve navedene naredbe u konačnici imaju istu svrhu, postavljanje pokazivača, a razlikuju se po stupnju složenosti.

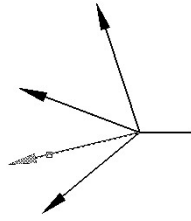
Kako i samo ime (*Multileader*) nalaže, možemo zaključiti da najviše mogućnosti nudi naredba MLEADER.

### 7.11.1. MLEADER (*Multi Leader*)

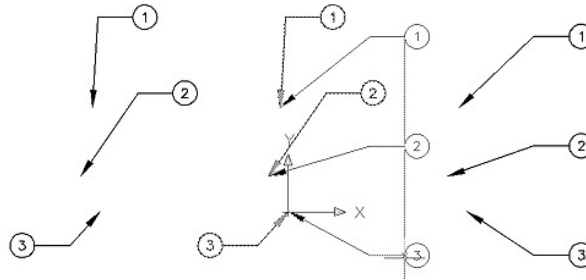
Naredba **MLEADER** (**Dimension** → **Multileader** ) omogućuje postavljanje pokazivača s tekstom.

Naredba MLEADER zapravo nije jedna naredba, već se sastoji od nekoliko naredaba kojima se pristupa preko *Multileader* alatne trake, a koje omogućuju:

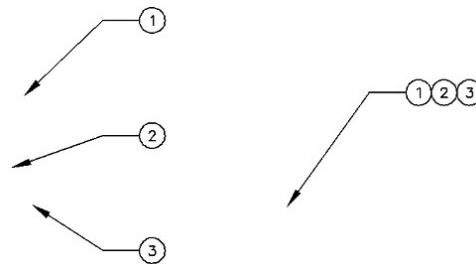
- dodavanje ili uklanjanje dodatnih strelica pokazivača na postojećem objektu pokazivača



- uredno poravnavanje pokazivača



- prikupljanje višestrukih pokazivača u jedan pokazivač



Naredba MLEADER pamti posljednji upotrijebljeni slijed, te prilikom ponovnog korištenja naredbe taj slijed nudi kao zadani.

**MLEADER** Specify first corner of text or [leader arrowHead first leader Landing first Options] <Options> :

Ako je odabrana opcija određivanja početne točke strelice pokazivača (*leader arrowHead first*), MLEADER izvršava naredbu na isti način kao i naredbe LEADER i QLEADER.

### 7.11.2. LEADER

Naredba **LEADER** omogućuje postavljanje pokazivača s tekstom.

Određivanje početne točke strelice pokazivača:

**LEADER** Specify leader start point:

Određivanje druge točke strelice pokazivača:

**LEADER** Specify next point :

Tipkom ENTER definiramo završetak strelice pokazivača:

**LEADER** Specify next point or [Annotation Format Undo] <Annotation>: ENTER

Ako ne želimo automatski predviđeno mjesto za ispis teksta uz pokazivač, ponovno potvrđujemo tipkom ENTER:

**LEADER** Enter first line of annotation text or <options> : ENTER

Umjesto predviđenog mjesta za ispis teksta odabiremo opciju *None* čime naredba završava:

**LEADER** Enter an annotation option [Tolerance Copy Block *None* Mtext] <Mtext>:  
None

Tekst je moguće upisati i pozicionirati prema želji odabirom naredbe za oblikovanje teksta DTEXT.

### 7.11.3. QLEADER (*Quick Leader*)

Naredba **QLEADER** također omogućuje postavljanje pokazivača s tekstom.

QLEADER identično izvodi naredbu za kreiranje pokazivača kao i naredba LEADER, s jedinom razlikom, a to je što su različite opcije oblikovanja dostupne i u dijaloškom okviru (odabirom opcije *Settings* pritiskom tipke ENTER umjesto odabira početne točke pokazivača) umjesto kao zapis naredbe u komandnoj liniji.

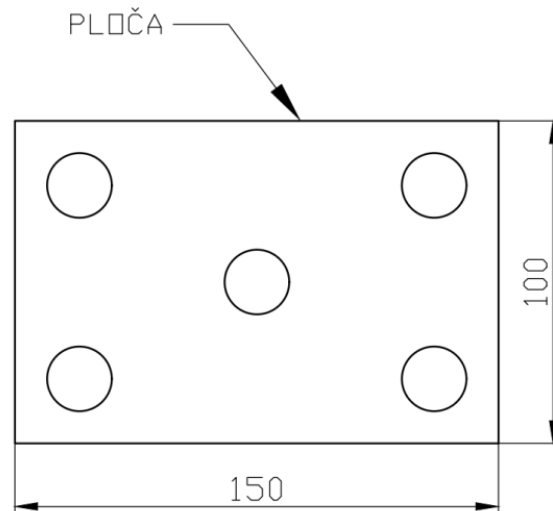
Određivanje početne točke strelice pokazivača (identično naredbi LEADER) ili odabir opcije *Settings* koja otvara dijaloški okvir s trima karticama:

**QLEADER** Specify first leader point or [*S*ettings] <Settings> :

Određivanje druge točke, odnosno mjesto završetka strelice pokazivača:


**QLEADER** Specify next point :

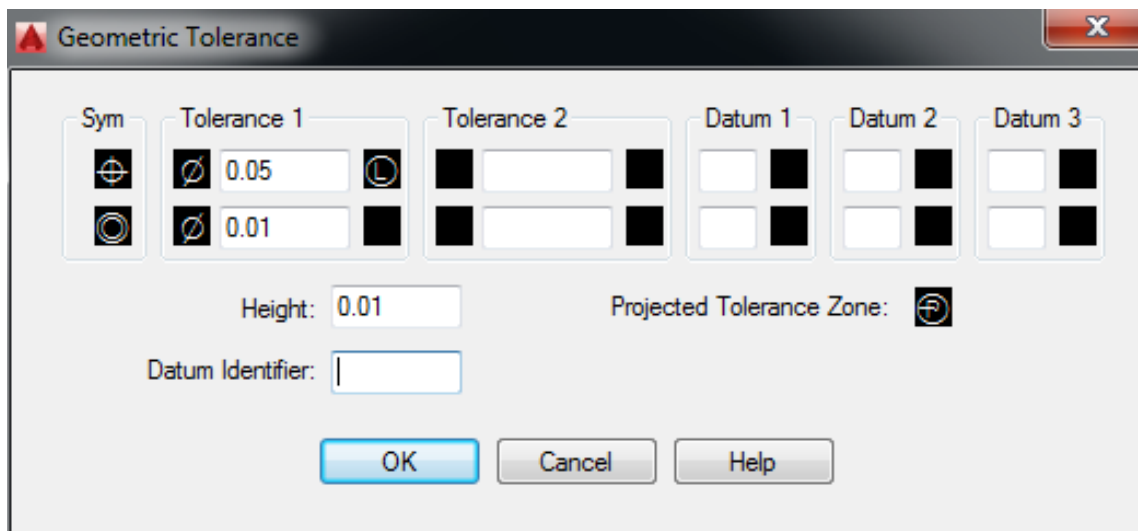
Tipkom ESC završavamo naredbu.



Slika 7.13. Pokazivač

## 7.12. GEOMETRIJSKE TOLERANCIJE

Naredba **TOLERANCE** (**Dimension** → **Tolerance** ) omogućuje postavljanje geometrijskih tolerancija (slika 7.14). Upotrebljava se u kombinaciji s pokazivačem – naredba QLEADER.



Slika 7.14. Definiranje geometrijskih tolerancija

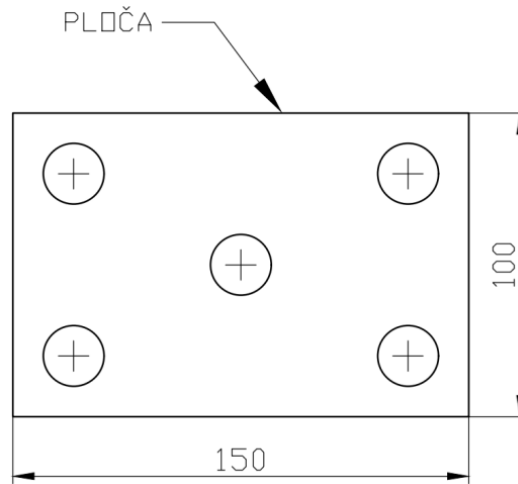
## 7.13. OZNAČAVANJE SREDIŠTA (*CENTERMARK*)

Naredba **DIMCENTER** (**Dimension** → **Center Mark** ) omogućuje označavanje središta luka ili kružnice (+).



Označavanje središta luka ili kružnice moguće je izvršiti odabirom željenog luka ili kružnice:

**DIMCENTER** Select arc or circle:



Slika 7.15. Označavanje središta luka ili kružnice

## 7.14. DIMSCALE

Naredba DIMSCALE omogućuje promjenu kotnog stila, odnosno promjenu veličine kotnih strelica i visine teksta.

Zadana (*defaultna*) vrijednost je 1 (jedan), međutim ako promijenimo vrijednost na npr. 2, veličina svih naknadno kotiranih dimenzija (veličina teksta i kotnih strelica) bit će dvostruko uvećana.

**DIMSCALE** Enter a new value for DIMSCALE <1.0000>: 2

## 7.15. DIMLFAC

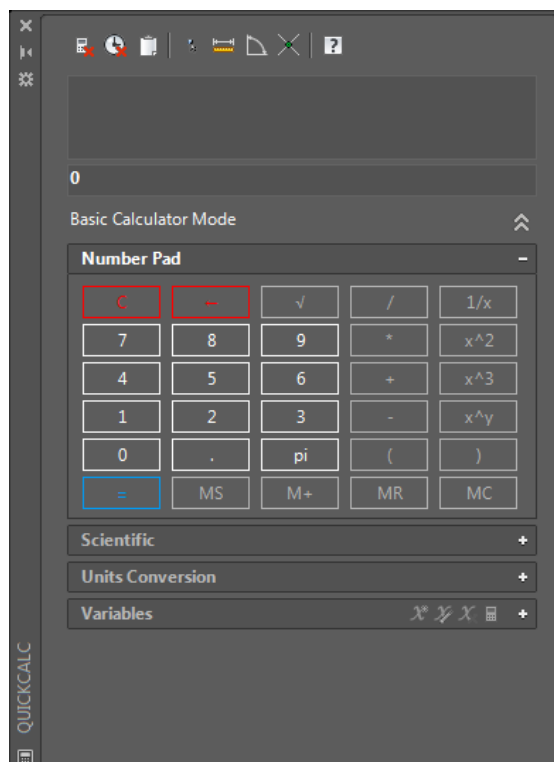
Naredba DIMLFAC omogućuje promjenu veličine dimenzija crteža.

Zadana (*defaultna*) vrijednost je 1 (jedan), međutim ako promijenimo vrijednost na npr. 0.5, sve će dimenzije biti smanjene u pola (npr. kota koja je mjerenjem iznosila 100 mm, nakon unosa nove vrijednosti za DIMLFAC u iznosu 0.5, ponovnim kotiranjem iznositi će 50 mm).

**DIMLFAC** Enter a new value for DIMLFAC <1.0000>: 0.5

## 7.16. QUICKCALCULATOR


Prilikom crtanja u AutoCAD-u često se javlja potreba za izračunavanjem izmjera na crtežu, što dodatno olakšava mogućnost korištenja brzog kalkulatora pozivanjem naredbe QUICKCALCULATOR. Brzi kalkulator prikazan je na slici 7.16.




Slika 7.16. Brzi kalkulator

## 8. KREIRANJE BLOKOVA

### 8.1. BLOK


Naredba **BLOCK** (**Draw** → **Block** → **Make** ) omogućuje kreiranje blokova.

Pozivom naredbe **BLOCK** otvara se dijalog *Block Definition* u kojem je omogućeno kreiranje novog bloka (slika 8.1). U ovom slučaju kao primjer kreiranja bloka uzet je znak za označavanje postupka obrade .

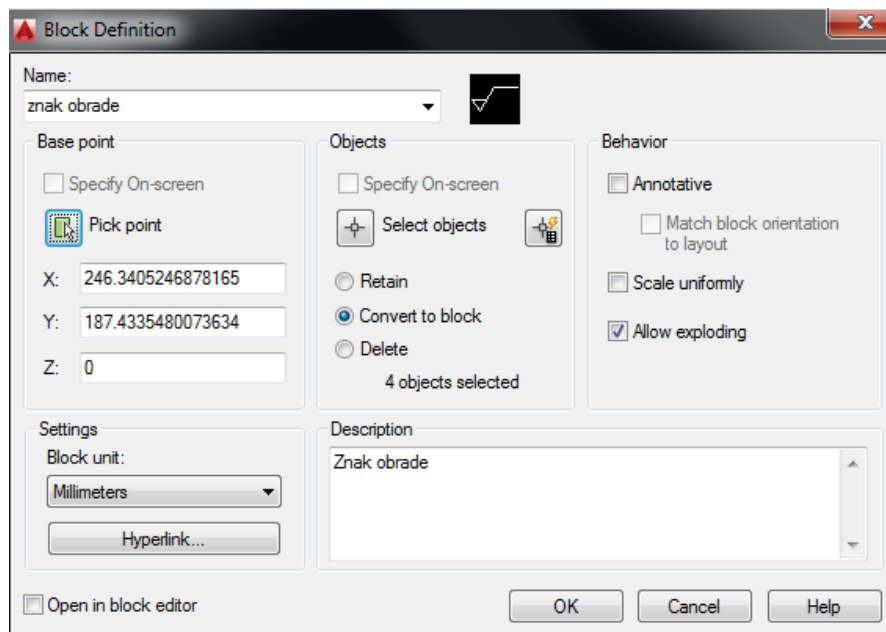
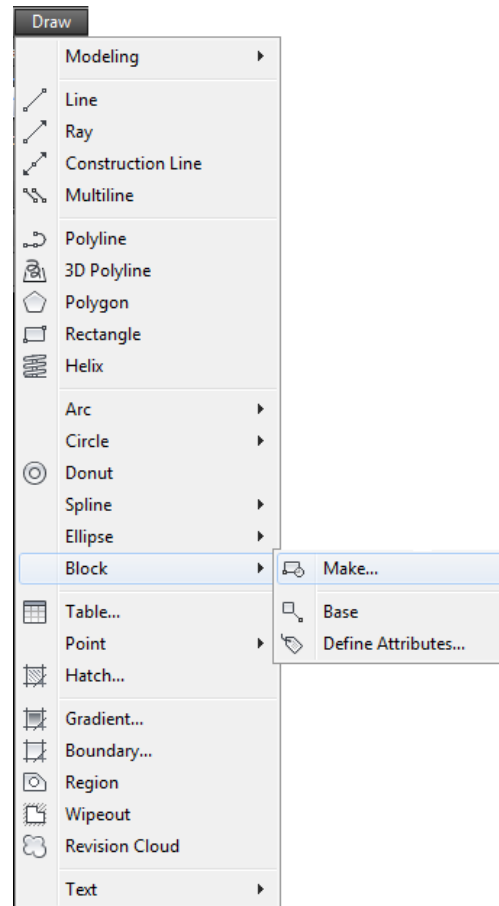
Unutar dijaloga potrebno je:

- definirati naziv (ime) bloka (*Name*)
- odabrati (*Pick point*) hvatište (*Base point*) koje predstavlja točku umetanja bloka
- odabrati objekte koji će činiti blok (*Select objects*)
- dodati opis bloka (*Description*)
- potvrditi na gumb OK.

Dvoklikom na kreirani blok otvara se dijalog *Edit Block Definition* (slika 8.2) koji omogućuje naknadno oblikovanje bloka.

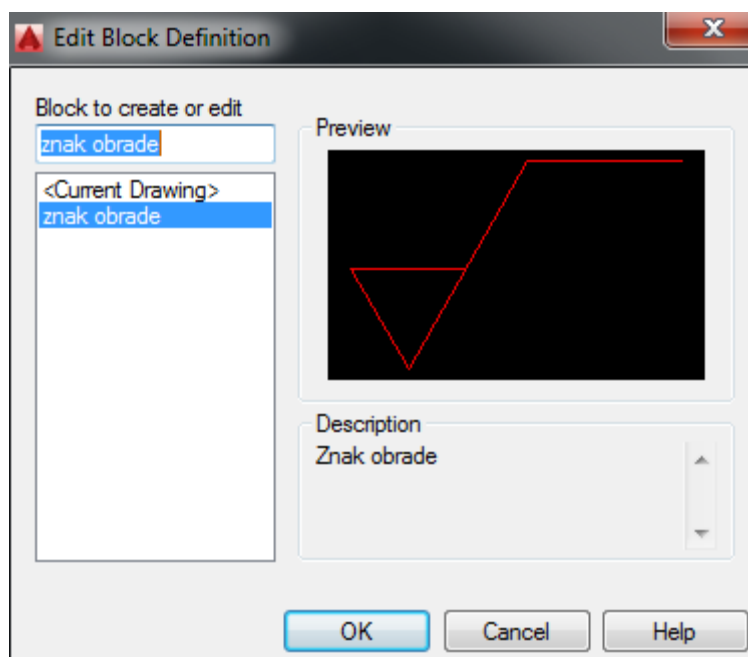
Kreirani blok moguće je umetati (**Insert** → **Block**, ) samo u \*.dwg datoteku u kojoj je blok i kreiran!

Pozivanje (umetanje) bloka nije moguće u novoj datoteci, ali je moguće njegovo kopiranje iz jedne u drugu datoteku.



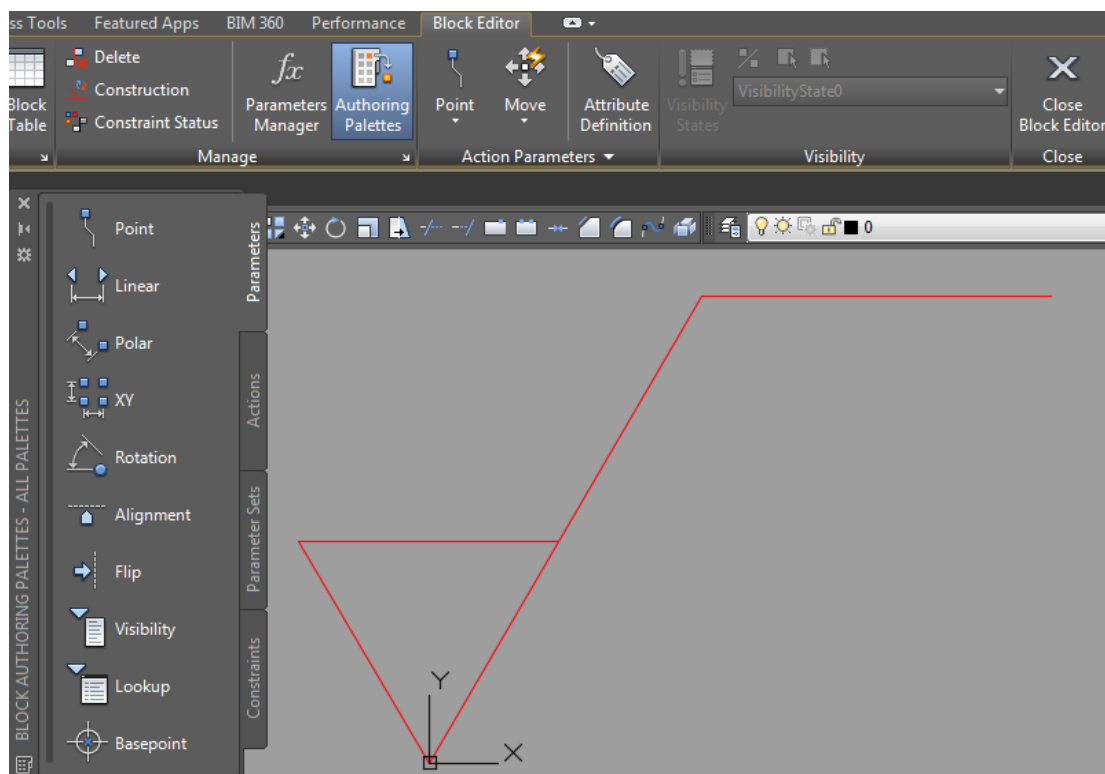
Slika 8.1. Kreiranje blokova

Nakon kreiranja bloka prema prethodno opisanom postupku (pozivanjem naredbe BLOCK) dvoklikom na blok otvara nam se dijalog *Edit Block Definition* koji omogućuje oblikovanje kreiranog bloka (slika 8.2).



Slika 8.2. Oblikovanje kreiranog bloka

Na listi kreiranih blokova potrebno je odabrati blok koji želimo uređivati. Potvrdom na dugme OK otvara nam se *Block Editor* (slika 8.3) koji omogućuje uređivanje.

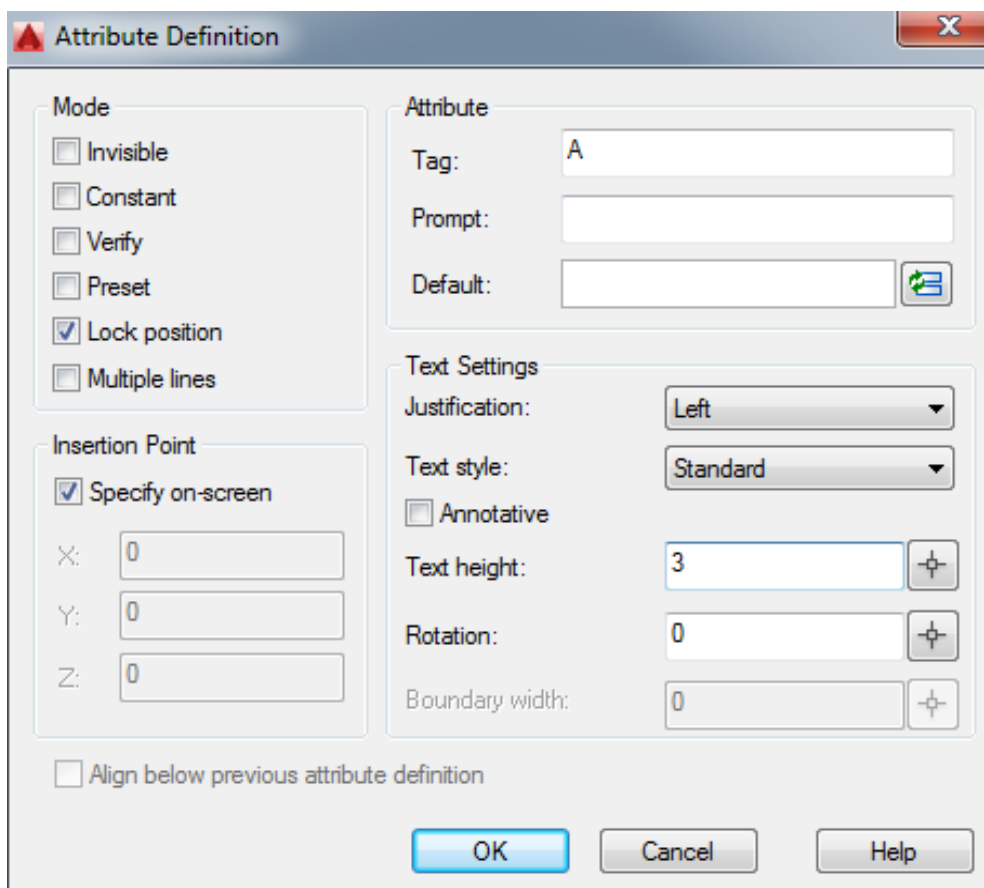


Slika 8.3. Uređivanje kreiranog bloka

## 8.2. PAMETNI BLOK

Naredba **ATTDEF** (**Draw** → **Block** → **Define Attributes**) omogućuje kreiranje takozvanih pametnih blokova.

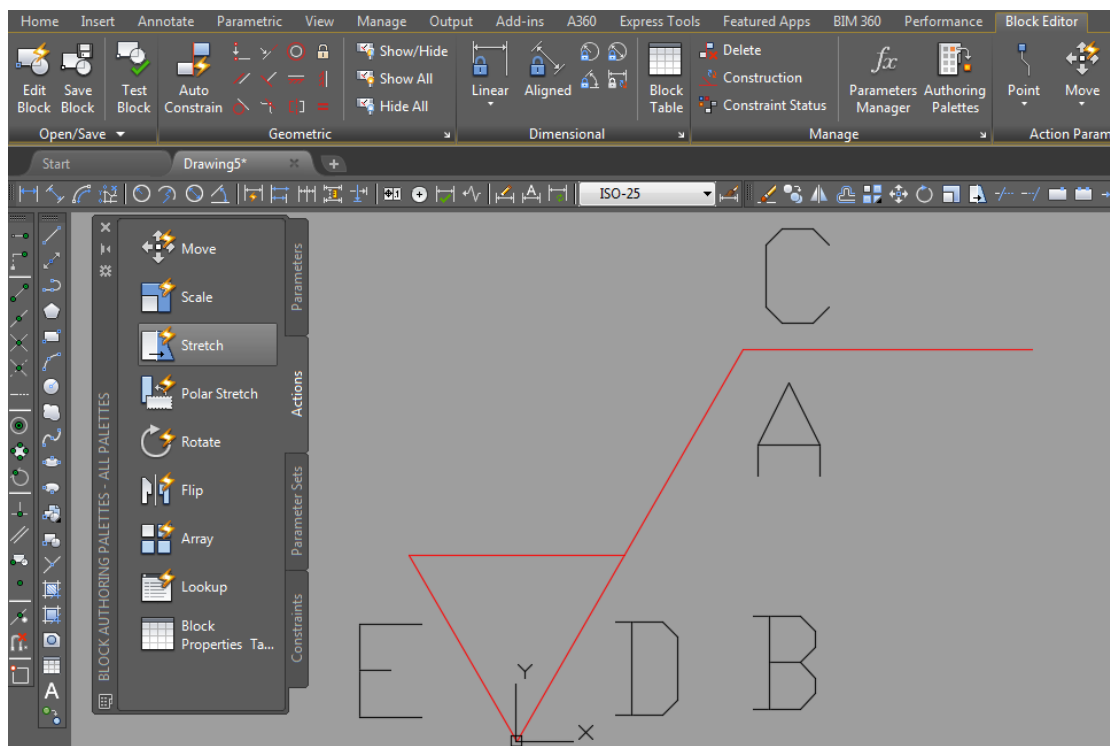
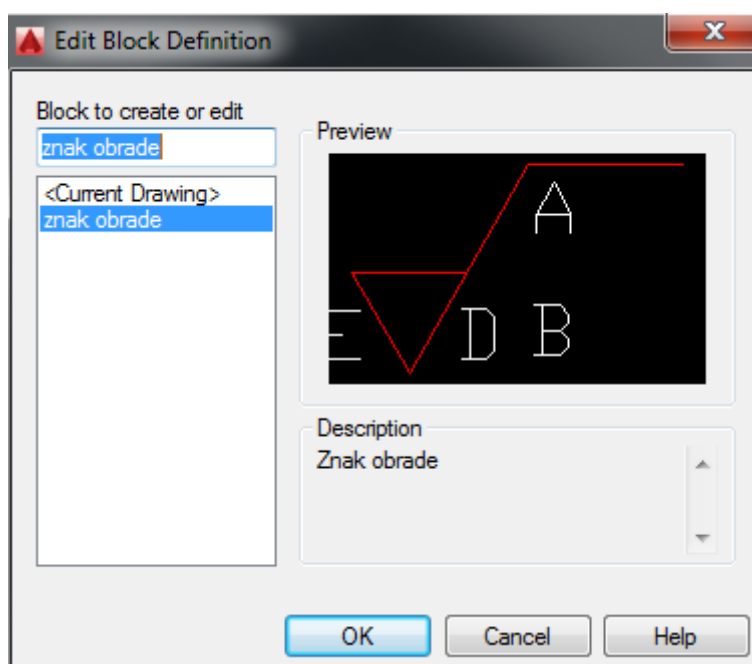
Pozivanjem naredbe ATTDEF otvara se dijalog *Attribute Definition* (slika 8.4) u kojem na mjestu predviđenom za označavanje (*Tag*) unosimo oznaku atributa (u ovom slučaju slovo A) i smještamo ga na željeno mjesto na kreiranom bloku. Za svaki novi atribut naredbu je potrebno ponovno pozvati (razmaknica na tipkovnici također ponavlja posljednju naredbu).



Slika 8.4. Kreiranje atributa bloka

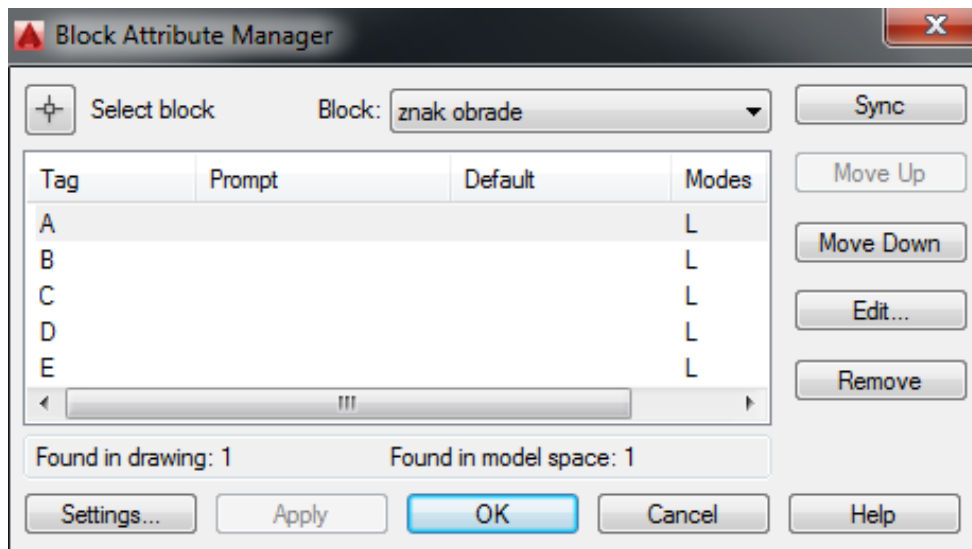
Nakon što su definirani svi atributi bloka prikazani na slici 8.5 (u ovom slučaju A, B, C, D i E), izlazi se iz editora bloka (*Close Block Editor*), nakon čega slijedi prihvaćanje spremanja promjena za kreirani blok.

U slučaju umetanja novokreiranog bloka na crtež dijalog *Edit Block Definition* imao bi izgled kao što je prikazano na slici 8.6.

Slika 8.5. Uređivanje blokova (*Block Editor*)

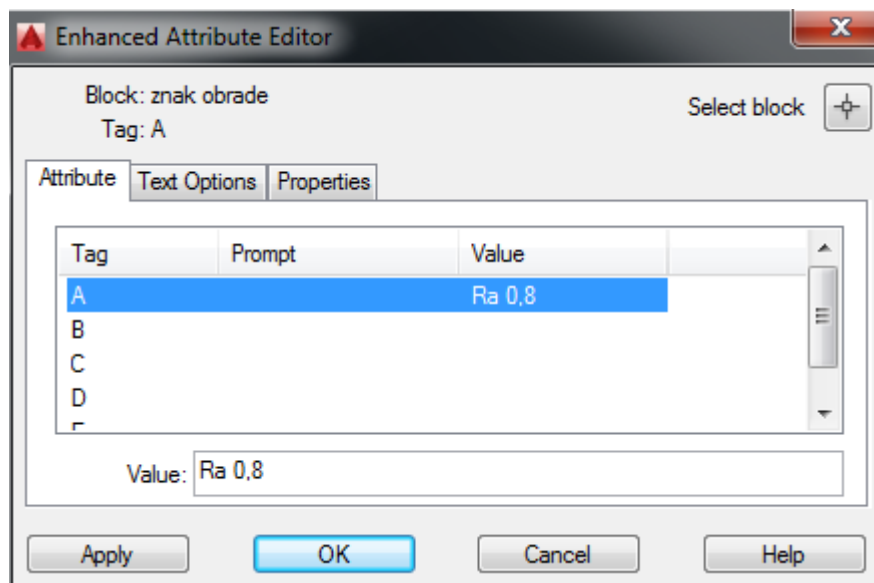
Slika 8.6. Lista kreiranih blokova prilikom umetanja na crtež

Pozivanjem naredbe BATMAN (u opciji kreiranja bloka **Insert** → **Manage Attributes**) otvara se dijalog *Block Attribute Manager* (slika 8.7).



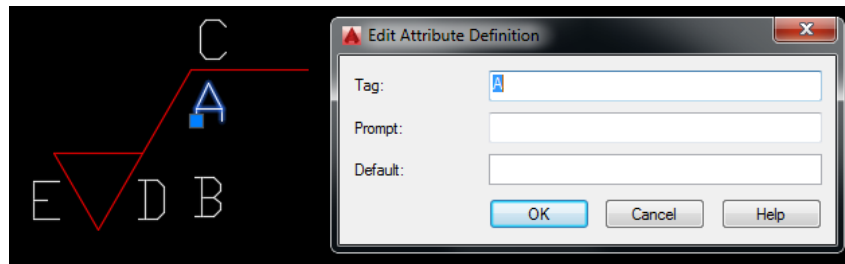
Slika 8.7. Upravljanje atributima bloka

Potrebno je odabrati gumb *Sync* nakon čega se **dvoklikom** na kreirani blok otvara dijalog *Enhanced Attributes Editor* koji omogućuje unos odgovarajućih informacija na mjestima predviđenima atributima. Na slici 8.8 pod atributom A unesen je tekst „Ra 0,8“, nakon čega je potrebna potvrda na gumb OK. Ovakav način kreiranja blokova naziva se pametnim blokom.



Slika 8.8. Unos informacija na mjestima predviđenima atributima

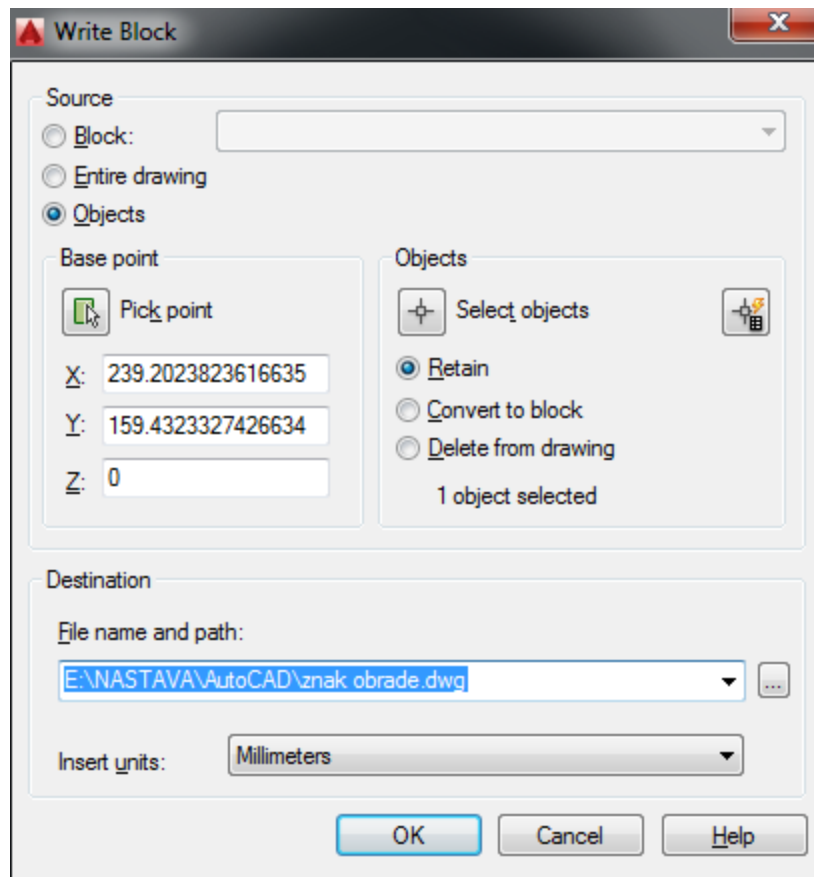
Ako blok razbijemo naredbom EXPLODE, atributi nam postaju vidljivi na crtežu (slika 8.9), te je ponovno dvoklikom na jedan od atributa moguće unositi odgovarajući tekst.



Slika 8.8. Editiranje odabranih atributa

### 8.3. WBLOCK (*Write Block*)

Pozivom naredbe **WBLOCK** otvara se dijalog *Write Block* kojim je omogućeno pohranjivanje kreiranog bloka (prethodno opisanom naredbom BLOCK) na disk računala na mjesto po izboru korisnika (slika 8.9).

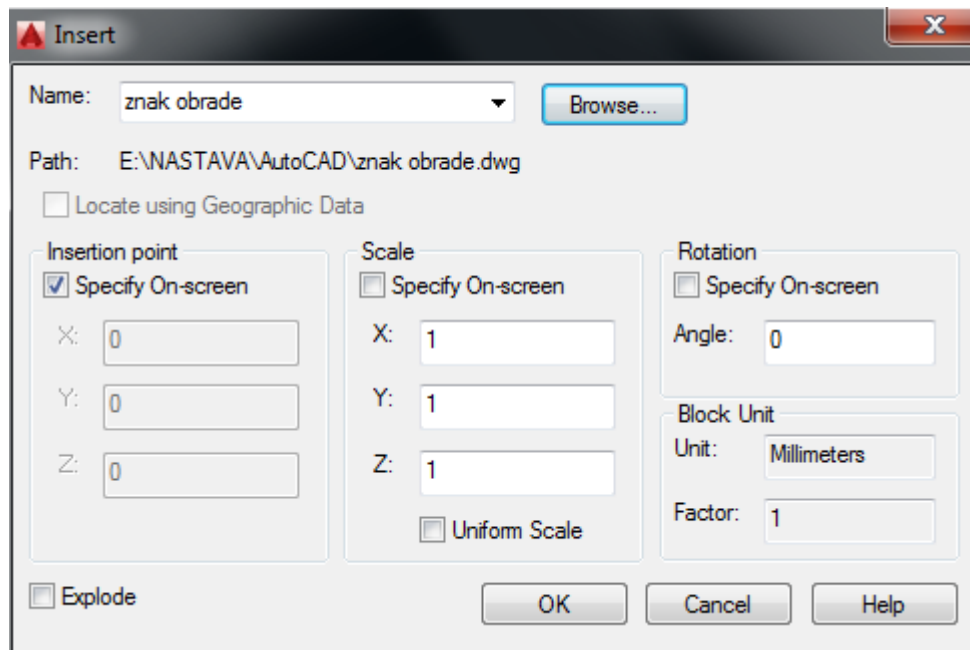


Slika 8.9. Pohranjivanje kreiranog bloka

Potrebno je odabrati (*Select objects*) objekte koji će činiti blok koji želimo spremiti te točku hvatišta (*Base point – Pick point*) koja će biti točka umetanja bloka u crtež.

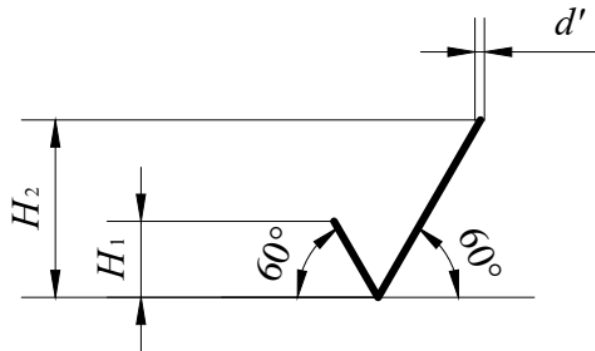
Blok je pohranjen (trajno) kao \*.dwg datoteka, a tu je datoteku moguće pozivati i umetati iz svake sljedeće novootvorene AutoCAD-ove datoteke (slika 8.10).





Slika 8.10. Umetanje blokova

Znakom obrade označava se hrapavost tehničkih površina na tehničkim crtežima. Simboli hrapavosti prilikom obrade s odvajanjem čestica ili bez njihova odvajanja definirani su normom ISO 1302-2001. Osnovni grafički simbol prikazan je na slici 8.11. Potrebno je uskladiti oznake simbola s ostalim oznakama na tehničkom crtežu (kote, tolerancije itd.), definirano prema ISO 81714-1. Dimenzije simbola prikazane su tablično (tablica 8.1), a vrijednosti su izražene u mm.



Slika 8.11. Osnovni grafički simbol za označavanje hrapavosti tehničkih površina

Tablica 8.1. Izmjere oznaka osnovnog grafičkog simbola za označavanje hrapavosti tehničkih površina

Visina brojki i slova, $h$ (ISO 3098-2)	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Debljina linije za simbole $d'$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Debljina linije za slova $d$							
Visina $H_1$	3,5	5	7	10	14	20	28
Visina $H_2$	7,5	10,5	15	21	30	42	60

## 9. ISPIS

Ispis dokumenta nazivamo PRINT, a ispis u programu AutoCAD naziva se PLOT. Crtež nacrtan programom AutoCAD moguće je isprintati, odnosno (is)plotati na pisaču (ploteru) ili pomoću virtualnog pisača koji sprema datoteku u PDF, JPG, PNG i sl. formatu.

Ispis je moguće izvršiti ako je priređen crtež koji želimo ispisati i ako je instaliran pisač (ploter) ili virtualni pisač (printer). Pisač mora biti podignut u operativnom sustavu i programu AutoCAD.

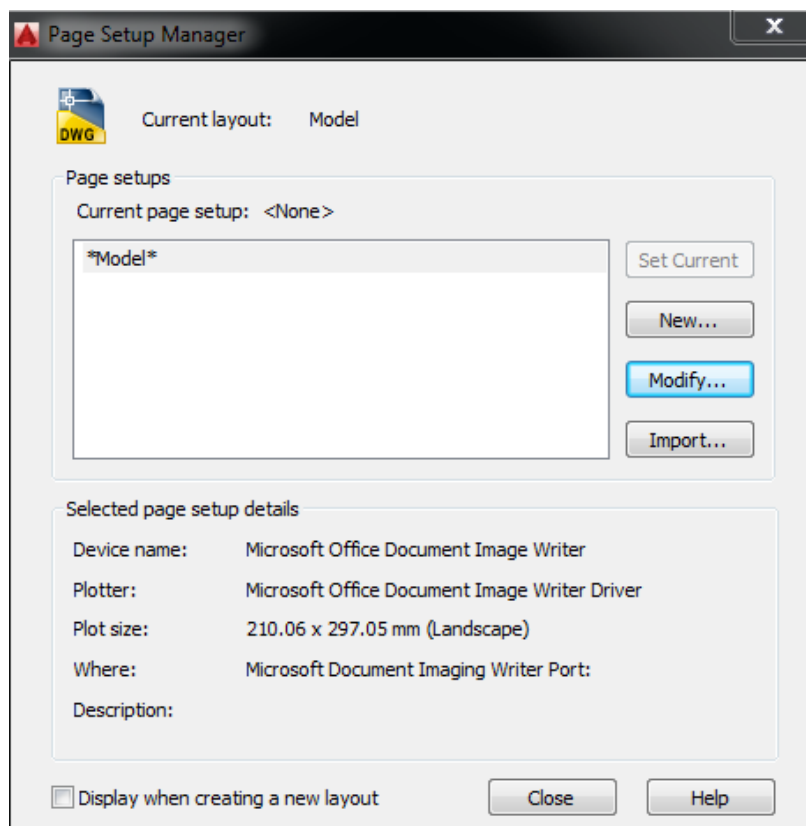
Podizanje i postavke pisača moguće je odrediti:

- u operativnom sustavu (**Start → Settings → Control Panel → Settings → Autodesk Manager**)
- u AutoCAD-u (**File → Plotter Manager ili Tools → Options → Plot and Publish**).

Ovisno o tome je li potreban zahtjevniji ili jednostavniji ispis, odabire se i način ispisa. Ispisivanje je moguće iz kartice **MODEL** (jednostavniji ispis) ili **LAYOUT** (zahtjevniji ispis).

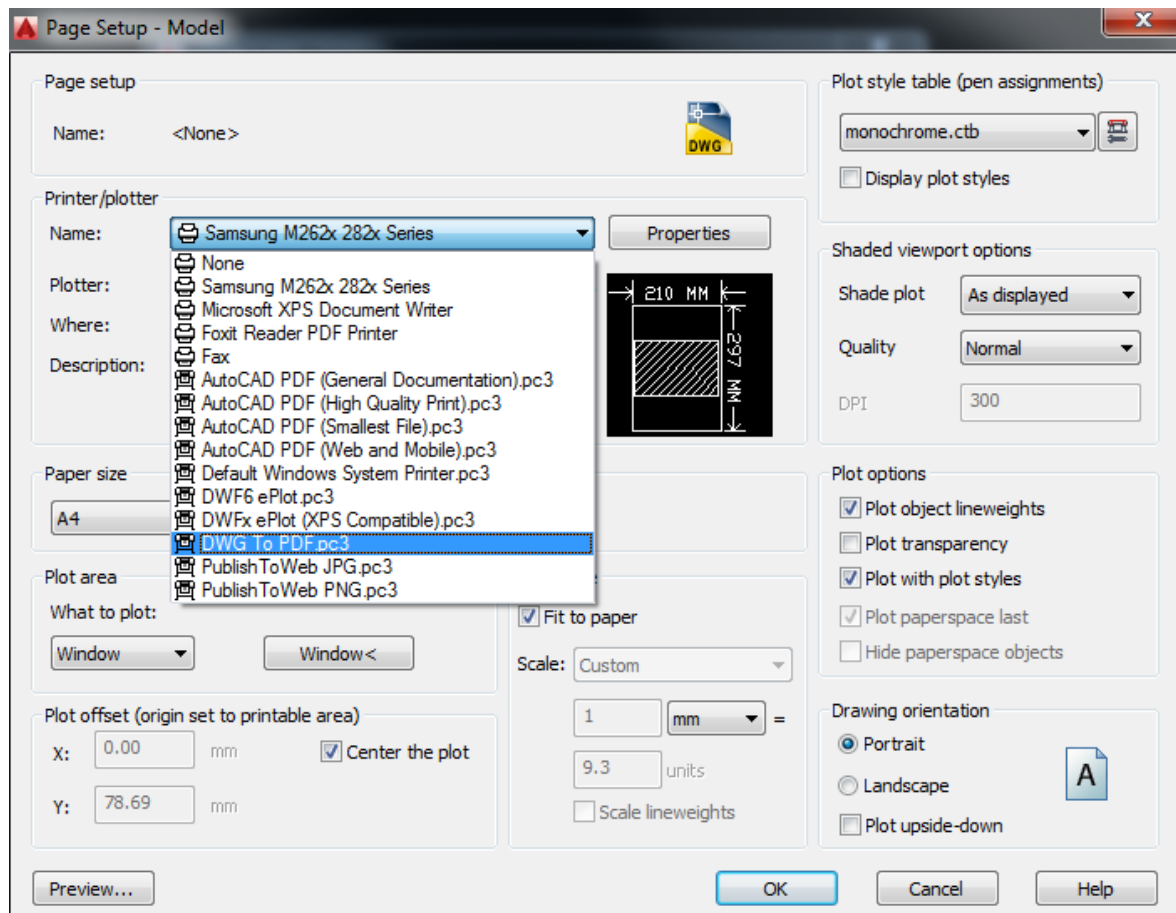
U slučaju jednostavnijeg ispisa potrebno je:

- pozicionirati se u karticu **MODEL**
- pozvati naredbu **PAGESETUP** ili iz izbornika **File → Page Setup Manager** (slika 9.1)



Slika 9.1. Upravljanje stranicom ispisa iz kartice *Model*

- potrebno je kliknuti na gumb *Modify* (slika 9.1), nakon čega se otvara dijalog prikazan na slici 9.2.



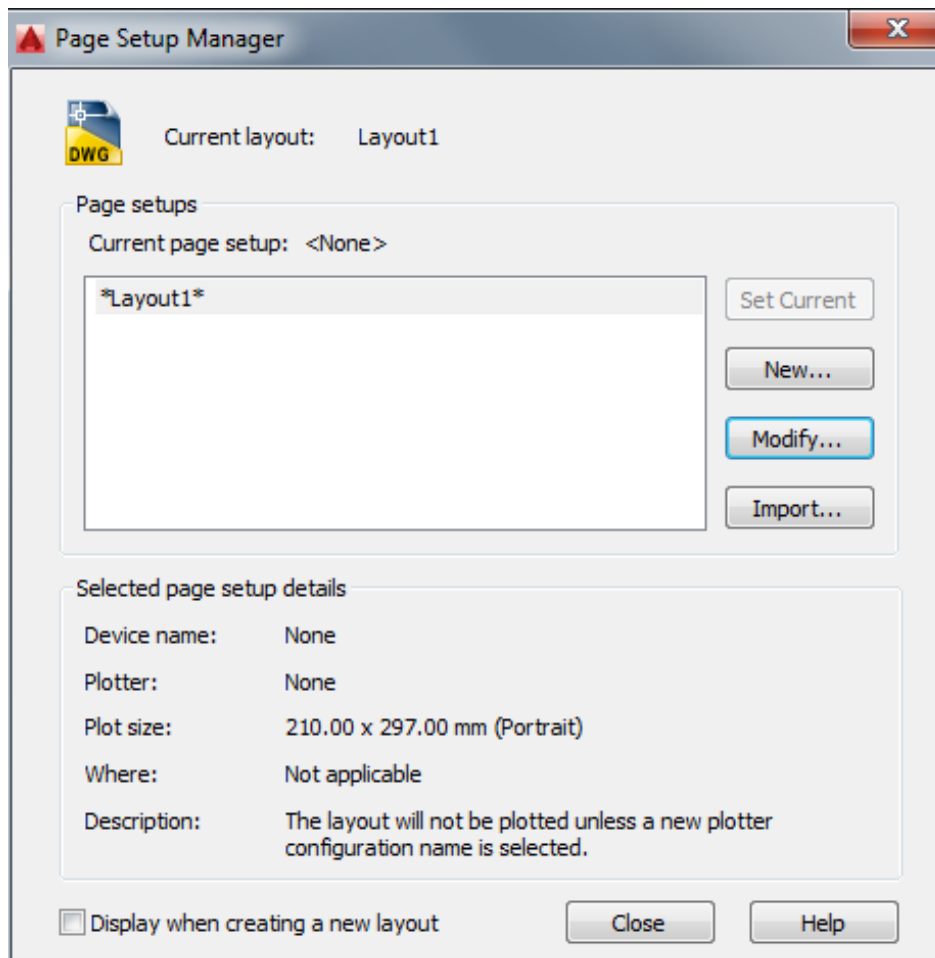
Slika 9.2. Definiranje postavka ispisa iz kartice *Model*

Potrebno je:

- odabrati pisač (npr. Samsung XX-xxxx ili opciju spremanja u \*.pdf formatu → DWG to PDF)
  - odabrati format papira (npr. A4)
  - odabrati područje ispisa (**Window**) – u radnom prostoru odabrati željene objekte za ispis (ako je crtež smješten u okvir sa sastavnicom/zaglavljem, odabrati krajnje točke okvira (npr. donji lijevi i gornji desni ugao)
  - smjestiti crtež u središte papira (*Center the plot*) – crtež je moguće i pomicati na papiru po X i Y osi (opcija *Plot offset*)
  - prilagoditi mjerilo papiru (odabrati opciju *Fit to paper*) ili definirati mjerilo (odabrati opciju *Scale* i odgovarajuće mjerilo ispisa)
  - odabrati CTB datoteku (*monochrome.ctb*) – datoteka s postavkama debljina linije
  - odabrati položaj papira (npr. *Portrait*)
  - pregled crteža prije ispisa (gumb *Preview*).
- Ako postavljeni parametri zadovoljavaju, ispis se potvrđuje gumbom OK, nakon čega se crtež ispisuje na pisaču ili se zahtijeva mjesto spremanja datoteke ako je primjerice odabran ispis u \*.pdf formatu.

U slučaju složenijeg ispisa potrebno je:

- pozicioniranje u karticu LAYOUT
- pozivanje naredbe **PAGESETUP** ili iz izbornika **File → Page Setup Manager** (slika 9.3)

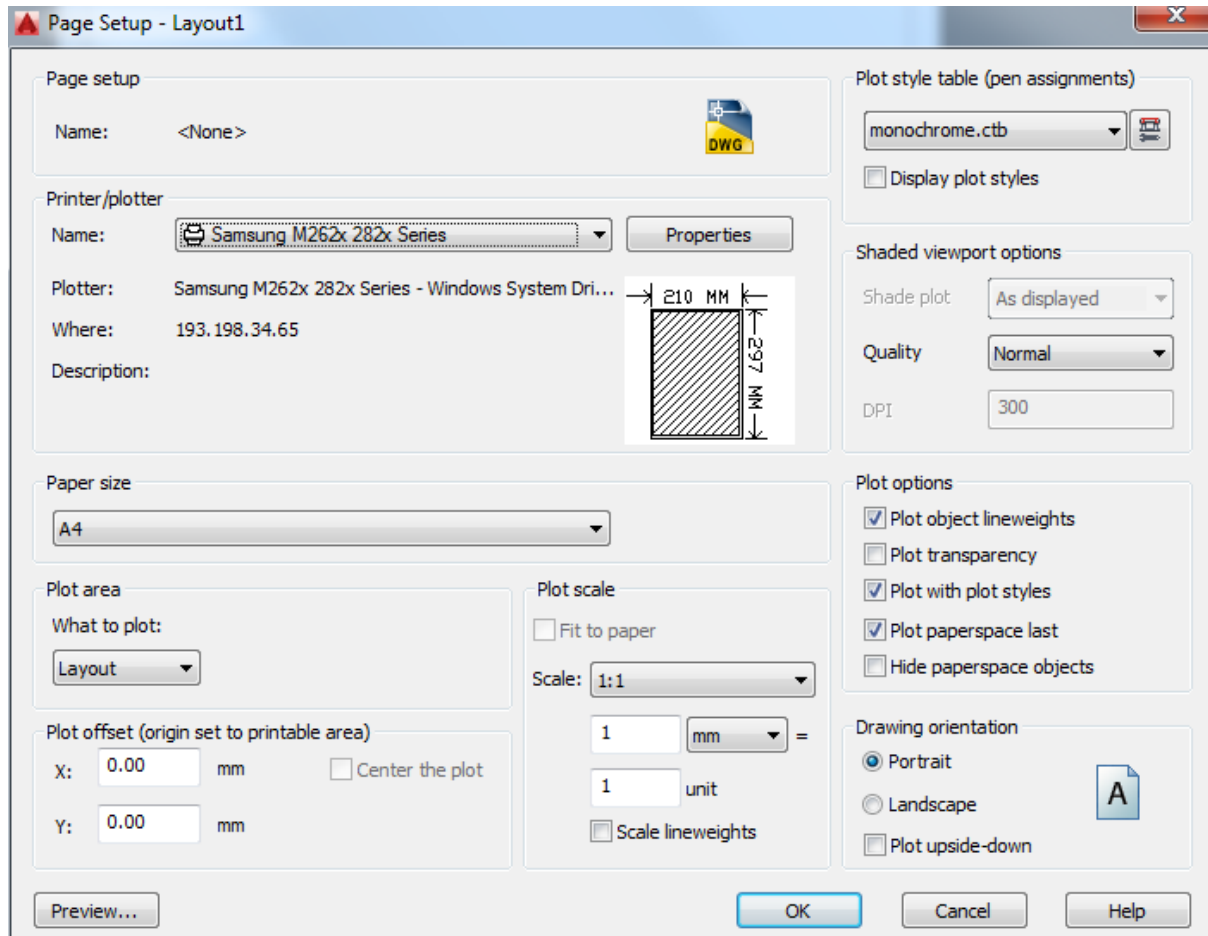


Slika 9.3. Upravljanje stranicom ispisa iz kartice *Layout*

- kliknuti na gumb *Modify*, nakon čega se otvara dijalog prikazan na slici 9.4.

Potrebno je:

- odabrati pisač (npr. Samsung XX-xxxx ili opciju spremanja u \*.pdf formatu → DWG to PDF)
- odabrati format papira (npr. A4)
- odabrati područje ispisa (**Layout**) – prilagoditi prozor pogleda, odnosno označiti radni prostor vidljiv za ispis definiranjem novog prozora pomoću opcije *View → Viewports → 1Viewport*
- moguće pomicanje crteža na papiru po X i Y osi (opcija *Plot offset*) – ako je sastavnica već nacrtana, obično vrijednosti X i Y ostaju 0
- odabrati mjerilo ispisa (opcija *Scale*)
- odabrati CTB datoteku (*monochrome.ctb*) – datoteka s postavkama debljina linije
- odabrati položaj papira (npr. *Portrait*)
- pregled crteža prije ispisa (gumb *Preview*).

Slika 9.4. Definiranje postavka ispisa iz kartice *Layout*

- Ako postavljeni parametri zadovoljavaju, ispis se potvrđuje gumbom OK, nakon čega se crtež ispisuje na pisaču ili se zahtijeva mjesto spremanja datoteke ako je primjerice odabran ispis u \*.pdf formatu.

Ako je potreban ispis crteža sa sastavnicom (što je najčešće neizostavni dio u tehničkim strukama), procedura ispisa nešto je složenija.

Sastavnicu je moguće umetnuti na više načina:

- 1) nacrtati sastavnicu u kartici MODEL te ju prilagoditi u pogledu LAYOUT
- 2) nacrtati sastavnicu direktno u LAYOUT-u i spremi ju kao *Template* s ekstenzijom \*.dwt
- 3) izraditi sastavnicu kao WBLOCK te ju kao takvu upotrebljavati gotovu umetanjem (insertiranjem) u LAYOUT.

U nastavku će detaljnije biti pojašnjeno crtanje okvira i sastavnice (zaglavlja) direktno u LAYOUT-u te način pripreme crteža u okviru sa sastavnicom.

Iz kartice MODEL potrebno je prijeći u karticu LAYOUT (1 ili 2). Mišem se pozicionirati na odabranu karticu i desnim klikom odabrati prethodno pojašnjenu opciju *Page Setup Manager*.

Nacrtati okvir dimenzija A4 papira (210 x 297 mm), koji neće biti vidljiv prilikom ispisa, a služi isključivo da se unutar njega definira vidljivi okvir pomaknut za 20 mm s lijeve strane i 5-6 mm sa svih ostalih strana (dimenzije vidljive na slici 9.5), zatim nacrtati zaglavlje (sastavnicu).

Nacrtanu sastavnicu potrebno je spremiti kao *Template* u \*.dwt formatu i imenovati primjerice SASTAVNICA. Novonastali *Template* je sastavnica.dwt.

Prilikom crtanja novog crteža, sada kada postoji *template* sastavnica, moguće ju je otvoriti i unutar kartice MODEL te crtati željeni crtež. Kada se ponovno otvori LAYOUT, crtež nije vidljiv, stoga je potrebno otvoriti prozor pogleda unutar kojega će biti smješten crtež (s trake padajućih izbornika odabrati **View → Viewports → 1 Viewport**). Potrebno je odrediti dimenzije gledišta, odnosno prvu točku (*Specify corner of viewport or:*), npr. donji lijevi ugao, te drugu točku (*Specify opposite corner:*), npr. gornji desni ugao.

Crtež je sada vidljiv na papiru, međutim, da bismo njime mogli manipulirati (smanjivati ga, povećavati, pomicati), treba biti aktivan gumb MODEL u statusnoj traci (*viewport* je podebljan). Unutar uključene opcije *PAPER Space* crtež nije moguće pomicati. Na slici 9.6 prikazani su primjeri izgleda gledišta (*viewporta*) kada su uključeni *MODEL Space* (slika 9.6.a)), odnosno *PAPER Space* (slika 9.6.b)).

Unutar opcije *Page Setup Manager* definirane su dimenzije papira (mjerilo papira), a potrebno je prilagoditi mjerilo crteža u odnosu na veličinu odabranog papira. Označavanjem *Viewports* i desnim klikom miša otvara se padajući izbornik (pri tome mora biti odabran *PAPER Space*). Odabirom opcije *Properties* otvara se prozor u kojem je dostupan podatak *Custom scale* (mjerilo ispisa) (prikazano na slici 9.7). U strojarstvu se izmjere definiraju u milimetrima, stoga je pretpostavka da je crtež predviđen za ispis u milimetrima, te ako pod *Custom scale* unesemo vrijednost 1 (jedan), mjerilo ispisa zapravo će biti M1:1, jer je prethodno odabrana veličina papira A4 s izmjerama u milimetrima.

Ispis će se izvršiti za sve elemente koji se nalaze unutar crtkanog okvira!!!

U nastavku je dana tablica (tablica 9.1) propisanih mjerila.

Tablica 9.1. Propisana mjerila (ISO 5455)

Vrsta mjerila	Propisano mjerilo		
Uvećanje	50 : 1	20 : 1	10 : 1
	5 : 1	2 : 1	
Stvarna veličina	1 : 1		
Umanjenje	1 : 2 (1 : 2,5)	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10 000

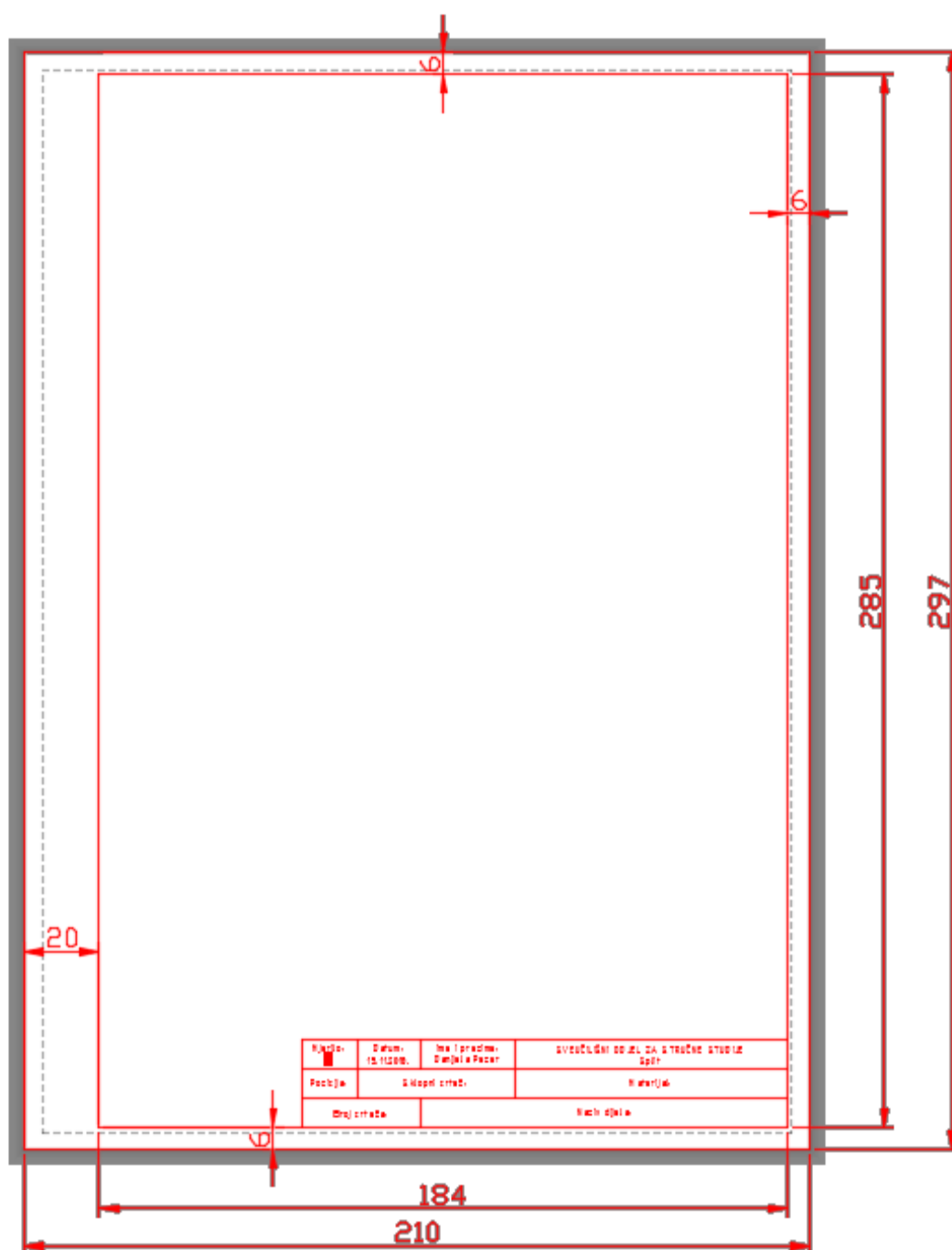
Mjerilo je potrebno definirati prije početka crtanja crteža kako bismo crtež prilagodili papiru prije ispisa. Na osnovi mjerila podešavamo kotni stil (veličinu kotnog teksta i strelica).

Tehnički crteži ispisuju se na propisanim (ISO 5457) formatima papira (normalni format, produženi i izuzetno produženi format papira). Tablica 9.2 prikazuje propisane dimenzije normalnih formata papira za ispis tehničkih crteža.

Tablica 9.2. Propisani (normalni) formati papira za ispis tehničkih crteža

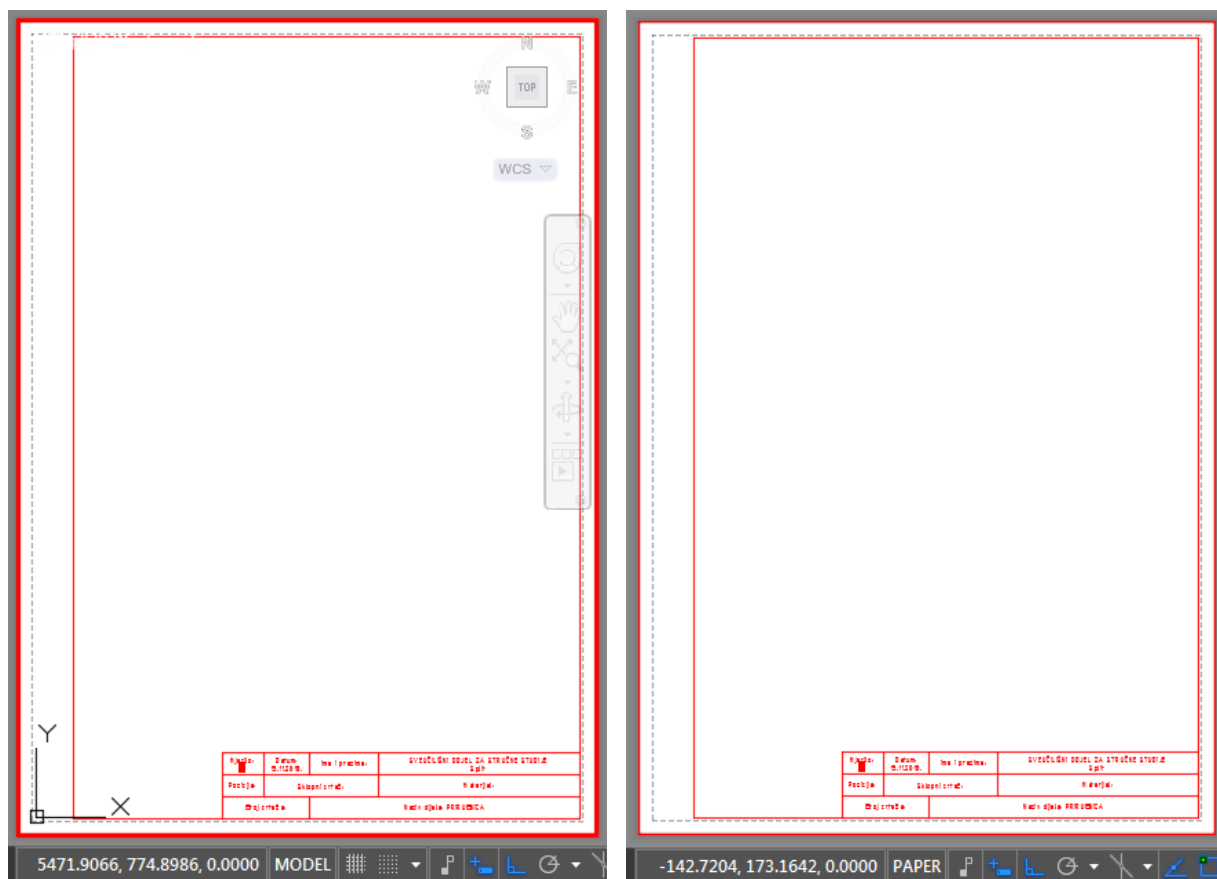
Normalni format	Dimenzije, mm
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Iz A<sub>0</sub> formata papira proizlaze sve ostale veličine formata A (A<sub>1</sub> do A<sub>10</sub>). Površina A<sub>0</sub> formata papira iznosi 1 m<sup>2</sup>. Formatu papira su standardizirani (ISO 216 standard) na način da omjer njihove širine i dužine iznosi  $1:\sqrt{2}$ . Savijanjem papira na pola (po dužini) dolazimo do sljedećega manjeg formata s istim omjerom stranica.



Slika 9.5. Dimenzije A4 formata papira i okvira

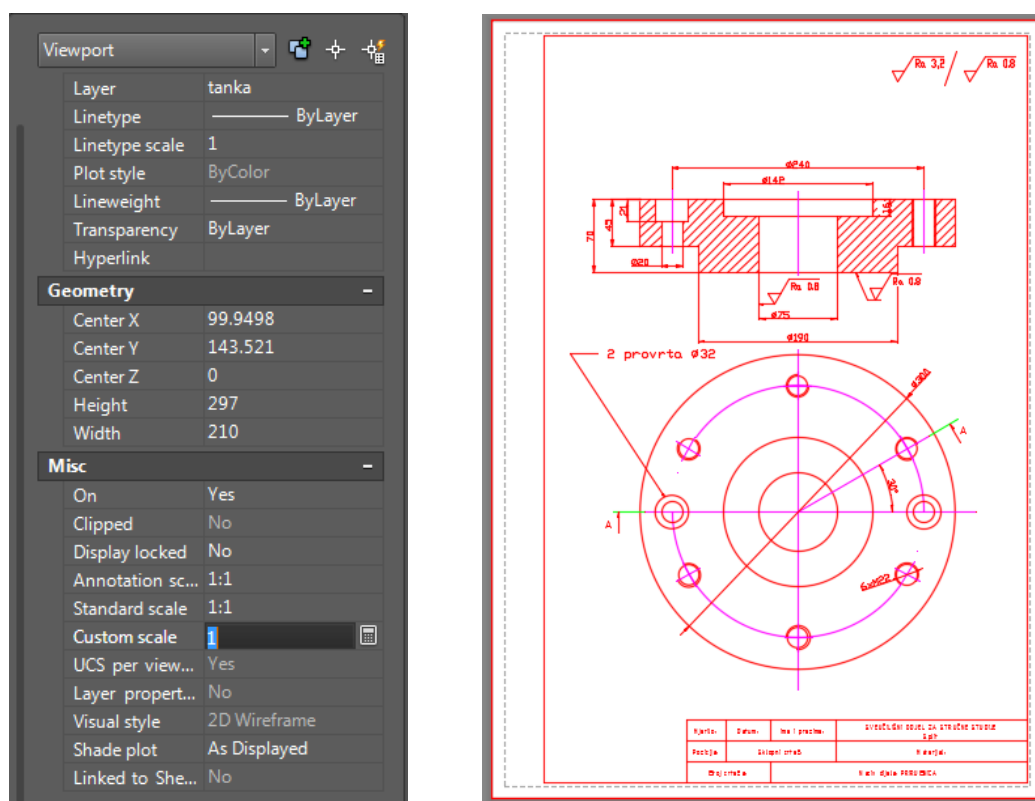




a)

b)

Slika 9.6. Primjer postavke gledišta (viewport)



Slika 9.7. Definiranje mjerila

Na slici 9.9 prikazan je primjer često korištena zaglavlja tehničkih crteža s definiranim izmjerama.

130			
	15	17	25
∞	Mjerilo:	Datum:	Ime i prezime:
∞	SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE Split		
∞	Pozicija:	Sklopni crtež:	Materijal:
∞	Broj crteža:		Naziv dijela:
	32	98	

Slika 9.9. Primjer zaglavlja

Slika 9.10 prikazuje primjer zaglavlja s definiranim izmjerama dostatan studentima za prikaz crteža izrađenih na vježbama iz područja AutoCAD u sklopu kolegija Tehničko crtanje i CAD.

MJERILO M1:1	IME CRTEŽA	GRUPA	10
	IME I PREZIME	DATUM	10
25	120		
185			

Slika 9.10. Primjer zaglavlja za vježbe

## 10. OSNOVE CRTANJA U TRI DIMENZIJE (3D) U PROGRAMU AutoCAD 2016

U nastavku su dane osnove crtanja u tri dimenzije (3D) uz prikaz i pojašnjenje osnovnih naredaba te njihove primjene na jednostavnom primjeru (ortogonalno projiciranje).

### 10.1. DEFINIRANJE KORISNIČKOG KOORDINATNOG SUSTAVA U 3D PROSTORU

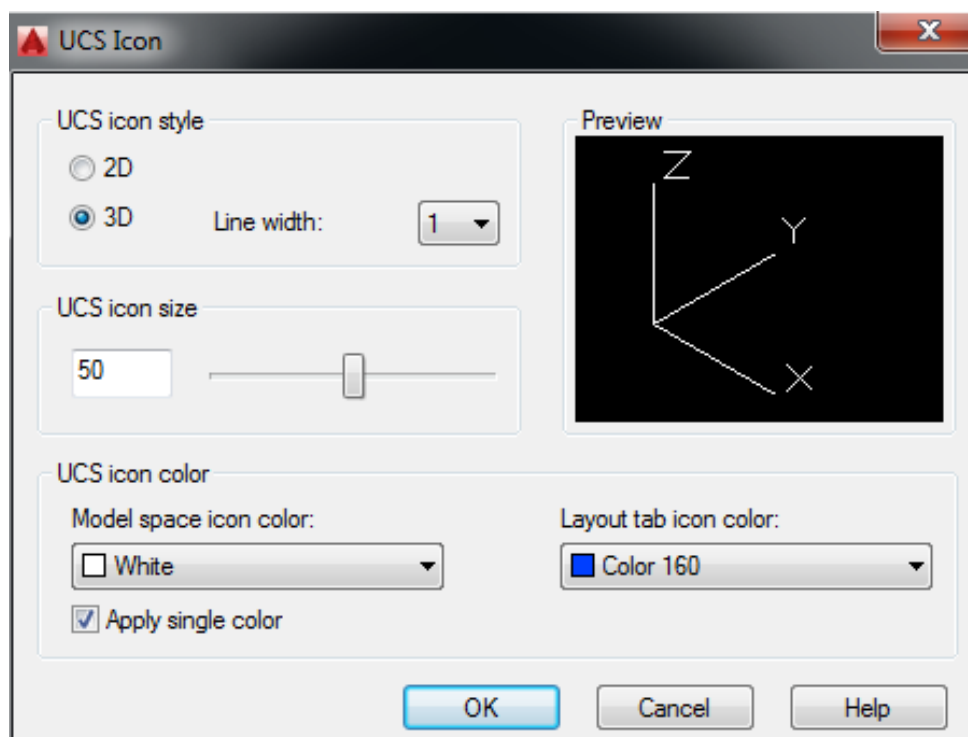
Za razliku od 2D crtanja kod kojeg postoji jedna ravnina (XY), prilikom 3D crtanja koriste se tri ravnine:

- XZ (ravnina nacрта)
- XY (ravnina tlocrta) i
- YZ (ravnina bokocrta),

odnosno odabire se jedna ravnina za crtanje s mogućnošću promjene pogleda na ostale ravnine pod kutom od 90°.

Izgled korisničkog koordinatnog sustava UCS-a nije isti za 2D i 3D crtanje.

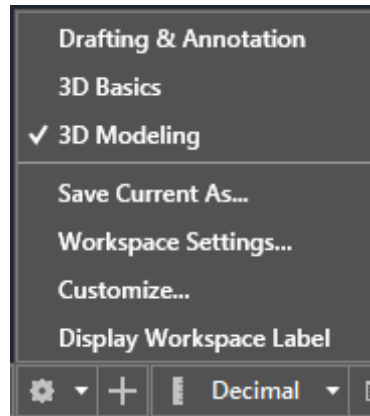
Promjena ikone UCS-a za rad u 3D moguća je preko padajućeg izbornika **View → Display → UCS icon → Properties**, nakon čega se otvara dijalog *UCS Icon* u kojem je potrebno odabrati 3D (*UCS icon style*) – slika 10.1.



Slika 10.1. Definiranje ikone korisničkoga (lokalnoga) koordinatnog sustava

## 10.2. UVOD U 3D CRTANJE U AutoCAD-u

Nakon pokretanja AutoCAD-a potrebno je odabrati 3D mod za modeliranje. Na statusnoj traci odabire se opcija (označeno kvačicom) *3D Modeling*, kako prikazuje slika 10.2.

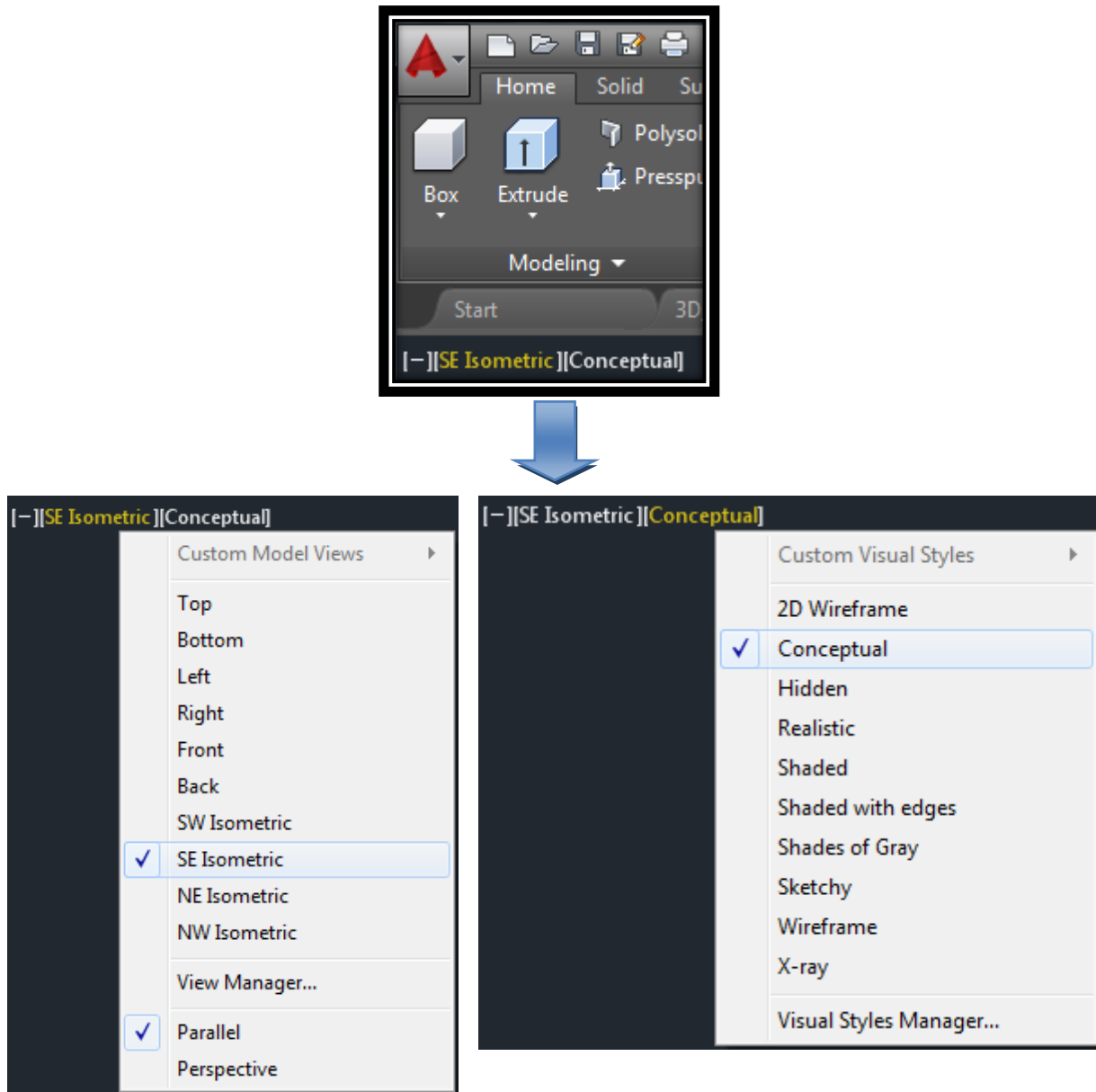


Slika 10.2. Prijelaz u 3D mod AutoCAD-a

Prilikom crtanja u 3D važnu ulogu ima alatna traka **View → 3D Views...** koja omogućuje razne poglede na crtež u određenoj projekciji:

- *Top* – pogled odozgo (XY ravnina) predstavlja **TLOCRT (T)**
- *Bottom* – pogled odozdo (XY ravnina) predstavlja gornji TLOCRT (T1)
- *Left* – pogled slijeva (YZ ravnina) predstavlja desni **BOKOCRT (B)**
- *Right* – pogled zdesna (YZ ravnina) predstavlja lijevi BOKOCRT (B1)
- *Front* – pogled sprijeda (XZ ravnina) predstavlja **NACRT (N)**
- *Back* – pogled straga (YZ ravnina) predstavlja stražnji NACRT (N1)
- *SW ISOMETRIC* – 3D pogled s jugozapada (*South-West*)
- *SE ISOMETRIC* – 3D pogled s jugoistoka (*South – East*)
- *NE ISOMETRIC* – 3D pogled sa sjeveroistoka (*North- East*)
- *NW ISOMETRIC* – 3D pogled sa sjeverozapada (*North- West*).

Navedene opcije moguće je pronaći u lijevom uglu radnog prostora (prostora za crtanje i modeliranje) ispod kartice *Start* (slika 10.3). Moguće je prilagođivati i izgled modela (npr. žičani, sjenčani, puni, skica itd.), također prikazano na slici 10.3.

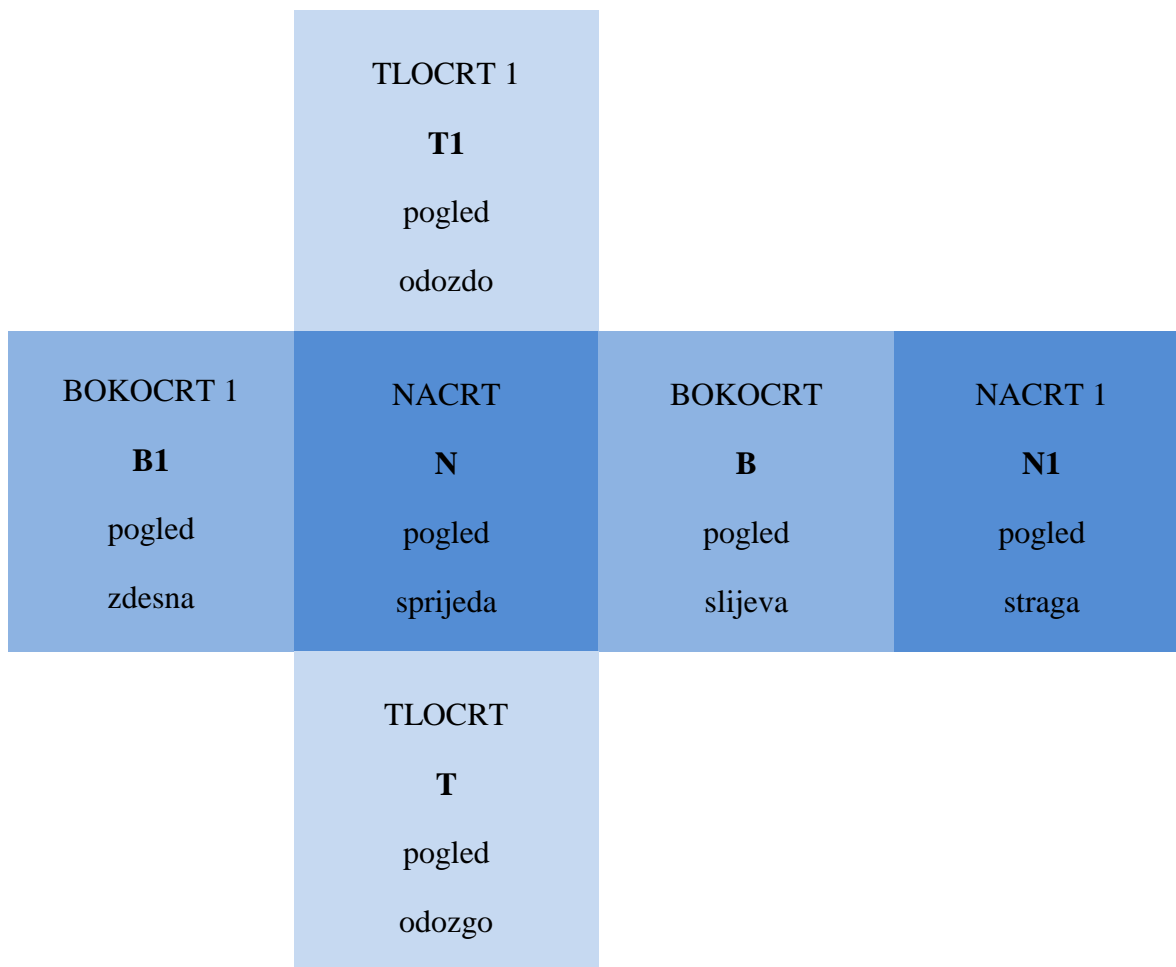


Slika 10.3. Opcije pogleda na 3D model

Projekcija je prikaz trodimenzionalnog predmeta u ravnini, a za prikaz tehničkih crteža primjenjuje se ortogonalno projiciranje koje omogućuje šest (6) pogleda (prvih šest prethodno navedenih točaka) prikazanih na slici 10.4.

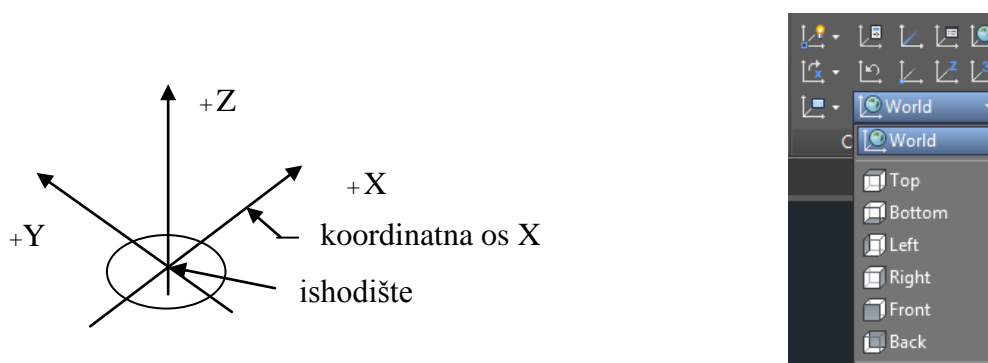
Kod ortogonalne projekcije zrake projiciranja okomite su na ravninu crtanja, a predmet se nalazi između ravnine crtanja, odnosno projiciranja i crtača. Crta se dio predmeta koji je vidljiv u smjeru gledanja.

Kod ortogonalne projekcije paralelni i jednaki bridovi u prostoru ista svojstva zadržavaju i u projekciji. Također, kutovi koji su jednaki u prostoru, isti odnos zadržavaju i u projekciji.





Slika 10.4. Europski način prikaza projekcija


Slika 10.5 prikazuje 3D koordinatni sustav **UCS** (*User Coordinate System*) i moguće opcije za pozicioniranje aktivnog UCS-a.







Slika 10.5. Prikaz koordinatnog sustava (UCS) uz pripadajuće opcije

Origin  – omogućuje pozicioniranje UCS-a u određenu točku

Z - Axis Vector  – omogućuje postavljanje UCS-a s mogućnošću određivanja smjera Z-osi

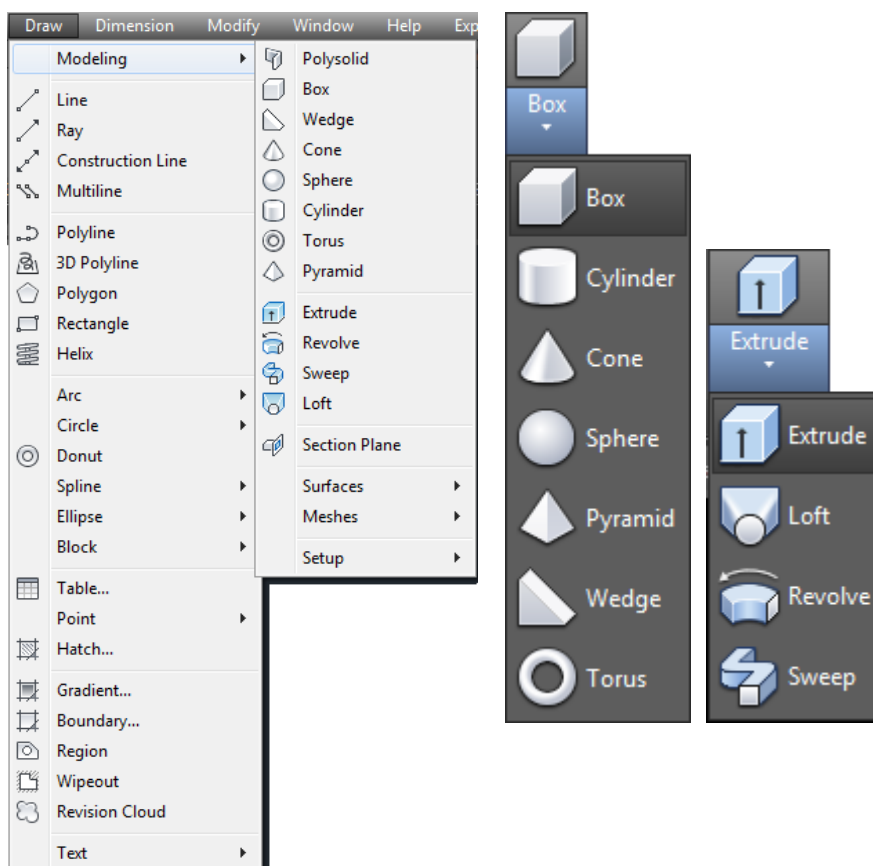
3 Point  – omogućuje definiranje nove pozicije koordinatnog sustava s pomoću triju točaka (os X, Y i Z)

UCS, World  – globalni koordinatni sustav postavljen u donji lijevi ugao radnog prostora

Ikonama    omogućeno je rotiranje koordinatnog sustava oko pojedine osi (X, Y ili Z).

Definiranje položaja koordinatnog sustava (UCS) određuje korisnik.

Otvaranjem padajućeg izbornika **Draw** → **Modeling** omogućeno je modeliranje, odnosno crtanje u tri ravnine 3D. Slika 10.6 prikazuje padajući izbornik *Modeling* i pripadajuće naredbe, koje će biti pojašnjene u nastavku.



Slika 10.6. Padajući izbornik *Modeling* i pripadajuće naredbe

**Polysolid** – služi za transformiranje 2D linija (linija, polilinja, pravokutnik, kružnica, luk) u 3D oblike (tijela)

**Box** – kreira 3D čvrsto tijelo (kocku, kvadar)

Baza „kutije“ crta se paralelno XY ravnini trenutnog UCS-a (radna ravnina). Visinu određuje Z smjer koji može biti pozitivan ili negativan, ovisno o postavljenom UCS-u.

**Cylinder** – kreira 3D čvrsto tijelo (valjak)

Valjak se kreira definiranjem centra kružnice, polumjera i visine valjka.

**Cone** – kreira 3D čvrsto tijelo (stožac) kružne ili eliptične baze koje se sužava prema vrhu.

**Sphere** – kreira 3D čvrsto tijelo (kugla)

Kugla je definirana zadavanjem središta i polumjera.

**Pyramid** – kreira 3D čvrsto tijelo (piramida)

Piramida se definira zadavanjem centra baze, središta stranice, dok treća točka određuje vrh piramide.

**Wedge** – kreira 3D čvrsto tijelo (klin)

Smjer konusa uvijek je u pozitivnom smjeru X osi (aktivnog UCS-a).

**Torus** – kreira 3D čvrsto tijelo (vijenac – „krafna“)

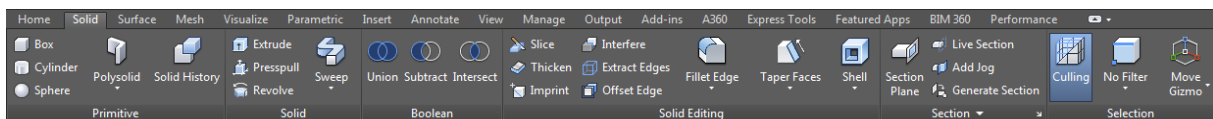
Vijenac se kreira definiranjem centra, polumjera (ili promjera) unutarnje kružnice, zatim definiranjem polumjera (ili promjera) vanjske kružnice vijenca.

**Extrude** – kreira 3D kruto tijelo ili površinu ekstrudiranjem (izdizanjem) 2D ili 3D krivulje.


**Loft** – kreira 3D čvrsto tijelo ili površinu u prostoru između nekoliko ravnina (nacrtani objekti ne nalaze se u istoj ravnini!). Pri tome svi objekti moraju biti nacrtani s pomoću polilinije (ili naredbom JOIN ili PEDIT (podopcija *Join*) spojiti u poliliniju).

Objekte je moguće spajati putanjama (*path*), što je jedna od ponuđenih opcija nakon poziva naredbe LOFT.

Alatna traka *Solid Editing* (slika 10.7) sadrži sljedeće naredbe koje se često upotrebljavaju prilikom 3D modeliranja:




Slika 10.7. Alatna traka *Solid*

**Union**  – sjedinjuje odabrane (dva ili više) objekte (3D tijelo ili 2D lik)

Potrebno je odabrati istovrsne objekte za kombiniranje (sjedinenje).

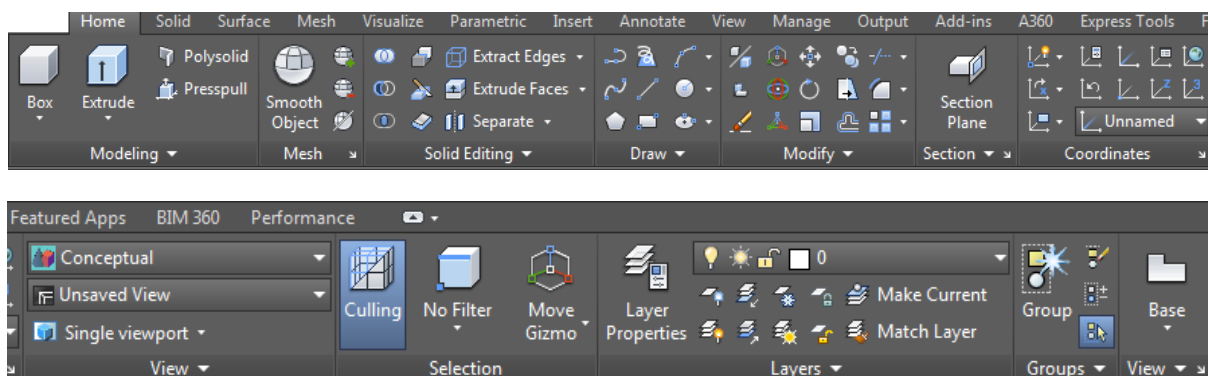
**Subtract**  – omogućuje izuzimanje (isijecanje) objekata (2D ili 3D)

Potrebno je odabrati objekte koje želimo zadržati, odnosno objekte od kojih izuzimamo – odabir potvrđujemo tipkom ENTER. Potom slijedi odabir objekta koji izuzimamo (ENTER).

**Intersect**  – kreira 3D ili 2D objekte od odabranih čvrstih tijela (3D) ili likova (2D) koji se međusobno preklapaju.



Slika 10.8 prikazuje alatnu traku *Home* s pripadajućim naredbama. Na toj se traci nalaze naredbe iz izbornika *Draw* i *Modify* koje su istovjetne prethodno pojašnjenim naredbama kod 2D crtanja.

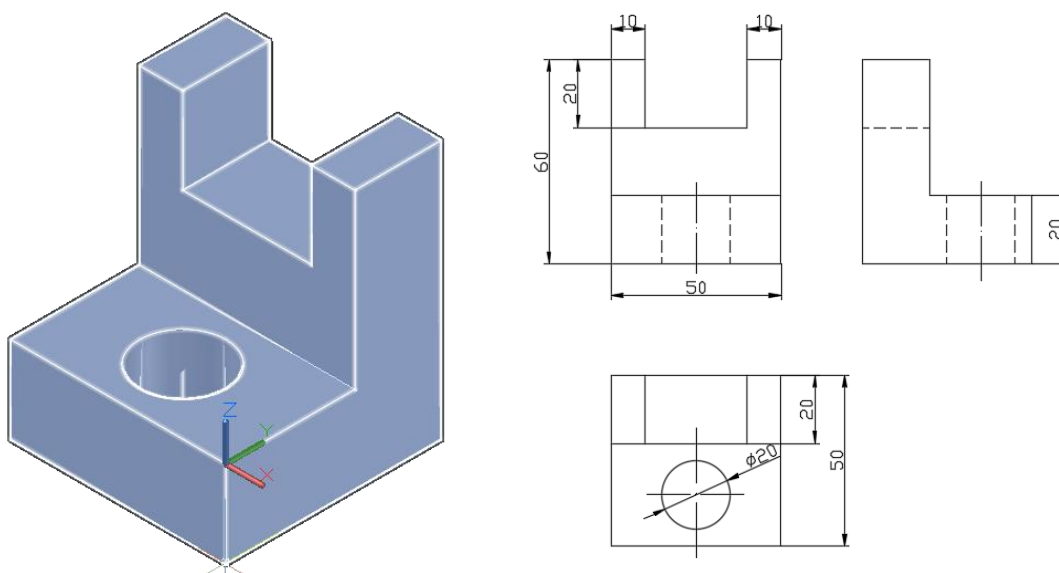


Slika 10.8. Alatna traka *Home* s pripadajućim naredbama

### 10.3. PRIMJER IZRADE 3D MODELA S PRIKAZOM PROJEKCIJA

Na slici 10.9.a) prikazan je primjer 3D modela koji je kreiran u 3D modu programa AutoCAD.

Dimenzije su dane kroz projekcije (nacrt, tlocrt i bokocrt – slika 10.9.b)) dobivene nakon modeliranja, što će u nastavku biti prikazano te pojašnjeno i popraćeno slikom.



Slika 10.9. Primjer 3D modela s pripadajućim dimenzijama

S alatne trake *Modeling* pozivamo naredbu *BOX* koja omogućuje kreiranje kvadra unutar kojeg je potrebno nacrtati crtež u prostoru.

Definiranje prve točke (ugla) kvadra (proizvoljna točka u radnom prostoru):

**BOX** Specify first corner or [Center]:

Definiranje drugog ugla kvadra ili definiranje duljine:

**BOX** Specify other corner or [Cube Length]: L

Odabrana je duljina L (*length*).

Sljedeći je korak definiranje duljine kvadra (npr. 50 mm):

**BOX** Specify length: 50

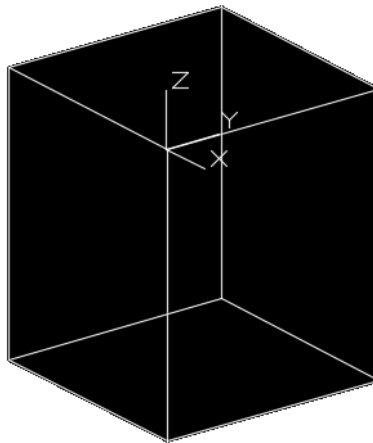
Definiranje širine kvadra (npr. 50mm):

**BOX** Specify width: 50

Definiranje visine kvadra (npr. 60 mm):

**BOX** Specify height or [2Point]: 60

Za prethodno kreirani kvadar potrebno je postaviti UCS (koordinatni sustav) prema slici 10.10.



Slika 10.10. Postavljanje koordinatnog sustava

Potrebno je definirati prvu točku kuta pravokutnika (slika 10.11.a)):

**RECTANG** Specify first corner point or [Chamfer Elevation Fillet Thickness Width]:

Zatim je potrebno definirati drugu točku kuta pravokutnika, u pravilu relativnim koordinatama, ili zadati dimenzije (*Dimensions*) stranica:

**RECTANG** Specify other corner point or [Area Dimension Rotation]: D

Ako smo odabrali opciju definiranja dimenzija (D), sljedeći je korak definiranje duljine pravokutnika:

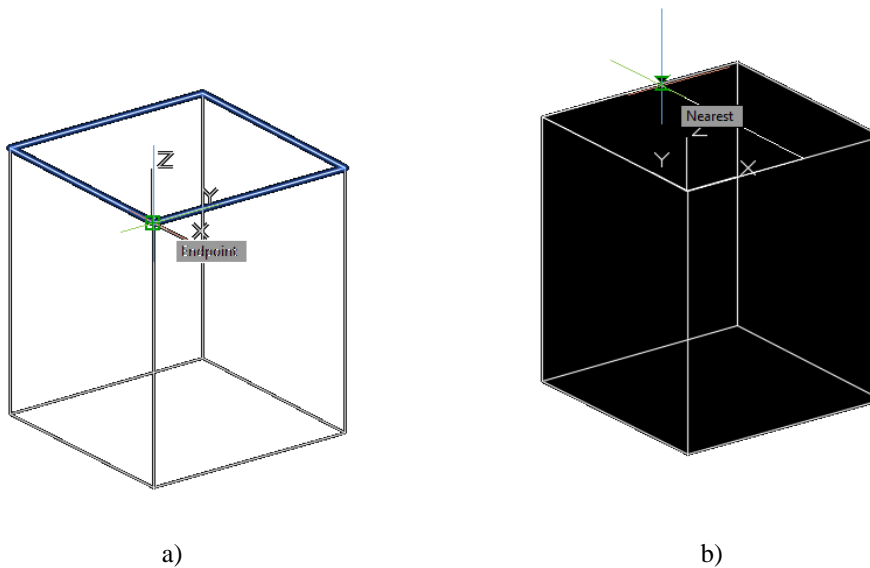
**RECTANG** Specify length for rectangles <10.0000>: 50

Zatim je potrebno definirati širinu pravokutnika:

**RECTANG** Specify width for rectangles <10.0000>: 30

Zatim je potrebno definirati krajnju točku pravokutnika (slika 10.11.b)):

**RECTANG** Specify other corner point or [Area Dimension Rotation]:



Slika 10.11. Definiranje točaka pravokutnika (dijela koji će biti ekstrudiran)

Sljedeći je korak odabir objekata za ekstrudiranje (slika 10.12.a)):

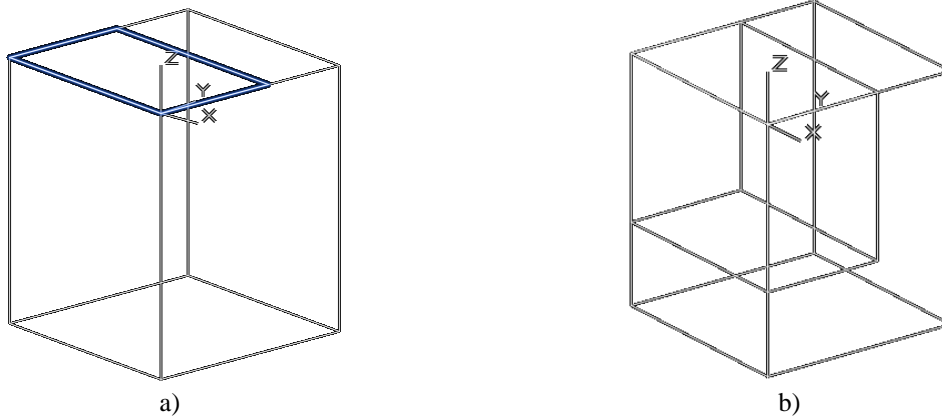
**EXTRUDE** Select objects to extrude or [MOde]:

Nakon odabira objekta odabir potvrditi tipkom ENTER.

Sljedeći je korak definiranje visine pravokutnika ekstrudiranja:

**EXTRUDE** Specify height of extrusion or [Direction Path Taper angle Expression]  
<20.0000> : -40

Izgled modela nakon ekstrudiranja prikazuje slika 10.12.b).



Slika 10.12. Prikaz koraka prilikom ekstrudiranja objekta

Sljedeći je korak izuzimanje prethodno ekstrudiranog objekta (drugog kvadra). Potrebno je odabrati objekt koji želimo zadržati (slika 10.13.a)):

**SUBTRACT** Select objects:

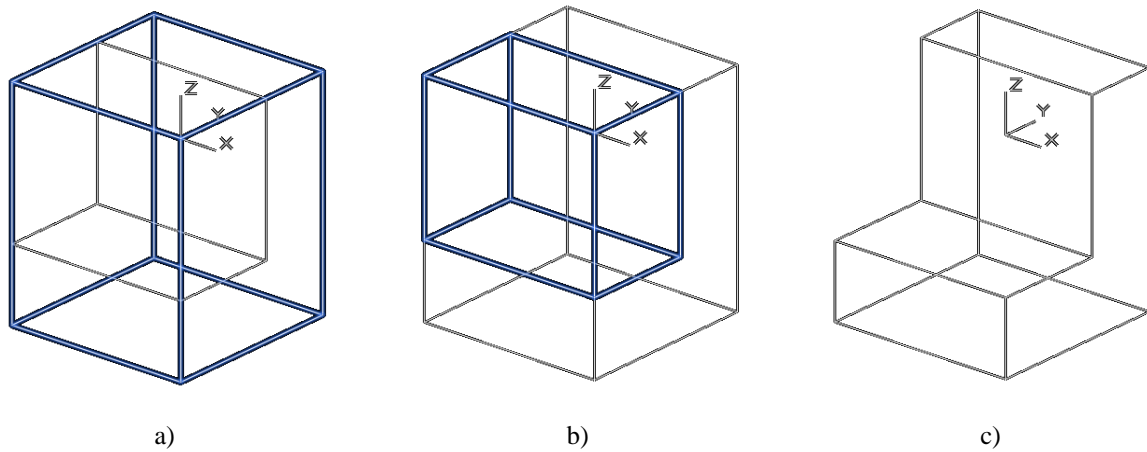
Nakon odabira objekta (slika 10.13.a)) odabir potvrditi tipkom ENTER.

Potrebno je odabrati objekt koji želimo isjeći (slika 10.13.b)):

**SUBTRACT** Select objects:

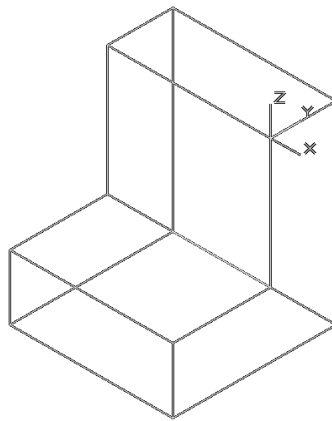
Nakon odabira objekta (slika 10.13.b)) odabir potvrditi tipkom ENTER.

Izgled žičanog modela nakon izuzimanja prikazan je na slici 10.13.c).



Slika 10.13. Prikaz koraka prilikom izuzimanja objekta

Postavljanje UCS-a za nastavak modeliranja prikazano je na slici 10.14.



Slika 10.14. Postavljanje koordinatnog sustava

Slijedi definiranje pravokutnika (20 x 30 mm) koji će se nakon ekstrudiranja također izuzeti (isjeći) naredbom SUBTRACT.

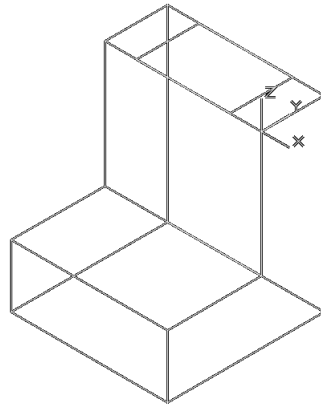
Potrebno je definirati prvu točku kuta pravokutnika (u odnosu na postavljeni UCS – slika 10.14):

**RECTANG** Specify first corner point or [Chamfer Elevation Fillet Thickness Width]: -10,0

Zatim je potrebno definirati drugu točku kuta pravokutnika, u pravilu relativnim koordinatama, ili zadati dimenzije (*Dimensions*) stranica:

**RECTANG** Specify other corner point or [Area Dimension Rotation]: -40,20

Druga točka pravokutnika definirana je relativnim koordinatama s vrijednostima -40, 20 prema aktivnom UCS-u (slika 10.14). Kreirani pravokutnik prikazan je na slici 10.15.



Slika 10.15. Izgled kreiranog pravokutnika

Potrebno je odabrati objekte za ekstrudiranje (pravokutnik – slika 10.16.a)):

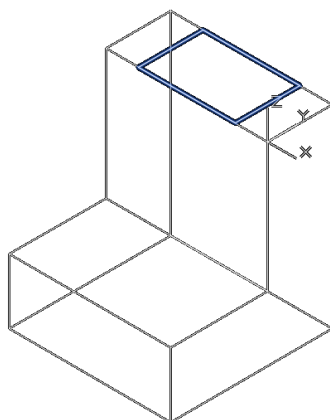
**EXTRUDE** Select objects to extrude or [MOde]:

Nakon odabira objekta odabir potvrditi tipkom ENTER.

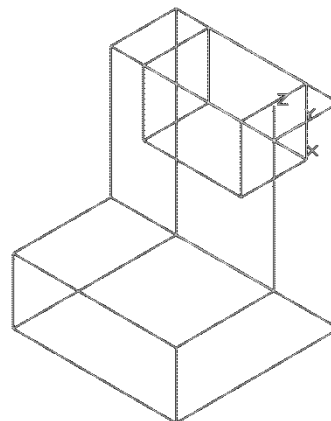
Sljedeći je korak definiranje visine pravokutnika ekstrudiranja:

**EXTRUDE** Specify height of extrusion or [Direction Path Taper angle Expression]  
<20.0000> : -20

Izgled žičanog modela nakon ekstrudiranja prikazuje slika 10.16.b).



a)



b)

Slika 10.16. Izgled modela nakon ekstrudiranja

Potrebno odabrati objekte koje želimo zadržati (slika 10.17.a)):

**SUBTRACT** Select objects:

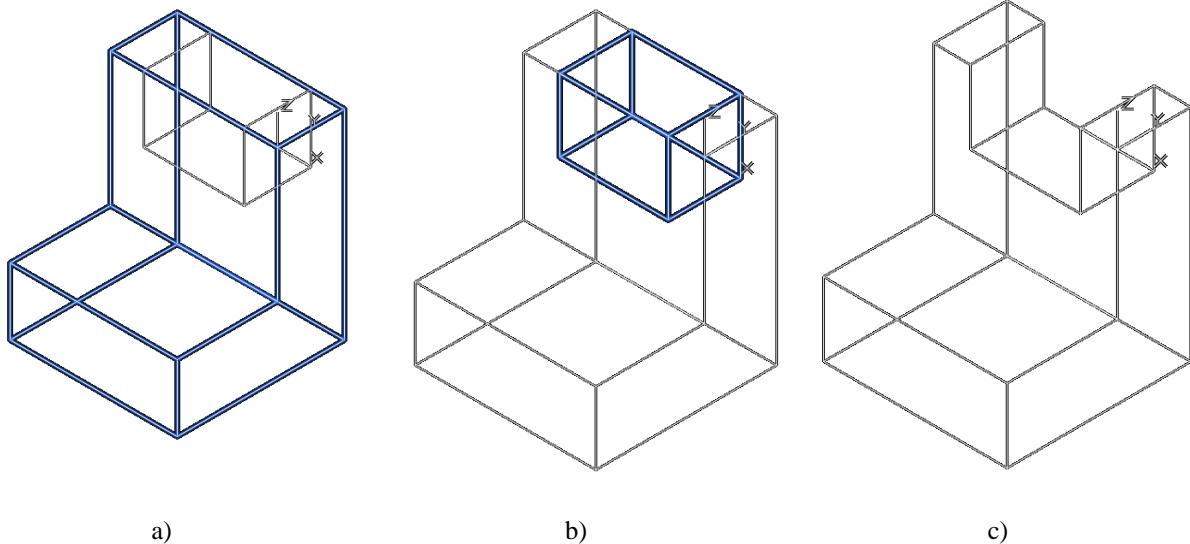
Nakon odabira objekta (slika 10.17.a)) odabir potvrditi tipkom ENTER.

Potrebno odabrati objekte koje želimo isjeći (slika 10.17.b)):

**SUBTRACT** Select objects:

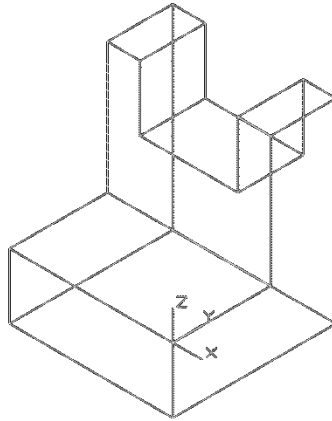
Nakon odabira objekta (slika 10.17.b)) odabir potvrditi tipkom ENTER.

Izgled žičanog modela nakon izuzimanja prikazan je na slici 10.17.c).



Slika 10.17. Prikaz koraka prilikom izuzimanja kvadra

Postavljanje UCS-a za nastavak modeliranja prikazano je na slici 10.18.



Slika 10.18. Položaj aktivnog koordinatnog sustava za nastavak modeliranja

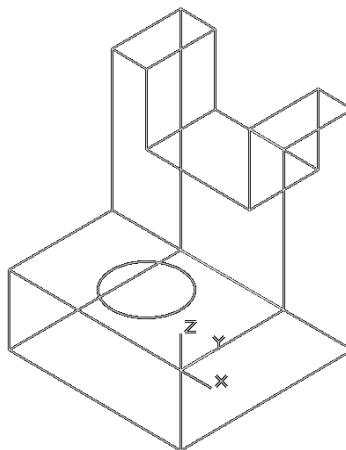
Potrebno je nacrtati kružnicu promjera 20 mm (slika 10.19):

- definiranjem središta kružnice

**CIRCLE** Specify center point for circle or [3P 2P Ttr (tan tan radius)]: -25,15

- definiranjem polumjera (radijusa) kružnice

**CIRCLE** Specify radius of circle or [Diameter]: 10



Slika 10.19. Prikaz kreirane kružnice na trenutačnom modelu

Potrebno je odabrati objekt za ekstrudiranje (označiti kružnicu – slika 10.20.a)):

**EXTRUDE** Select objects to extrude or [MOde]:

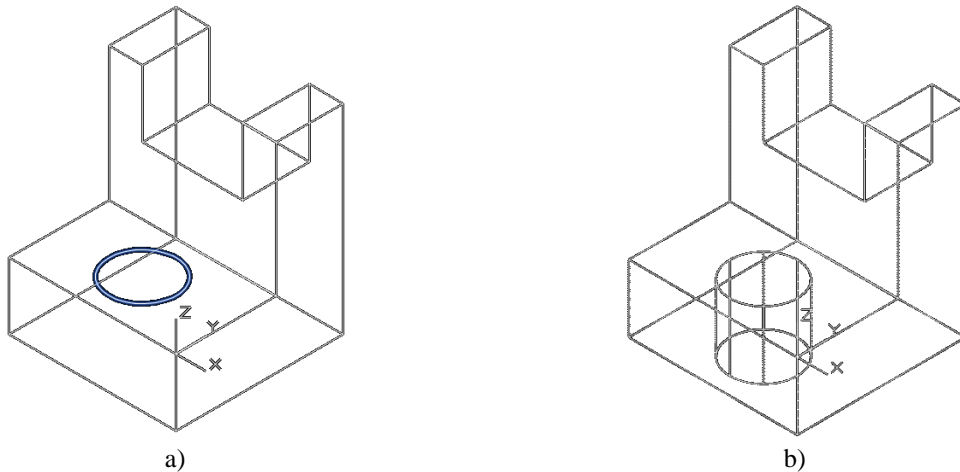
Nakon odabira objekta objekt potvrditi tipkom ENTER.



Sljedeći je korak definiranje visine valjka ekstrudiranja:

**EXTRUDE** Specify height of extrusion or [Direction Path Taper angle Expression]  
<20.0000> : -20

Izgled žičanog modela nakon ekstrudiranja prikazuje slika 10.20.b).



Slika 10.20. Prikaz koraka prilikom ekstrudiranja

Sljedeći je korak izuzimanje ekstrudiranog valjka.

Potrebno odabrati objekte koje želimo zadržati (slika 10.20.a)):

**SUBTRACT** Select objects:

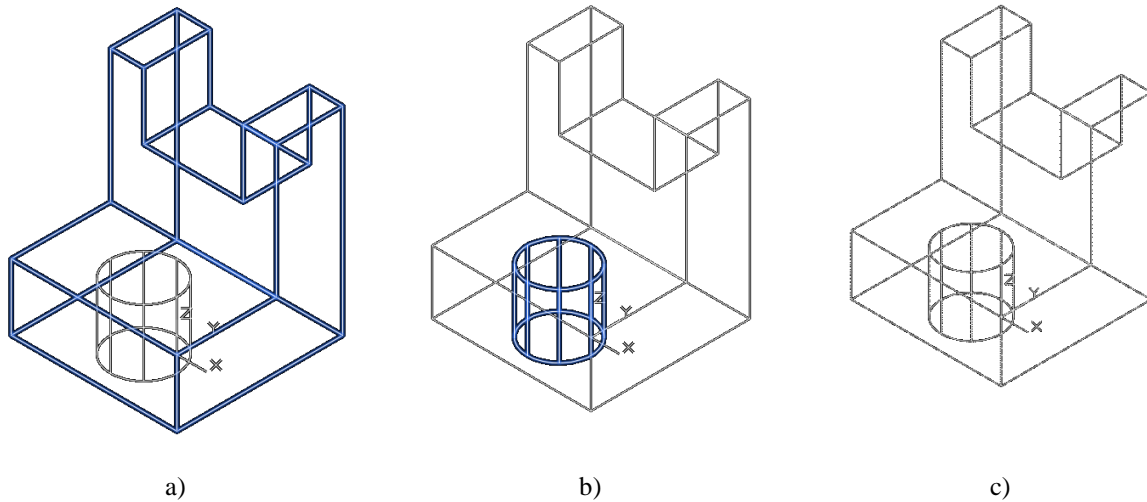
Nakon odabira objekta (slika 10.21.a)) objekt potvrditi tipkom ENTER.

Potrebno odabrati objekte koje želimo isjeći (slika 10.21.b)):

**SUBTRACT** Select objects:

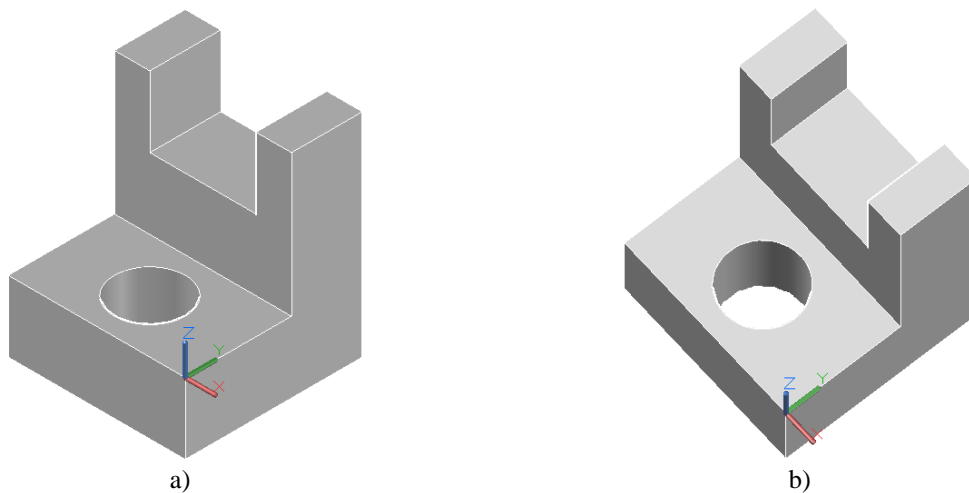
Nakon odabira objekta (slika 10.21.b)) objekt potvrditi tipkom ENTER.

Izgled žičanog modela nakon izuzimanja prikazan je na slici 10.21.c).



Slika 10.21. Prikaz koraka prilikom izuzimanja valjka

Konačan izgled modela prikazan je na slici 10.22.



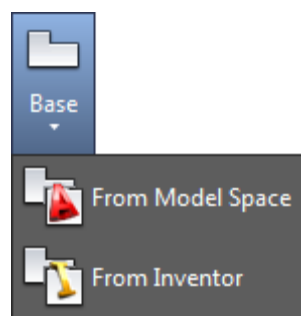
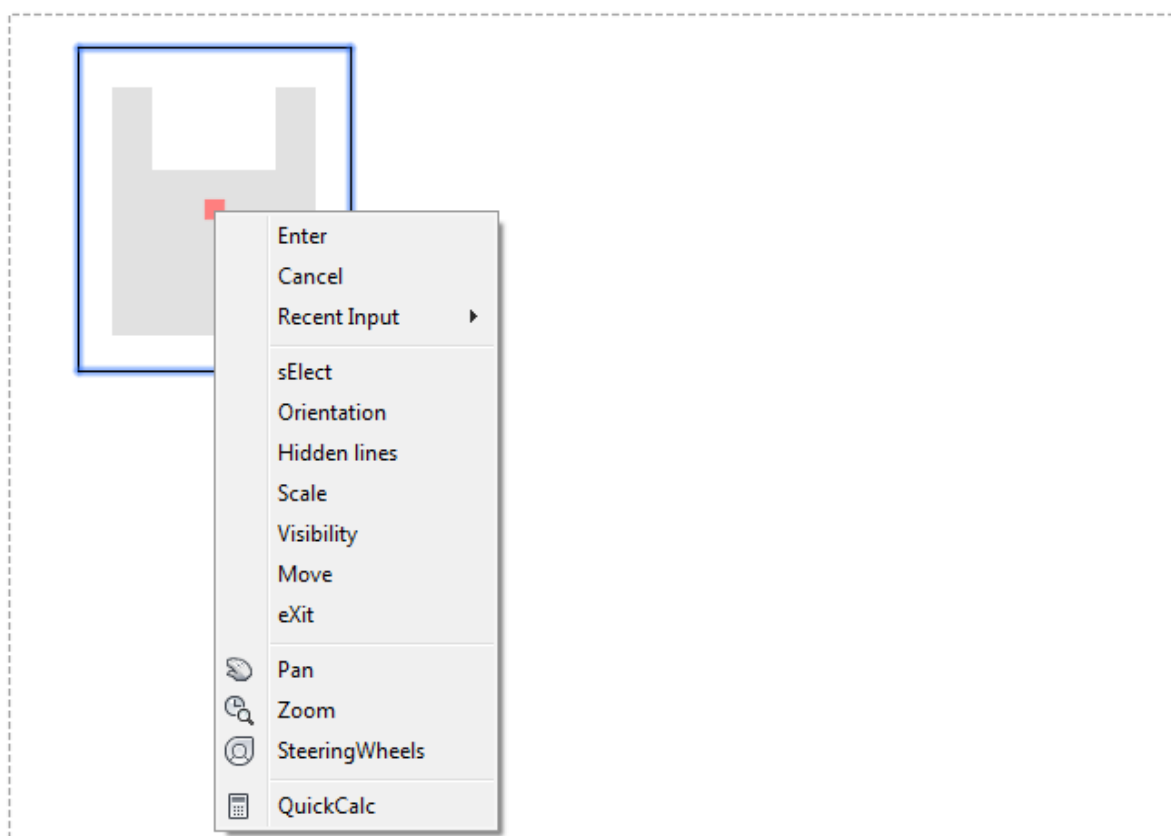
Slika 10.22. Konačan izgled modela

Nakon kreiranja željenog 3D modela, ako želimo prikaz projekcija (nacrt, tlocrt, bokocrt), potrebno je prijeći u karticu *Layout*.

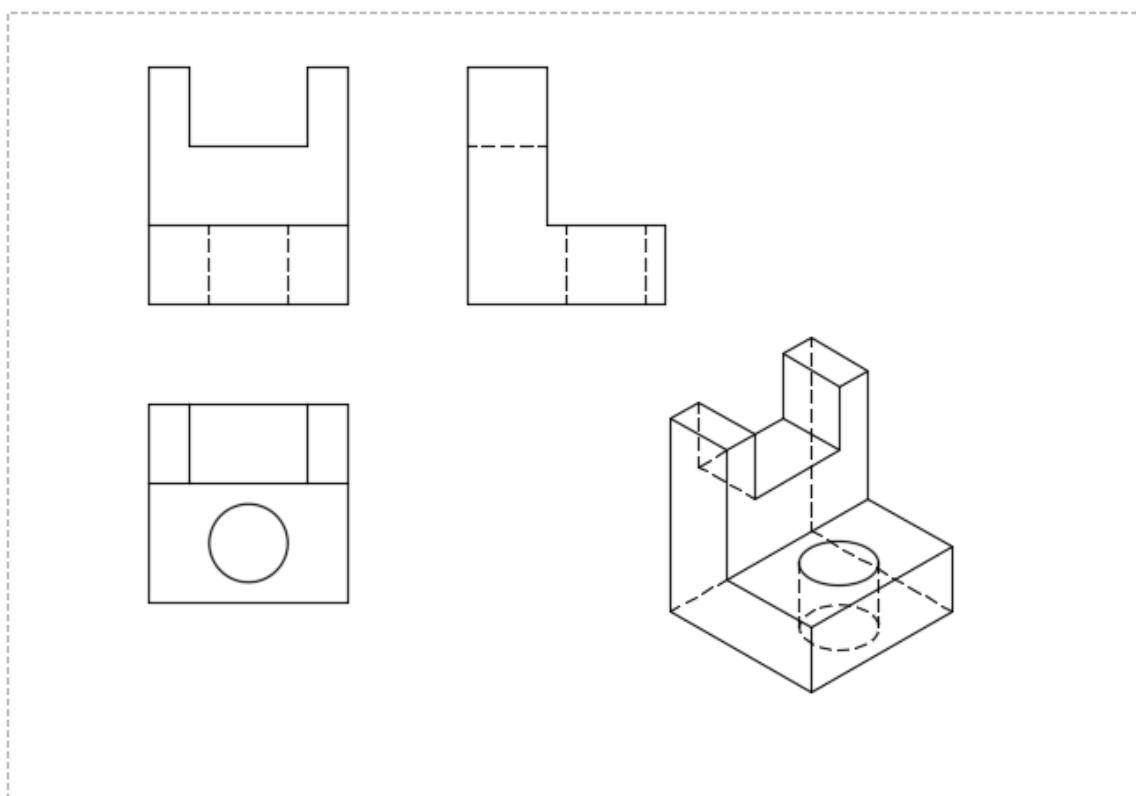
Opcija *Base* (slika 10.23) omogućuje umetanje crteža iz prostora modela (*Model Space*) u odabranu karticu *Layout*.

Umetanje modela (nacrt) u karticu *Layout* prikazano je na slici 10.24. Nakon umetanja desnim klikom miša odabiremo opciju *eXit* te uz pomicanje pokazivača miša (dolje, desno, lijevo...) raspoređujemo preostale projekcije i izometriju objekta (slika 10.25).

Crtež je moguće ispisati na papir prema koracima opisanima u poglavlju 9.

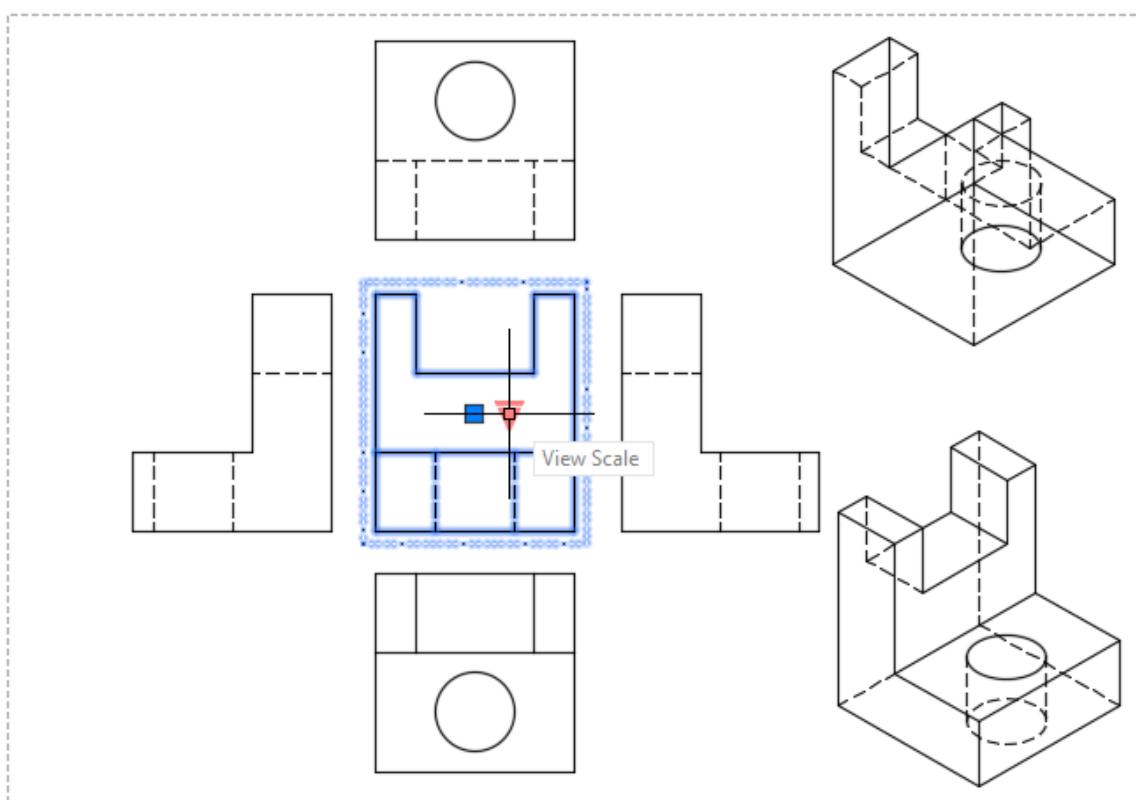
Slika 10.23. Opcija *Base*

Slika 10.24. Umetanje modela (nacrta)



Slika 10.25. Raspoređivanje projekcija

Slika 10.26 prikazuje opciju naknadnog definiranja mjerila (crveni trokutić) prethodno raspoređenih projekcija kreiranog modela.



Slika 10.26. Opcija naknadnog definiranja mjerila raspoređenih projekcija

## LITERATURA

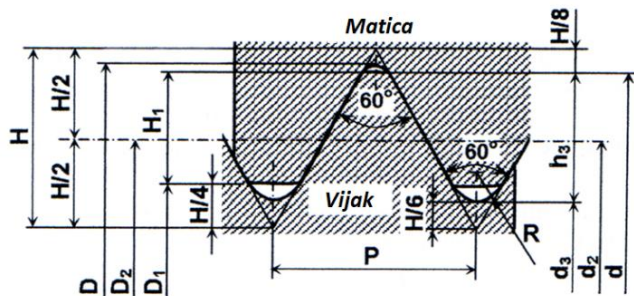
- [1] T. Galeta, M. Kljajin: AutoCAD osnove za tehničko crtanje. Slavonski Brod, 2007.
- [2] Randy H. Shih: SDC Publications: AutoCAD 2016 Tutorial, First Level 2D Fundamentals, SDC Publications (izvor: <https://www.SDCpublications.com/>)
- [3] Randy H. Shih: SDC Publications: AutoCAD 2016 Tutorial, Second Level 3D Fundamentals, SDC Publications (izvor: <https://www.SDCpublications.com/>)
- [4] Autodesk: LEARN ABOUT AUTOCAD, An Introduction to AutoCAD for Beginners (izvor: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/C1BxaOC0-IS.pdf>)

## PRILOZI

## Prilog 1. Standardni metrički navoji ISO 68-1:1998, ISO 262:1998, ISO 724:1993

Nazivna veličina ISO M	Promjer d = D	Korak p	Radijus (r) korijena	Promjer d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	Promjer korijena		Dubina navoja		Promjer provrta za navoj
					vijka d <sub>3</sub>	matrice D <sub>1</sub>	vijka h <sub>3</sub>	matrice H <sub>1</sub>	
1,00	1,00	0,25	0,036	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,75
1,10	1,10	0,25	0,036	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135	0,85
1,20	1,20	0,25	0,036	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,95
1,40	1,40	0,30	0,043	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162	1,10
1,60	1,60	0,35	0,051	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189	1,25
1,80	1,80	0,35	0,051	1,573	1,371	1,421	0,215	0,198	1,45
2,00	2,00	0,40	0,058	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	1,60
2,20	2,20	0,45	0,065	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244	1,75
2,50	2,50	0,45	0,065	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	2,05
3,00	3,00	0,50	0,072	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	2,50
3,50	3,50	0,60	0,087	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	2,90
4,00	4,00	0,70	0,101	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	3,30
4,50	4,50	0,75	0,108	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	3,80
5	5	0,80	0,115	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	4,20
6	6	1,00	0,144	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	5,00
7	7	1,00	0,144	6,350	5,773	5,917	0,613	0,541	6,00
8	8	1,25	0,180	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	6,80
9	9	1,25	0,180	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677	7,80
10	10	1,50	0,217	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	8,50
11	11	1,50	0,217	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812	9,50
12	12	1,75	0,253	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	10,20
14	14	2,00	0,289	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	12,00
16	16	2,00	0,289	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	14,00
18	18	2,50	0,361	16,376	14,933	15,394	1,534	1,353	15,50
20	20	2,50	0,361	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	17,50
22	22	2,50	0,361	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	19,50
24	24	3,00	0,433	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	21,00
27	27	3,00	0,433	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	24,00
30	30	3,50	0,505	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	26,50
33	33	3,50	0,505	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	29,50
36	36	4,00	0,577	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	32,00
39	39	4,00	0,577	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	35,00
42	42	4,50	0,650	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	37,50
45	45	4,50	0,650	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	40,50
48	48	5,00	0,722	44,752	41,866	42,857	3,067	2,706	43,00
52	52	5,00	0,722	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706	47,00
56	56	5,50	0,794	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	50,50
60	60	5,50	0,794	56,428	53,252	54,046	3,374	2,977	54,50
64	64	6,00	0,866	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	58,00
68	68	6,00	0,866	64,103	60,639	61,505	3,681	3,248	62,00

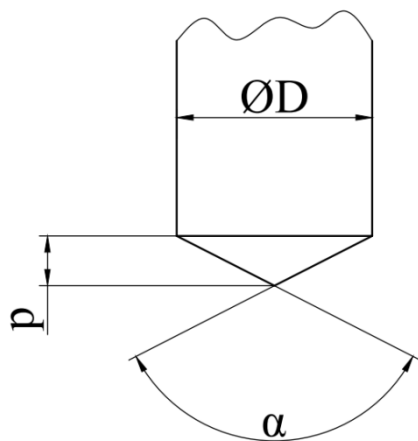
$$r = 0,1443 \cdot p; \quad d_2 = d - 0,6495 \cdot p; \quad d_3 = d - 1,2269 \cdot p; \quad D_1 = d - 1,0825 \cdot p; \quad H = 0,86603 \cdot p; \quad h_3 = 0,61343 \cdot p$$



**Prilog 2.** Tablica s vrijednostima konstante  $k$  za određeni kut svrdla

Kut $\alpha$	Računska konstanta $k$	Konstanta $k$ (u praksi)
60°	0,8660254	0,866
82°	0,5751842	0,575
90°	0,5000000	0,5
118°	0,3004303	0,3
120°	0,3004303	0,289
135°	0,2071068	0,207

Dubina bušenja računa se s obzirom na geometriju alata. Kako bismo dobili provrt zadane duljine, potrebno je znati duljinu vrha svrdla. Duljina je određena kutom vrha svrdla, a može se izračunati prema izrazu:



$$p = \frac{\operatorname{tg}\left(90 - \frac{\alpha}{2}\right)}{2} \times D$$

Budući da se svrdla izrađuju sa standardnim kutovima  $\alpha$ , prethodno navedena formula može se pojednostavniti:

$$p = D \times k,$$

pri čemu je  $k$  konstanta za određeni kut  $\alpha$  (najčešće korišteni kutovi dani su u gornjoj tablici).