

Poglavlje 16

Izrada „pametnih“ crteža parametarskim alatkama

Ne dopustite da vas pojam *parametarsko crtanje* (engl. *parametric drawing*) uplaši. Reč *parametarski* dolazi iz matematike, a u kontekstu AutoCAD-ovih crteža, ona znači da možete definisati odnose između različitih objekata na crtežu. Na primer, možete podesiti par linija tako da ostanu paralelne, ili dva koncentrična kruga da zadrže precizno međusobno rastojanje ma kako da ih menjate.

Parametarsko crtanje se naziva i *modelovanje zasnovano na ograničenjima* (engl. *constraint-based modeling*) i primetićete da se reč *constraint* na AutoCAD-ovoj traci menija koristi za opisivanje skupova alatki. Taj pojam dodatno opisuje alatke koje ćete koristiti da biste crtali parametarske crteže jer ćete pritom zadavati ograničenja za objekte s crteža.

Ovo poglavlje pokazuje kako parametarske alatke za crtanje funkcionišu i kako ih možete primenjivati u skladu sa svojim potrebama.

U ovom poglavlju obrađene su sledeće teme:

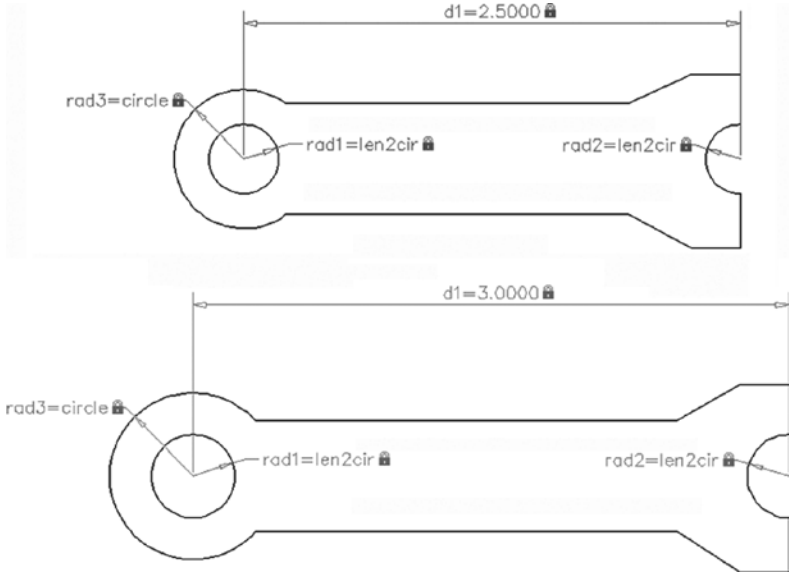
- ◆ Korišćenje parametarske alatke za crtanje
- ◆ Povezivanje objekata geometrijskim ograničenjima
- ◆ Upravljanje veličinom objekata pomoću dimenzionih ograničenja
- ◆ Korišćenje formule za upravljanje dimenzijama
- ◆ Upotreba ograničenja u praksi

Zašto koristiti parametarske alatke za crtanje?

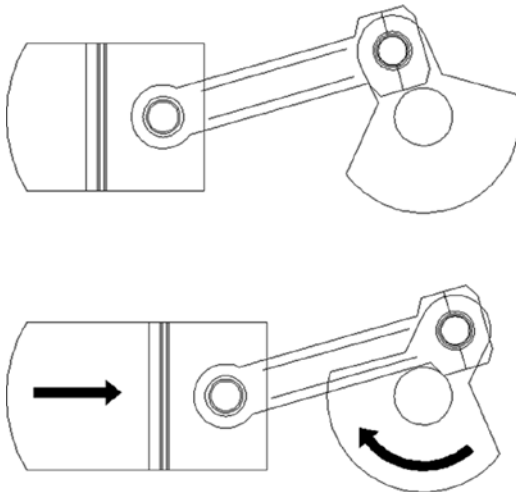
Ako niste upoznati s parametarskim crtanjem, možda se pitate koja je njegova svrha. Pažljivom primenom parametarskih alatki možete nacrtati crtež koji se lako menja promenom samo jedne ili dve mere, umesto menjanjem linija koje čine crtež. Slika 16.1 prikazuje crtež koji je podešen tako da se lukovi i krugovi povećavaju u zadatim proporcijama kada se poveća mera ukupne dužine. Takav pristup će vam uštedeti mnogo vremena ako pravite nekoliko sličnih delova kojima se razlikuju samo neke mere.

Možete i podražavati ponašanje mehaničkog sklopa da biste proverili svoje zamisli. Parametarske alatke za crtanje omogućavaju da stvarate veze između objekata tako da, kada se jedan pomeri, ostali ostanu povezani kao karike u lancu. Na primer, možete da nacrtate 3D model sklopa radilice i klipa za motor automobila (slika 16.2) ili paralelne šipke stone lampe. Ako pomerite jedan deo modela, drugi delovi će se pomerati kao što bi se pomerili delovi pravog motora ili lampe.

SLIKA 16.1
Dimenzija d1 na gornjoj slici izmjenjena je tako da crtež izgleda kao crtež na donjoj polovini slike.



SLIKA 16.2
Pomerite jedan deo crteža, a ostali delovi će ga pratiti.



Povezivanje objekata geometrijskim ograničenjima

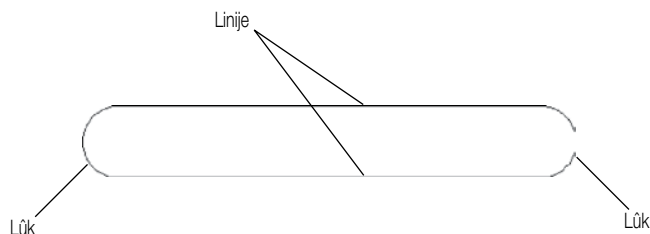
Istraživanje parametarskog crtanja počecete dodavanjem geometrijskih ograničenja postojećem crtežu i testiranjem ponašanja crteža nakon zadavanja ograničenja. Geometrijsko ograničavanje (engl. *geometric constraints*) omogućava da objektima ograničite ponašanje kako biste zadali opseg njihovog kretanja. Možda vam se čini nelogičnim da ograničavanje kretanja može povećati efikasnost pri menjanju crteža, ali kada ove alatke vidite na delu, uvidećete njihove prednosti.

Automatsko dodavanje ograničenja alatom AutoConstrain

Prvo ćete otvoriti primer crteža i dodati nekoliko geometrijskih ograničenja. Primer crteža je sačinjen od dve paralelne linije povezane sa dva luka, kao na slici 16.3. To su obične linije i lukovi, nisu složene linije.

SLIKA 16.3

Datoteka Parametric01.dwg sadrži jednostavne linije i lukove.



Koraci su sledeći:

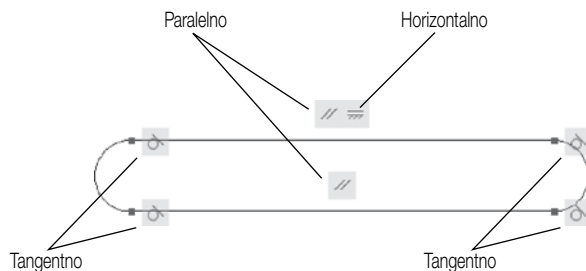
1. Otvorite datoteku Parametric01.dwg priloženu u primerima za ovo poglavlje (slika 16.3).
2. Na traci menija izaberite karticu Parametric, pa pritisnite alatu AutoConstrain na panou Geometric, ili upišite komandu **Autoconstrain**.
3. Okvirom za izbor izaberite sve objekte na crtežu i pritisnite ↵.



Upravo ste upotreбили komandu AutoConstrain da biste dodali geometrijska ograničenja svim objektima na crtežu. Videćete skup ikonica koje označavaju ograničenja primenjena na objekte (slika 16.4). Komanda AutoConstrain „pretpostavlja“ koja ograničenja treba da budu primenjena.

SLIKA 16.4

Crtež sa dodatim geometrijskim ograničenjima.



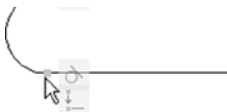
Primitićete da su ikonice ograničenja iste kao one na panou Geometric. Ukoliko zadržite pokazivač miša na ikonici, videćete pomoćni tekst sa imenom ograničenja.



Ograničenja Tangent koja vidite na krajevima linija očuvace međusobnu tangentnost lukova i linija prilikom menjanja lukova. Ograničenje Parallel očuvace paralelnost dveju linija, a ograničenje Horizontal zadržace linije u horizontalnom položaju.

Postoji jedno ograničenje za koje se ne pojavljuje ikonica, ali pokazatelj njegovog postojanja su mali plavi kvadrati na mestima na kojima su lukovi spojeni s linijama:

1. Postavite pokazivač na plavi kvadratić. Ispod ikonice tangentnosti pojaviće se nova ikonica i opis luka. Opis luka možda sakriva novu ikonicu, pa pogledajte pažljivo ili pomerite kursor i pokušajte ponovo. Nova ikonica će se pojaviti odmah, dok se opis luka pojavljuje sekund kasnije.



2. Postavite pokazivač na ikonicu koja se pojavila. Videćete da je to ikonica ograničenja Coincident.

Ograničenje Coincident (podudarnost) stara se da krajnje tačke linija i lukova ostanu spojene, što ćete videti u nekoliko narednih vežbi.

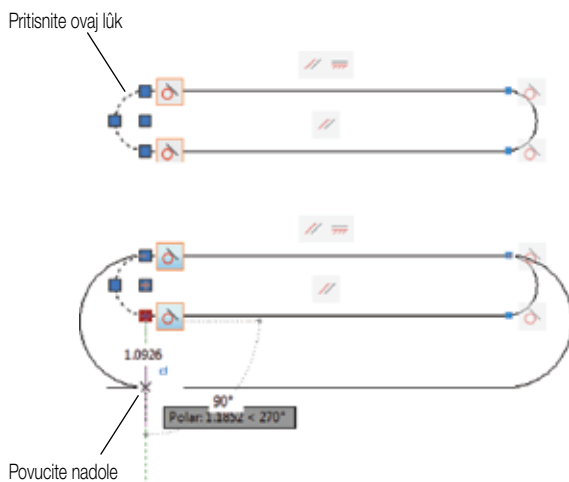
Menjanje crteža koji sadrži ograničenja

Probajte da izmenite crtež i pogledajte kako ograničenja funkcionišu:

1. Pritisnite lûk na levom kraju crteža (gornja ilustracija na slici 16.5).
2. Pritisnite ručicu na dnu luka i povucite je nadole da biste povećali poluprečnik luka. Svi objekti se pomeraju da bi očuvali geometrijska ograničenja (donja ilustracija na slici 16.5).

SLIKA 16.5

Pomeranje krajnje tačke jednog luka primoraće i druge delove crteža da je slede zbog geometrijskih ograničenja.



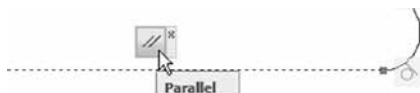
3. Pritisnite ponovo da biste prihvatili izmenu poluprečnika luka.
4. Pritisnite alatku Undo na paleti alatki Quick Access da biste poništili izmenu.

U ovoj vežbi ste videli kako ograničenja Tangent, Parallel, Horizontal i Coincident održavaju objekte na okupu kada promenite veličinu jednog objekta. U nastavku ćete videti šta se dešava kada uklonite ograničenje.

UKLANJANJE OGRANIČENJA

Alatka AutoConstrain je primenila popriličan broj geometrijskih ograničenja na crtež. Pretpostavimo da želite da uklonite neko ograničenje kako bi crtež bio fleksibilniji. U narednoj vežbi uklonićete ograničenje Parallel, a potom pokušati da izmenite crtež kako biste videli rezultate:

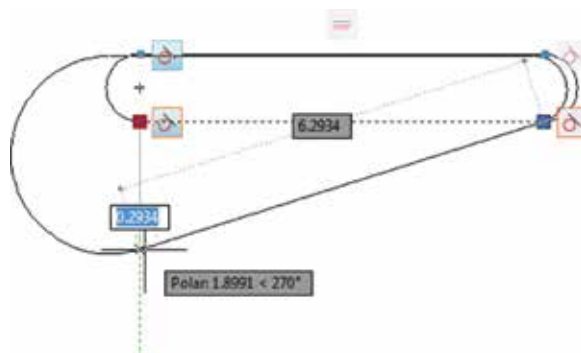
1. Pritisnite ikonicu ograničenja Parallel iznad donje linije.



2. Pritisnite desni taster miša i odaberite Delete. Primetićete da ikonica Parallel nestaje i sa gornje i sa donje linije.
3. Pritisnite donju liniju crteža.
4. Pritisnite ručicu na levom kraju linije, povucite je nadole, pa ponovo pritisnite. Ovaj put se levi kraj linije pomera nadole. Linije više nisu paralelne, ali ostaju tangentne sa oba luka i njihove krajnje tačke ostaju povezane (slika 16.6).

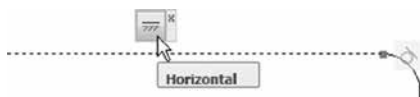
SLIKA 16.6

Menjanje luka kada je ograničenje Parallel uklonjeno.



Primetićete da gornja linija ostaje horizontalna dok menjate luk. Na gornju liniju je još uvek primenjeno ograničenje Horizontal. Probajte da uklonite to ograničenje:

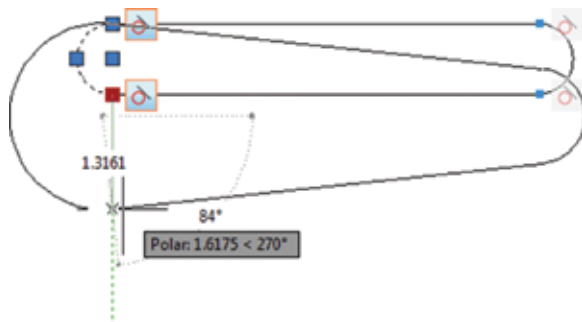
1. Pritisnite alatku Undo na paleti alatki Quick Access da biste vratili prethodno stanje.
2. Desnim tasterom miša pritisnite ikonicu ograničenja Horizontal iznad gornje linije, pa izaberite Delete.



3. Ponovo izaberite levi luk.
4. Postavite pokazivač iznad donje ručice luka, pa iz višefunkcionalnog menija ručice izaberite Stretch.
5. Pomerite ručicu nadole. Ovaj put obe linije menjaju orijentaciju, kao na slici 16.7.

SLIKA 16.7

Bez ograničenja Horizontal, obe linije se menjaju dok menjate luk.



Primetićete da linije i lukovi ostaju povezani i međusobno tangenti. Tako je zbog ograničenja Coincident i Tangent, koja još uvek važe.

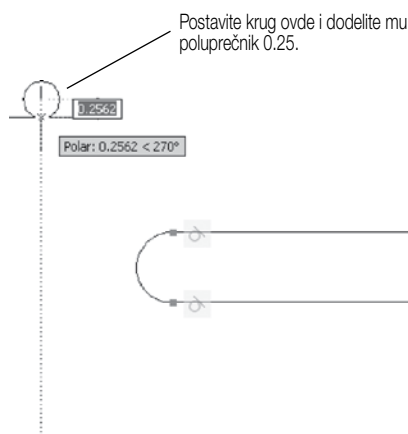
DODAVANJE OGRANIČENJA

Videli ste kako alatka AutoConstrain primenjuje skup ograničenja na skup objekata. Ograničenja možete dodavati i ručno da biste fino podesili način na koji se objekti ponašaju. U narednoj vežbi crtežu ćete dodati krug i zadati nekoliko specifičnih ograničenja s panoa Geometric:

1. Pritisnite alatku Undo s palete alatki Quick Access da biste vratili pređašnje stanje crteža.
2. Na kartici Home, s panoa Draw odaberite alatku Circle.
3. Pritisnite iznad i ulevo od crteža, otprilike kao na slici 16.8. Ne morate biti precizni jer ćete upotrebiti geometrijsko ograničenje da krug premestite na precizan položaj.

SLIKA 16.8

Postavite krug otprilike na mesto koje je ovde prikazano.



4. Upišite 0.25↵ za poluprečnik kruga.
5. Odaberite karticu Parametric, pa pritisnite alatku Concentric na panou Geometric.
6. Pritisnite luk na levoj strani crteža, a zatim pritisnite krug koji ste upravo dodali. Krug se pomera tako da bude koncentričan sa lukom, kao na slici 16.9.

SLIKA 16.9

Krug je koncentričan sa lukom na levoj strani.



U ovoj vežbi ste upotrebili geometrijsko ograničenje kao alatku za menjanje da biste precizno postavili objekat. Ograničenje Concentric će zadržati krug unutar luka, bez obzira na to gde se luk pomera.

REDOSLED JE BITAN

Kada dodajete ograničenja, ponekad je ključan redosled kojim ih dodajete. U primeru sa ograničenjem Concentric, prvo ste izabrali luk, a potom krug. Da ste prvo izabrali krug, lukovi i linije bi se pomerili do kruga. U ovom primeru, krug se pomorio unutar luka.

Korišćenje drugih geometrijskih ograničenja

Videli ste kako funkcioniše nekoliko geometrijskih ograničenja. Ograničenja se uglavnom vrlo lako shvataju. Ograničenje Tangent održava međusobnu tangentsnost objekata. Ograničenje Coincident obezbeđuje da objekti ostanu podudarni – na primer, krajnje ili srednje tačke linija i lukova. Ograničenje Parallel održava paralelnost objekata.

Na raspolaganju vam je još mnogo geometrijskih ograničenja. Tabela 16.1 sadrži sažet spisak ograničenja i njihovih namena. Imajte na umu da sva ograničenja, osim ograničenja Fix i Symmetric, deluju na parove objekata.

TABELA 16.1: Geometrijska ograničenja

IME	NAMENA
Coincident	Zadržava tačke dva objekta na istom mestu – na primer, završne ili srednje tačke linija. Tačke na koje se može primeniti zavise od objekta, a naznačene su crvenim krugom sa znakom X kada izaberete tačku.
Collinear	Održava kolinearnost tačaka. Linije ne moraju da budu spojene.
Concentric	Održava koncentričnost krugova i lukova.
Fix	Fiksira tačku objekta za neko mesto na crtežu.
Parallel	Održava paralelnost linija.
Perpendicular	Održava upravnost linija ili segmenata složene linije.
Horizontal	Održava horizontalan položaj linija.
Vertical	Održava vertikalni položaj linija.
Tangent	Održava međusobnu tangentsnost krivih ili linije i krive.

TABELA 16.1: Geometrijska ograničenja (*nastavak*)

IME	NAMENA
Smooth	Održava gladak prelaz između krivih tipa splajn i drugih objekata. Prvi izabrani objekat mora biti splajn kriva. Ovo ograničenje je poput ograničenja tangენტnosti za krive tipa splajn.
Symmetric	Održava simetričnost dve krive u odnosu na osu koja je definisana linijom. Pre nego što upotrebite ovo ograničenje, nacrtajte liniju koju ćete koristiti kao osu simetrije. Možete upotrebiti i ograničenje Fix, Horizontal ili Vertical da biste osu fiksirali na određenom mestu ili u određenoj orijentaciji.
Equal	Održava jednaku dužinu linija ili polilinja, ili jednake poluprečnike lukova i krugova.

Ponašanje geometrijskih ograničenja može zvučati jednostavno, ali možda ćete otkriti da se ona mogu ponašati nepredvidivo. U ograničenom prostoru ove knjige ne možemo prikazati vežbe za svako geometrijsko ograničenje, pa preporučujemo da sami eksperimentišete s njima. I zabavite se!

Upotreba ograničenja u procesu crtanja

U ranijoj vežbi vam je ograničenje Concentric omogućilo da premestite krug tako da bude koncentričan sa lukom. Na sličan način možete koristiti i druga ograničenja. Na primer, možete premestiti liniju u kolinearan položaj u odnosu na drugu liniju koristeći ograničenje Collinear, ili biste mogli pomeriti liniju u orijentaciju u kojoj će biti tangენტna sa parom lukova ili krugova, kao na slici 16.10. Gornja ilustracija prikazuje odvojenu liniju i krugove, a donja prikazuje objekte nakon primene ograničenja Tangent. Iako je linija tangენტna sa dva kruga, njena dužina i orijentacija nisu promenjene.

Upravljanje veličinom pomoću dimenzionih ograničenja

U srži AutoCAD-ovih parametarskih alatki nalaze se dimenziona ograničenja. Ta ograničenja omogućavaju da zadate i podesite dimenzije skupa delova, olakšavajući vam podešavanje veličine, pa čak i oblika skupa objekata.

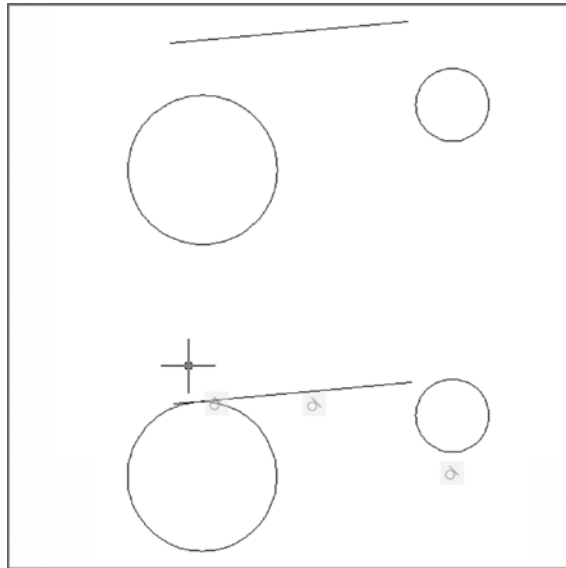
Na primer, pretpostavimo da crtate skup delova, a svaki se po nekoj dimenziji neznatno razlikuje od ostalih. Možete dodati geometrijska ograničenja, a zatim dimenziona ograničenja koja će vam omogućiti da jednostavno menjate deo menjanjem vrednosti jedne dimenzije. Da biste videli kako to funkcioniše, uradite naredne vežbe.

Dodavanje dimenzionih ograničenja

U prvoj vežbi sa dimenzionim ograničenjima, dodaćete horizontalnu dimenziju crtežu na kojem ste već radili. Crtež već sadrži neka geometrijska ograničenja koja ste upoznali, pa možete da vidite međusobno dejstvo dimenzionih i geometrijskih ograničenja.

SLIKA 16.10

Možete povezati dva kruga tako da budu tangenta sa linijom koristeći ograničenje Tangent.



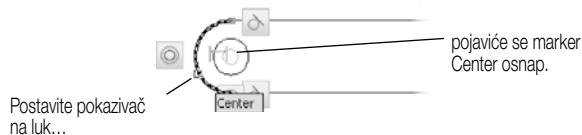
Počnite tako što ćete dodati dimenziono ograničenje između dva luka:



1. Na kartici Parametric, na panou Dimensional pritisnite alatku Aligned.
2. Pritisnite desni taster miša držeći taster Shift, pa iz kontekstnog menija izaberite opciju Center osnap.
3. Postavite pokazivač na levi luk tako da se za njega pojavi marker Center osnap (slika 16.11) i pritisnite da biste izabrali centar. Kada izaberete centar, luk će biti istaknut.

SLIKA 16.11

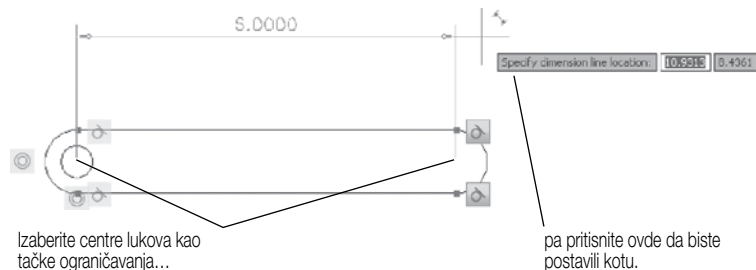
Upotrebite opciju Center osnap da biste izabrali centar luka.



4. Držite pritisnut taster Shift i pritisnite desni taster miša, pa izaberite opciju Center osnap kao što ste uradili u koraku 2.
5. Pritisnite luk na desnoj strani crteža (slika 16.12).

SLIKA 16.12

Dodavanje dimenzionog ograničenja.



6. Pritisnite mesto iznad crteža, kao na slici 16.12.
7. Kada se pojavi zahtev Dimension text =, pritisnite ↵ da biste prihvatili tekuću vrednost.

Dimenziono ograničenje će se pojaviti iznad crteža i prikazivaće vrednost d1=6.0000. Oznaka d1 je ime za dimenziono ograničenje. Svako dimenziono ograničenje dobija jedinstveno ime, što je korisno kasnije, kada poželite da menjate crtež. Ograničenje možete izabrati na panou Dimensional kartice Parametric. Tabela 16.2 sadrži listu dostupnih dimenzionih ograničenja.

TABELA 16.2: Dimenziona ograničenja

IME	NAMENA
Linear	Ograničava rastojanje između dve tačke duž X ili Y ose
Horizontal	Ograničava rastojanje između dve tačke duž X ose
Vertical	Ograničava rastojanje između dve tačke duž Y ose
Aligned	Ograničava rastojanje između dve tačke u bilo kom pravcu
Radius	Ograničava poluprečnik kruga ili luka
Diameter	Ograničava prečnik kruga ili luka
Angular	Ograničava ugao između dva segmenta linije
Convert	Pretvara meru u dimenziono ograničenje

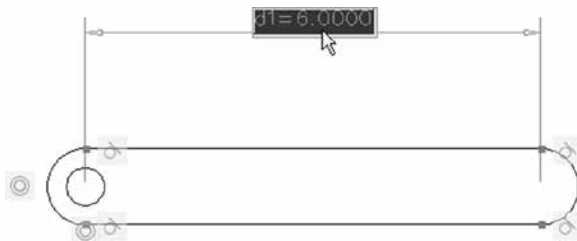
Pogledajmo kako možete upotrebiti dimenziono ograničenje koje ste upravo dodali.

Menjanje dimenzionog ograničenja

Dimenziono ograničenje je povezano sa objektima na crtežu, pa kada izmenite vrednost dimenzije, objekti s kojima je ograničenje povezano biće izmenjeni. Da biste videli kako to funkcioniše, pokušajte da izmenite deo menjanjem dimenzije:

1. Dvapat pritisnite vrednost dimenzije za dimenziono ograničenje (slika 16.13).

SLIKA 16.13
Dvapat pritisnite vrednost dimenzije.



2. Upišite 4.5↵. Deo se skraćuje do unete mere. Pritisnite ↵ da biste obrisali komandu.

PRISILNO ISKLJUČIVANJE REŽIMA OSNAP

U ranijoj vežbi trebalo je da izaberete opciju Center osnap iz menija Osnap. Kada postavljate dimenziona ograničenja, koristićete meni Osnap da biste izabrali prijanjanje uz centar (Center osnap). Trajno uključeni Osnap markeri (Running osnaps) automatski se isključuju kada koristite alatke za dimenziono ograničavanje. To se dešava zato što alatke za dimenziono ograničavanje koriste sopstvenu metodu pronalazjenja tačaka na objektima.

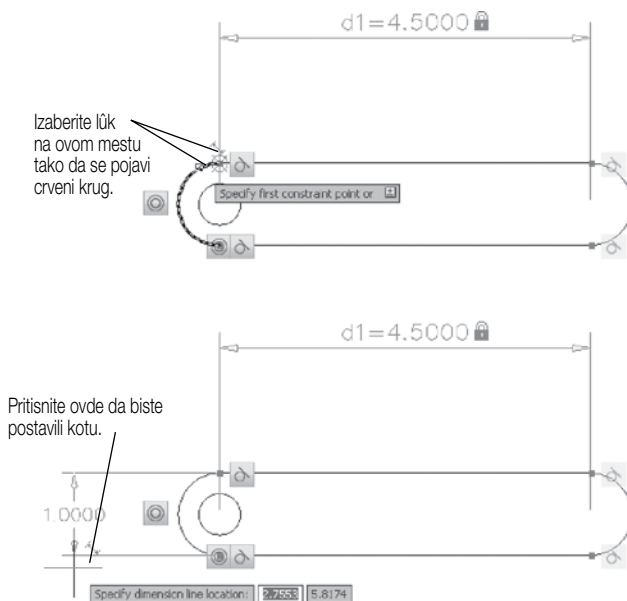
U nastavku dodajte dimenziju luku na levoj strani:



1. Pritisnite alatku Aligned s panoa Dimensional.
2. Izaberite gornju krajnju tačku luka na levoj strani (gornja ilustracija na slici 16.14). Učinite to tako što ćete prvo zadržati pokazivač iznad luka u blizini krajnje tačke. Kada vidite marker krajnje tačke, pritisnite mišem. Ukoliko vam ikonice ograničenja smetaju, možete uvećati prikaz crteža da biste videli marker.
3. Na isti način izaberite donju krajnju tačku luka.
4. Pritisnite neku tačku levo od luka da biste postavili kotu (donja ilustracija na slici 16.14).
5. Kada se pojavi zahtev Dimension text =, pritisnite ↵ da biste prihvatili tekuću vrednost.

SLIKA 16.14

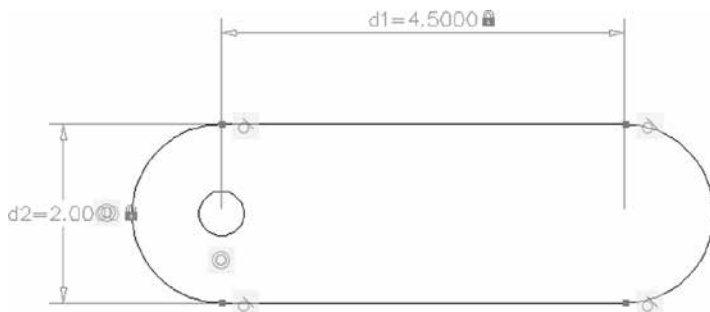
Dodavanje dimenzionog ograničenja luku.



Primitićete da je novo dimenziono ograničenje dobilo ime d2. Probajte da promenite veličinu luka koristeći dimenziono ograničenje:

1. Dvapat pritisnite vrednost dimenzije za dimenziono ograničenje d2 (slika 16.15).
2. Upišite 2.1. Deo se prilagođava novoj dimenziji.

SLIKA 16.15
Podešavanje
dimenzije luka.





Kao što ste videli u ovom primeru, možete upravljati merama crteža menjajući vrednost dimenzionog ograničenja. To je mnogo brži način pravljenja preciznih izmena na crtežu. Zamislite šta biste sve morali da uradite kako biste iste takve izmene napravili kada na raspologanju ne biste imali geometrijska i dimenziona ograničenja.

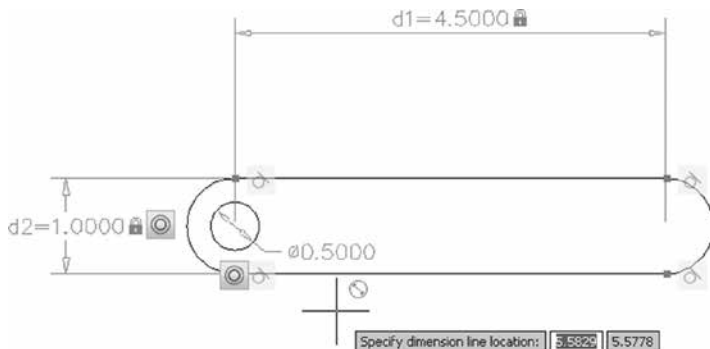
Upotreba formula za upravljanje dimenzijama i njihovo povezivanje

U prethodnoj vežbi ste videli kako dimenziono ograničenje povezano sa lukom utiče na crtež. Međutim, u tom primeru, krug na levom kraju crteža ostao je neizmenjen nakon promene veličine luka. Pretpostavimo da želite da i krug promeni veličinu u skladu s promenom veličine luka. Da biste to uradili, upotrebićete Parameters Manager i dodati formulu koja će upravljati veličinom kruga.

U narednoj vežbi dodaćete dimenziono ograničenje krugu, a zatim na to ograničenje primeniti formulu tako da krug uvek ima upola manji prečnik od luka, bez obzira na to kako menjate lûk. Počnite tako što ćete krugu dodati ograničenje Diameter:

-  **1.** Pritisnite alatku Undo na paleti alatki Quick Access da biste vratili prethodni izgled crteža.
-  **2.** Pritisnite alatku Diameter na panou Dimensional.
- 3.** Pritisnite krug da biste ga izabrali.
- 4.** Pritisnite unutar crteža da biste postavili ograničenje, kao na slici 16.16.
- 5.** Pritisnite \downarrow da biste prihvatili vrednost ograničenja.

SLIKA 16.16
Dodavanje ogra-
ničenja Diameter
krugu.



Ograničenje Diameter koje ste upravo dodali dobilo je ime *dia1*. Ono upravlja samo prečnikom kruga; mogli biste promeniti vrednost tog ograničenja, ali time biste uticali samo na krug.

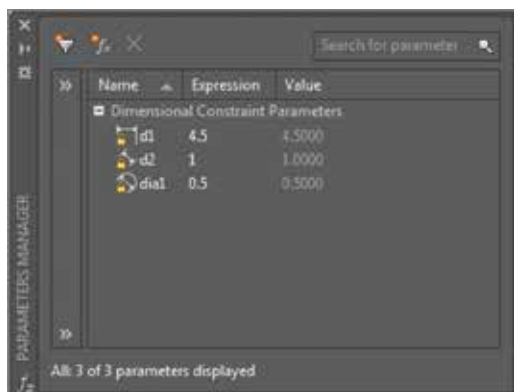
Dodavanje parametra formule

Dodaćemo formulu koja će povezati vrednost prečnika kruga s vrednošću prečnika luka:

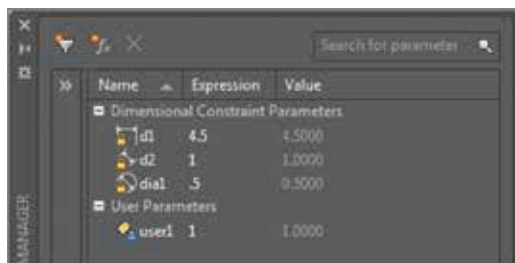


1. Pritisnite alatku Parameters Manager na panou Manage. Otvoriće se Parameters Manager (slika 16.17). Parameters Manager sadrži spisak svih dimenzionih ograničenja koja postoje na crtežu.

SLIKA 16.17
Parameters
Manager.



2. Pritisnite alatku Creates A New User Parameter na vrhu Parameters Managera. Na listi User Parameters pojavice se nova kategorija i videćete da se pojavio parametar user1.



3. Dvapat pritisnite kolonu Expression (izraz) za parametar user1 (slika 16.18).
4. Dok je vrednost izraza za parametar user1 istaknuta, upišite $d2 * 0.5$. Videćete da vaš unos zamenjuje postojeću vrednost izraza (slika 16.18). Taj izraz govori „Daj promenljivoj user1 vrednost polovine ograničenja d2“. Sećate se da je ograničenje d2 dođeljeno luku.
5. Dvapat pritisnite kolonu Expression za parametar dia1 (slika 16.19). To je parametar za prečnik kruga.
6. Upišite **user1** da biste izraz dia1 iz 0.5 pretvorili u user1. To govori AutoCAD-u da upotrebi izraz iz parametra user1 umesto fiksne vrednosti 0,5 za prečnik.