

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

SPLOŠNI MENTORSKI SEMINAR

**AutoCAD -
KOTIRANJE**

Uvod

AutoCad je program za računalniško podprto konstruiranje - CAD (Computer Aided Design) z možnostmi, ki jih običajno najdemo pri večjih računalniških sistemih. AutoCAD se je uveljavil po vsem svetu in ga uspešno uporabljajo arhitekti, strojniki, aranžerji, elektroinženjerji, skratka vsi, ki pri svojem delu rišejo. Risbe so preproste skice ali pa načrti za strojne elemente, hiše, napeljave, tiskana vezja, zemljevide in zapletene strukture v treh dimenzijah.

AutoCAD je računalniško podprt sistem za tehniško risanje. AutoCAD obdeluje risbe in načrte podobno kot urejevalnik besedil (editor) besedila. Risbe poljubne velikosti rišemo in popravljamo interaktivno s premikanjem točke na zaslonu. Premikamo jo z miško ali svinčnikom na tablici. Risbe potem lahko shranimo na diski, jih zrišemo z risalnikom ali tiskalnikom v poljubni velikosti in merilu. Lahko jih uporabljamo tudi kot sestavine novih risb.

AutoCAD pri svojem delu uporablja več modulov kateri so nujno potrebni pri nastajanju risbe. Taki moduli so:

- modul za risanje Osnovni elementi s katerimi rišemo so: točke, daljice, črtovja (polylines), loki, krogi, mnogokotniki ali že narejene risbe).
- pogledi na risbo Risbo lahko pogledamo na različne načine in z različno natančnostjo. Lahko gledamo vso naenkrat, povečamo čez zaslon le kako podrobnost ali pa oboje hkrati. Zaslon razdelimo tudi na več poljubnih oken, tako da isto risbo gledamo ali izrišemo na več načinov hkrati.
- popravljanje risbe Pri risanju si pomagamo tako, da že obstoječe elemente premikamo, kopiramo, ponavljamo, zrcalimo, raztegujemo, vrtimo ali brišemo. Posamezne dele risbe lahko razmnožimo v poljubni smeri ali krogu. Ostre robove lahko zaokrožimo z loki ali odrežemo s prečnimi daljicami.
- risalne ravnine Risbe rišemo na risalno ravnino (LAYER), ki jo določimo po lastni presoji. Tako na primer rišemo šrafure na ravnino "šrafura", kotiramo na ravnino "kote", pozicioniramo na ravnino "pozicije" itd. Pri samem risanju, pa tudi kasneje pri risanju z risalnikom, izrišemo samo tiste ravnine, ki jih potrebujemo, na primer "pozicije" in "kote" skupaj. Za kontrolo lahko izrišemo vse ravnine skupaj na isti papir, vsako v drugi barvi in debelini.
- bloki Bloki so samostojne risbe, ki se vedejo kot elementi in imajo ime. Blok lahko vsebuje vse vrste elementov, torej tudi druge bloke. Število nivojev tako vgnazdenih blokov ni omejeno. Primer: blok tovarna lahko vsebuje blok stružnica, ta vsebuje blok motor, blok motor pa blok ležaj in ta blok kroglica.
- kotiranje AutoCAD ima vdelano avtomatsko kotiranje, ki je povezano s prvotnimi točkami. Če spremenimo risbo, se kote avtomatsko popravijo na nove dimenzije. Kotiramo razdalje, kote in kroge. Kotiranje je lahko odsekovno ali zaporedno. Dimenzije v kotah so merske, colske ali pa oboje (kombinirane).
- šrafiranje Posamezne ploskve šrafiramo v enem od 40 vzorcev, ki nam jih ponuja AutoCAD. Možno je določiti tudi lastne vzorce.

- risanje v prostoru
AutoCAD nam omogoča tudi zelo dobro prostorsko (tridimenzionalno, 3D) risanje. V prostoru lahko rišemo èrte, poševne ploskve pa tudi krive ploskve s pomoèjo mrež. Narišemo lahko poljubno telo v prostoru, tako da narišemo vse mejne ploskve. Risba je vidna kot bi telesa bila narejena iz žice. Zato se ta model imenuje žièni okvir (wire frame). Pri tem si narejeno prostorsko risbo pogledamo s poljubne toèke v prostoru v pravokotni projekciji ali perspektivi. Èe želimo boljšo preglednost risbe, lahko odpravimo tudi skrite robove ali pa osenèimo. V veliko pomoè pri risanju v prostoru so uporabniški koordinatni sistemi, ki jih sami doloèimo.
- programski jezik LISP
AutoCAD ima vgrajen tudi interpreter za LISP. Tako lahko programiramo dodatne funkcije in ukaze.
- modelirnik v prostoru
AME
V AutoCAD je vgrajen modelirni program, modelirnik. AutoCAD AME (Advanced Modelling Extension) omogoèa modeliranje teles, to je prostorskih objektov, na raèunalniškem zaslonu. S pomoèjo dodatnih ukazov doloèimo obliko (geometrijo) in snovne lastnosti teles. V raèunalniku zgrajeno telo lahko tudi popravljamo in spreminjamo.

Napotki

Za jasnejše prikazovanje zgledov so uporabljene naslednje pisave:

Naslovi

Teksti

Zgledi

Zgledi so izpisani tako, kot jih vidimo na tekstovnem zaslonu. Vèasih je zaradi jasnosti dodan še kak znak, ki zakljuèuje vnos ukaza ali parametra:

- ↵,<CR>,<RETURN>,<ENTER> pomenijo tipko, ki pošlje kazalec v novo vrsto. S to tipko zakljuèimo vnos ukaza ali parametra. Ista tipka tudi ponovi zadnji izvedeni ukaz. Tipka <RETURN> je tudi na miški grafiène tablice (zeleni gumb) in na navadni miški (desni gumb).
- , <PICK> pomeni vnos toèke s tablico ali miško. Z lupo miške pokažemo na želeno toèko, potem pa pritisnemo rdeèi gumb na miški grafiène tablice, ali pa pritisnemo levi gumb na miški.
- <CTRL/C> <CANCEL> prekine trenutno izvajani ukaz. Pritisnemo ga tako, da ob pritisnjeni tipki <CTRL> pritisnemo še <C>. Ta ukaz je ponovljen na modrem gumbu miške grafiène tablice. Na grafièni tablici ali na zaslonskem meniju je tudi polje, oznaèeno s <CANCEL>, ki izvede ukaz <CTRL/C>.
- <1.0000> V konièastih oklepajih AutoCAD pogosto ponuja svojo privzeto vrednost parametra. Èe se strinjamo, potrdimo ponujeno vrednost z ↵, sicer pa vnesemo lastno.

Kotiranje (DIM)

Ukaz DIM omogoča samodejno kotiranje risbe. Najprej moramo izbrati način kotiranja potem pa pokažemo element, ki ga želimo kotirati. Za vse ostalo poskrbi AutoCAD sam. Pri spremembah risbe se kote temu primerno spremenijo.

Kota je sestavljena iz sedmih elementov (pomožna črta, kota, puščice,...), ki pa so združeni v poseben blok.

Kotiramo vselej na svojo ravnino, da lahko kote kasneje po potrebi preprosto zberemo, ali pa si ogledamo sliko brez izrisanih kot.

Kotiranje pokličemo z ukazom DIM. Pri tem se odzivnik spremeni z običajnega **Command:** v **Dim:**, kjer veljajo popolnoma drugi ukazi - ukazi za kotiranje.

Command: DIM

Dim:

Najbolje je, če ukaze za kotiranje kličemo prek menuja, saj tako odpade veliko nepotrebnega tipkanja.

HOR	(Horizontal) - vodoravna kota
VER	(Vertical) - navpična kota
ALI	(Aligned) - vzporedna točkama
ROT	(Rotated) - zasukana kota
BAS	(Baseline) - vzporedno kotiranje
CON	(Continue) - zaporedno kotiranje
ANG	(Angular) - kotiranje kotov
DIA	(Diameter) - kotiranje premera
RAD	(Radius) - kotiranje polmera
CEN	(Center) - označevanje središča loka, kroga
LEA	(Leader) - pomožna črta kote
UPD	(Update) - popravljanje kote

Za prehod v običajen način dela na odzivnik Command:, si pomagamo z:

EXI (Exit) - konča ukaz dim

<CTRL/C> isto kot EXIT

UNDO Pri kotiranju se lahko zmotimo, zato imamo možnost zbrisati zadnjo koto z ukazom UNDO. Ukaz deluje podobno kot U pri odzivniku Command:, le da tu vedno zbrise eno koto. UNDO deluje le znotraj enega dialoga DIM. Če pa se vrnemo v način Command:, bo U zbrisal vse kote zadnjega ukaza DIM!

REDRAW Ukaz obnovi risbo na zaslonu in s tem zbrise "smeti". To je enak ukaz kot pri odzivniku Command:.

Vodoravno in navpično kotiranje (HORIZONTAL, VERTICAL)

Poljuben element s krajiščema (daljica, lok) lahko kotiramo z ukazom HORIZONTAL. Pri tem moramo poleg elementa pokazati še točko, skozi katero naj gre kota, in potrditi tekst, ki označuje razdaljo.

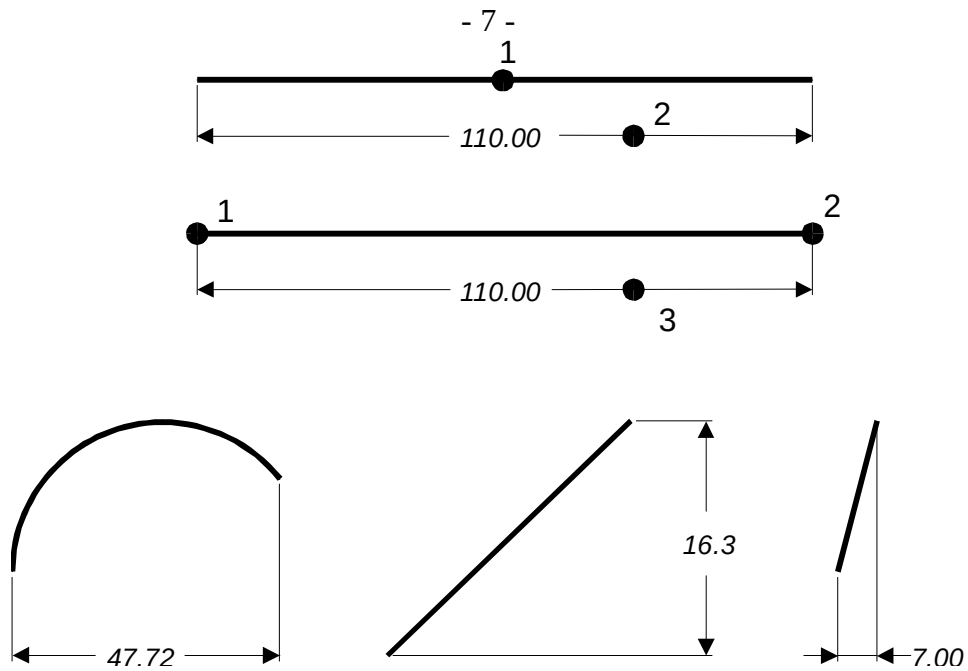
```
Command: DIM
Dim: HOR                                naèin kotiranja (vodoravno)
First extension line origin or RETURN to select:↵
Select line arc or circle:●            izberemo element
Dimension line location:●               pokažemo lego kote
Dimension text <6.2353>:↵             potrdimo izpis na koti
Dim:
```

Namesto elementa z dvema krajiščema lahko pokažemo dve točki, med katerima želimo označiti razdaljo. Pri tem si pomagamo s podukazi OSNAP (pomoènik).

```
Dim: HOR                                naèin kotiranja (vodoravno)
First extension line origin or RETURN to select:ENDPOINT of ●
Second extension line origin: INTERSECT of ●
Dimension line location:●               pokažemo lego kote
Dimension text <8.0000>:↵             potrdimo izpis na koti
Dim:
```

Èe je tekst predolg, AutoCAD avtomatièno kotira z zunanje strani.

Element na isti naèin kotiramo navpièno z ukazom VERTICAL.



Slika 1: Vodoravno in navpično kotiranje

Poševno kotiranje (ALIGNED, ROTATED)

Poleg vodoravnega in navpičnega poznamo še dve kotiranji:

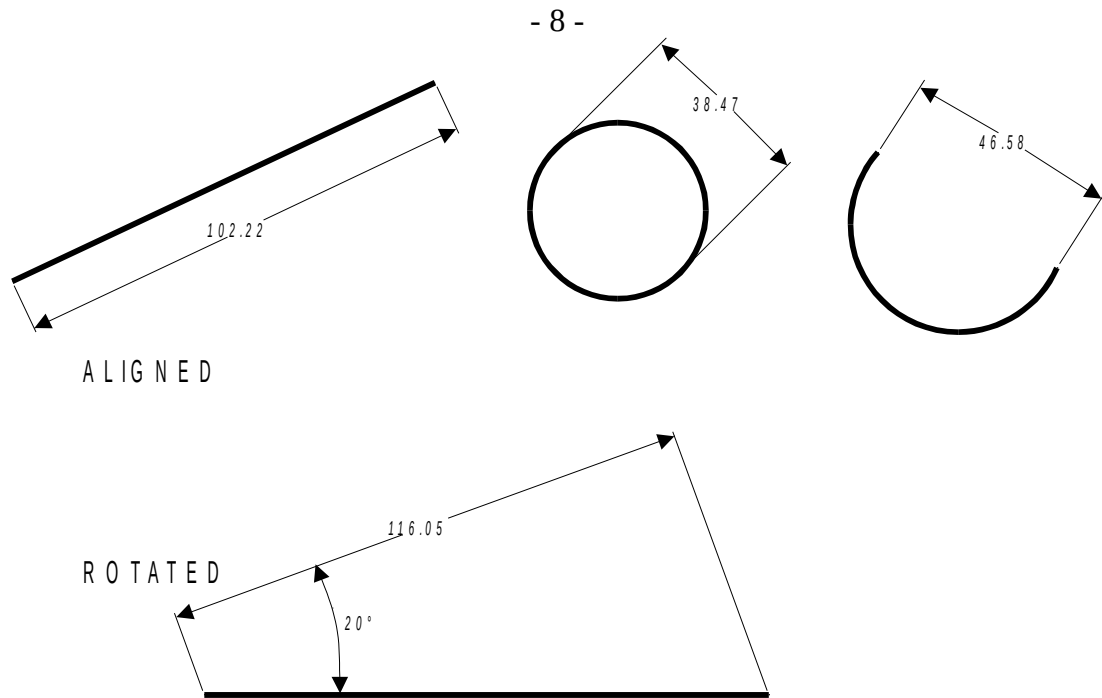
- vzporedno z mernimi točkami (**ALIGNED**) in
- pod poljubnim kotom (projekcije!) z **ROTATED**.

Ukaz je enak, le pri ROTATED nas vpraša še po kotu, pod katerim se izriše kota.

```

Command: DIM
Dim: ALIGNED
First extension line or RETURN to select:↵
Select line, arc or circle: ●
Dimension line location ●
Dimension text: <3.2451>:↵
Dim:

```



Kotiranje veè razdalj (CONTINUE, BASELINE)

Veè razdalj lahko kotiramo zaporedno (CONtinue) ali pa glede na osnovno toèko (BASeline). Pri tem je treba pokazati le še drugo toèko kote, kajti prva je privzeta od prejšnjega kotiranja. Oblika ukaza je v obeh primerih podobna.

Dim: HOR

First extension line origin or RETURN to select: ●

Second extension line origin: ●

Dimension line location: ●

Dimension text <41.00>:↵

Dim: CONTINUE

Second extension line origin: ●

Dimension line location: ●

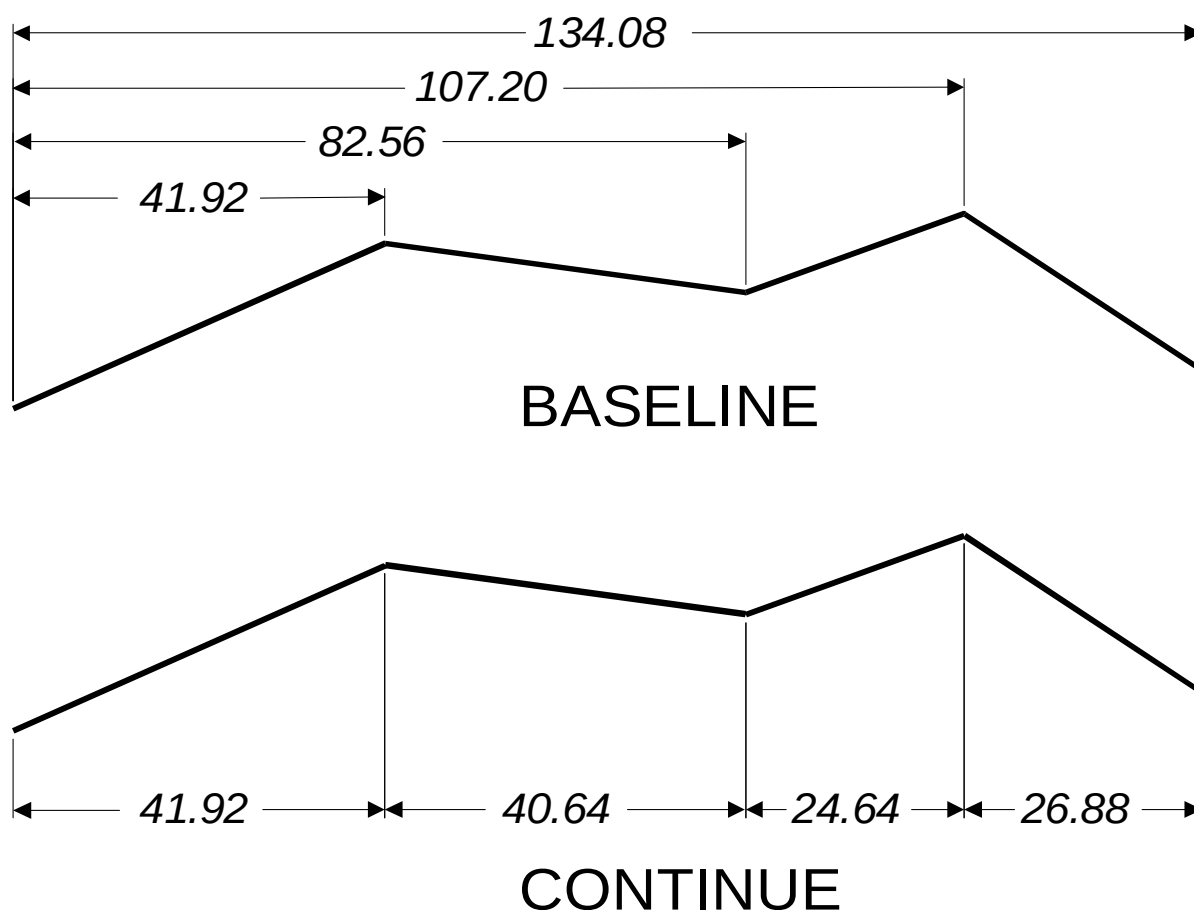
Dimension text <35.60>:↵

nadaljujemo kotiranje

pokažemo lego kote
potrdimo izpis na koti

Dim:

Pri tem je zelo pomembno, da prvo kotiranje izvedemo kot kazanje obeh krajišč (ne pa s kazanjem elementa). AutoCAD namreč ne more vedeti, katera točka je prva in katera druga, s tem pa tudi ne, katera je osnova za nadaljne kotiranje.



Slika 3: Vzporedno in zaporedno kotiranje

Kotiranje polmera ali premera (RADIUS, DIAMETER, CENTER)

Pokazati moramo lok oziroma krožnico in AutoCAD opravi vse ostalo:

Dim: RADIus

Select arc or circle: ●

izberemo krožnico ali lok

Dimension text <1.3684>: ←

Dim:

Namesto polmera lahko označimo tudi premer loka oziroma kroga, le da tedaj uporabimo DIM-ukaz DIAMeter. Če je besedilo kote preveliko (pri označevanju polmera ali premera) in ga AutoCAD ne more vpisati v krog oziroma lok, dobimo še dodatno vprašanje, kako daleč zunaj kroga naj se besedilo izpiše, kar pokažemo z miško.

Dim: DIAMeter

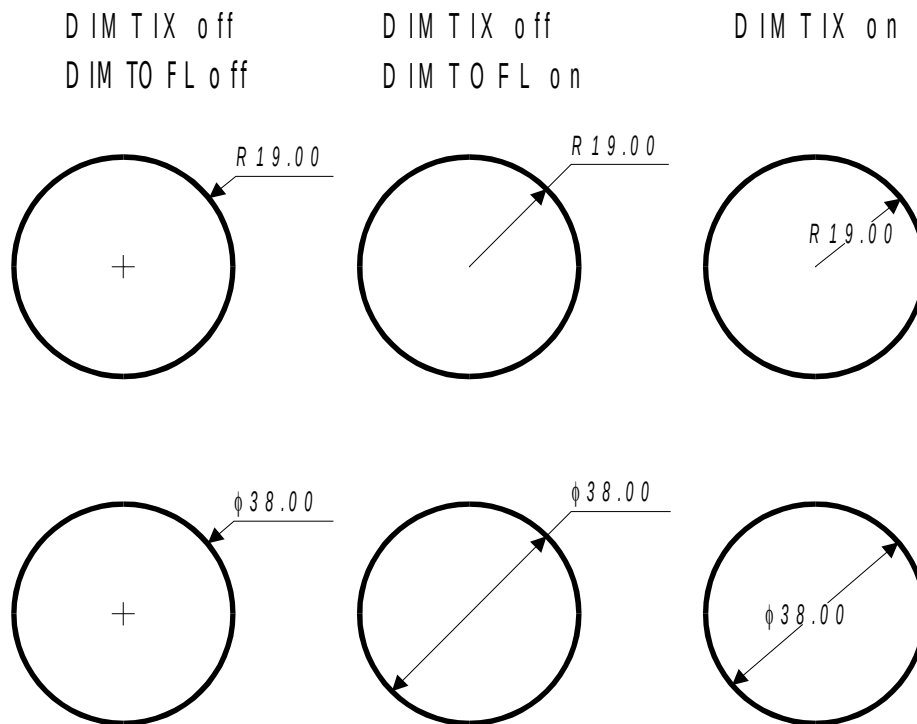
Select arc or circle: ●
Dimension text <1.3684>: ←
Text does not fit.
Enter leader length: ●
Dim:

obvestilo, da je besedilo
preveliko
pokažemo, kje naj se izpiše

Dodatno lahko označimo še središče loka ali kroga z ukazom CENTER. Pri tem se v središču izriše + (plus), v velikosti teksta:

Dim: CENTER
Select arc or circle: ●
Dim:

Način kotiranja polmerov in premerov nastavlja s sistemskimi spremenljivkami DIMTIX in DIMTOFL.



Slika 4: Način kotiranja polmera in premera

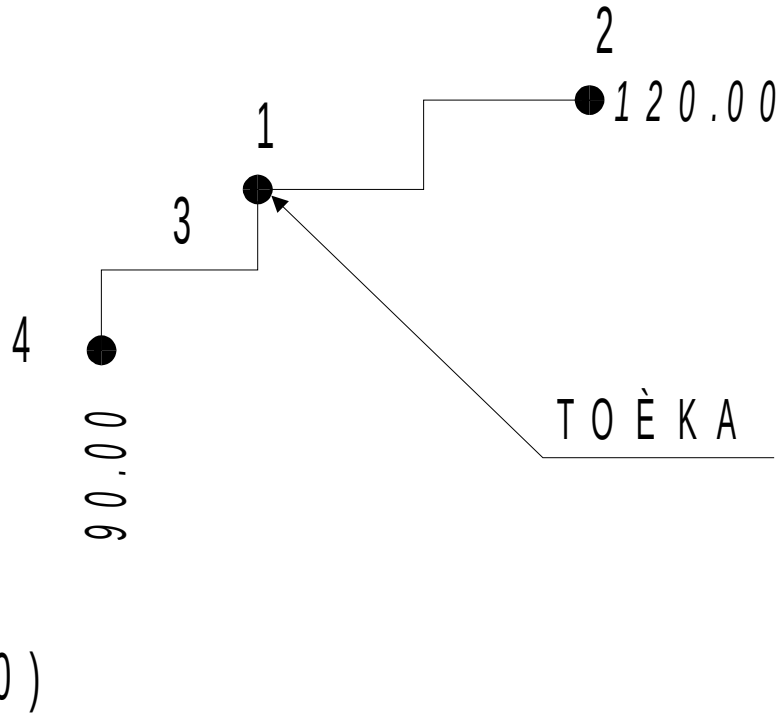
Kotiranje točk (ORDINATE)

Kotiramo lahko koordinate (absolutno lego) posamezne točke. Absciso (X) kotiramo posebej in ordinato (Y) posebej. Ukaz DIM ORDINATE zahteva, da pokažemo točko, ki jo želimo kotirati, nato vnesemo koordinato (X ali Y) in končno lego, kjer se bo izpisala vrednost.

Med točko, ki jo kotiramo in lego izpisa se nariše stopničasta črta:

DIM ORDINATE
Select feature: ●
Leader endpoint (Xdatum/Ydatum): Y
Leader endpoint: ●
Dimension text <120.00>: ←
Dim:

izberemo točko za kotiranje
,navedemo smer
pokažemo lego izpisa
potrdimo vrednost



Slika 5: Kotiranje koordinat posamezne toëke

Kotiranje kotov (ANGULAR)

Kotiranje kotov je dokaj preprosto. Ponavadi zadostuje, èe pokažemo dve daljici, kraka kota. Nato pa pokažemo še lego kotirnega loka in lego izpisa (kota).

Command: DIM

Dim: ANGULAR

Arc, circle, line or RETURN: ●

Second line: ●

Enter dimension line arc location: ●

Dimension text <63>: ↵

Enter text location: ●

Dim:

pokažemo prvo daljico,

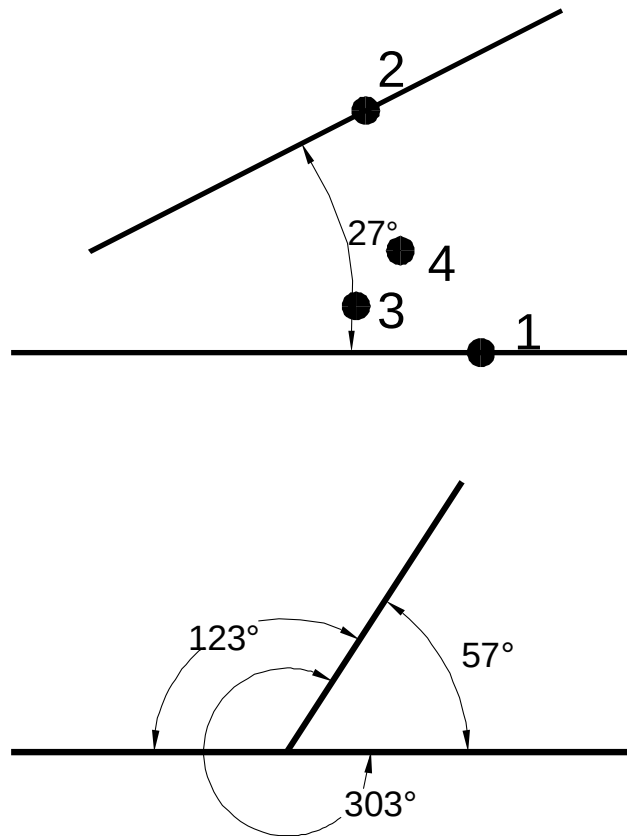
drugo daljico

in lego kotnega loka

potrdimo kot

in pokažemo lego števila

Podobno kotiramo še lok in krog. Če pritisnemo ↵, navedemo vrh kota in dve točki, ki določata njegova kraka.



Slika 6: Kotiranje kotov

Koti se izpisujejo v stopinjah, lahko pa zahtevamo tudi drugačne enote. Uporabimo ukaz UNITS in pri vprašanju o kotnih enotah izberemo eno od možnosti (decimalne stopinje, stopinje/minute/sekunde, grade, radiane, smeri neba).

Izpis in spreminjanje teksta v koti (<>, NEWTEXT)

V vseh dosedanjih zgledih smo v koti izpisali dolžino oziroma kot, kot nam ga je izmeril AutoCAD, brez enot ali drugih opomb in smo pritisnili le ↵. Če pa želimo na primer izpisati poleg izmerjene dolžine še komentar in enoto (To je, milimetrov), naredimo takole:

Dimension text <130.00>: To je <> milimetrov

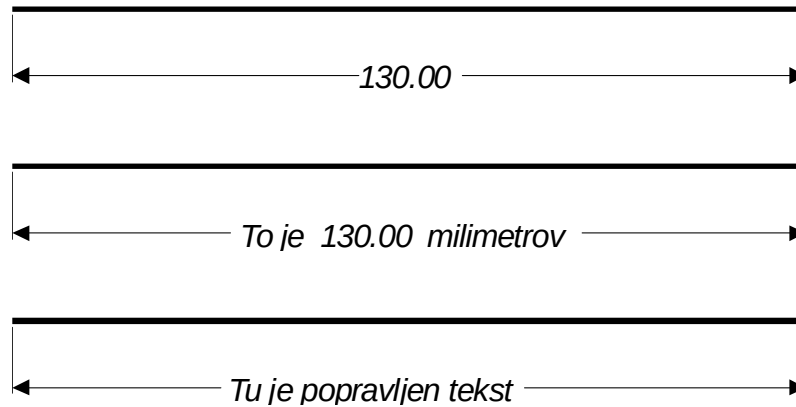
pri čemer se nam bo namesto <> izpisala izmerjena dolžina:

To je 130.00 milimetrov

Seveda pa lahko izpišemo tudi čisto poljuben, svoj tekst.

Z ukazom DIM NEWTEXT preprosto spreminjamo tekst posamezne kote:

```
DIM NEWTEXT
Enter new dimension text: Tu je popravljen text
Select objects: ●
Dim:
```



Slika 7: Dodatno besedilo v koti

Prestavitev izpisa v koti (LEADER)

Kadar želimo izpisati besedilo na drugo mesto, kot predlaga AutoCAD, si pomagamo z ukazom LEADER. Pri tem moramo kotiranje prekiniti takoj, ko smo pokazali razdaljo ali lok s <CTRL/C>, in nadaljevati z ukazom LEADER:

```
Dim HORIZontal
Select first extension line or RETURN to select: ↵
Select Line Arc or Circle: ●
Dimension line location: <CTRL/C>,      prekinemo kotiranje
Dim: LEADER
```

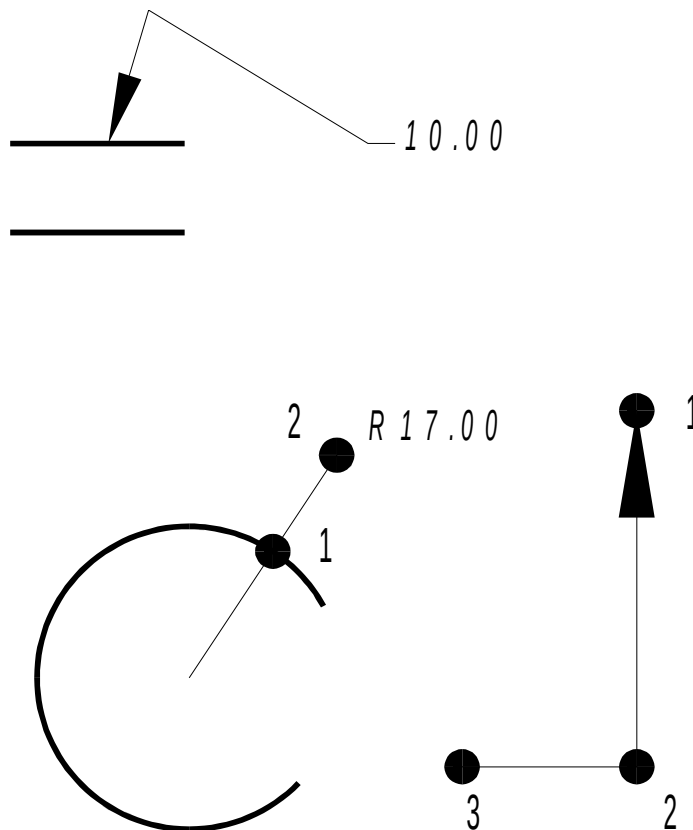
Leader start: ●
To point: ●
To point: ●
To point: ●
To point: ←
Dimension text <23.50>: ←
Dim:

poklièemo pomožno èrto
prva toèka, lega pušèice
vleèemo èrto
do željenega mesta
konèamo vnos pomožne èrte
in pokaže se predhodno izmerjena
kota

Kote, narejene z ukazom LEADER, niso spremenljive. Dejansko je taka koto le množica èrt (LINE) in teksta. Èe kotirani element spremenimo, moramo staro koto zbrisati in kotirati ponovno.

Ukaz LEADER se izvede samodejno, èe mora koto izpisati zunaj kroga ali loka.

LEADER je tudi zelo prikladen ukaz za risanje pušèic. Le spremenljivko DIMSCALE moramo nastaviti na primerno vrednost, da je pušèica dovolj velika.



Slika 8: Prestavitev izpisa v koti, risanje pušèic

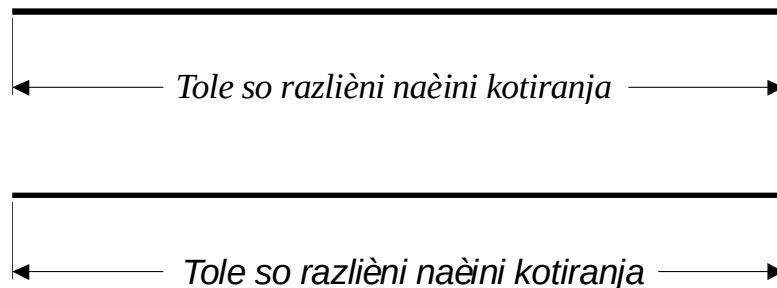
Doloèitev stila èrk za kote (STYLE)

Stil èrk doloèimo podobno kot pri ukazu TEXT STYLE. Paziti moramo le, da je stil že prej definiran z ukazom STYLE. V kotah lahko uporabljamo poljubne oblike èrk, upoštevati pa moramo, da se lahko zaradi velikega števila kot delo precej upoèasni. Priporoèam uporabo oblike TXT ali SIMPLEX, ki sta enostvanejša in se risba zato hitreje obnavlja.

Dim: STYLE
New text style <STANDARD>: SIMPLEX
Dim:

poklièemo ukaz in
navedemo nov stil

Èe spremenimo stil èrk za kote ali druge nastavitve kotiranja (glej DIMVARS), lahko že narisane kote spremenimo z ukazom UPDATE.



Slika 9: Stil èrk v kotah

Prilagajanje kote

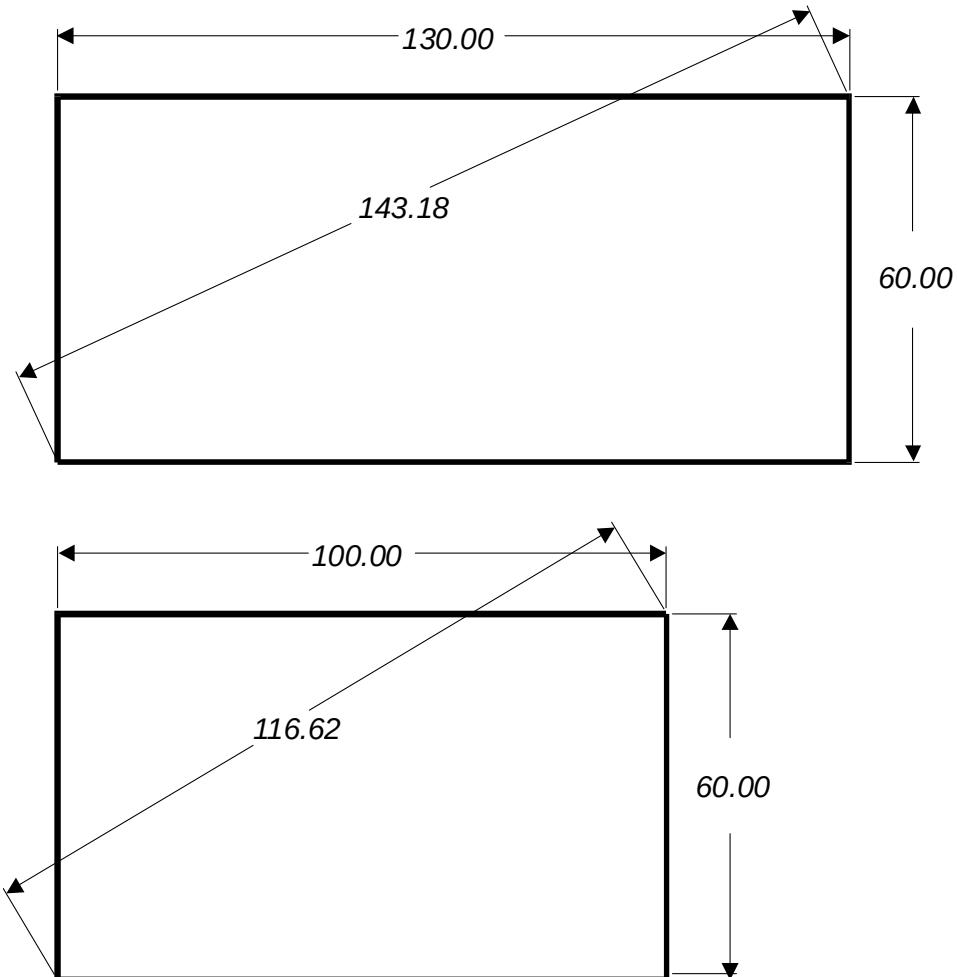
Kote lahko pozneje spremenimo z različnimi ukazi. Èe spremenimo dolžino kotiranega elementa, se prilagodi tudi kota. Kota se avtomatsko spremeni, kadar osnovo spremenimo z enim od tehle ukazov:

ARRAY	krožno razmnoževanje elementov
EXTEND	podaljševanje daljic (ne pa lokov)
MIRROR	zrcaljenje
ROTATE	zasuki, vrtenje

SCALE	povečevanje, pomanjševanje
STRETCH	razteg daljic in lokov, ne pa krogov
TRIM	krajšanje daljic (ne pa lokov)

Kadar raztegujemo elemente s STRETCH, moramo paziti, da v okno C(crossing) zajamemo tudi eno krajišee kote. Sicer se kota ne prilagodi, ker ni bila zajeta v seznamu.

Tudi TRIM in EXTEND moramo posebej pokazati še pomožno èrto kote, ki naj se podaljša oziroma skrajša. Paziti moramo pri kotah, ki naenkrat zajamejo veè elementov.



Slika 10: Prilagajanje kot

Spremenljivke za opis kotiranja (DIM STATUS)

DIM Status izpiše vrednosti kotirnih (DIM) spremenljivk. Te določajo velikost besedila, velikost pušèic, odmaknjenost pomožnih èrt od mernih toèk in podobno. Privzeta je velikost èrk in pušèic 0.18 enot, ki se ne spremeni, ètudi rišemo mnogo veèje risbe. Najpreprosteje si pomagamo tako, da vse vrednosti poveèamo za faktor, ki ga doloèa spremenljivka DIMSCALE:


```
Dim: DIMSCALE
Current value <1.000>
New value: 100 ←
Dim:

```

trenutna vrednost
nova vrednost

Èe je risba risana v milimetrih, so pušëice in besedila visoki 18mm (0.18 x100 =18). Pri kotiranju nas moti število decimalnih mest, ki jih doloèa AutoCAD. Število decimalnih mest je enako kot pri izpisu koordinat v prvi vrsti grafiènega zaslona . Število decimalnk nastavimo z ukazom LUPREC (ali SETVAR LUPREC), zunaj ukaza DIM, torej pri odzivniku Command:

```
Dim: <CTRL/C>
Command: LUPREC
NEW value for LUPREC<4>: 2
Command:
```

Za nastavitvev kotiranja lahko uporabimo tele spremenljivke:

DIMALT	Off	izpiše tudi alternativne enote za kotiranje
DIMALTD	2	število decimalnk pri alternativnih enotah
DIMALTF	25.40	razmerje alternativne enote nasproti osnovni
DIMAPOST		tekst, ki se doda alternativni enoti
DIMASO	On	povezava enot
DIMASZ	0.1800	velikost pušëice
DIMBLK		ime bloka, ki se izriše namesto pušëice
DIMBLK1,	DIMBLK2	ime blokov, ki se izrišeta namesto pušëic
DIMCEN	0.0900	velikost oznaèbe središèa
DIMCLRD	BYBLOCK	barva kotirnih èrt
DIMCLRE	BYBLOCK	barva pomožnih kotirnih èrt
DIMCLRT	BYBLOCK	barva teksta v kotah
DIMOLE	0,0000	podaljšek glavne kotne èrte
DIMDLI	0.3800	razdalja med kotami pri BASELINE
DIMEXE	0.1800	podaljšek pomožne kotne èrte
DIMEXO	0.0625	odmik pomožne kotne èrte
DIMGAP	0.09	najmanjša razdalja ob tekstu
DIMLFAC	1.0000	faktor za izraèun kot (pri risanju v merilu)
DIMLIM	Off	omejitev kotnih vrednosti
DIMPOST		oznaèba enot v kotah
DIMRND	0.0000	vrednost zaokroženja
DIMSAH	Off	èe je On, uporabi dva bloka namesto pušëic
DIMSCALE	1.0000	splošna velikost elementov
DIMSE1	Off	odstrani prvo pomožno kotno èrto
DIMSE2	Off	odstrani drugo pomožno kotno èrto
DIMSHO	Off	dinamièno prikazovanje kot
DIMSOXD	Off	odstrani zunanjo pomožno enoto
DIMSTYLE	*UNNAME D	vrsta teksta za kotiranje
DIMTAD	Off	besedilo nad kotno èrto
DIMTFAC	1.00	razmerje višine teksta pri tolerancah glede na osnovni tekst
DIMTIH	On	izpis v koti je horizontalen
DIMTIX	Off	tekst postavi med kotno èrto
DIMTM	0.0000	toleranca minus (-)
DIMTOFL	On	glavno kotno èrto postavi med pomožne kotne èrte

DIMTOH	On	izpis izven kote je horizontalen
DIMTOL	Off	izpis toleranc
DIMTP	0.0000	toleranca plus (+)
DIMTSZ	0.0000	puščica (0) ali velikost èrtice
DIMTVP	0.00	vertikalno postavljen tekst od kotne èrte
DIMTXT	0.1800	višina znakov na koti
DIMZIN	0	oblika (format) izpisa vrednosti v koti

Kote obnovimo s spremenjenimi parametri z ukazom UPDATE. Spremenijo se le kote, ki smo jih izbrali ob vprašanju Select objects:. Kote, ki jih želimo spremeniti, pokažemo posamièno ali pa kar z oknom. Izbrani elementi, ki niso kote, se ne spremenijo.

Dim: DIMSCALE	spremenimo velikost
Current value <1>	kotiranja
New value: 10	
Dim: UPDATE	spremenimo že narisane kote
Select objects: ●	prva kota
Select objects: ●	druga kota
Select objects: ●	tretja kota
Select objects: ←	
Dim:	