



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком

Број индекса: 58/2013

Никола Д. Стојановић

Израда техничког цртежа у AutoCAD софтверу

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Лозица Ивановић-ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада потребно је кроз кораке детаљно објаснити поступак израде техничког цртежа 2D објекта у програму *AutoCAD 2010*.

Препоручена литература:

1. Лозица Т. Ивановић, Милан Д. Ерић, *Техничко цртење са компјутерском графиком* – Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Крагујевац, 2014.
2. Драго Савковић, Жељко М. Папић, *AutoCAD 2004* – Чачак, 2005.
3. Alf Yarwood, *Увод у AutoCAD 2010 – 2D и 3D пројектовање* - 2010.

У Крагујевцу,
октобар 2016. године

Ментор:

Проф. др Лозица Ивановић

Резиме

У раду је приказан детаљан поступак израде техничког цртежа у *AutoCAD* софтверу. За израду техничког цртежа у *AutoCAD* софтверу потребно је дефинисање формата папира, избор одговарајућих линија и команди помоћу којих се добија цртеж, дефинисање стандардних котних линија као и котирање дела.

Кључне речи: *AutoCAD* софтвер, параметри, команде, технички цртеж.

Summary

The paper presents a detailed process of making technical drawing in AutoCAD software. To create technical drawing in AutoCAD software, it is necessary to specify the format of the paper, the selection of appropriate lines and commands by which was prepared the drawing, define standard regular angular lines and dimension of work.

Key words: AutoCAD software, parameters, controls, technical drawing.

У Крагујевцу,
октобар 2016. године

Ментор:

Проф. др Лозица Ивановић

Садржај

1. Увод.....	1
2. Развој CAD система.....	1
2.1. О AutoCAD софтверу	2
3. Примена техничког цртежа помоћу AutoCAD софтвера.....	3
4. Израда техничког цртежа у AutoCAD софтверу	6
4.1. Припрема за цртање.....	6
4.1.1. Дефинисање формата цртежа A4(210,297).....	6
4.1.2. Дефинисање мреже и помоћног корака.....	7
4.1.3. Дефинисање Layer-а.....	8
4.2. Цртање дела	9
4.2.1. Цртање осне линије	9
4.2.2. Бирање Layer-а.....	10
4.2.3. Цртање контуре	10
4.2.4. Пресликавање дела.....	21
4.2.5. Бирање Layer-а за шрафуру	25
4.2.6. Команда Hatch	26
4.3. Котирање дела.....	27
4.3.1. Бирање Layer-а за котирање.....	27
4.3.2. Дефинисање изгледа котних елемената.....	27
4.3.3. Котирање дела	31
5. Закључак	34
6. Литература	35

1. Увод

Подручје индустријске производње, које је још увек у фази технолошког развоја, поставља захтев пројектантима и конструкторима да стално прилагођавају своје конструкције новим условима. Време расположиво за ове послове је све краће, док су захтеви све комплекснији. Ове активности нису изводљиве без озбиљне употребе рачунара. Савремени развој индустријске производње захтева све већу примену софтвера. Примена рачунара је веома важна, врло је битно поседовати искуства у управљању рачунарским софтверима, који помажу у анализама, симулацијама, тестирању, итд. Смањењем времена које је потребно да се изврши нека провера или симулација директно се утиче на смањење трошкова који су можда најбитнији у данашњем времену. Цене софтверских пакета су веома високе али се на крају исплати.

Још једна предност који се истиче у односу на ручно цртање је што сви завршени цртежи могу да се чувају у меморији рачунара. Када се одштампа може доћи до губљења цртежа, или може се десити да се цртеж замрља, али чувањем у меморији рачунара, може се, кад год је потребно узети и одштампати нови. Такође је предност што се цртеж може послати путем мејла, брзо и бесплатно.

Коришћење *AutoCAD* софтвера показало се далеко корисније, од класичног техничког цртања у том смислу што побољшава, квалитет, прецизност, тачност самог дела који се дизајнира. Још једна велика предност је у томе што се корекција на већ завршеном цртежу изводи онолико брзо колико сте добри у раду на самом софтверу, док код техничког цртања дешава се да та корекција често остави аљкаво стање на папиру.

2. Развој CAD система

Кроз историју се на рачунар гледало као на алат за разне прорачуне. Тек касније је уочено да се рачунар може употребити и у друге сврхе – ту се првенствено мисли на *CAD*. Графичку примену рачунара је покренула америчка војска око 1950. године када је направљен први графички систем са именом *SAGE (Semi Automatic Ground Environment)* – систем противваздушне одбране.

Након тога је службено почео развој рачунарске графике који се од 1960-их година полако уводи у авио и аутомобилску индустрију где је коришћена у подручју 3D конструкције спољних површина и *NC* програмирања, што је тек доста касније изашло у јавност.

Прекретницом у развоју се сматра систем *SKETCHPAD*, развијен на *MIT-у (Massachusetts Institute of Technology)* 1963. године, који омогућава графичку интеракцију са рачунаром. Тај програм је омогућавао цртање једноставних облика на екрану померањем посебно развијене оловке са фотоелектричном ћелијом.

Програм је радио на начин да је та фотоелектрична ћелија сваки пут када би се ставила испред екрана емитовала електрични пулс, а електронски топ је испаливао електроне директно према том електричном пулсу. Даље је само требало ускладити ту оловку и електронски топ тако да је електронски топ испаливао електроне на екран како се оловка померала, и на том месту где је била оловка нацртао се курсор. Тај програм се сматра за претечу савремених програма за компјутерски подржано цртање (*Computer Aided Desing*) као и главни продор развоја компјутерске графике. [1]

2.1. О *AutoCAD* софтверу

Autodesk је мултинационална софтверска корпорација, лидер у области 3D софтвера за дизајн, пројектовање и креирање дигиталних садржаја. *AutoCAD* се примењује у готово свим областима пројектовања, у архитектури, грађевинарству, производњи, филмској индустрији итд.

Компанију је 1982. године основао *John Walker*, коаутор прве верзије CAD софтверског алата *AutoCAD*. Основна идеја оснивача је била замена табле за цртање компјутерским програмом. Прва верзија *AutoCAD* 1.0 за PC рачунаре захтевала је 128 килобајта меморије, што теоретски значи да би савремени рачунари од 4 гигабајта RAM-а могли да покрену 32.000 копија првог *AutoCAD*-а.

Занимљивост везана за археологе, који су истраживали остатке потонулог брода *HMS Pandora*, је да су користили први *AutoCAD* за обележавање и уцртавање делова брода на мапама. Након само три године *AutoCAD* 1.0 постао је најкоришћенији CAD алат, а *Autodesk* је постала јавна компанија, са објављеним IPO од 1,6 милиона акција, са вредношћу од 11 долара по акцији.

Године 1988. *Autodesk* објављује нову верзију *AutoCAD R10*, револуционарну по 3D могућностима. С обзиром на чињеницу да је број корисника из године у годину растао, компанија је основала *AUGI (Autodesk User Group Internacional)*, где су корисници и људи из истих бранши могли да размењују искуства у раду, добијају нове информације и својим мишљењима и предлозима значајно помогну компанији у развоју још напреднијих алата. *AUGI* успешно функционише и данас.

Оснивач *Autodesk*-а, *John Walker*, 1989. Године предаје вођство компаније, које преузима *Alvar Green*. До тог тренутка *Autodesk* је достигао удео од 60% тржишта PC CAD софтвера, уз продају од 117 милиона долара. Исте године је настао *World Wide Web*, па је 1990. године *Autodesk* званично покренуо сектор за медије и забаву (*Media and Entertainment*) и представио први производ за визуелизацију и рендеринг, *Autodesk 3D Studio*. Основана је и *The Autodesk Foundation*, са циљем осмишљавања и развијања новијих модела и примене софтвера у образовању.

Године 1993. *Autodesk* је преузео фирму *Woodbourne* а са њом и технологију моделирања солида која је унапређена и убачена у сопствена решења. Отворен је *Autodesk*-ов погон у Неуцхателу, Швајцарска, са циљем да се концентришу производне активности у Европи. Исте године одржан је први *Autodesk University* у Сан Франциску који се одржава и сваке наредне године, па на њему знања стичу и проширују милиони корисника. Развијена је и мрежа од скоро 750 тренинг центара широм света.

Године 1999. *Autodesk* је преузео *Discreet Logic* и лансиран је кључни програм намењен машинству *Autodesk Inventor*. Да би подржали велики број корисника на што ефектнији и квалитетнији начин, *Autodesk* уводи концепт годишње претплате *Autodesk Subscription* (2001.). Данас коришћење годишње претплате обезбеђује низ нових, корисних и атрактивних сервиса који корисницима омогућава бржи, ефикаснији и конкурентнији свакодневни рад.

Године 2002. *Autodesk* преузима фирму *Revit Technology*. Рад на развоју и унапређењу *Revit* фамилије производа и те како се исплатио, па *Revit* данас представља кључни производ примењив у архитектури и грађевинарству као и кључни елемент *BIM (Building Information Modeling)* концепта.

До 2007. године *Autodesk* је преузео мноштво компанија и бележи 25 година пословања и достигао је осам милиона корисника 3D алата. У марту 2008. *Autodesk* је именован као 25. на *Fast Company* листи, међу 50 најиновативнијих светских компанија. С обзиром на пораст броја корисника мобилних уређаја (мобилни телефон, таблет, лаптоп)

излази и *AutoCAD WS* намењен стручњацима који желе да са било ког места у било које време приступе пројекту или делу пројекта.

Године 2011. *Autodesk* прави посебне пакете (*Suites*) са више различитих софтвера чијом применом се у потпуности могу задовољити потребе различитих облика пројектовања и у различитим фазама пројектовања. Новитети су везани за *cloud* технологију, односно *cloud* сервисе. Развијене су ексклузивне апликације које корисници могу искористити на *cloud-u*. *Autodesk 360 Cloud* пружа могућност да корисник у било ком тренутку, са било ког места или уређаја може сместити пројектне податке и фајлове на *Autodesk* сервер, тј. да их подигне на *Web*. Идеја концепта је да корисник може приступити жељеним подацима са било које локације и са различитих уређаја, као и да се подаци могу скидати на екстерним серверима.

Компанија *Autodesk* је препознатљива по *AutoCAD-u* који је више од 30 година на тржишту. *Autodesk* нуди и палету алата који се примењују за готово све области пројектовања. Од софтвера за израду дигиталног прототипа, *Autodesk Inventor* и *Autodesk Product Desing Suite* који се користе у машинској индустрији за визуелизацију, анализу и симулацију карактеристика дигиталног модела током процеса пројектовања, до *Autodesk Revit* фамилије алата намењене *Building Information Modeling (BIM)* концепту који за циљ има да омогући корисницима увид у пројектовање, планирање, изградњу и менаџмент објеката пре него што се заиста изгради. *Autodesk* такође обезбеђује алате за филмске и телевизијске визуелне ефекте, градацију боја, анимације, развој игара, пројектовање и визуелизацију. [2]

3. Примена техничког цртежа помоћу *AutoCAD* софтвера

Готово све гране индустрије у склопу техничке – инжењерске струке користе техничке цртеже:

- Машинство
- Грађевина
- Архитектура
- Технологија
- Рударство
- Саобраћај...

Постоје специфичности за сваку грану инжењерства, али се базирају на заједничким основним елементима. [3]

Технички цртеж представља основни документ према коме се израђују и контролишу машински делови и склопови. Према техничким цртежима граде се и монтирају мостови, фабричке хале, зграде, електрични уређаји и саобраћајна средства, заправо целокупна производна делатност у техници. Зато технички цртеж мора дати јасну представу о облику и димензијама предмета, дозвољена одступања мера и облика, квалитет обрађености површине, материјал и податке о његовој термичкој обради, као и друге податке неопходне за контролу и израду.

На основу свега овога може се закључити да технички цртеж представља средство споразумевања конструктора, произвођача и корисника неког производа. [4]

Техничке цртежи су подељени према:

- ❖ Преме начину приказивања:
 - Ортогонални цртеж (приказује предмет гледан из правца управног на раван пројектовања).
 - Аксонометријски цртеж (приказује „просторни“ изглед предмета једном сликом).
- ❖ Преме садржини:
 - Цртеж склопа (приказује сложену целину и међусобни однос елемената – делова).
 - Цртеж детаља (приказује облик, мере, материјал и квалитет обрађених површина само једног дела – детаља).
- ❖ Према намени:
 - Пројектни цртеж (приказује облик објекта у основним цртама и са најважнијим прорачунима).
 - Монтажни цртеж (приказује начин монтирања сложене конструкције).
 - Радионички цртеж (приказује само један део са свим елементима потребним за израду у радионици).
 - Ситуациони цртеж (приказује међусобни положај машина и положај машина у односу на зграде).
 - Шематски цртеж (упрошћено приказује један детаљ или склоп користећи усвојене симболе, шематски се приказује рад алатних машина, возила итд.).
 - Патентни цртеж (приказује идеју или суштину функционисања неког проналаска и служи као прилог уз пријаву проналаска).
 - Скица (је цртеж урађен слободном руком али уз примену правила техничког цртања).
- ❖ Према начину израде површине:
 - Оригинал (је цртеж урађен оловком или тушем на паусу или хамеру).
 - Копија (се добија умножавањем са оригинала на озолид – хартији). [5]

Ако треба техничким цртежом приказати неки предмет, резултат тог цртежа мора бити увек исти. То се постиже само ако су испоштоване задате мере и примењују иста правила (стандарди).

Правила су строга и зову се норме техничког цртежа. Као што познавање слова представља опис писмености, тако и познавање тих правила представља техничку писменост. Због тога се људи техничке струке лако споразумевају у свим земљама света. Правилно нацртан технички цртеж у нашој држави може се прочитати и растумачити у било којој другој држави. Технички цртеж мора бити јасан уредан и тачан. Да би се то постигло, морају се користити прибори за техничко цртање. Данас су сви пројекти, бирои и фабрике опремљени рачунарима за пројектовање. Употребом рачунара израђују се прецизни технички цртежи.

AutoCAD је софтверски пакет фирме за цртање техничких и других цртежа, а може се користити на персоналним рачунарима.

AutoCAD припада групи програмских пакета који су намењени цртању, пројектовању и сродним видовима примене рачунара у инжењерској пракси. Брзина и лакоћа којом се цртежи креирају или модификују уз помоћ рачунара дају овом виду пројектовања велику предност у односу на класичан начин рада.

Примене *AutoCAD-a* су врло широке и њих заправо поставља сам корисник, јер све што се до јуче могло нацртати на стари, добро познат начин, сада се може генерисати уз помоћ *AutoCAD-a*. Области у којима је *AutoCAD* већ пронашао своју примену су бројне, а неке од најпознатијих су:

- Цртежи из области машинства, електротехнике, грађевинства и аеронаутике.
- Понуда, презентација и графикони свих врста.
- Архитектонски цртежи свих врста.
- Геолошки профили, приказ стања на радовима на руднику.
- Израда топографских и географских карата и друго.

Ко је желео да се бави цртањем у времену када није било рачунара морао је да поседује веома мирну руку. Међутим, колико год се трудио, та прецизност ни у ком случају не може се поредити са прецизношћу данашњих рачунара. Код ручног цртања, размера се мора одредити пре него што се започне са цртањем. Она пореди величину правог објекта у односу на модел нацртан на папиру. Некада је размера морала да се прерачунава, што је само по себи одузимало пуно времена. Код *AutoCAD* програма потребно је само одредити које јединице користити, а затим једноставно нацртати модел у размери 1:1, а даља подешавања размере могуће је извршити преко одговарајућих команди.

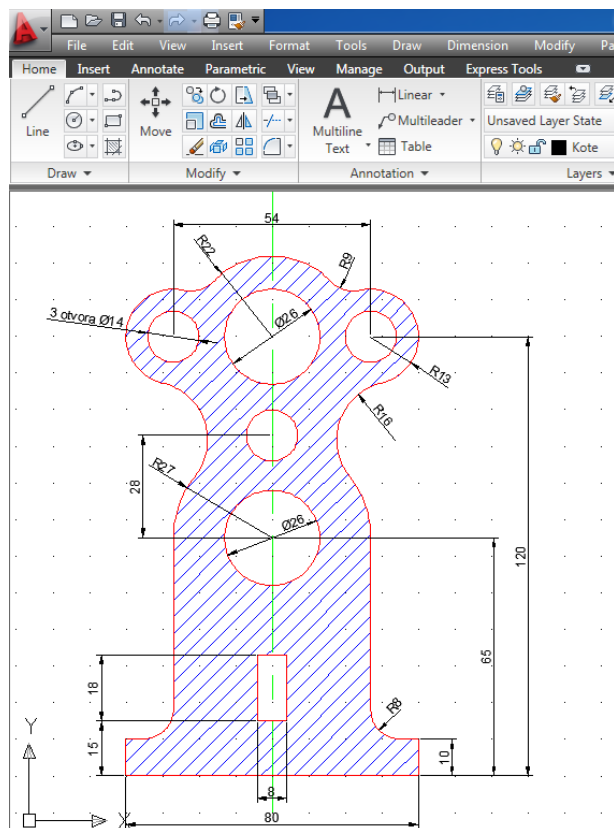
Ручно цртање захтева невероватну прецизност приликом исписивања линија, писања текстова, подешавања димензија... Стандард мора бити успостављен на почетку и треба га испоштовати до самог краја процеса. У оквиру *AutoCAD* програма могуће је придржавати се тачно оних стандарда које извођач захтева, а стилови се могу примењивати доследно. Могуће је користити исти стил текста, димензију линија током целокупног цртања, а прилагођени стилови, слојеви и остала подешавања се могу сачувати и поново примењивати кад год је то потребно. Коришћењем већ сачуваних подешавања штеде се време и живци, а испуњавају захтеви.

Прилоком ручног цртања, користи се велики прибор који подразумева оловке, лењире, компасе, паралелне лењире, шаблоне и гумице. Само цртање и уређивање мора се изводити ручно. У *AutoCAD* програму, доступан је низ алата за цртање који креирају савршене линије, кругове, кривине и много тога другог уз један клик миша. Објекти се могу лако премештати, копирати, ротирати... Такође, исти већ припремљени објекти могу се користити у различитим пројектима. Једном нацртани објекат није потребно цртати поново.

Код класичног цртања, величина цртежа је фиксирана. Помоћу *AutoCAD* програма, димензије и резолуција се могу мењати по потреби. Могуће је зумирати да би се увећали детаљи, или удаљили како би се цртеж боље видео. Ове могућности су изузетно корисне када се ради на детаљним цртежима великих димензија. Управо због свих горе наведених разлога *AutoCAD* је данас незамењив у областима дизајна, архитектуре и грађевинског пројектовања. Професионалци који знају да раде у овом програму су веома тражени а постоје специјализовани програми за овладавање техникама *AutoCAD* цртања. [6]

4. Израда техничког цртежа у *AutoCAD* софтверу

Цртање дела (слика:4.1), изведено је у програмском пакету *Autocad* 2010.

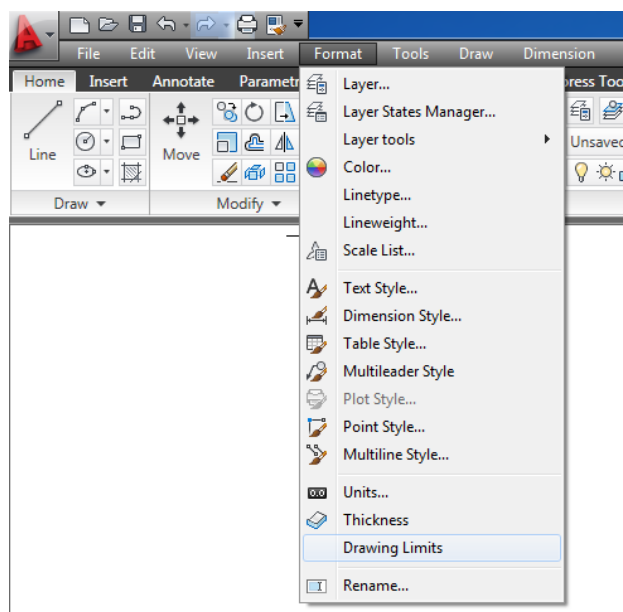


Слика 4.1: Технички цртеж

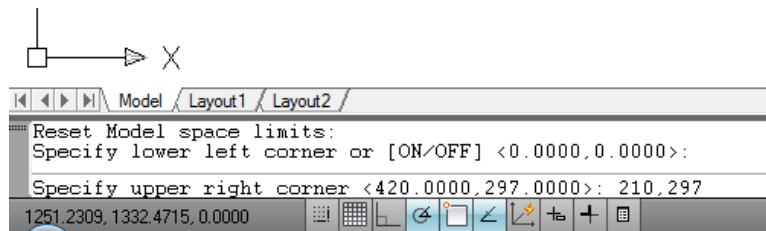
4.1. Припрема за цртање

4.1.1. Дефинисање формата цртежа A4 (210,297)

1. Изабрати **Format** → **Drawing Limits**, (слика:4.2).
2. За избор доњег левог угла прихватити понуђену вредност 0,0 а за избор горњег десног угла унети вреднос 210,297 (слика:4.3). [7]



Слика 4.2: Избор команде **Drawing Limits**

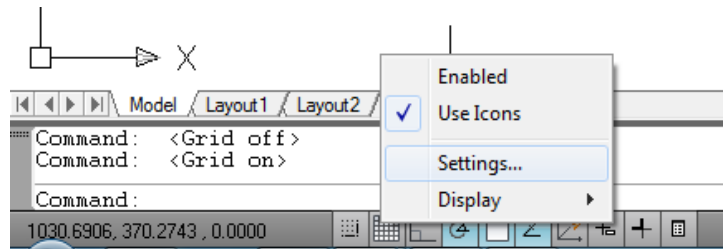
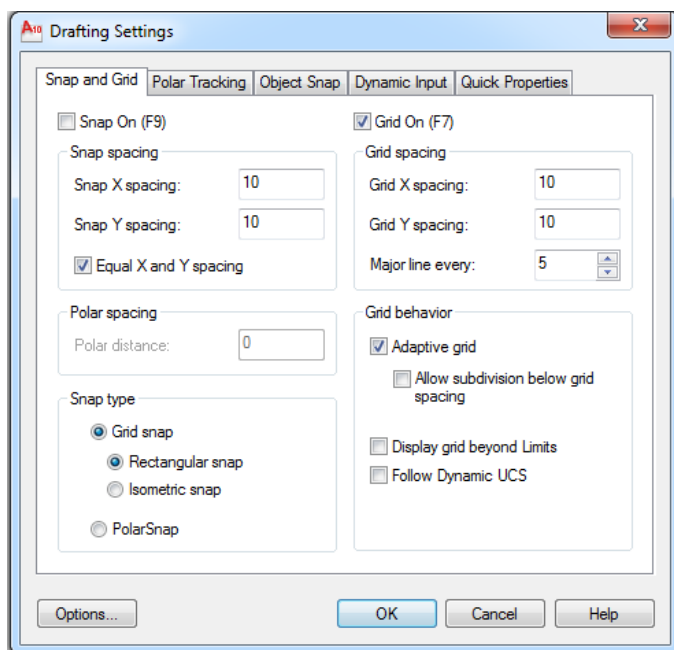


Слика 4.3: Подешавање A4

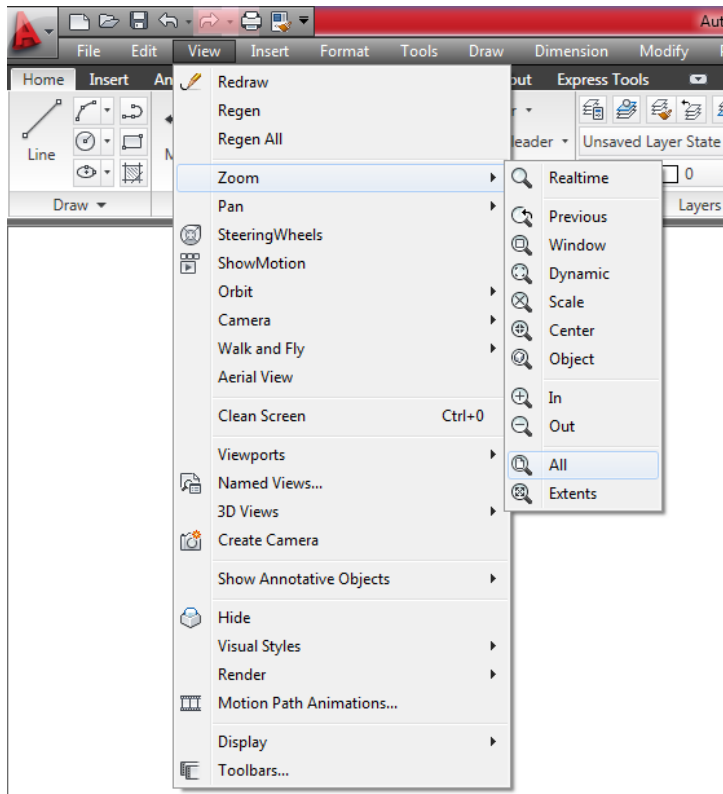
формата

4.1.2. Дефинисање мреже и помоћног корака

1. Изабрати **Grid** → **Settings**, (слика:1.4).
2. Потребно је подесити вредности 10 за Snap и Grid spacing по X и Y оси(слика:1.5). [7]

Слика 4.4: Избор опције **Settings...** команде **Grid**Слика 4.5: Подешавање параметара у прозору **Drafting Settings**

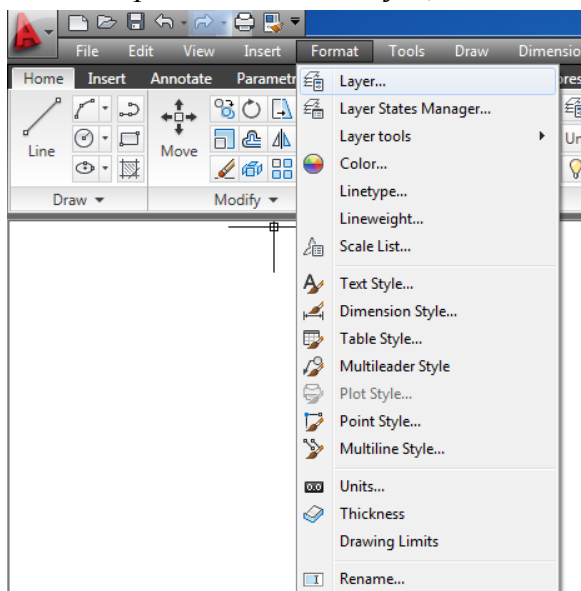
Изабрати **View** → **Zoom** → **All**, за приказивање целог формата A4 на екрану, иконица , (слика:4.6). [7]



Слика 4.6: Команда **Zoom** и избор опције за приказивање целог формата

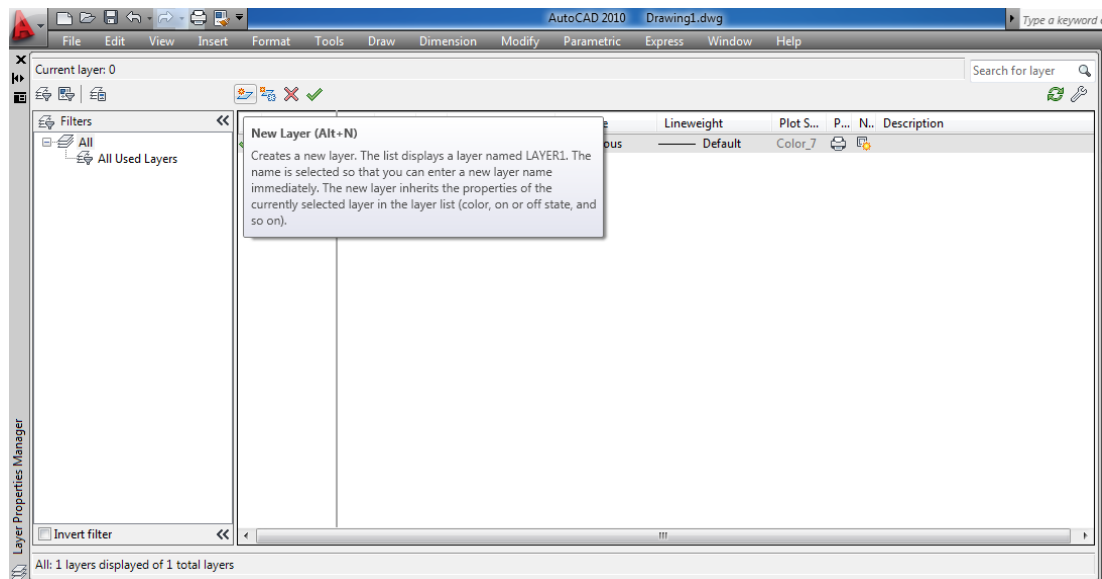
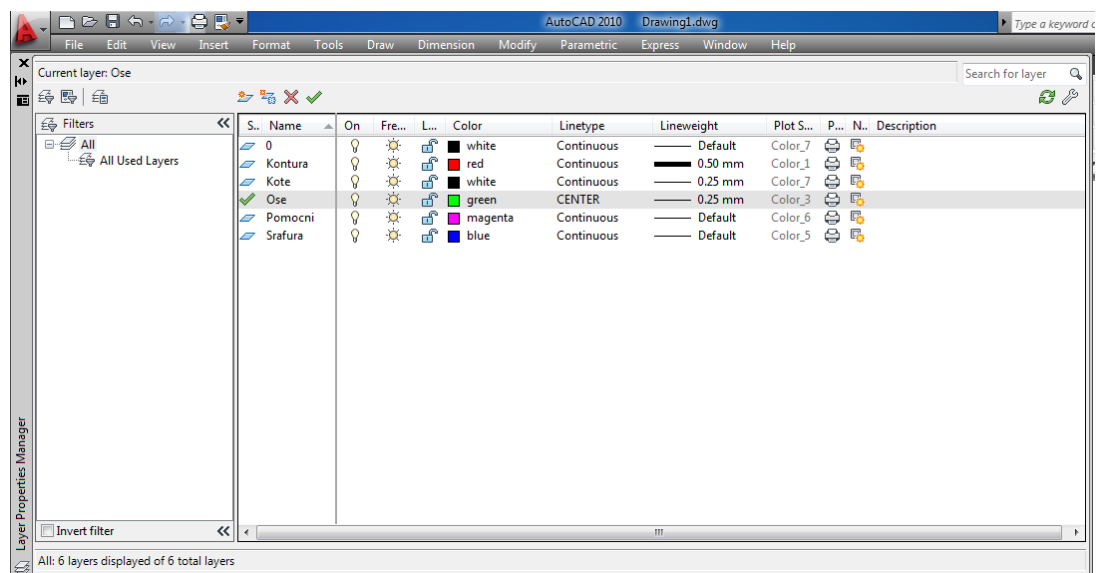
4.1.3. Дефинисање Layer-a

Изабрати **Format** → **Layer**, иконица , (слика:4.7). [7]



Слика 4.7: Избор команде **Layer...**

У дијалогу прозора (слика:4.8), потребно је креирање новог **Layer-a**, иконица , а затим и подешавање параметара (слика:4.9).

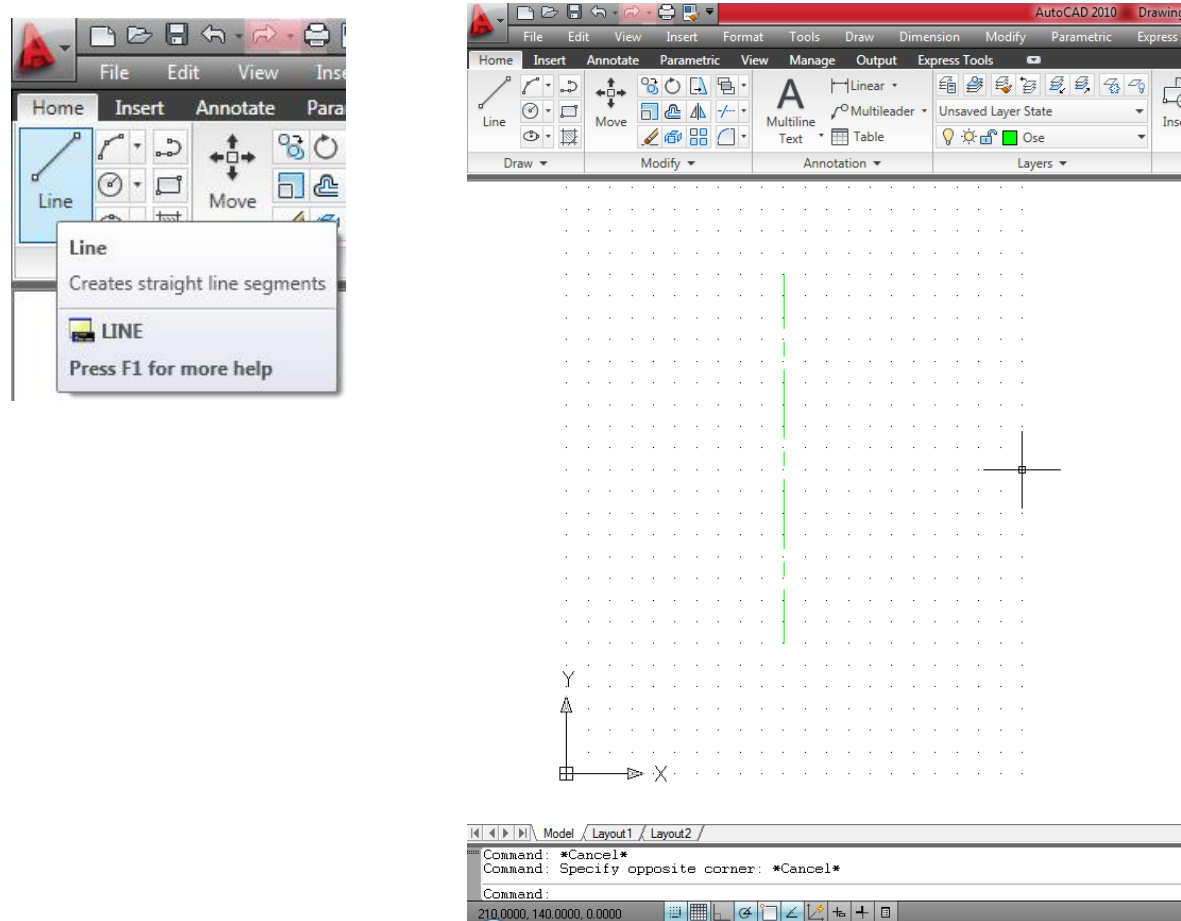
Слика 4.8: Дијалог прозор команде *Layer...*Слика 4.9: Дијалог прозор команде *Layer...* са подешеним параметрима

4.2. Цртање дела

Потребно је активирати команде мреже и помоћног корака уз помоћ иконица **Grid**  **Snap Mode**  у статусној линији.

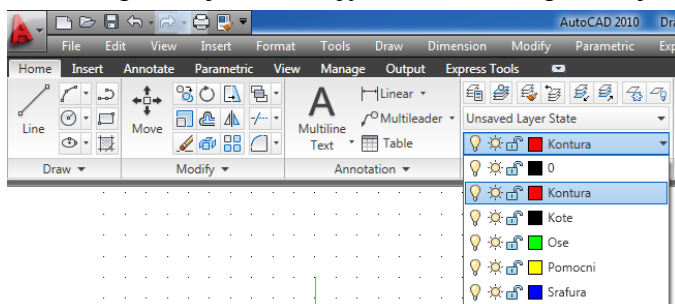
4.2.1. Цртање осне линије

Покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање вертикалне осне линије (слика:4.10). [7]

Слика 4.10: Покретање команде **Line** и цртање вертикалне осе

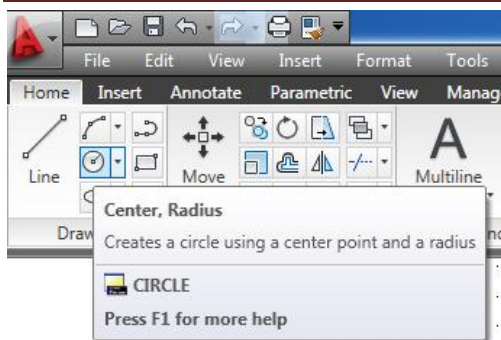
4.2.2. Бирање Layera

Потребно је из падајуће листе изабрати **layer Kontura** (слика:4.11).

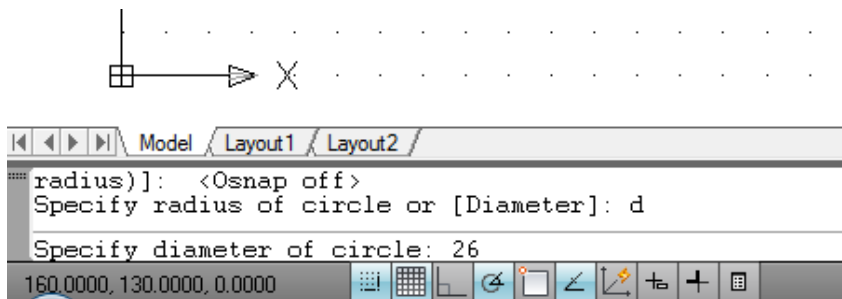
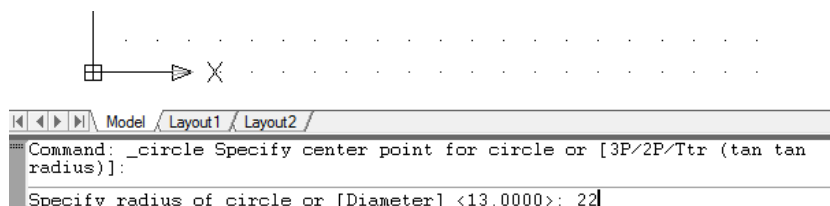
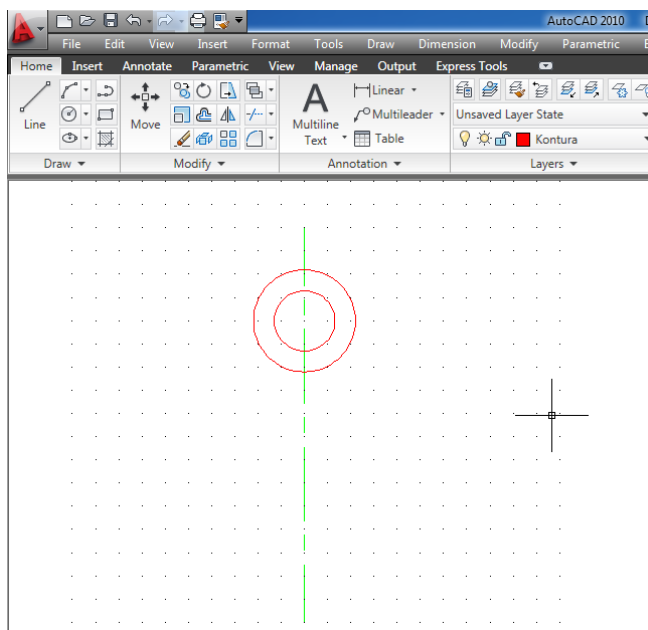
Слика 4.11: Падајућа листа **Layer Control**

4.2.3. Цртање контуре

Покретањем команде **Circle**, бирајући иконицу  (слика:4.12) потребно је нацртати два круга.

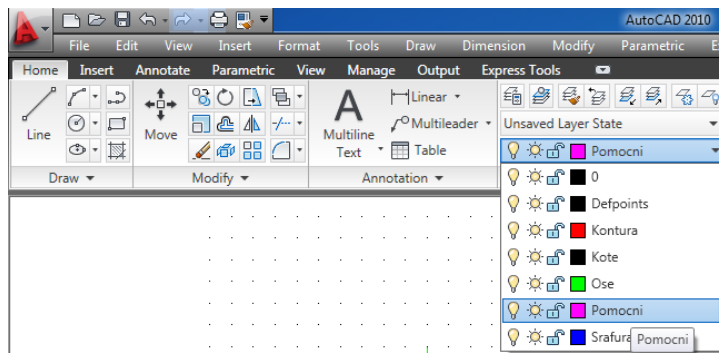
Слика 4.12: Покретање команде *Circle*

Код оба круга центар треба да буде у истој тачци која се налази на осној линији. Први круг има пречник 26 због чега је након одређивања центра потребно унети слово *d* да би се селектовала опција **Diameter** (слика:4.13), у случају када је потребно нацртати полупречник као код другог круга онда после одређивања центра потребно је уписати вредност 22 (слика:4.14), и затим на  (слика:4.15).

Слика 4.13: Избор параметара за опцију **Diameter**Слика 4.14: Избор параметара за опцију **Radius**

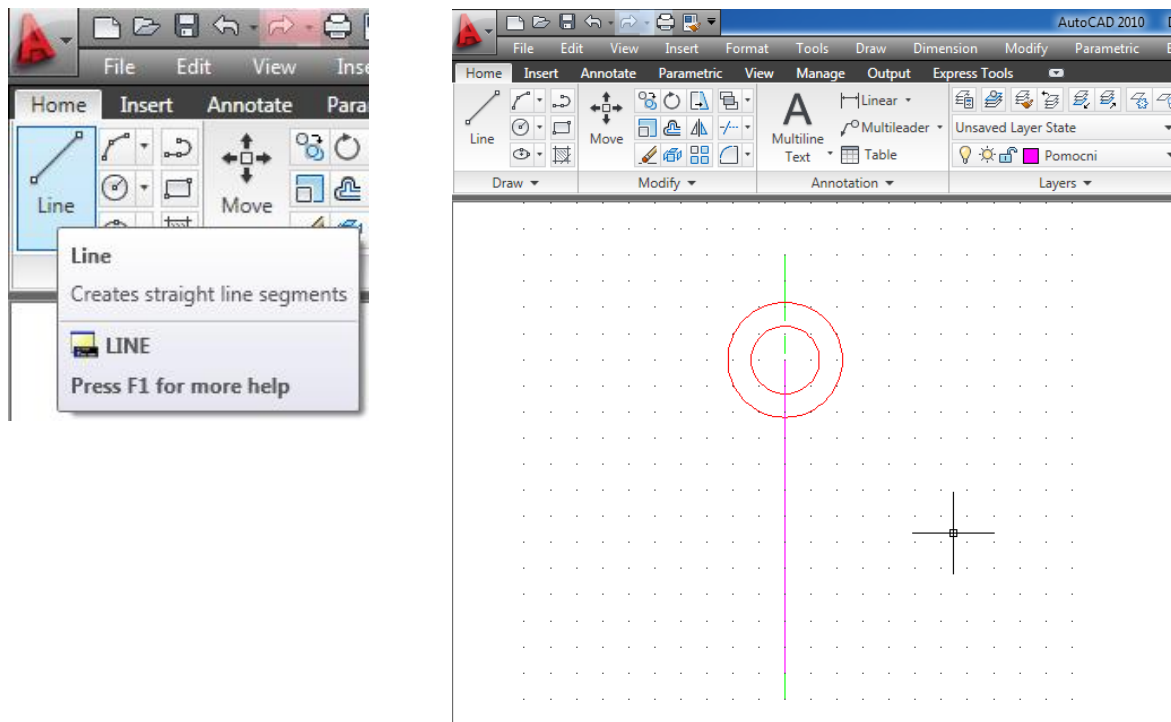
Слика 4.15: Изглед нацртаних кружница

Потребно је из падајуће листе изабрати **layer Pomocni** (слика:4.16).



Слика 4.16: Падајућа листа **Layer Control**

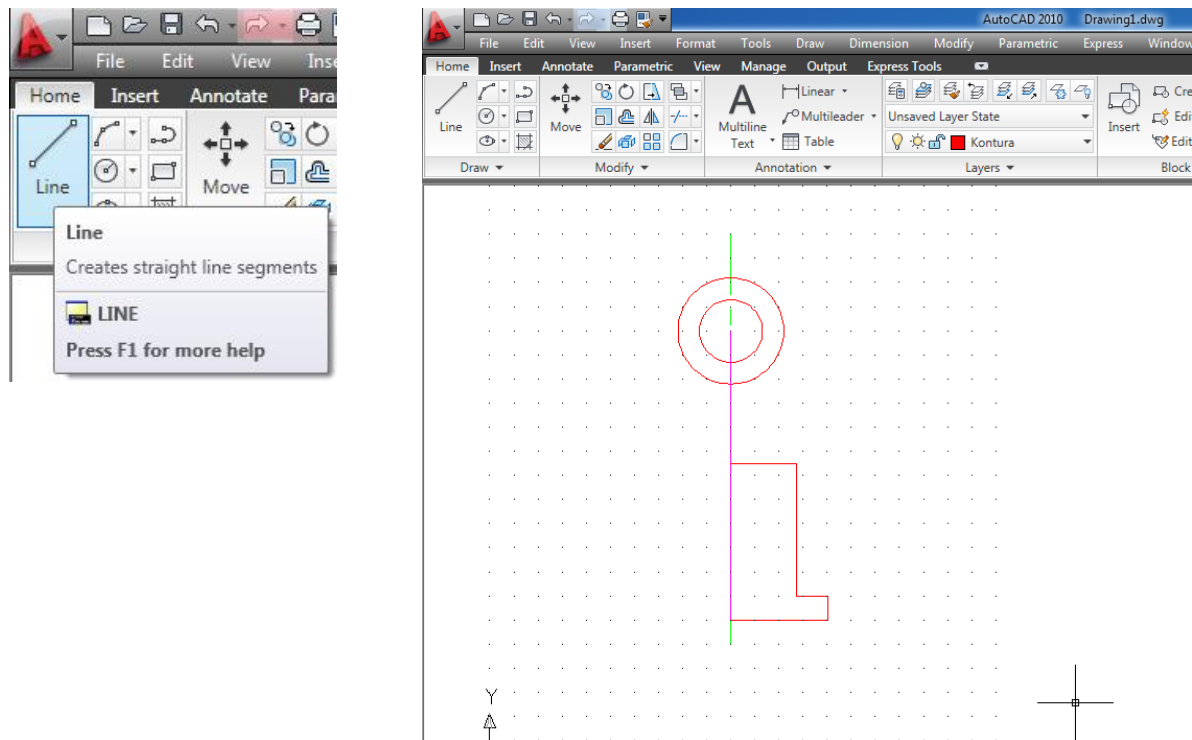
Покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање помоћне линије која почиње у центру круга и црта се надоле, дужине 120 (слика:4.17).



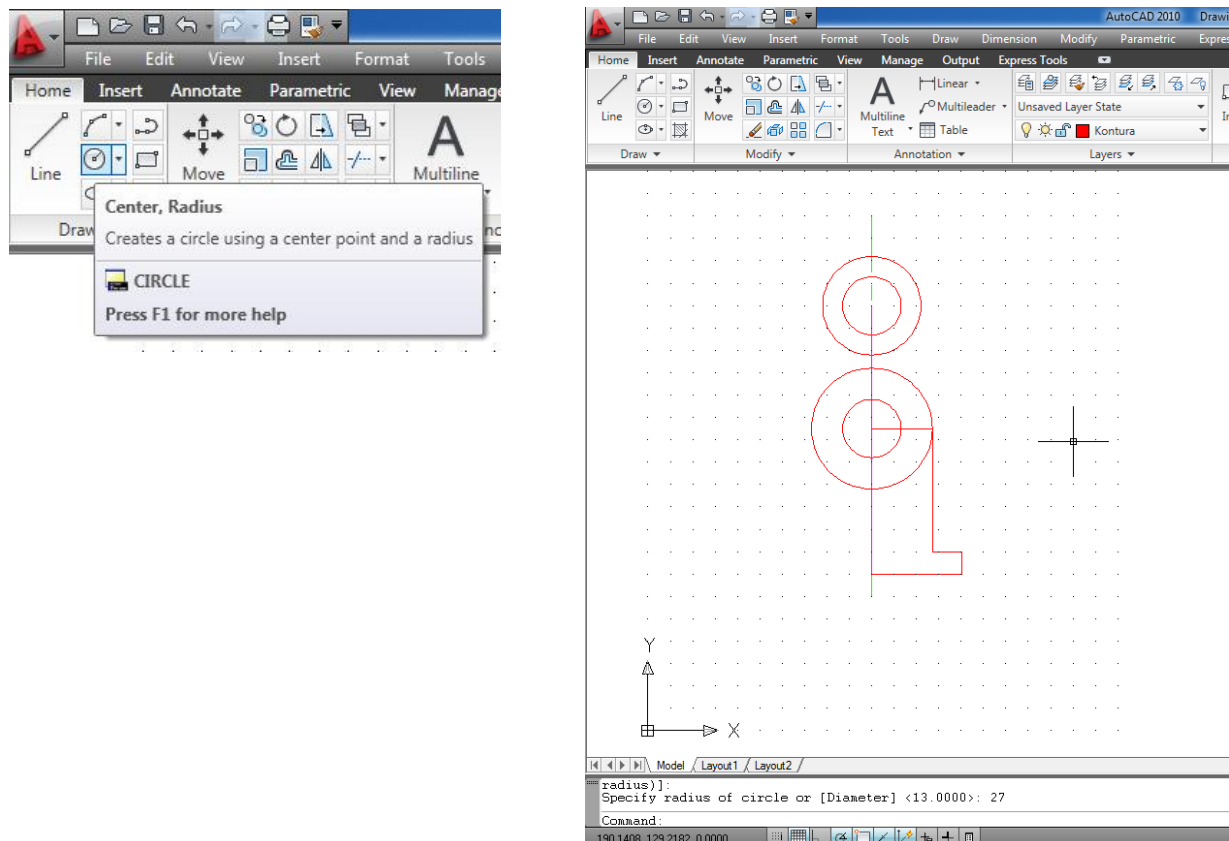
Слика 4.17: Покретање команде **Line** и цртање помоћне линије

Покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање контуре (слика:4.18).

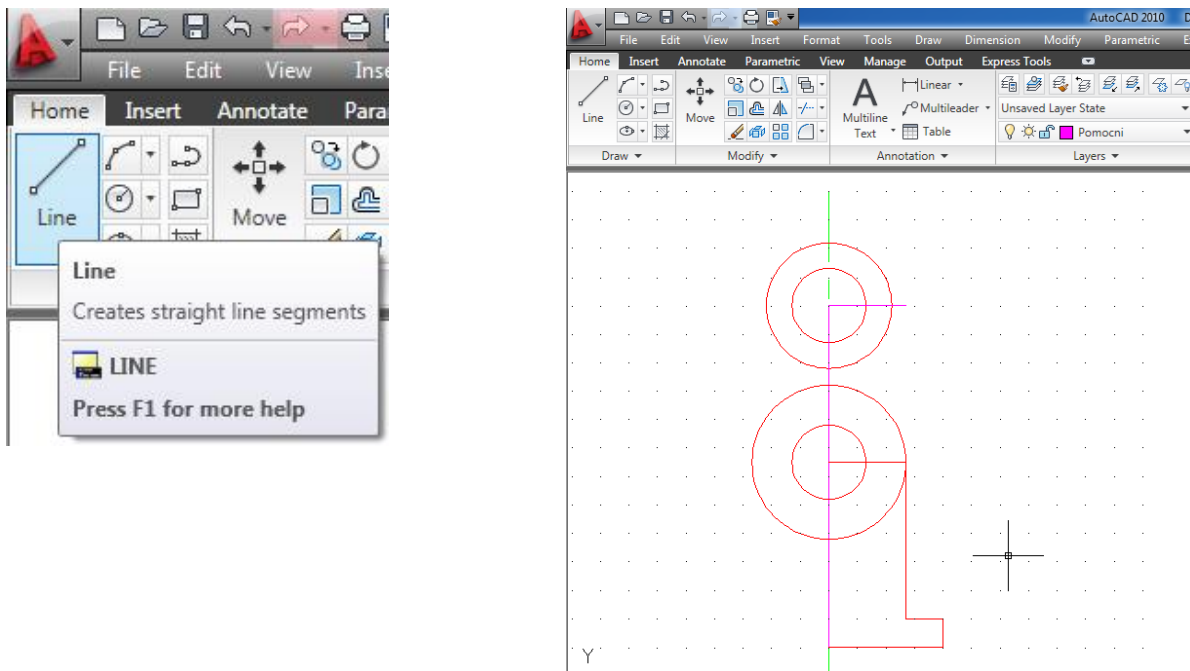
1. Контура почиње од доње тачке помоћне линије.
2. Потребно је повући линију за 40 у десну страну, изабравши правац уз помоћ курсора, уписати вредност и кликнути на .
3. Затим усмерити правац на горе и унети вредност 10.
4. Вредност 13 а правац у леву страну.
5. Опет је правац на горе а вредност 55.
6. Контуру завршити правцем у леву страну до осне линије.

Слика 4.18: Покретање команде **Line** и цртање контуре

Покретањем команде **Circle**, бирајући иконицу  (слика:4.19) потребно је нацртати два круга са центром у крају контуре. Један круг је пречника 26 док је други полупречника 27.

Слика 4.19: Покретање команде **Circle** и цртање кружница

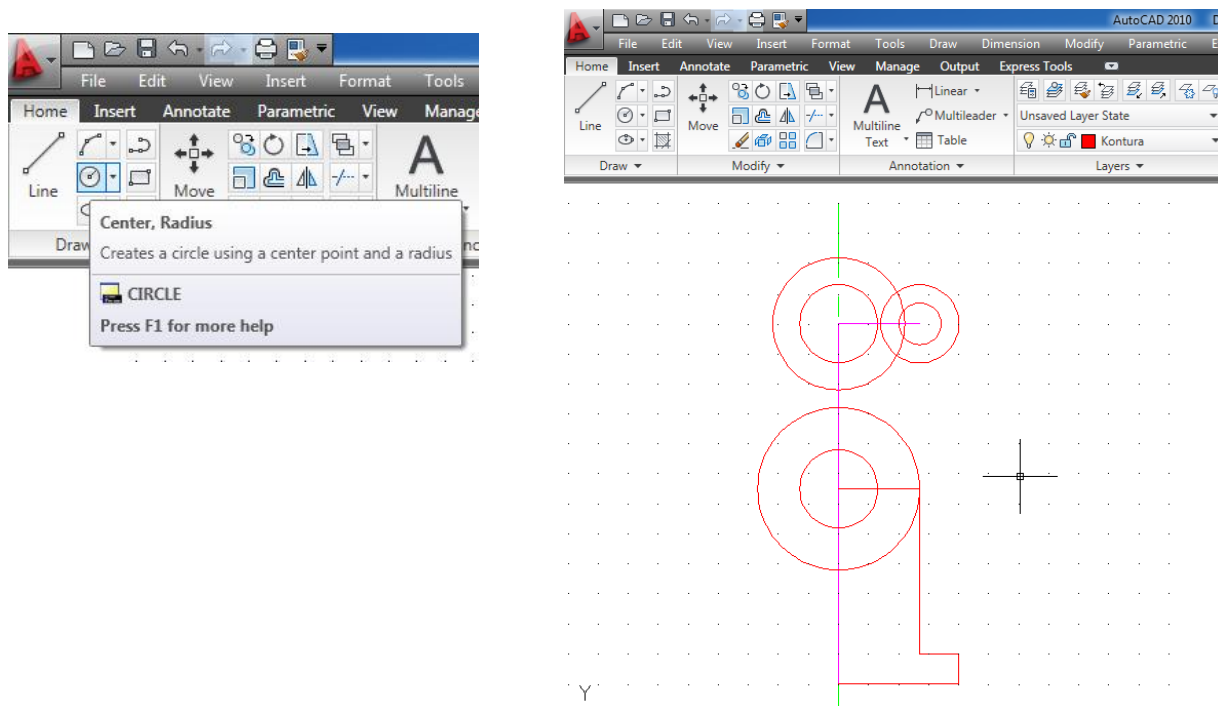
Пре покретања опције **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити промену *layer-a* у **Pomocni**. Након тога нацртати хоризонталну линију из центра горњих кругова у десну страну величине 27 (слика:4.20).



Слика 4.20: Покретање команде **Line** и цртање помоћне линије

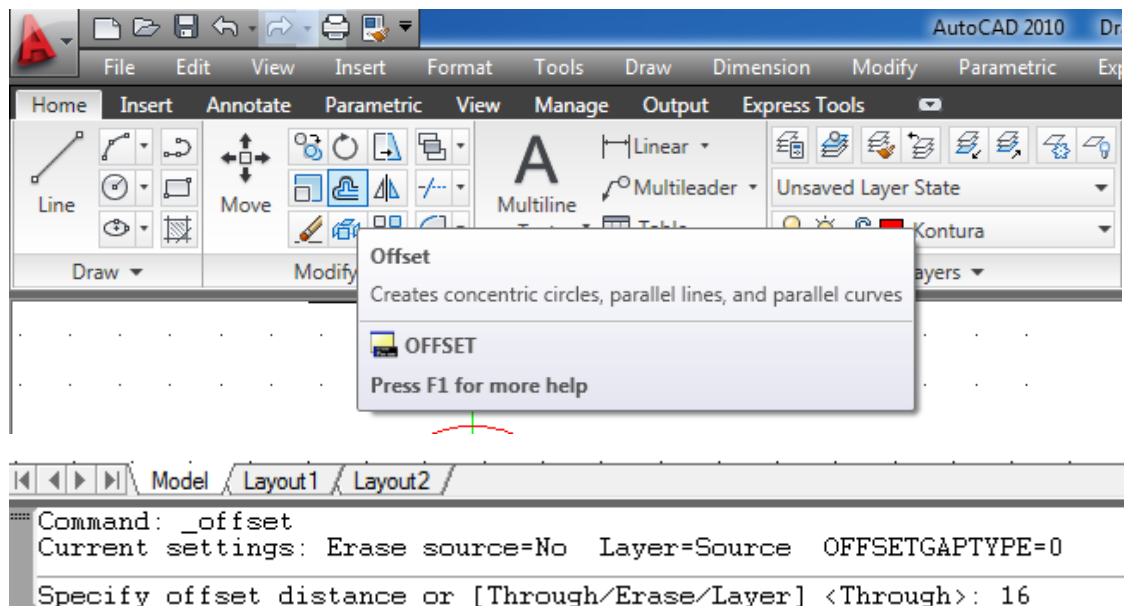
Поставити *layer Kontura*, из падајуће листе **Layer Control** да буде текући.

Нацртати две кружнице са центром који се налази на крају претходно нацртане помоћне линије. Једна кружница је полупречника 13, док је друга пречника 14 (слика:4.21).



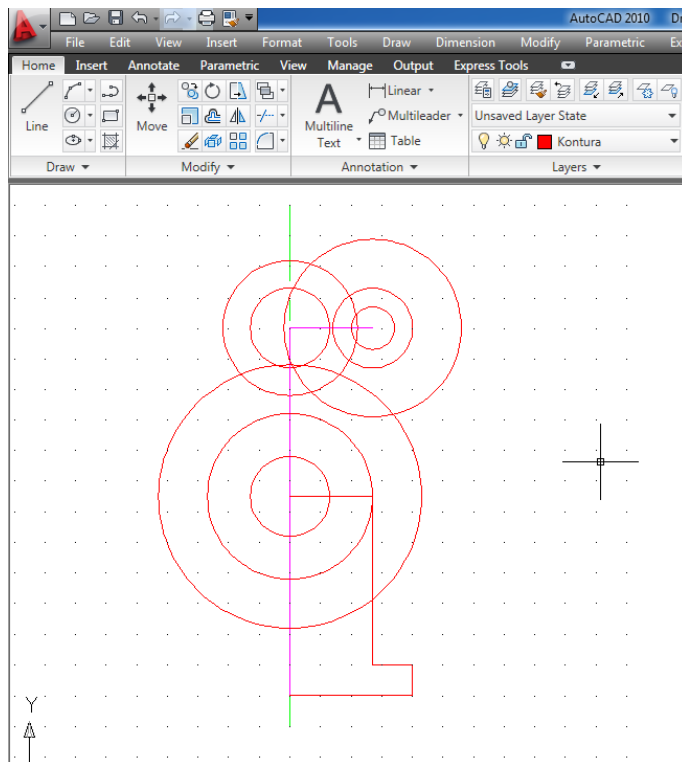
Слика 4.21: Покретање команде **Circle** и цртање кружница

Покретањем команде **Offset**, бирајући иконицу  (слика:4.22) за почетак треба подесити вредност удаљености паралелних линија која у овом случају износи 16. [8]



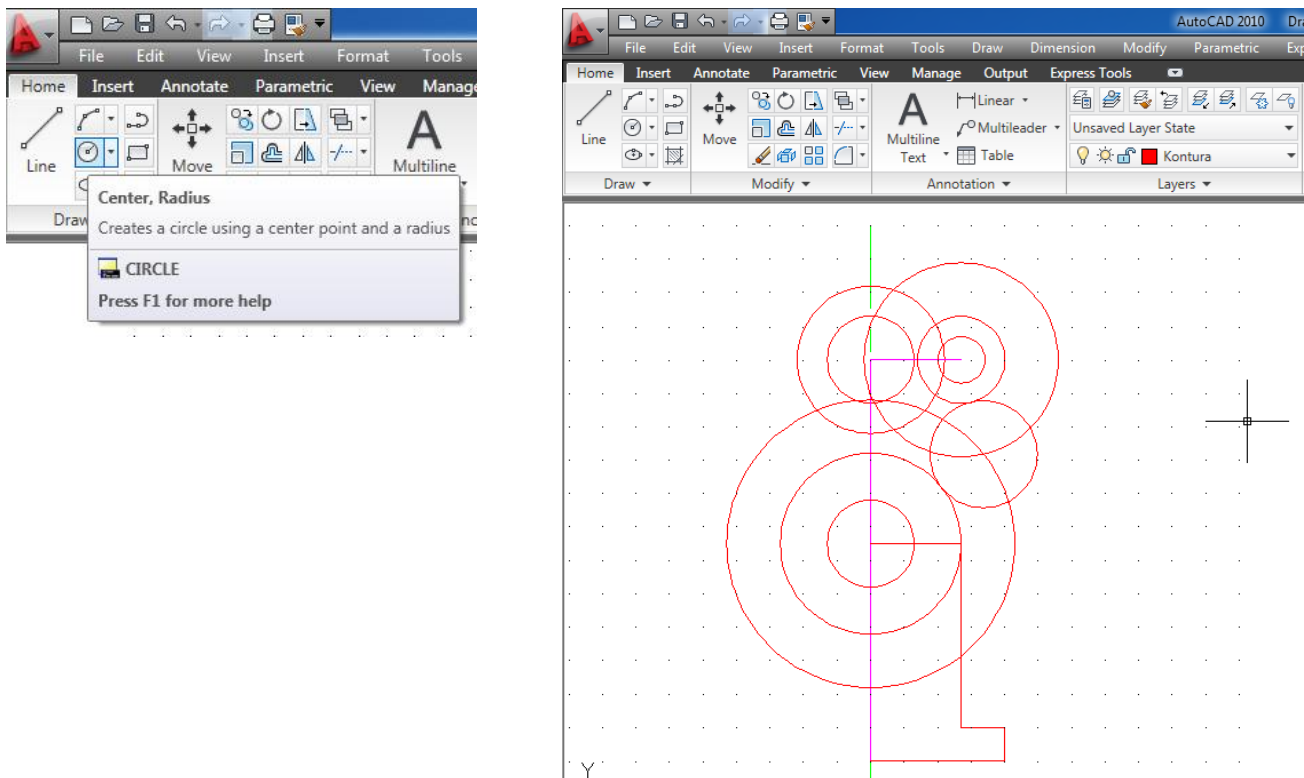
Слика 4.22: Избор и подешавање команде **Offset**

Потребно је селектовати два круга и кликнути ван тих кругова да би се добила два нова круга која су увећана за претходно унету вредност (слика:4.23).



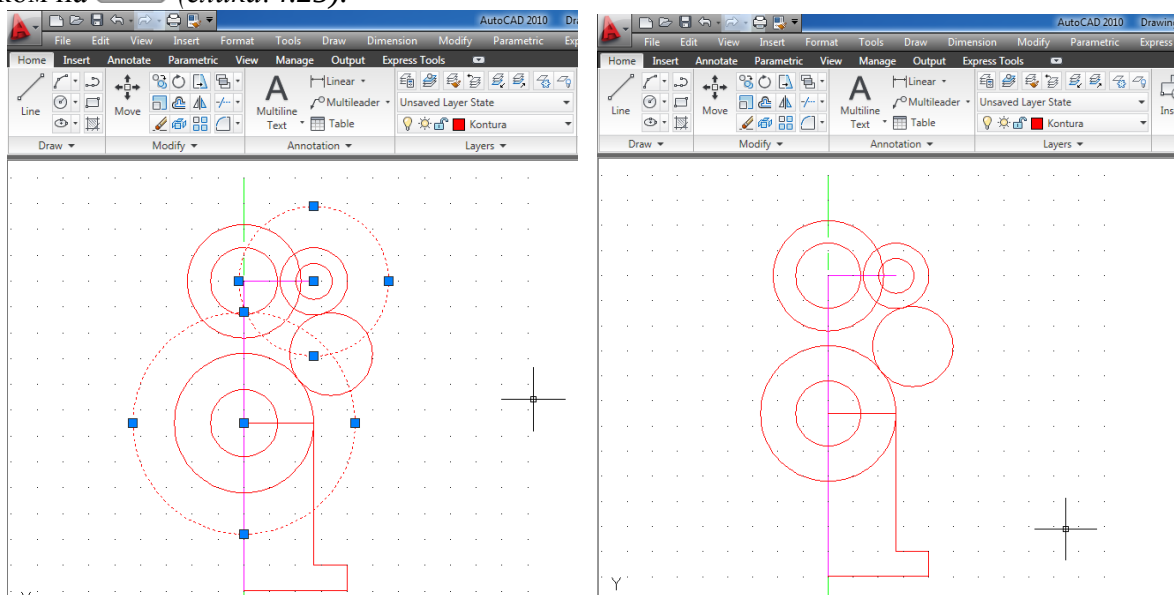
Слика 4.23: Изглед дела након команде **Offset**

Из тачке пресека два круга настала коришћењем функције **Offset**, потребно је креирати нови круг полупречника 16 (слика:4.24).

Слика 4.24: Избор команде **Circle** и цртање кружнице

Извршено је селектовање вишка кружница и сада је потребно те кружнице обрисати

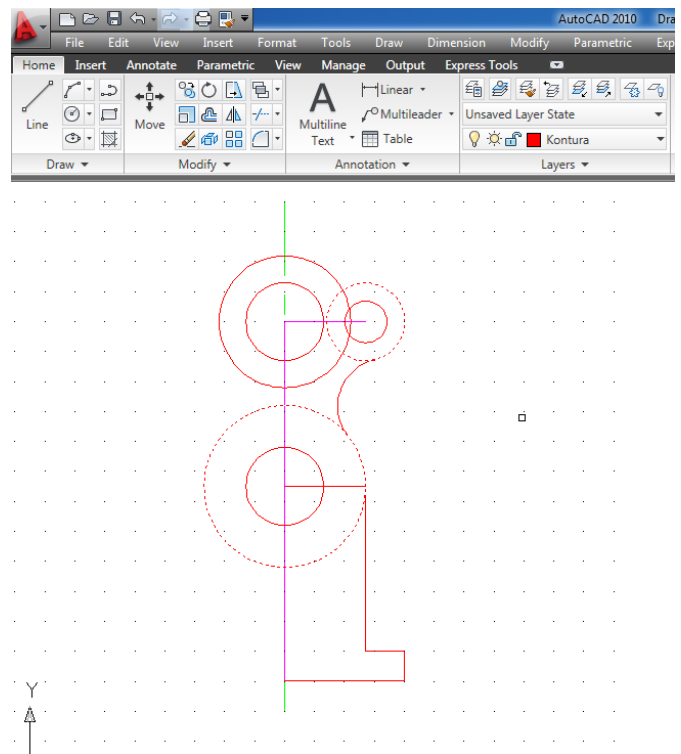
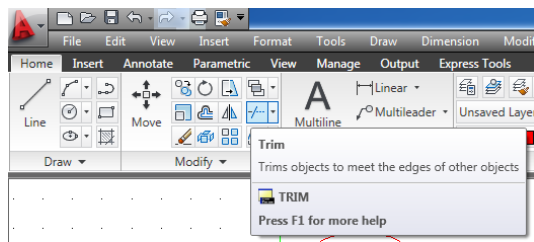
кликом на  (слика:4.25).



Слика 4.25: Селектовање и брисање кружница

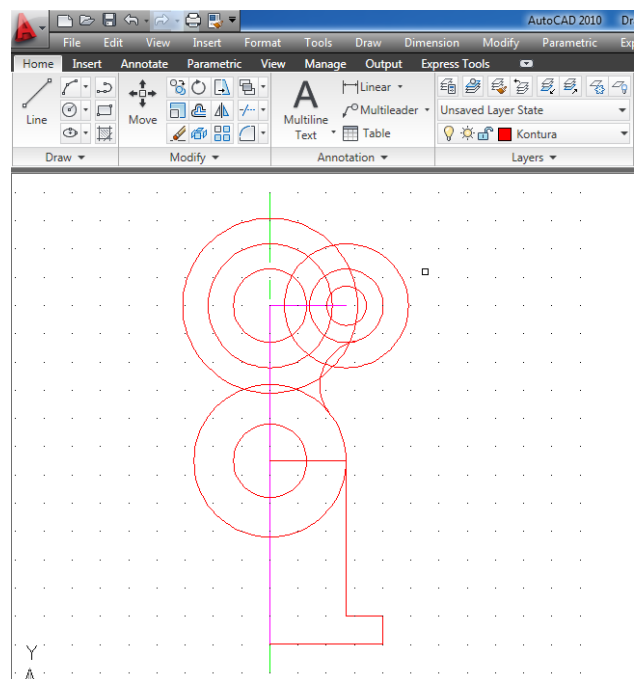
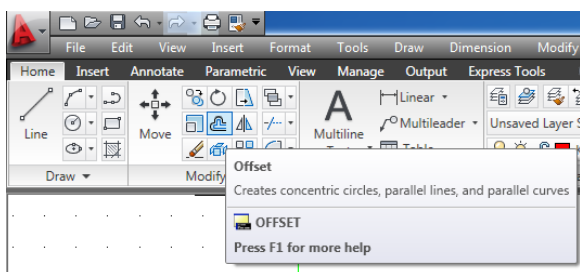
Командом **Trim**, иконица , можемо извршити одсецање одређеног дела објекта.

Најпре треба изабрати објекте који ће служити као границе до којих се изводи скраћивање и то потврдити са , након тога изабрати део који треба уклонити (слика1.26). [8]



Слика 4.26: Покретање команде **Trim** и изглед дела након делимичног брисања

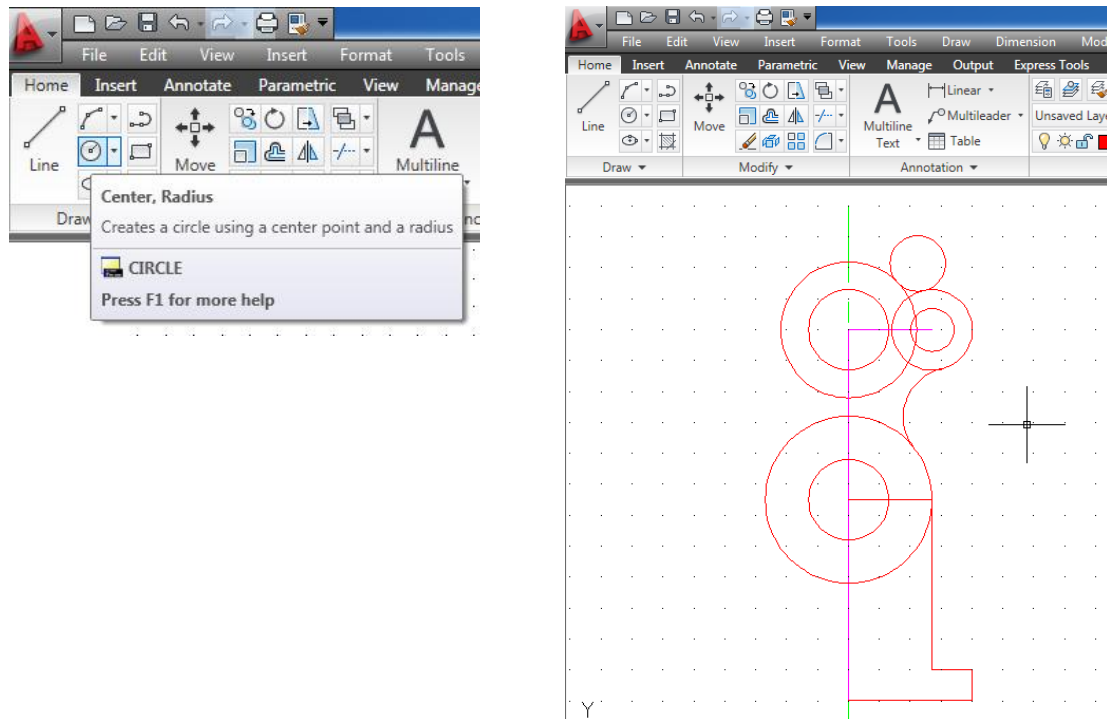
Одабиром функције **Offset** и уношењем вредности 9 селектовати објекте које треба ископирати, након тога кликнути на  и затим изабрати смер у односу на који треба поставити копију (слика:4.27).



Слика 4.27: Покретање команде **Offset** и цртање кружница

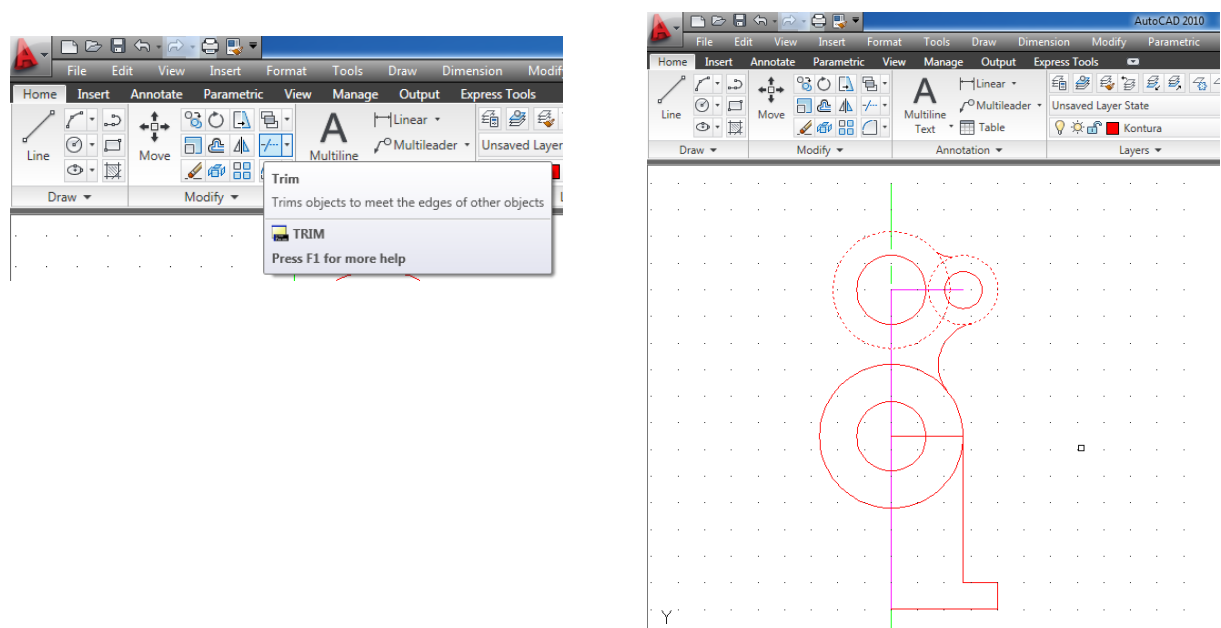
Функцијом **Circle**, нацртати круг који има центар у пресеку две кружнице нацртане у претходном кораку и радијус 9. После тога извршити брисање вишка кругова кликом на

 (слика:4.28).

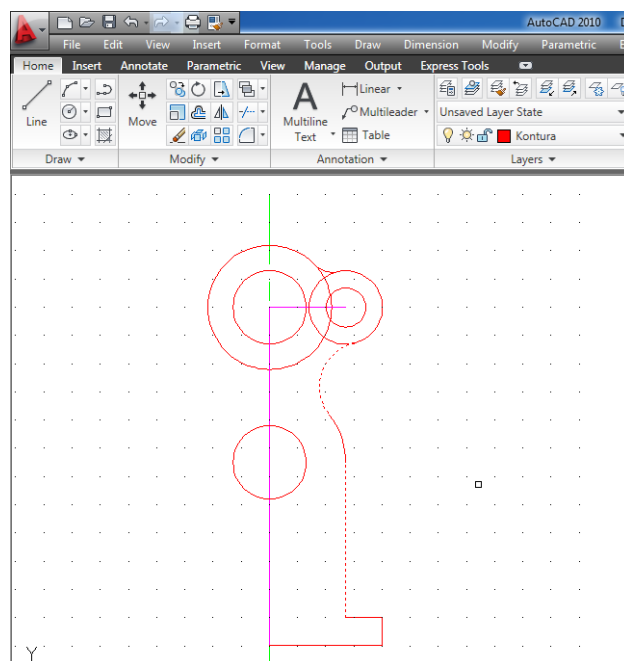
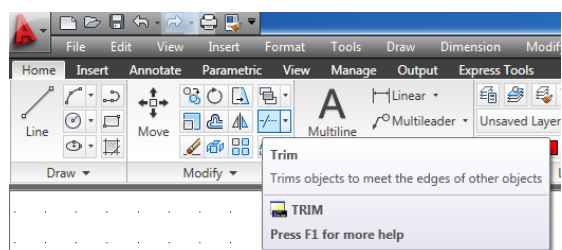
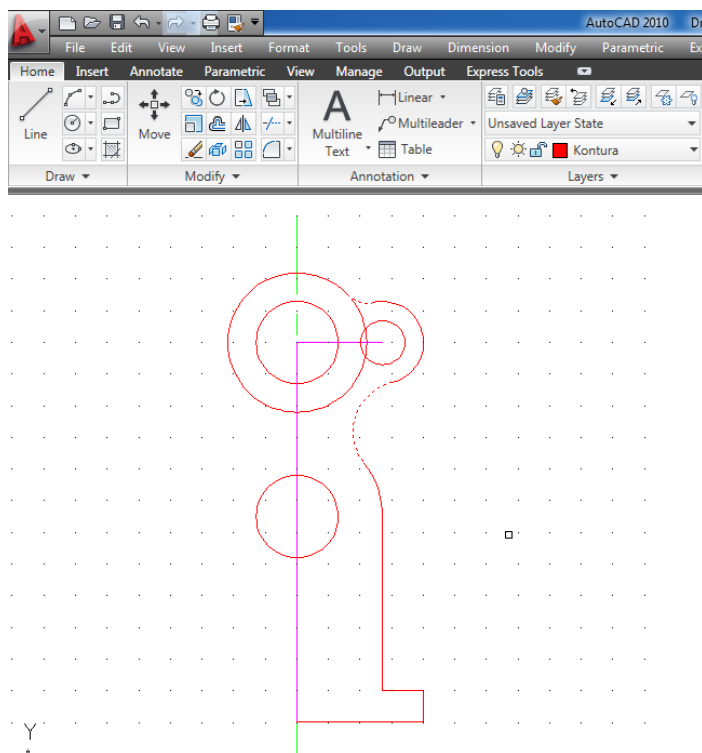
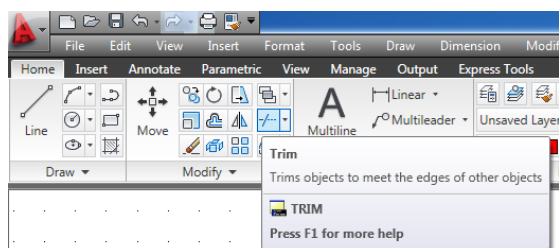


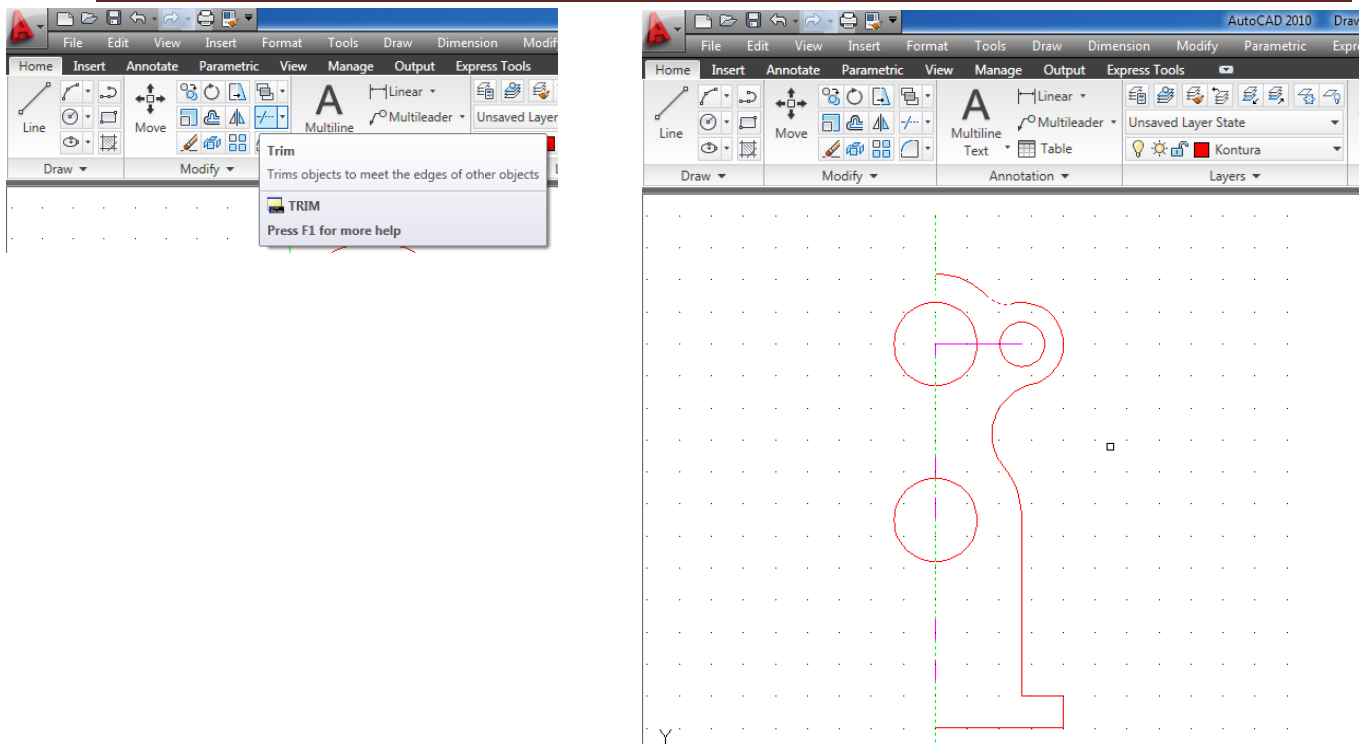
Слика 4.28: Избор команде **Circle** и цртање кружнице

Употребом команде **Trim**, и обележавањем граничних објеката извршено је брисање објеката који нису потребни у даљем цртању дела (слика:4.29), (слика:4.30), (слика:4.31), (слика:4.32).



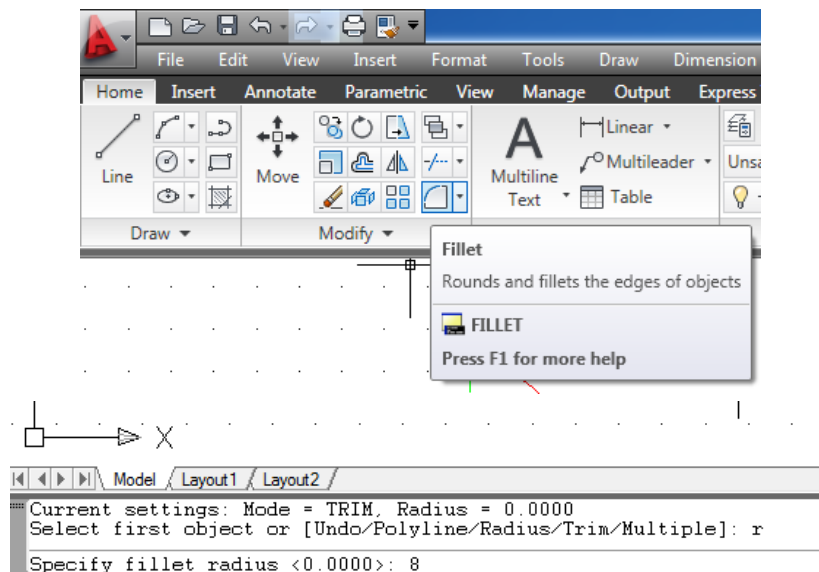
Слика 4.29: Покретање команде **Trim** и изглед дела након делимичног брисања

Слика 4.30: Покретање команде *Trim* и изглед дела након делимичног брисањаСлика 4.31: Покретање команде *Trim* и изглед дела након делимичног брисања



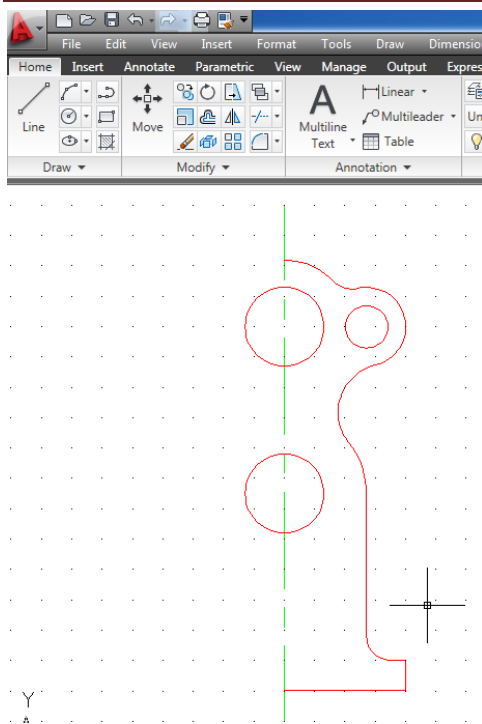
Слика 4.32: Покретање команде **Trim** и изглед дела након делимичног брисања

Избором команде **Fillet**, иконица , извршено је спајање луком између две линије. После покретања команде потребно је изабрати подопцију **Radius**, и унети вредност 8 (слика:4.33). [7]



Слика 4.33: Покретање команде **Fillet** и избор параметара

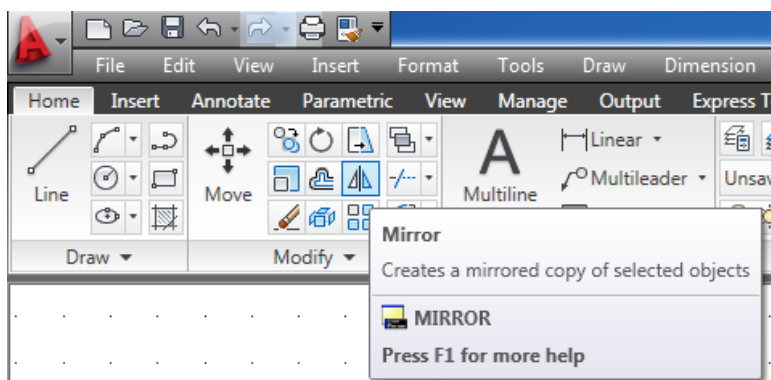
Након подешавања вредности потребно је селектовати линије и кликнути на  (слика:4.34).

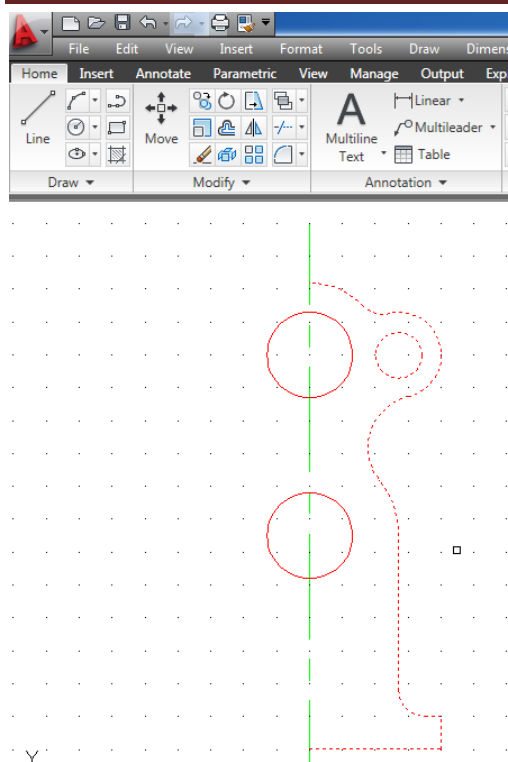


Слика 4.34: Изглед дела након заобљења

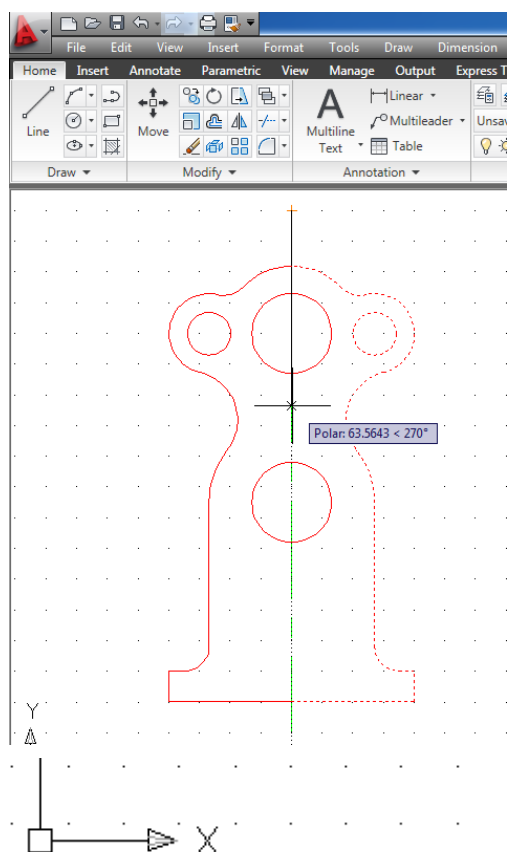
4.2.4. Пресликавање дела

Покретањем команде **Mirror** бирајући иконицу  (слика:4.35), потребно је извршити пресликавање објекта са једне стране на другу. Селектовати део који треба пресликати и кликнути на  (слика:4.36). Након тога потребно је изабрати прву тачку линије пресликавања, а затим и другу у зависности од смера који је потребан (слика:4.37). Програм се јавља са захтевом да ли избрисати претходно селектовани део, у овом случају треба га задржати (слика:4.38). [9]

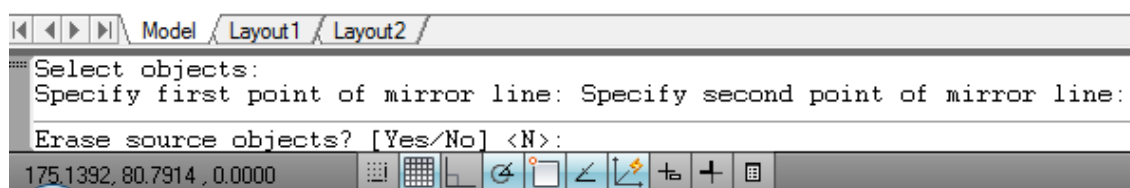
Слика 4.35: Покретање команде **Mirror**



Слика 4.36: Селектовање дела који је потребно пресликати

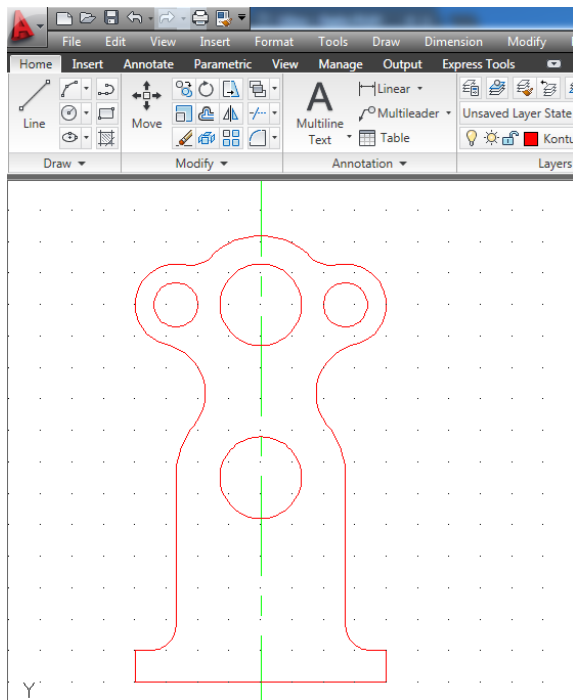


Слика 4.37: Изглед пресликаног дела



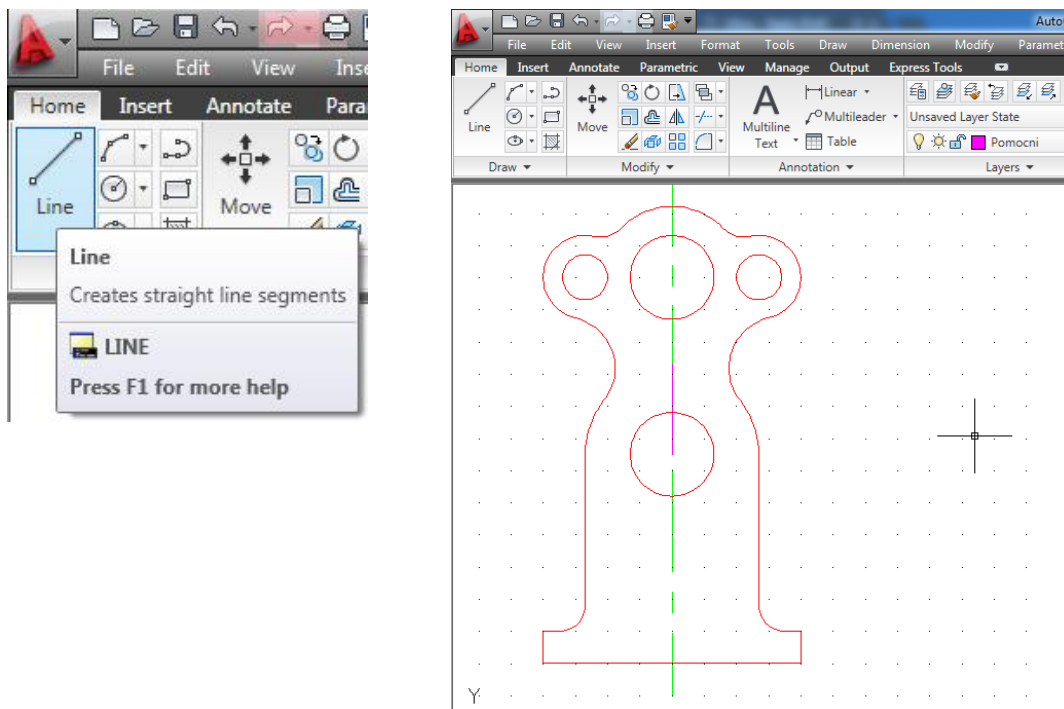
Слика 4.38: Избор опције без брисања селектованог дела

Изглед дела након извршене опције пресликавања (слика:4.39).



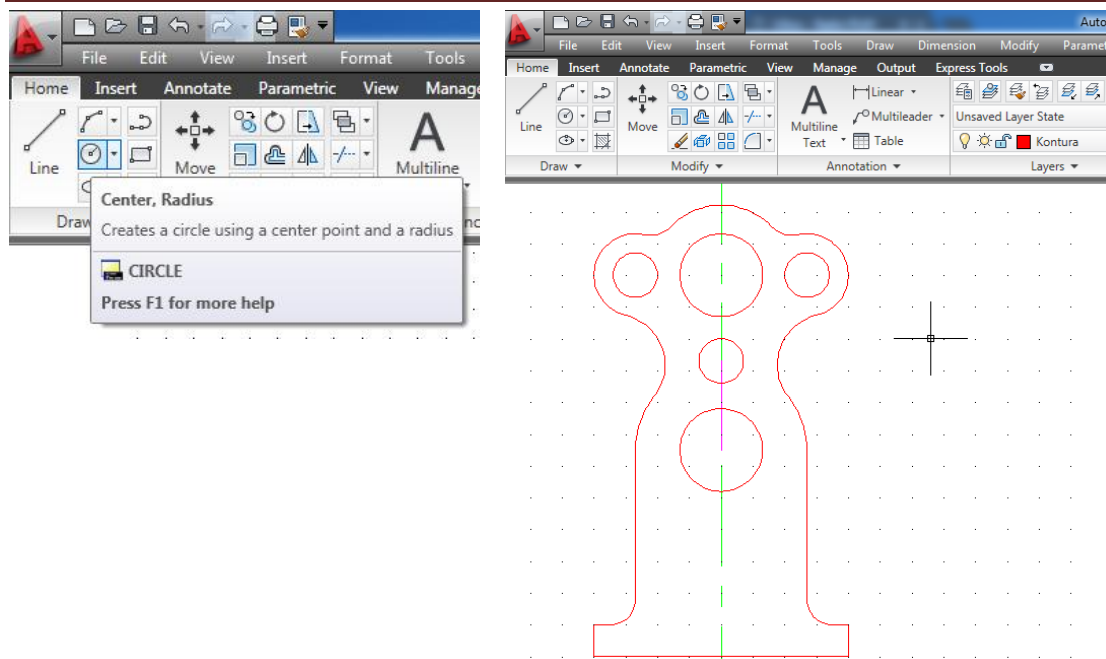
Слика 4.39: Изглед након пресликавања

Бирањем *layer-a Pomocni* и покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање помоћне линије која почиње у центру доњег круга и црта се навише, дужине 28 (слика:4.40).

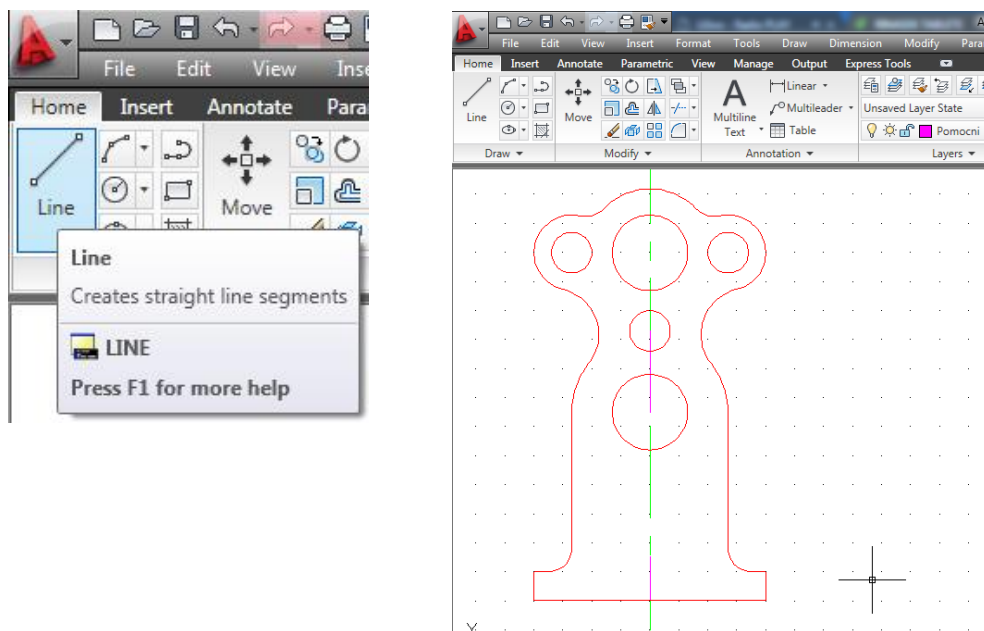


Слика 4.40: Покретање команде **Line** и цртање помоћне линије

Бирањем *layer-a Kontura* и покретањем команде **Circle**, бирајући иконицу , потребно је нацртати круг са центром у крају претходно нацртане помоћне линије. Пречник круга је 14.

Слика 4.41: Покретање команде **Circle** и цртање круга

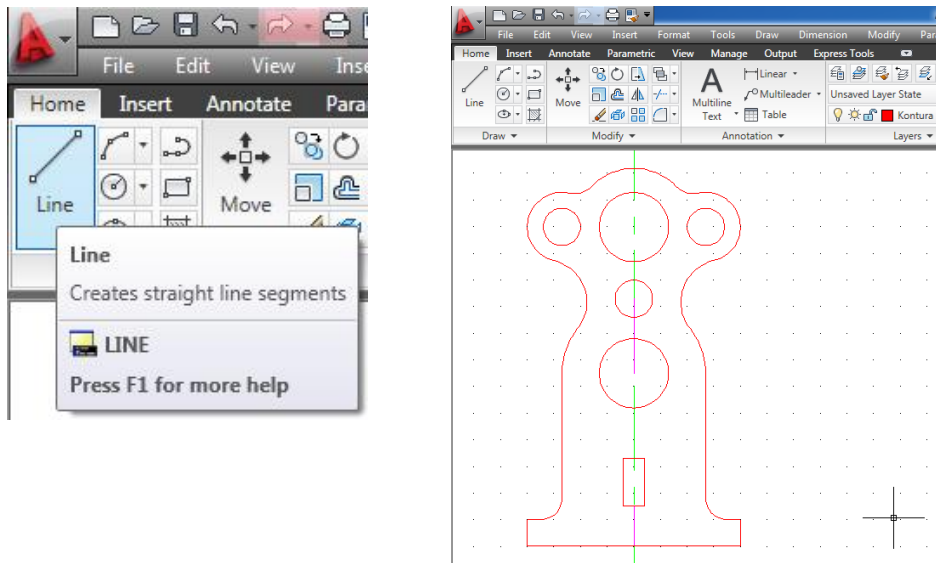
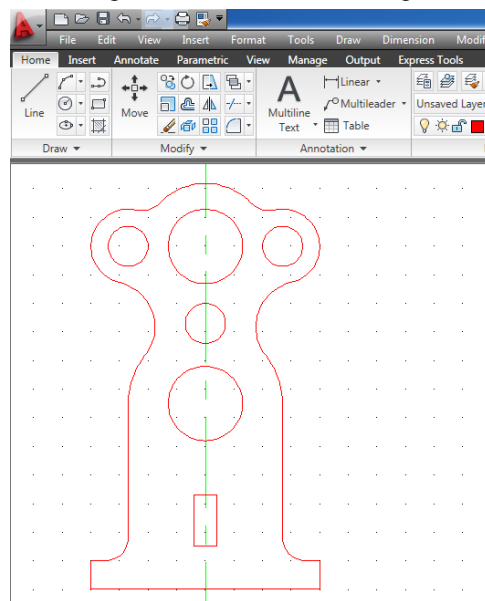
Бирањем *layer-a Pomocni* и покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање помоћне линије која почиње у од доње линије контуре и црта се навише, дужине 15 (слика:4.42).

Слика 4.42: Покретање команде **Line** и цртање помоћне линије

Бирањем *layer-a Kontura* и покретањем команде **Line** бирајући иконицу , потребно је извршити цртање правоугаоника (слика:4.43), а након тога извршити брисање помоћних линија кликом на  (слика:4.44).

1. Цртање почиње од крајње тачке помоћне линије.
2. Потребно је повући линију за 4 у десну страну, изабравши правац уз помоћ курсора, уписати вредност и кликнути на .
3. Затим усмерити правац на горе и унети вредност 18.

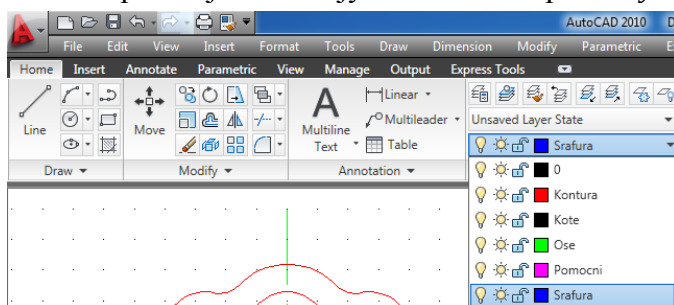
4. Вредност 8 а правац у леву страну.
5. Затим усмерити правац на доле и унети вредност 18.
6. Завршити цртање враћањем у почетну тачку.

Слика 4.43: Покретање команде **Line** и цртање правоугаоника

Слика 4.44: Изглед након брисања помоћних линија

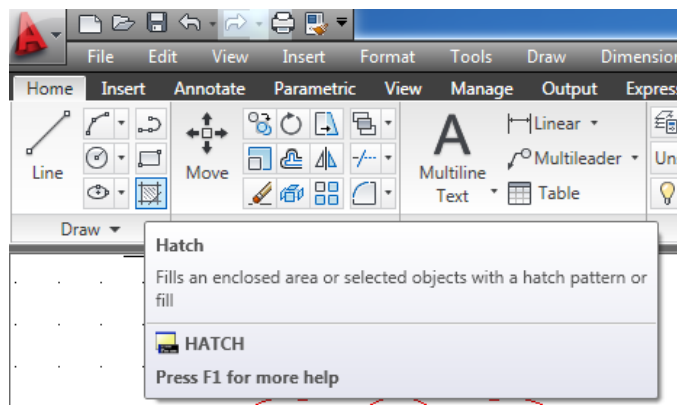
4.2.5. Бирање *Layera* за шрафуру

Потребно је из падајуће листе изабрати **layer Srafura** (слика:4.45).

Слика 4.45: Падајућа листа **Layer Control**

4.2.6. Команда *Hatch*

Покретањем команде **Hatch** бирајући иконицу  (слика:4.46), постиже се јасније распознавање одређених површина на цртежу. [8]



Слика 4.46: Покретање команде **Hatch**

У горњем делу дијалог прозора налазе се две катрице **Hatch** и **Gradient**. Избором картице **Hatch** понуђени су параметри за подешавање (слика:4.47):

Type: *Predefined* (избор типа шрафуре).

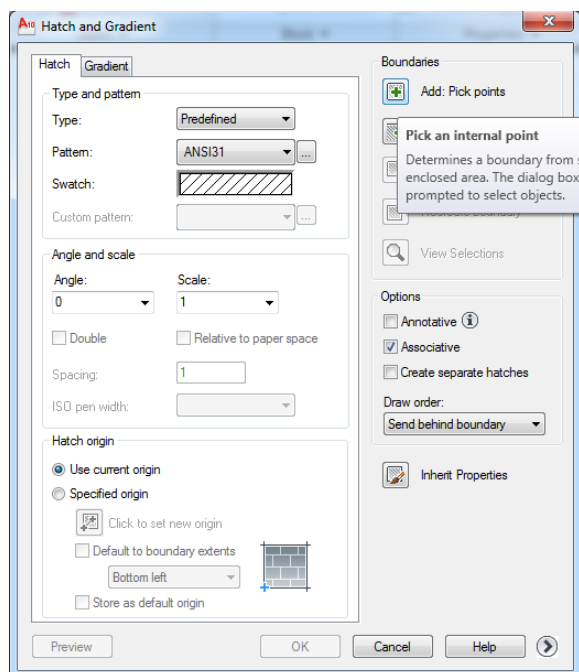
Pattern: *ANSI31* (претходно дефинисана шрафура).

Swatch: (узорак изабране шрафуре).

Angle: 0 (изабрани угао шрафуре).

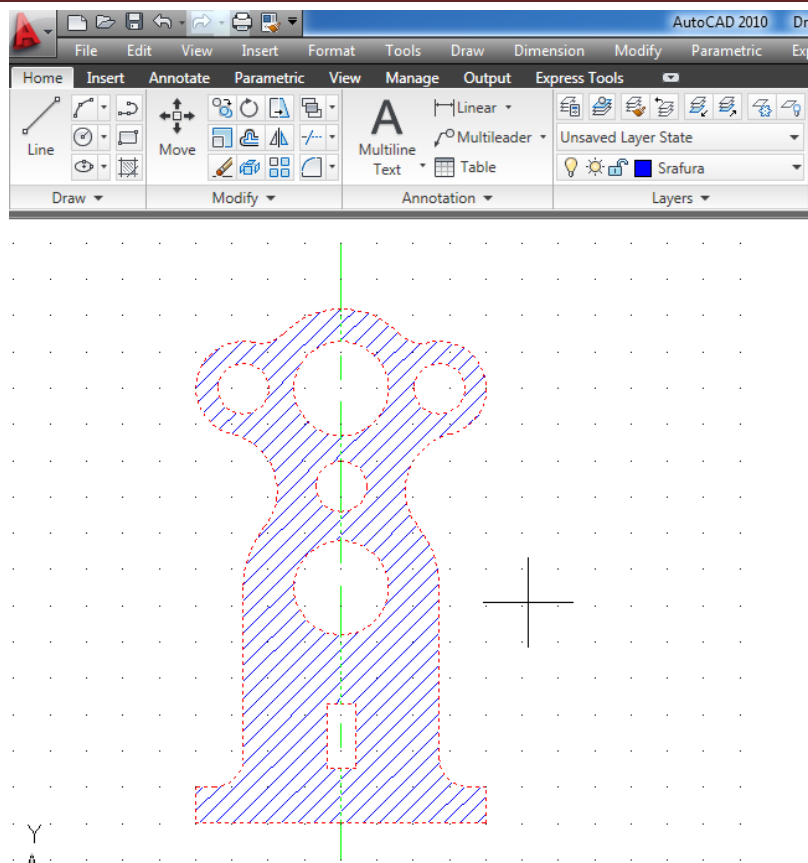
Scale: 1 (величина размере).

Add Pick point: (команда за селектовање површина). [8]



Слика 4.47: Дијалог прозор команде **Hatch and Gradient**

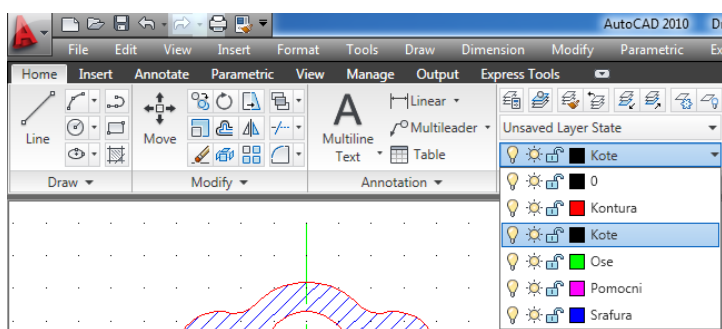
Након извршеног подешавања потребно је кликнути на  (слика:4.48).

Слика 4.48: Изглед дела након команде *Hatch*

4.3. Котирање цртежа

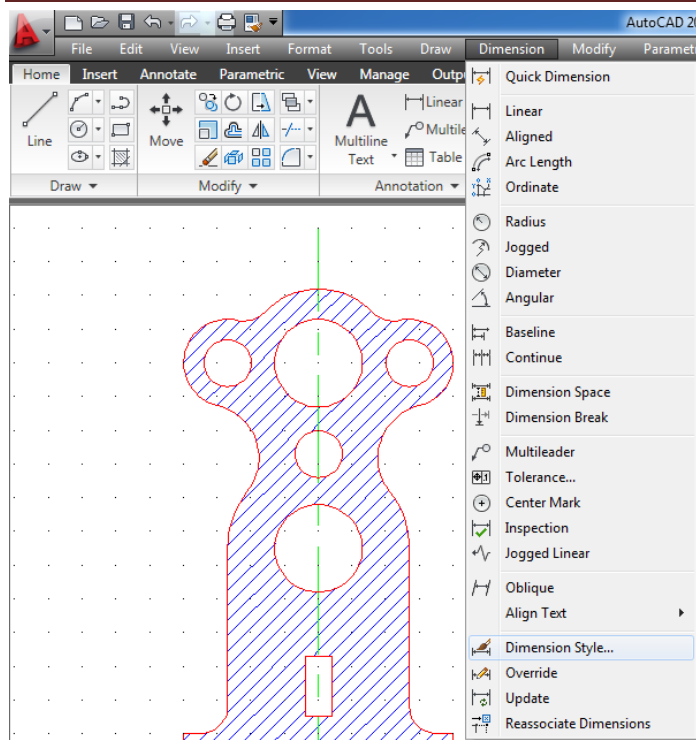
4.3.1. Бирање *Layera* за котирање

Потребно је из падајуће листе изабрати *layer Kota* (слика:4.49). [7]

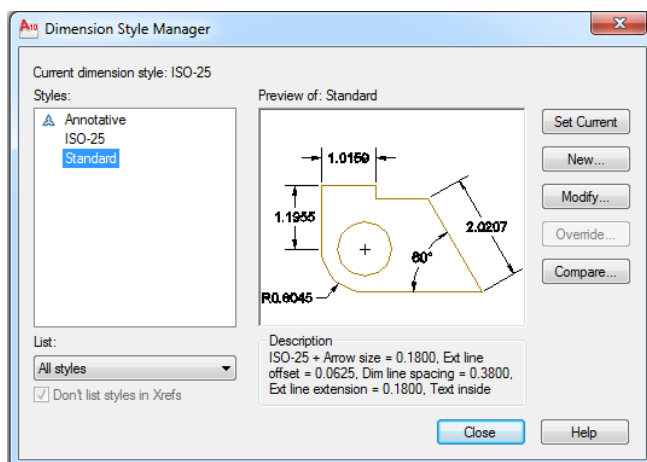
Слика 4.49: Падајућа листа *Layer Control*

4.3.2. Дефинисање изгледа котних елемената

Изабрати *Dimension* → *Dimension Style*, иконица , опција за дефинисање изгледа котних елемената(слика:4.50). [9]

Слика 4.50: Избор команде *Dimension Style*

У понуђеном прозору потребно је селектовати **Styles: Standard** а затим изабрати **Modify** за промену особина постојећег стила (слика:4.51). [9]

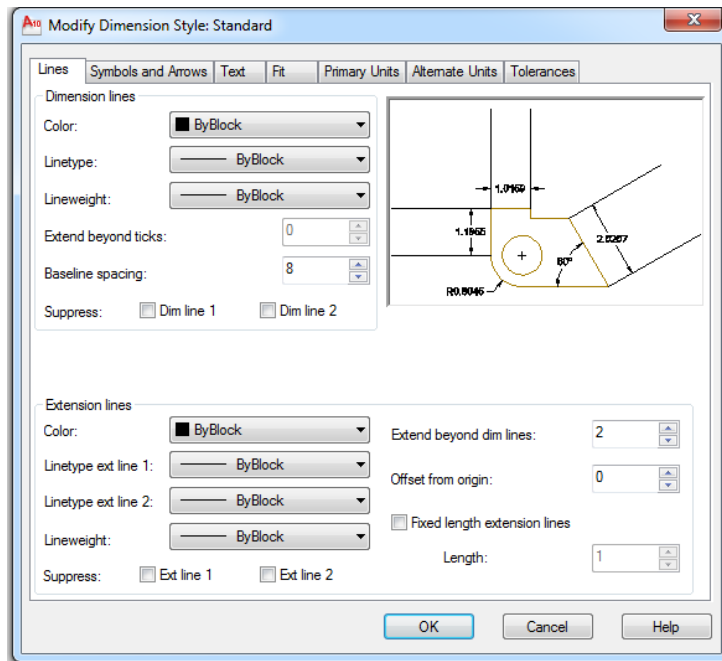
Слика 4.51: Дијалог прозор команде *Dimension Style Manager*

Након селектовања функције отвара се картица у којој је потребно дефинисати следеће параметре (слика:4.52):

Baseline spacing: 8 (растојање између паралелних котних линија).

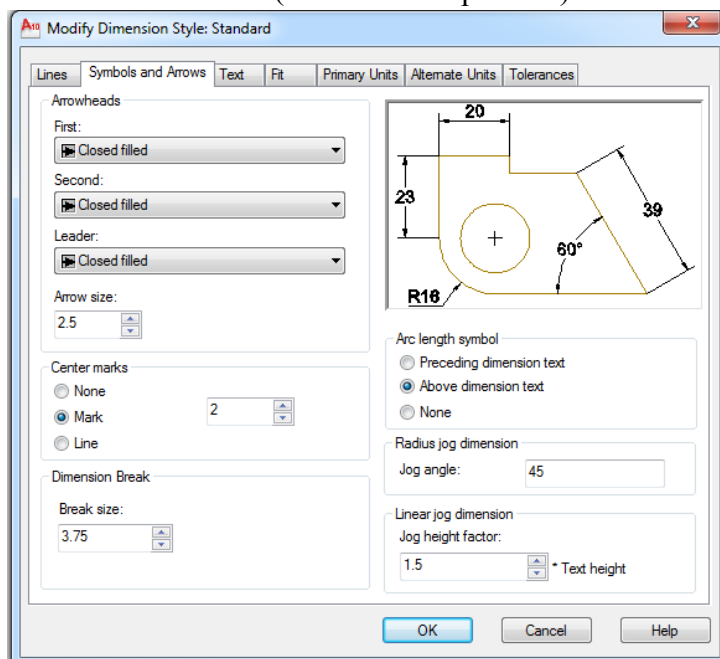
Extend beyond dim lines: 2 (дужина препуста помоћне котне линије).

Offset from origin: 0 (величина за коју је помоћна котна линија удаљена од дела који се котира). [7]



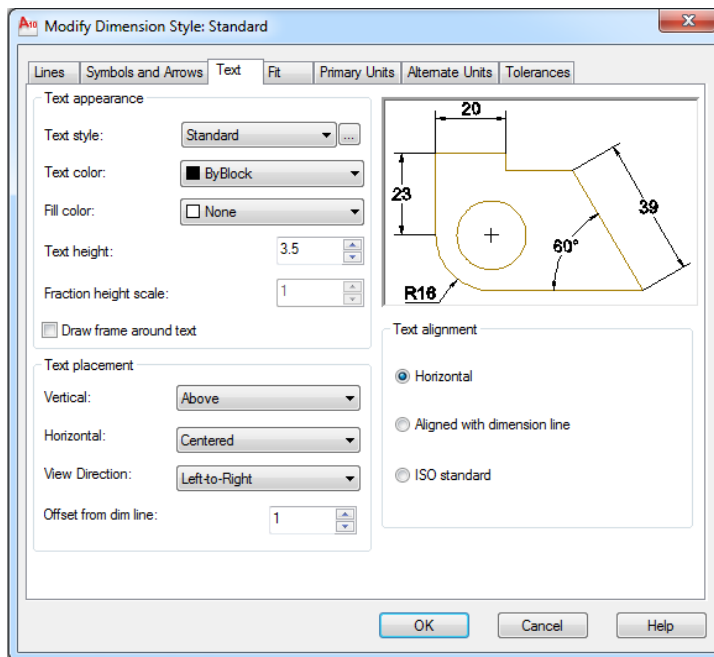
Слика 4.52: Изглед картице **Lines** дијалог прозор команде **Modify Dimension Style: Standard**

У картици **Symbols and Arrows** потребно је подесити (слика:4.53):
Arrow size: 2.5 (величина завршетка).



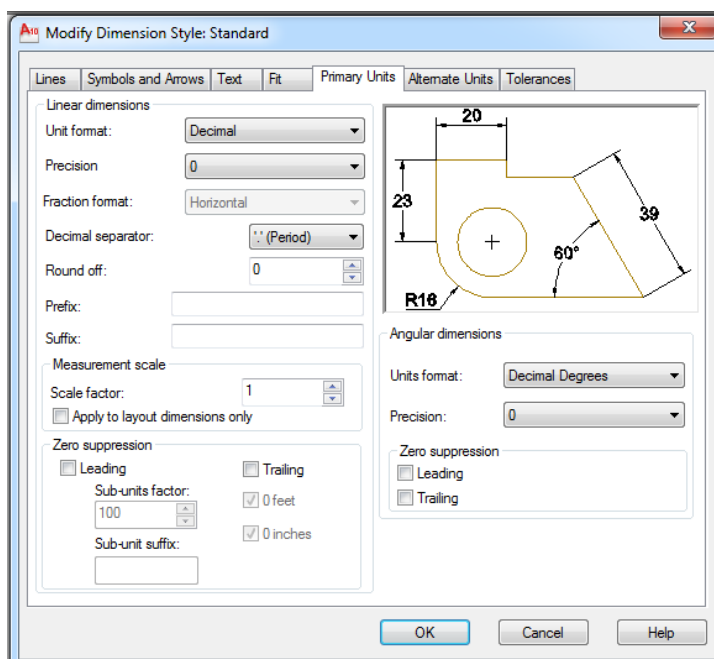
Слика 4.53: Изглед картице **Symbols and Arrows** дијалог прозор команде **Modify Dimension Style: Standard**

У картици **Text** извршено је подешавање следећих параметара (слика:4.54):
Text height: 3.5 (величина котних бројева).
Offset from dim line: 1 (растојање између котног текста и котне линије). [7]



Слика 4.54: Изглед картице *Text* дијалог прозор команде *Modify Dimension Style: Standard*

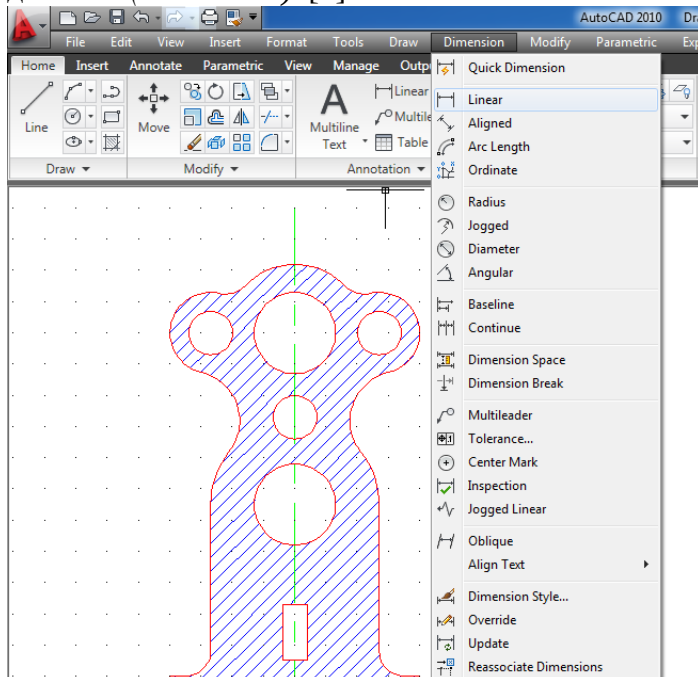
На картици *Primary Units* потребно је подесити *Precision* (слика:4.55): 0 (тачност јединица).



Слика 4.55: Изглед картице *Primary Units* дијалог прозор команде *Modify Dimension Style: Standard*

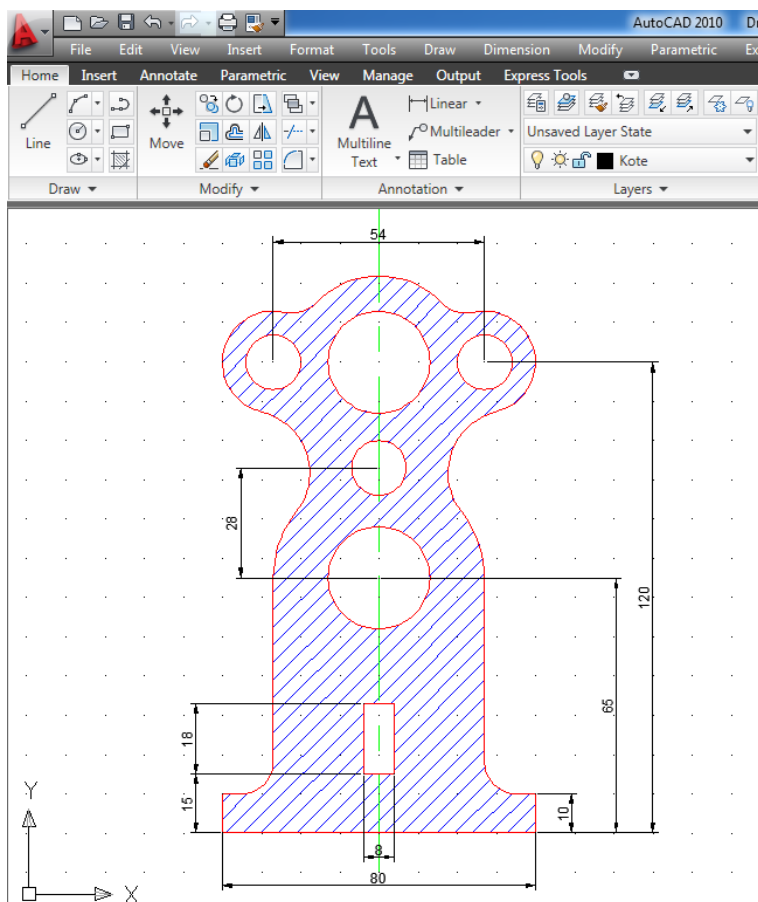
4.3.3. Котирање дела

Изабрати **Dimension** → **Linear**, иконица , команда за котирање растојања од тачке до тачке (слика:4.56). [9]



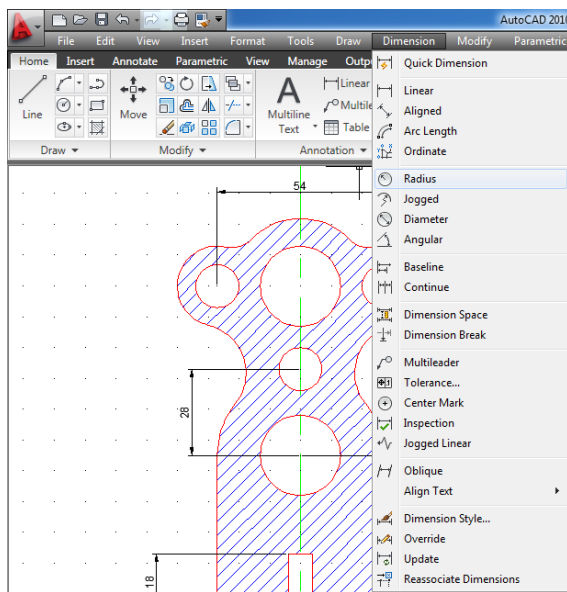
Слика 4.56: Избор команде **Linear**

Приказ дела након завршеног линијског котирања (слика:4.57).



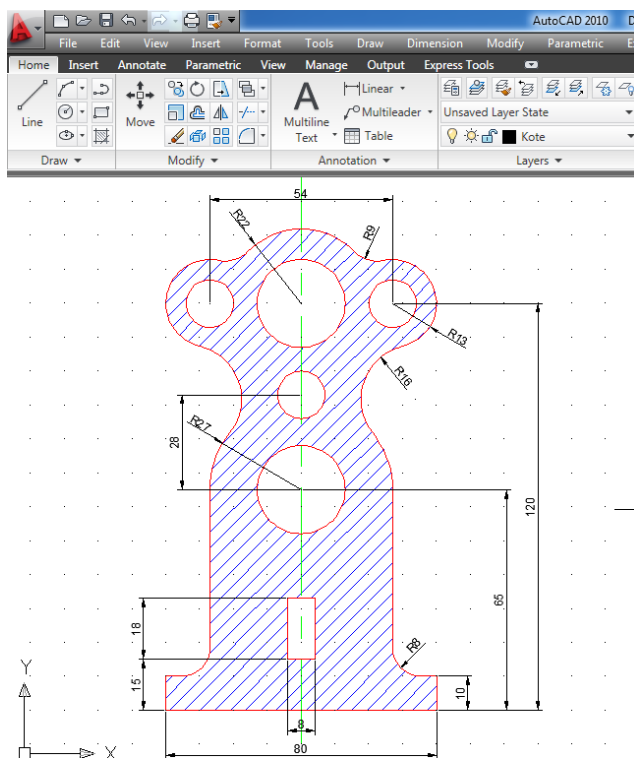
Слика 4.57: Изглед дела након котирања дужина

Изабрати **Dimension** → **Radius**, иконица , команда за котирање полупречника круга (слика:4.58).



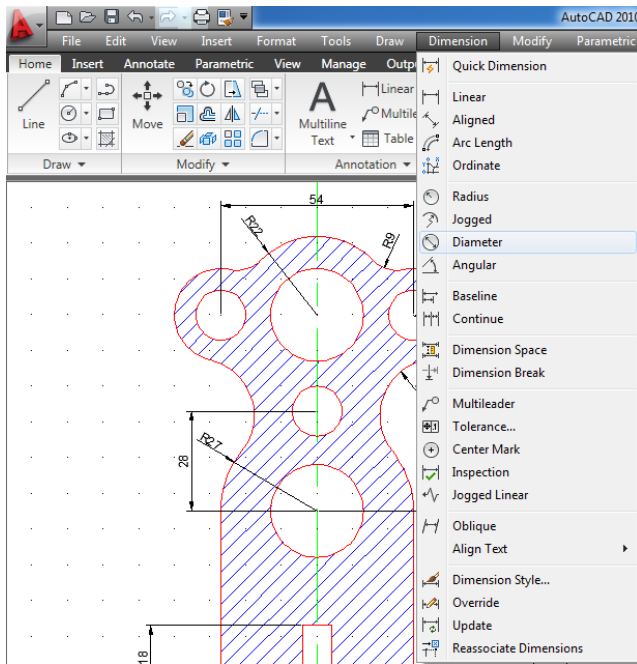
Слика 4.58: Избор команде **Radius**

Приказ дела након завршеног котирања полупречника (слика:4.59).

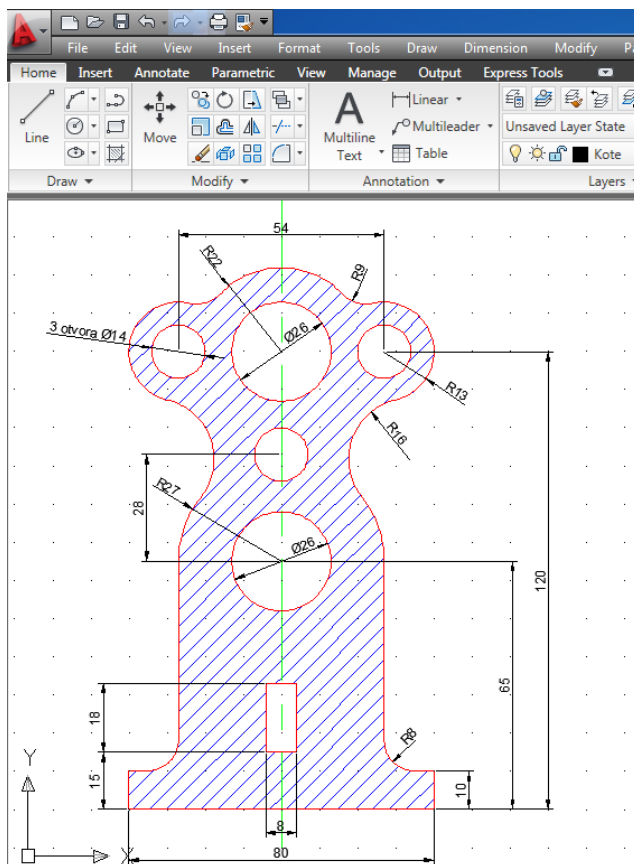


Слика 4.59: Изглед дела након котирања полупречника

Изабрати **Dimension** → **Diameter**, иконица , команда за котирање пречника круга (слика:4.60).

Слика 4.60: Избор команде *Diameter*

Приказ дела након завршеног котирања пречника (слика:4.61).



Слика 4.61: Изглед дела након котирања пречника

5. Закључак

Почетком двадесетпрвог века долази до све веће примене рачунара, како у свакодневном животу тако и у индустрији. Јављају се све веће потребе за што лакшом и једноставнијом изработом одговарајућих делова услед чега долази и до развоја програма који служе за цртање на рачунару. Један од много таквих програма је и *AutoCAD*.

Некада су инжењери, дизајнери и цртачи имали проблем да све своје пројекте заврше на време. Главни разлог је био то што им је само цртање одузимало највећи део времена. Свака линија, облик и мерење захтевали су пуну конценртацију и прецизност. Данас, уз помоћ *AutoCAD*-а ове потешкоће су постала давна прошлост.

AutoCAD је програмски софтвер који омогућава велике олакшице при пројектовању тј. при послу који замењује ручно цртање, као што су лако прегледно подручје рада тачније корисник има могућност да зумира и да одаљи технички цртеж по потреби, погледа свој технички цртеж на таблети, лаптопу, рачунару кад год и у било које време, тачније приступ је веома лак. Такође новије време омогућава да се бојама означе одређени делови контуре за бољу визуелизацију. Још једна велика предност је што се завршени цртежи чувају у меморији, или се учитају на сервер и свако ко је заинтересован и коме је потребно може се послужити техничким цртежом, или по потреби преправити. Технички цртежи завршени у *AutoCAD* софтверу могу читати сви који се баве пројектовањем, цртањем, и сличим пословима због примене стандарда.

6. Литература

- [1] <http://cadalati.blogspot.rs/2010/12/povijest-cad.html> (2.10.2016)
- [2] <http://pcpress.rs/autodesk-kroz-istoriju/> (1.10.2016)
- [3] http://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/predavanje_1_prvi_deo_1444297655007.pdf (1.10.2016)
- [4] <https://sites.google.com/site/wwwzoraneljkovic/energetika> (3.10.2016)
- [5] <http://documents.tips/documents/tehnicko-crtanje-sa-nacrtnom-geometrijom-tehnicka-skola-novi-beogradpdf.html> (2.10.2016)
- [6] <http://www.nezavisne.com/nauka-tehnologija/programi/Prednosti-CAD-a-u-odnosu-na-rucno-crtanje/288525> (3.10.2016)
- [7] Лозица Т. Ивановић, Милан Д. Ерић, *Техничко цртење са компјутерском графиком* – Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Крагујевац, 2014. (20.09.2016)
- [8] Драго Савковић, Жељко М. Папић, *AutoCAD 2004* – Чачак, 2005. (20.09.2016)
- [9] Alf Yarwood, *Увод у AutoCAD 2010 – 2D и 3D пројектовање* - 2010. (20.09.2016)