



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Машинске конструкције и механизација
Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком
Број индекса: 5/2007

Невена З. Максимовић
Мултимедијалне компоненте наставног садржаја
техничког цртања
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Лозица Ивановић, ванр. проф.- ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

Истражи и анализира улогу и компоненте мултимедије са посебним тежиштем на њену примену у настави из области техничког цртања. На конкретном примеру показати да мултимедијални садржаји треба да буду заступљени у тој мери да доприносе разумевању наставног садржаја и делотворнијем стицању новог знања и појмова.

Препоручена литература:

[1] Техничко цртање са компјутерском графиком - скрипта- Лозица Ивановић, Крагујевац 2008.

[2] Техничко цртање са компјутерском графиком - практикум - Лозица Ивановић, Милан Ерић, Крагујевац 2011.

[3] Увод у AutoCAD 2010 2D и 3D пројектовање- Alf Yarwood

Крагујевац, 2012.

ментор:

Др Лозица Ивановић, ванр.проф.

Резиме

Образовни систем по својој природи захтева одређене промене током свог функционисања. Савремени модели преношења информација смењују традиционалне јер на тај начин иду у корак са интензивним напретком технологије. Персонални рачунари (PC) су својим развојем надмашили своје првобитне способности пружајући корисницима бројне могућности коришћења информација. Тако су научници током својих достигнућа у технолошком напретку створили термин мултимедија (*multus*-мноштво, *medium*-медијум) и најавили тиме будућност развоја техничког цртања у инжењерству. Настава која се заснива на мултимедији (односно мултимедијална настава) доприноси свеобухватнијим ефектима наставног процеса, као и бољој афирмацији инжењера.

Данас се AutoCAD сматра најподеснијим програмом за рад у инжењерству, јер је у себи спојио прецизност и брзину, омогућајући корисницима ефективнији и дуготрајнији рад.

Кључне речи: мултимедија, мултимедијална наставна, техничко цртање, AutoCAD.

Abstract

The education system by its nature requires certain changes in its system function. Modern models of information transmission turns the traditional way because that kept pace with advances in technology intensive. Personal computers (PCs) are developing their skills surpassed its original customers by providing many opportunities to use information. So the scientists in their achievements in technological progress created by the term multimedia (*multus* host-, *medium*-medium) and announced by the future development of the technical drawing in engineering. Classes based on multimedia (ie multimedia teaching) contributes more comprehensive effects of the teaching process, as well as better recognition of engineers.

Today it is considered the most suitable program AutoCAD to work in engineering, because it is in itself merged precision and speed, allowing users to work more effective and longer lasting.

Keywords: multimedia, multimedia teaching, technical drawing, AutoCAD.

Садржај

1.Увод	1
2.Појам мултимедије	1
2.1. Мултимедијална настава	2
2.2. Врсте софтвера и његове примене	5
2.3. CAD софтверска решења	8
3.Техничко цртање	10
3.1. Задатак и значај техничког цртања	10
3.2. Техничко цртање у машинству	11
3.2.1. Техничка документација у машинству	11
3.2.2. Ортогонална пројекција	12
3.2.3. Просторно приказивање-аксонометријске пријекције	13
3.2.4. Котирање у машинству	15
3.2.5. Пресеци и упрошћавање	18
3.2.6. Од идеје до реализације	22
3.2.7. Основни прибор за ручну израду техничких цртежа	24
4.AutoCAD	26
4.1. Историја AutoCAD-а	26
4.2. Техничко цртање у AutoCAD-у	27
4.3. Увод у AutoCAD	28
4.4. Кориснички интерфејс AutoCAD-а	30
4.5. Цртање у AutoCAD-у	36
4.6. Дефинисање основних геометријских етитета	38
4.7. Команде за измене елемената цртежа	41
4.8. Котирање	47
4.9. Рад са Layer-има	48
4.10. Штампање цртежа	49
5.Примери цртежа у AutoCAD-у	50
6.Пример упутства за израду тех. цртежа модела „Пример 1“ у AutoCAD-у	52
7.Закључак	64
8.Литература	65

1. Увод

Развој информационих и комуникационих технологија, а пре свега мултимедије омогућио је извесне промене у традиционалном извођењу наставе. Традиционални облик извођења наставе заснива се на моделу једног наставника и већег броја учесника, односно примени класичних предавања и класичне литературе у циљу стицања знања. Иако се овај модел показао веома једноставним и ефикасним, данас се не може замислити без савремених техничких помагала чиме је овај модел наставе прерастао у мултимедијални-комплексан опсег примене различитих достигнућа савремене технологије који има боље ефекте за крајњег корисника.

2. Појам мултимедија

Мултимедија (*multus*-мноштво,*medium*-медијум) се може сматрати новом, савременом врстом комуникације, јер обухвата истовремено више посредника између извора и корисника информација. На тај начин се долази до више могућности коришћења информација-можемо их чувати, преносити, вишеструко приказати и на крају преузети. Предности које резултирају њеном применом привлаче све више корисника, због чега она постаје све чешће коришћено средство комуникације. Приликом упознавања са појмом мултимедија потребно је подсетити се на развој технологија односно персоналних рачунара као основе за развој мултимедије. Појава и развој персоналних рачунара представља основу за развој мултимедија и њено коришћење, корен настанка мултимедије представљају у савременој технологији појава првих РС-рачунара седамдесетих година двадесетог века. [4]

Мултимедија је својим предностима заменила човека и преузела његове способности: у свом раду и интеракцији са другим средствима преношења информација, човек истовремено говори, слуша, гледа, осећа укусом, мирисом, додиром. Због тога је мултимедија јединство које у себи повезује и обједињује техничке и софтверске димензије. Често се у литератури она посматра као свеобухватна медијска интеграција што говори о њеним мултипликативним могућностима.

Данас рачунар може успешно објединити звук, слику и текст у јединствени вишенаменски документ, а захвалност за то дугује изузетно великом напретку

технологије, напретку развоја персоналних рачунара и хардверских могућности, као и софтвера као мултимедијалног програма.

2.1 Мултимедијална настава

Употреба мултимедија као помоћ у образовању није новина. Њене могућности и предности имају вишеструку примену. Тако је она захвална за образовање инжењера. Данас се у образовању веома делотворно могу користити наставни материјали са визуелним, аудитивним, аудиовизуелним и мултимедијалним садржајима. Визуелни садржаји могу бити у облику текста, цртежа, слика, графичких приказа, модела, макета и сл. Аудитивни садржаји представљају усмено излагање или говор, музичка пратња, различити звукови итд. Аудиовизуелни садржаји комбинују визуелне и аудитивне садржаје, и то најчешће у облику филма, или видео записа. Мултимедијални садржаји комбинују текст, слику, звук, анимацију и видео записе обједињених помоћу рачунара.

Метода подучавања има важну улогу у инжењерству. Разлог је следећи: оно може значајно утицати на крајњи исход цртежа. Са развојем компјутерске технологије, много је учињено у процесу подучавања цртању у инжењерству. Исто тако, различите технике подучавања могу се једноставно применити приликом цртања у инжењерству. Превасходно на овај начин, студенти су у прилици да вежбају способности просторне имагинације чиме се постиже више резултата. [5]

Инжењерско цртање је веома важан курс основа техничког цртања. Он је незаобилазан за студенте на факултетима инжењерства. Његов садржај се састоји од три дела, укључујући теорију пројекције, основно и механичко цртање. Недавно је овај курс био редукован да би се састојао из два дела. Ипак, то не значи једноставно изостављање појединих наставних садржаја. Веома је битно гарантовати квалитет и исправност техничког цртежа и вежбати способност имагинације и анализе. Методологија подучавања и критичко мишљење играју важну улогу у процесу подучавања. [5]

Са брзим развојем и наглом употребом мултимедијалне технологије, традиционалне методе подучавања су постепено смењивале мултимедијалне. Многи медији, попут текста, слике, видеа, звука, боје, анимације, и других, слика 2.1. могу бити конструисани тако да помогну студентима да квалитетније и свеобухватније раде. [5]

2.1.1 Принципи подучавања

Критичко мишљење приликом подучавања је веома битно оружје за даљи рад. На тај начин се студентима преносе многе информације јер је оно део процеса подучавања. Пракса у подучавању је од великог значаја приликом тог веома сложеног процеса. Циљ цртања у инжењерству је постизање способности самог цртања и тумачења цртежа-самим тим,учимо се техничком језику који је у домену инжењерства. Професор може пренети велики део умећа техничког цртања. Зато је веома битно током оваквог процеса укључити критичко мишљење.

У традиционалном начину подучавања зидне слике,табла и креда су били незаобилазни и најчешћи начини подучавања. Професори су преносили своја знања и искуства показивањем конкретних модела,показивањем слике или цртањем на табли. Са развојем друштва и прогресом технике,постепено су уведени и пројектор и епидијаскоп у процес подучавања техничком цртању. Тако су се могле верније приказати многе појединости једноставном сменом слика и цртежа уместо цртањем по табли. Постепено, у процес подучавања је уведена и видео касета, што је наставу учинило атрактивнијом ,а само градиво обогатијим. Недавно, висока достигнућа компјутерске технологије оогућила су увођење подучавање путем мултимедије у процес наставе. Визуелна помагала попут светлих боја и жибописних анимираних филмова могу не само обогатити наставни садржај већ и учинити атмосферу током тог процеса интересантнијом и привлачнијом.

Данас је подучавање путем интернета све чешћи његов облик. Овај вид подучавања није ограничен временом и простором ,па стога студенти сами могу да одаберу време учења и садржај. Искуство је показало да он има позитивне ефекте на квалитет подучавања и његову трајност. [5]

2.1.2 Хардвер за мултимедијалну наставу

Мултимедија представља један концепт који (представља повезаност) у себи садржи техничке и софтверске димензије. За реализацију мултимедијалне наставе неопходна је одређена хардверска и софтверска подршка. Хардвер неопходан за извођење мултимедијалне наставе треба да задовољи одређене минималне захтеве (стандарде) мултимедије тј. могућности репродукције слика, звука, видеа и анимације , односно

како презентације мултимедијалних садржаја тако и у погледу самог креирања мултимедијалних апликација. [5]

2.1.3 Софтвер за мултимедијалну наставу

Развијање рачунара и појава нових периферија (почевши од 90-их година прошлог века), омогућио је већу меру дигитализације текста, слике, видео записа и интегрисање ових медија у јединствене документе, при том не губећи информације у трансформисању. Феномен мултимедије има највећу перспективу у информационом друштву у делу комуникације и преноса информације. Најзначајније примене су могуће у образовном процесу. Мултимедијални системи (софтвери) су ранијих година имали затворену структуру. Савремени мултимедијални системи (софтвери) су отворени, динамични, интерактивни. Интерактивност у мултимедијама означава могућност одабира информација (на пример: бирање из менија, одабир врста медија, итд.) по сопственом интересовању, стандардима и правцима учења. итд. [5]



Текст



Звук



Слика



Анимација



Видео



Интерактивност

Слика 2.1. Мултимедији

2.2 Врсте софтвера и његове примене

Софтвер

Софтвер се састоји од програма, рутина и процедура, заједно са придруженом документацијом, које могу да се извршавају на компјутерском систему. Софтвер је неопходан како би се објединио сав хардвер рачунарског система и како би дао инструкције рачунару шта треба да уради. [6]

Постоје два типа софтвера:

- апликативни софтвер, који омогућава да корисник користи рачунар за извешавање неких конкретних послова, као што је коришћење видео игрица, унос текста или надгледање стања пацијената у болницама
- системски софтвер, који омогућава да сви делови рачунара буду усклађени и функционални, као и да истовремено у функцији буду други, апликативни програми

2.2.1. Врсте апликативних софтвера

2.2.1.1. Софтвер за припрему докумената

Овој врсти софтвера припадају текстуални процесори, али и програми за стоно издаваштво (Desktop Publishing – DTP). Раније је постојала знатно јаснија разлика између ове две врсте софтвера. Текстуални процесори су коришћени уместо писаћих машина, за припрему писама и других докуманата базираних натексту, док су DTP програми коришћени за креирање страна које су захтевале комплекснији распоред елемената, као што су табеле или текст који окружује неку графику. Ова разлика и даље постоји, али је она знатно мањих размера. [6]

2.2.1.2. Софтвер за припрему презентација

Овај софтвер се користи за примену и приказивање електронских презентација контролисаних од стране рачунара. Ове презентације су углавном намењене за приказивање групи људи. На пример, професор може у настави да користи презентације како би представио неку нову тему студентима. Такође, комерцијалиста може да користи презентацију како би представио нови производ потенцијалним купцима.

Већина софтвера за припрему презентација дозвољава кориснику да креира презентацију убацујући текст, графику, анимације, па чак и звук и видео записе. Програми који комбинују рад са различитим врстама медија (текст, графика, звук, видео) називају се мултимедијални пакети. Већина софтвера данас може се сматрати мултимедијалним. [6]

2.2.1.3. Софтвер намењен за Интернет

Интернет је постао уобичајено средство комуникације и извора информација. Већина људи га користи и не знајући принципе његовог рада, већ једноставно користе програме који су намењени раду на интернету. [6]

То су првенствено:

- веб читачи (browser-и) – омогућавају приступ и читање веб страна
- претраживачи (search engines) – омогућавају претраживање информација
- e-mail програми – омогућавају слање и примање електронске поште

2.2.1.4. Софтвер за руковање подацима

Рачунари се највећим делом користе за чување и руковање подацима. Под руковањем подацима подразумева се могућност рачунара да чува, тражи, и проналази податке. У те сврхе се користе различите базе података које омогућавају да се наведене операције изврше брзо и једноставно.

Друга врста софтвера за руковање подацима су тзв. радни листови или spreadsheets. Они подсећају на велике листове папира који су издељени колонама и редовима на

посебне ћелије. Свака од тих ћелија може да садржи податке. Са подацима се чува и њихова позиција унутар радног листа.

Чување података у радним листовима веома подсећа на чување у бази података. Некад су се разликовали по томе што су радни листови омогућавали аритметичке операције над подацима, а базе су омогућавале претраживање. Али данас су ове две врсте софтвера изједначене по том питању.

Радни листови су и данас моћнији по питању различитих врста израчуњавања и математичких модела и функција. [6]

2.2.1.5. CAD/CAM софтвер (индустријски софтвер)

CAD је скраћеница од Computer Aided Design (компјутерски подржано конструисање). Управо то је и намена овог софтвера, дизајнирање различитих ствари уз помоћ рачунара. Рачунари су много бољи алат за дизајнирање него обичан папир и оловка. Ово се посебно односи на дизајнирање, на пример електронских плоча. Оне се састоје од стандардних делова, који сви могу да буду унапред дизајнирани, нацртани и сачувани у библиотеци. На тај начин се избегава цртање једног истог дела више пута, већ се једном нацртани делови копирају. Такође, само исцртавање је много прецизније него помоћу других алата.

Једном дизајнирани објекти могу бити сачувани на хард диску и прослеђени машинама контролисаним од стране рачунара, које би онда на основу дизајна и произвеле одговарајући део.

Ова друга фаза се назива CAM или Computer Aided Manufacture (компјутерски подржана производња). [6]

2.3. CAD софтверска решења

Савремено пројектовање у свим техничким струкама данас се не може замислити без употребе компјутера. Активности које је могуће обухватити пројектовањем помоћу компјутера су: израда идејног решења и концепта пројекта, конструисање модела, анализа модела, измена и модификовање модела, прорачун и израда пројектне, конструктивне, технолошке и маркетиншке документације производа.

Енглески назив за „Пројектовање помоћу компјутера“ или „Пројектовање подржано компјутером“ је Computer Aided Design из чега је изведена скраћеница CAD.

CAD је почео да се развија у раним седамдесетим годинама, када су у свету за пројектовање коришћени скупии CAD системи који су радили на радним станицама. Међутим са развојем персоналних компјутера, развијао се и CAD софтвер. На почетку је CAD софтвер углавном служио за израду техничких цртежа при чему је компјутер заменио таблу за цртање.

Данашњи CAD софтвер омогућава просторно моделирање предмета, а постосу машински делови, склопови и остали предмети цртања (објекти, зграде, пејзажни простори итд.) просторни објекти, разумљива је и теза да се они од фазе пројектовања тако дефинишу.

Данас на тржишту постоји више CAD система као што су: AutoCAD, ProEngineer, CATIA, I-DEAS, Mechanical Destop, LandCAD, слика 2.2 и итд.

Поред класичног начина моделирања, новији системи омогућавају параметарско моделирање, где је поред димензија предмета могуће задати карактеристичне величине као параметре. Овакав начин омогућава једноставну измену димензија одрађеног дела.

Многи CAD системи поседују и базе стандардних делова као што су: завртњи, навртке, лежишта, жљебови, графички симболи за делове машина, графички симболи за биљке итд. Ове базе садрже и просторне моделе или цртеже прилагођене одговарајућем CAD систему по многим светским и националним стандардима.

AutoCAD представља класичан CAD систем за дводимензионално (2D) цртање као и за

просторно моделирање предмета (3D). Такође, омогућава и израду радиооничког цртежа предмета на основу просторног модела. Систем је отворене архитектуре при чему се могу инсталирати различите додатне апликације. [6]



Слика 2.2 Неки од CAD програма

3. Техничко цртање

3.1. Задатак и значај техничког цртања

Да бисмо у техници, па према томе и у машинству, могли квалитетно да комуницирамо од пројекта до израде и контроле објекта неопходно је имати усклађену документацију која то осигурава .

Усклађеност и лаку и једноставну комуникацију омогућавају технички цртежи који се израђују по одређеним правилима (и стандардима) која важе у целом свету. Технички цртеж се сматра најраспрострањенијим језиком на свету- исправно урађен технички цртеж једнако читају и користе бравари, техничари или инжењери на свим континентима и у свим земљама света. Из такве комуникације свуда на свету настају исти производи јер су засновани на истоветним стандардима.

Цртеж који је правилно нацртан у Србији може прочитати и растумачити и Немац. Наравно, додатне информације на цртежу су на националним језицима, али свим технички образованим лицима облик и димензије нацртаног дела су јасни, доступни и лако разумљиви, па је самим тим и исход жељеног резултата релевантан.

Основа техничког цртања је нацртна геометрија, која је посебни део геометрије, односно математике.

Техничко цртање је техничка дисциплина која служи за приказивање предмета из стварне околине на цртежу. Предмети из стварне околине дефинисани су са три димензије, а технички цртеж је у једној равни.

Цртање у машинству служи за једнозначну инжењерску комуникацију. То подразумева његову јединственост- ако је цртеж правилно нацртан, може бити протумачен на само један начин.

Техничко цртање омогућава да се тродимензионални предмет прикаже у равнини цртежа и обратно. Оно се базира на принципима нацртне геометрије и правилима техничког цртања која се прописују ради постизања једнообразности. [1]

Основни принцип техничког цртања је једноставност- технички цртеж мора бити јасан, прегледан и прецизан тј. да се на њему једноставно могу одредити све димензије предмета. Ово је веома битна карактеристика техничког цртежа.

Исто тако, циљ машинског техничког цртања је да се кроз технички цртеж или скуп цртежа у потпуности једнозначно дефинише функција, облик, димензије, материјал, врсте обраде, квалитета и друге карактеристике машинских делова и склопова као подлога и основа за производњу. [1]

3.2. Техничко цртање у машинству

3.2.1. Техничка документација у машинству

Техничко – технолошка документација у машинству је потребна за припрему, организацију и праћење производње.

Постоје две врсте документације:

- техничка документација и
- административно-организациона.

Техничка документација у машинству садржи непосредне и конкретне задатке. Посебна техничка документација је неопходна графичко–техничка документација коју обично називамо технички цртежи.

Административно-организациона документација тачно одређује ко, шта, како и када треба да уради. Она обезбеђује припрему, праћење и контролу производње.

Технички цртежи одређују облик, димензије, састав и начин израде појединих предмета и склопова.

У зависности од садржине и намене технички цртежи могу бити:

- цртеж детаља (радионички) – приказује увек само један предмет, односно део са свим подацима потребним за његову израду и
- склопни цртеж – који приказује међусобну повезаност појединих делова и начин склапања у целини.

Цртежи детаља и склопни цртежи могу бити различите намене: идејни, патентни, пројектни, радионички, монтажни, поруцбени, шематски итд.

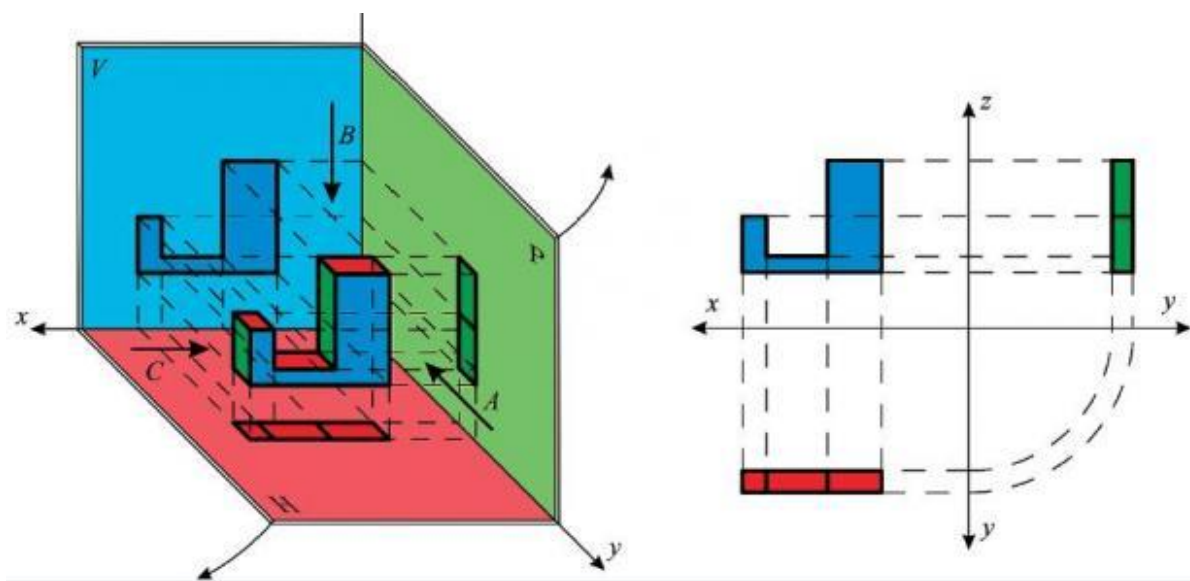
За начин приказивања могу се користити ортогоналне и аксонометријске пројекције. Увек се прво изради одговарајућа скица, а затим и цртеж, у складу са правилима техничког цртања, односно прописаним стандардима. [1]

3.2.2. Ортогонална пројекција

За израду предмета у машинству основни графичко–технички докуменат је радионички цртеж са ортогоналним пројекцијама.

Основно правило за израду ортогоналне пројекције је да се све тачке предмета пројектују нормално (под правим углом) на једну или више пројекцијских равни. Зато се често користи и назив нормална пројекција. Комплетан изглед предмета добија се посматрањем са више страна (одозго, спреда, са стране).

У расклопу се пројекцијске равни хоризонталница (H), профилница (P) и вертикалница (V) – развијају тако да се цртају на једној равни цртежа. При томе се хоризонталница и профилница заокрећу за 90^0 , а вертикалница остаје непомерена.



Слика 3.1. Ортогонална пројекција

Ортогоналне пројекције омогућају да се јасно прикажу облик и димензије појединих детаља. Све ивице и површине предмета паралелне пројекцијским равнима пројектоваће се у стварној величини или пропорционално примењеној размери. То омогућаје стварни визуелни приказ предмета. Већи ефекат се постиже и тиме што се видљиве ивице цртају пуном а невидљиве испрекиданом – мало тањом линијом. [1]

3.2.3. Просторно приказивање - аксонометријске пројекције

Да би уочили сложене детаље неких предмета примењујемо *аксонометријске пројекције*.

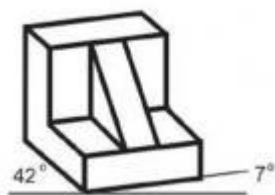
За разлику од ортогоналне пројекције, где је целокупни изглед предмета разложен у неколико пројекција, код аксонометријских цртежа све се своди на само један изглед предмета који је пројектован косо (под углом мањим од 90^0), па се истовремено виде предња, горња и бочна страна. Ова техника користи се у изради косе, диметријске, изометријске пројекције и централне перспективе.

Коса пројекција – има нагиб бочних ивица од 45^0 или 60^0 . При томе се оне скраћују за $1/2$ или $1/3$ стварне дужине, односно одговарајуће размере. Висина и ширина су стварне (предња страна), а паралелне ивице остају паралелне и на цртежу. Служи за скицирање, слика 3.2.



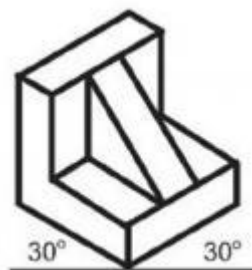
слика 3.2. Коса пројекција

Диметријска пројекција – има нагиб бочне ивице 42^0 а предња страна је нагнута за 7^0 . Најближа је стварном изгледу предмета, слика 3.3.



Слика 3.3. Диметријска пројекција

Изометријска пројекција – бочна и предња страна су нагнуте под углом од 30^0 и нема скраћивања страница (погодна за приказ димензија), слика 3.4.



Слика 3.4. Изометријска пројекција

Перспектива (централна) опонаша начин којим око посматра предмете, те се све паралелне линије сливају у једну тачку. Користи се за приказивање просторне конструкције и грађевинских објеката, слика 3.5. [1]

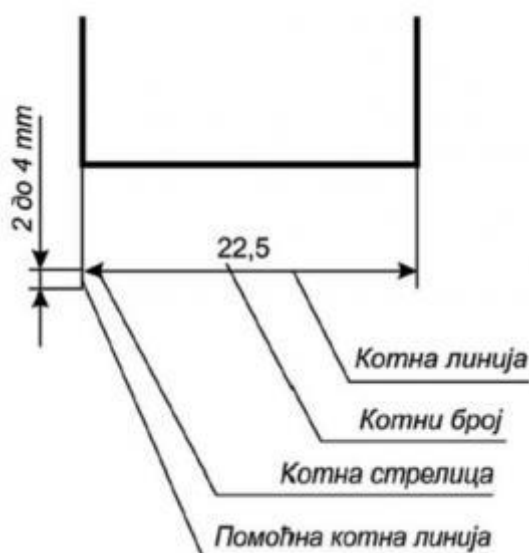


Слика 3.5. Централна пројекција

3.2.4. Котирање у машинству

Предмети у машинству често су врло сложеног облика, захтевају одређен квалитет обраде и врло прецизне димензије. Због тога се често користи неколико пројекција ради дефинисања облика и димензија предмета, обични и специјални (замишљени) пресеци ради сагледавања свих детаља, као и размештај кота на што прегледнији начин. По потреби означавају се врста и квалитет обраде и дозвољена одступања од праве мере (толеранције). Постоје и упрошћени начини приказивања неких детаља на цртежу. Карактеристика машинских техничких цртежа је и да се све димензије (коте), без обзира на величину предмета, изражавају искључиво у милиметрима (mm).

Котирање је уношење бројних вредности величине предмета у цртежу. Изводи се помоћу елемената котирања, слика 3.6.



Слика 3.6. Елементи котирања

Правила котирања у машинству:

- котни број се увек уписује изнад котне линије, представља стварну димензију предмета изражену у милиметрима,
- помоћне и котне линије су танке пуне линије, док су контурне линије цртежа пуне дебеле линије,

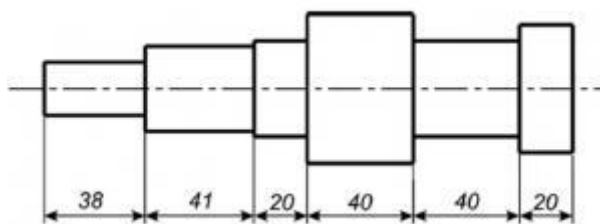
- коте треба распоредити тако да се што мање укрштају, само помоћне котне линије могу се укрштати,
- крајеви котних линија завршавају се стрелицама.

3.2.4.1. Врсте котирања

Котирање се може извести редно, паралелно и комбиновано.

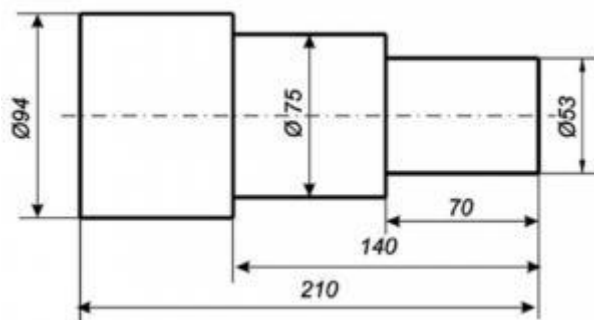
Који ће се начин котирања применити зависи од предвиђене технологије израде предмета, тј. од начина мерења и контролисања његових димензија.

Редно котирање се састоји од уписивања низа појединачних кота које се настављају једна на другу, слика 3.7.



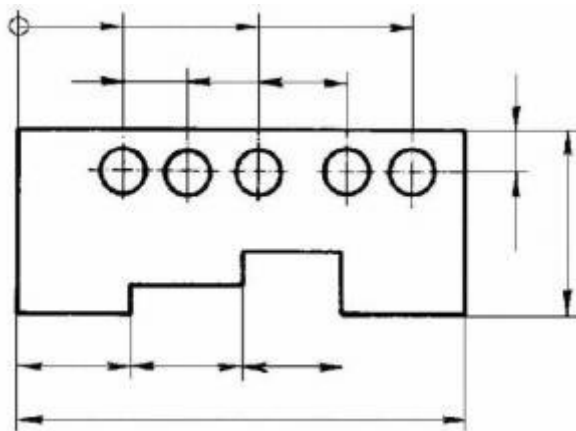
Слика 3.7. Редно котирање

Код *паралелног котирања* котне линије се цртају међусобно паралелно, а почињу од одређене површине – вредносне основе, слика 3.8.



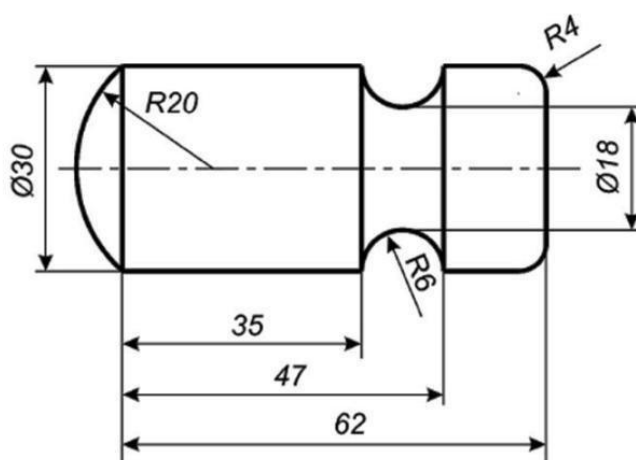
Слика 3.8. Паралелно котирање

Комбиновано котирање представља комбинацију предходна два начина котирања и оно се најчешће употребљава, слика 3.9.



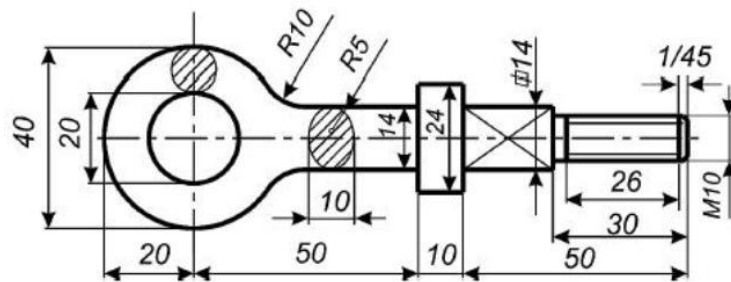
Слика 3.9. Комбиновано котирање

Када се котирају ваљкасти делови предмета, испред бројке треба унети кружић прецртан косом цртом (нпр. $\Phi 18$) слика 3.10, нарочито ако то на цртежу није очигледно.



Слика 3.10. Котирање радијуса и пречника

Ако је у питању профилисан предмет, уместо кружића може се наћи мали квадрат, слика 3.11.



Слика 3.11. Котирање профилисаног предмета

За котирање радијуса испред броја може да се стави изнака R или r, слика 3.10. [1]

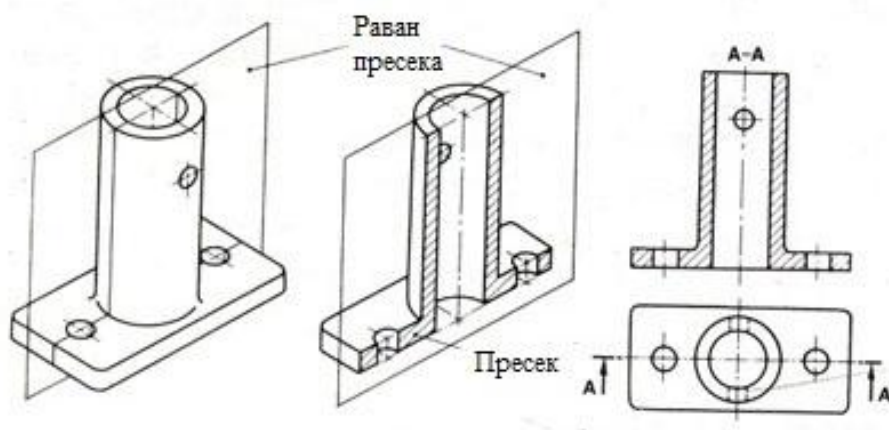
3.2.5. Пресеци и упрошћавање

Коришћење пресека

У машинству често поједини делови имају тако сложен облик да им се неки детаљи не виде ни у једној пројекцији (на пример, отвори, рупе и др.). Због тога се користе разне врсте замишљених пресека:

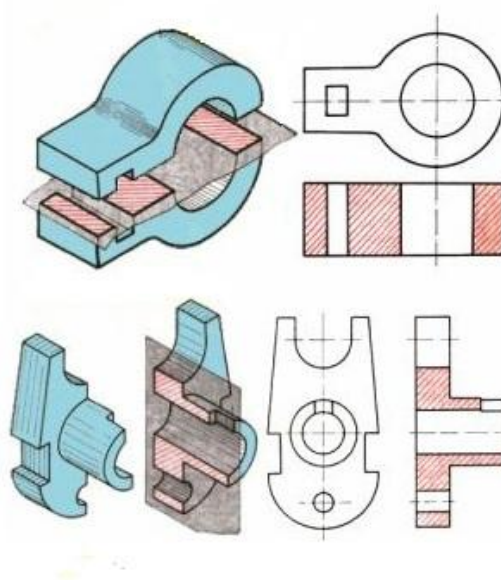
- уздужни,
- попречни,
- четвртински,
- делимични,
- заокренути и др.

Предмет се у пресеку црта тако што се пресеца једном замишљеном равни, па се предњи део одбаца, а остатак црта у ортогоналној пројекцији. Унутрашњост предмета на тај начин постаје видљива, слика 3.12.



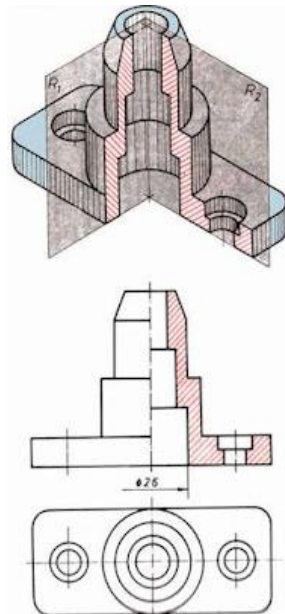
Слика 3.12. Пример пресека и замишљене равни

Да би се знало да је то пресек, одговарајуће површине шрафирају се танким косим линијама под углом од 45° . Ако је пресеком обухваћено више комада у склопу, шрафура једног комада на целом цртежу мора бити иста, а другог комада у другом правцу. Размак шрафуре зависи од величине пресека, односно комада. *Уздужни пресек* настаје ако се предмет пресече замишљеном равни дуж осе, а попречни управно на осу предмета. Посебно је интересантан код приказа унутрашњих отвора, усека и слично, слика 3.13.



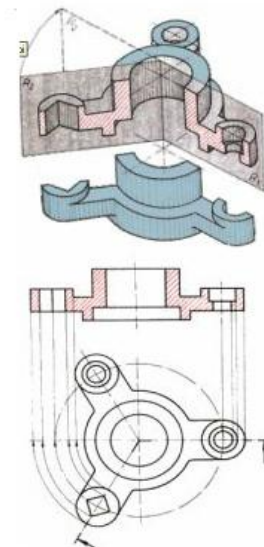
Слика 3.13. Уздужни пресек

Када су предмети осно симетрични често се користи *четвртински пресек* или *такозвани полупресек*. Он омогућује да се уоче детаљи унутрашњих отвора, рупа усека, прелаза и сл, слика 3.14.



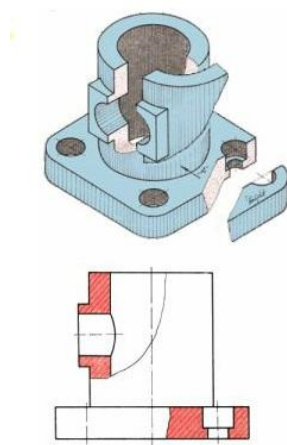
Слика 3.14. Четвртински пресек

Заокренути пресек настаје тако што се предмет пресече једном равни која је нормална на осу, затим заокрене за 90° , слика 3.15.



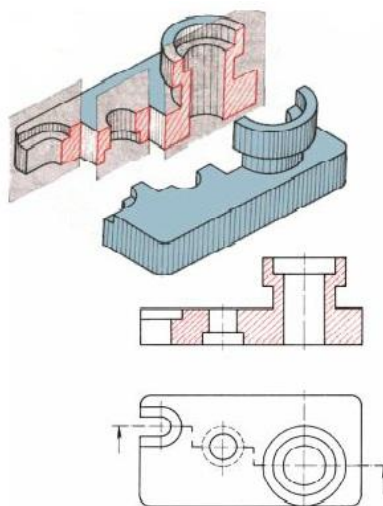
Слика 3.15. Заокренути пресек

Делимични пресек користи се кад треба разјаснити само неки детаљ. Пресечен део се шрафира и ограничава пуном танком линијом, извученом слободном руком, слика 3.16.



Слика 3.16. Делимични пресек

Пресек са више паралелних равни користи се када је предмет таквог изгледа да је најједноставније сећи га са више паралелних равни (по цик-цак линији) тако да истовремено пролази кроз што већи број шупљина, отвор, и рупа које треба приказати. На овај начин се изломљени пресек своди на пун пресек.

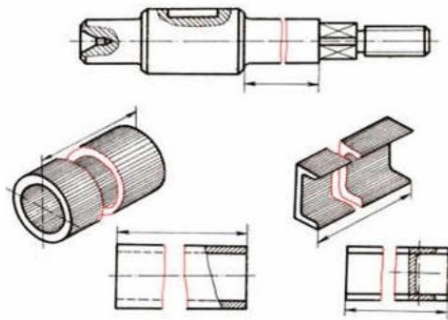


Слика 3.17. Пресек са више паралелних равни

Упрошћавања на цртежу

Да се избегне непотребно детаљисање, односно да се омогући јаснији приказ и, евентуално, смањи број пројекција, на машинским цртежима се врше нека упрошћавања. Уобичајена упрошћења на машинским техничким цртежима раде се у следећим случајевима:

- тела велике дужине – цртају се скраћивањем стварне дужине предмета, слика 3.18.



Слика 3.18. Пример скраћивања предмета

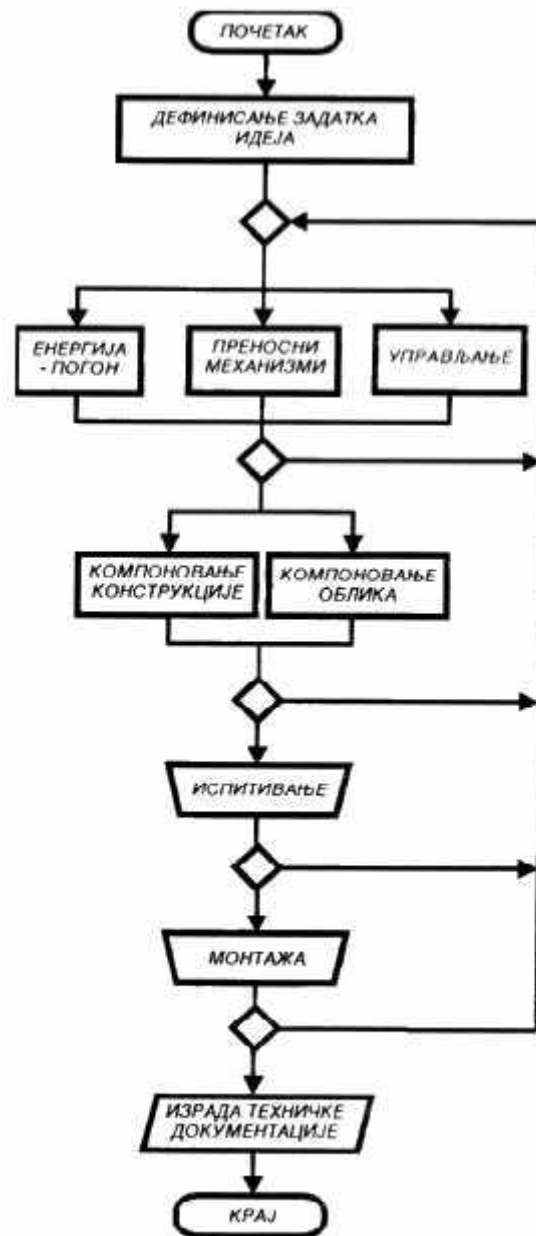
- навој на завртњима, цевима, опруге и др. – означавају се танким линијама уз контуру дела са навојем.
- често се уместо свих отвора уцртавају само осе отвора,
- зупчаници се приказују кружницама, пуном осном и испрекиданом линијом,
- принцип рада или функционалност склопа цртају се поједностављено, у облику шеме [1]

3.2.6. Од идеје до реализације

Од идеје до реализације конструкције у машинству прилично је дуг пут. Најчешће остварење нове замисли (конструкције) прате следеће фазе, слика 3.20 :

- дефинисање задатка (формулисање и скицирање основне идеје),
- решење извора енергије, избор кретних, преносних и извршних механизма, решење управљања,

- компоновање конструкције (структурирање), решавање спољног облика (дизајнирање),
- монтажа, испитивање конструкције модела (прототипа), израда завршне техничке документације и др.

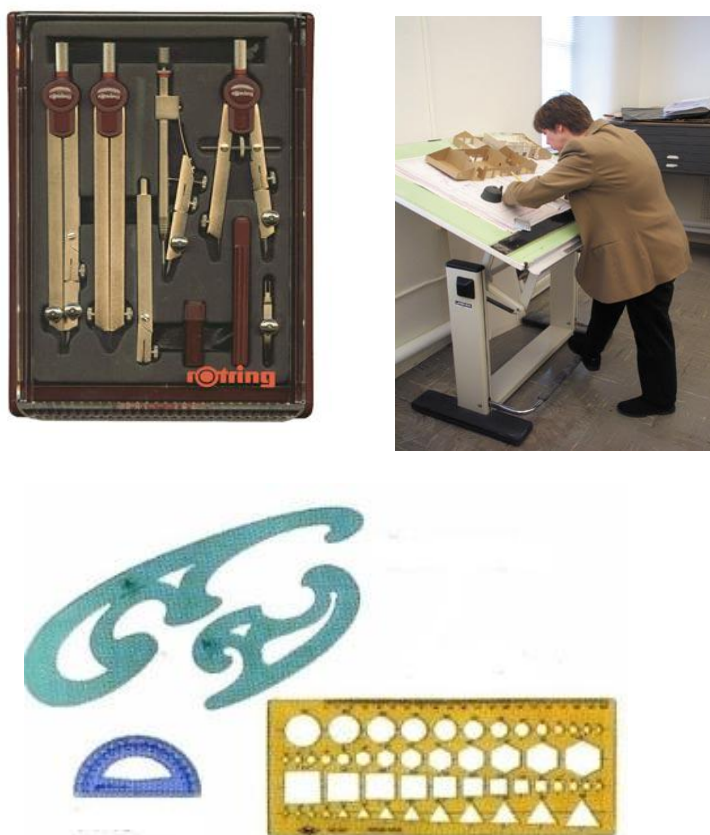


– ОД ИДЕЈЕ ДО НОВЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Слика 3.20.

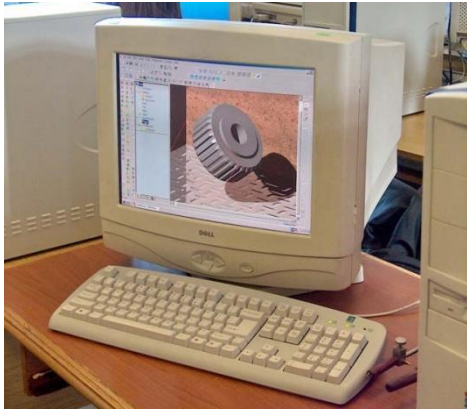
3.2.7. Основни прибор за ручну израду техничких цртежа

Већи део прибора за техничко цртање, који се користио за ручну израду цртежа, можемо приписати историји. Израда цртежа техничким прибором, потом туширање уз помоћ рапидографа, тушева и др. данас је незмислива. Основни прибор за ручну израду техничких цртежа јесу троуглови, графитне или техничке оловке, кривуљари, угломер, шестар, прибор за брисање, разне врсте папира, слика 3.21. Осим тога за израду техничких цртежа у конструкцијским бироима користили су се столови за цртање, табле за цртање, разне врсте шестара, шаблони за слова и посебни шаблони за цртање симбола, пера за туширање ткз. рапидографи и други прибор.



Слика 3.21. Прибор за ручну израду техничких цртежа

Данас се за израду цртежа користе рачунари са CAD програмима (AutoCAD и др.) којима се цртежи израђују пуно брже и лакше, слика 3.22. Само цртање изводи се на штампачима (за мање формате) или плотерима (за веће формате), слика 3.23.



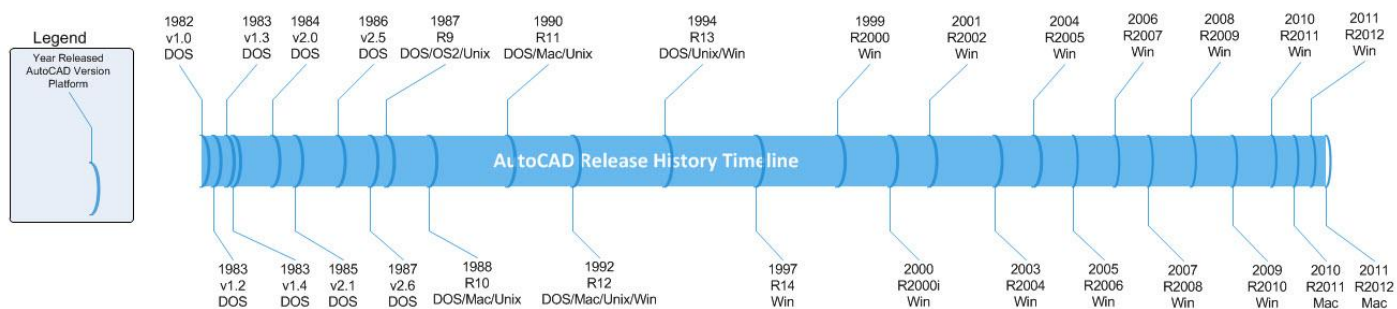
Слика 3.22. Рачунар



Слика 3.23. Плотер

4.AutoCAD

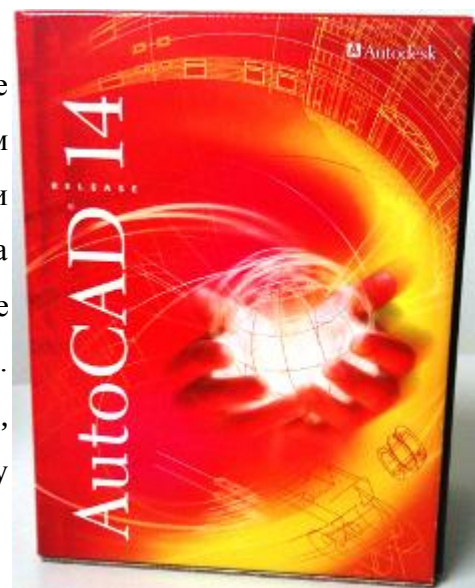
4.1. Историја AutoCAD-a



Слика 4.1. Развој AutoCAD-a

Фирма Autodesk, аутор рачунарског програма AutoCAD дело је Џона Волкера и Дена Дрејка. Прва верзија AutoCAD откривена је 1982. У оквиру Дос и Мекинтош платформе. Његова популарност константно је расла током 80-их и 90-их година 20.века. Ипак, почетком 90-их постало је јасно да је неопходно развити верзију засновану на Windows оперативном систему.

Касније, са настанком верзије AutoCAD, било је могуће повезати је са Windows системом, али је AutoCad 13 крајем 1994.године био прави погодак-и показао се као неуспели покушај. Верзија 13 није задовољила очекивања јер је била пуна грешака и багова. Серијом нових верзија Autodesk је покушао да исправи грешку (тако су се појавили 13.1,13.2). Али, свој велики успех доживљава са појавом верзије 14, слика 4.1.1. са којом се 1997.године успешно вратио у жижу јавности.



Слика 4.1.1. AutoCAD 14

Почетком 2000-их, Autodesk своје програме више није обележавао редним бројем верзија већ годином појављивања. Тако је настао Хенц 2000, исте године. Тренутно, најмлађи је AutoCAD 2012, иако већина корисника своје поверење поклања AutoCAD - у 2010, слика 4.1.

Управо због велике популарности којом се AutoCAD могао похвалити, Autodesk је био заинтересован за стварање нових верзија. AutoCAD LT је верзија која изискује много мање финансијских средстава али има само способност дводимензионалног моделирања. Исто тако, Desktop серије су настале почетком 2000-их, са циљем да помогну при тродимензионалном моделирању код архитектонских, механичких и електричних компоненти. То су верзије AutoCAD-а већег обима којима су припојене његове компоненте дизајна.

Прва верзија AutoCAD-а појавила се на тржишту 1982.год. и до данашњих дана су се континуирано развијале, и до данас је корисницима представљено двадесет и седам верзија AutoCAD-а. [8]

4.2. Техничко цртање у AutoCAD-у

Технички цртежи спадају у најважније медије и средства комуникације па их је потребно знати читати и цртати. У двадесетом и почетком двадесетпрвог века сведоци смо пројектовања изузетно сложених система и процеса, иако до данас није изграђена општа теорија пројектовања. Крајем двадесетог века, у овим доменима, је означен по основу аутоматизације поступка пројектовања као што су: дводимензионално 2D и тродимензионално 3D, прорачуни и друго. Примена рачунара, очигледно је донела велико скраћење времена пројектовања, прецизност и квалитет добијених решења.

AutoCAD је софтверски пакет фирме Autodesk. Inc, за цртање техничких и других цртежа, а може се користити на персонални рачунарима. AutoCAD припада групи програмских пакета који су намењени цртању, пројектовању и сродним видовима примене рачунара и 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-а су врло широке и њих заправо поставља сам корисник, јер све што се до јуче могло нацртати на старим, 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, прикази стања на радовима на руднику
- израда топографских и географских карата и друго. [1]

4.3. Увод у AutoCAD

AutoCAD можемо сврстати у групу програмских пакета намењених цртању, пројектовању и другим видовима примене рачунара у инжењерској пракси. Компјутерски подржано пројектовање (CAD) представља моћну алатку у рукама савременог пројектанта. Брзина и лакоћа с којом се цртежи креирају или модификују уз помоћ рачунара представљају неизмерне предности у односу на класичан начин рада.

При цртању уз помоћ AutoCAD-a ви стварате нешто много сложеније од самог цртежа. Рачунар може примати информације о елементима цртежа на начин који ће касније омогућити њихову лаку допуну, измену или различиту презентацију, све у циљу извлачења максимума из сваке од унетих информација. Уз све ово коришћење AutoCAD-a не подразумева претходно познавање електронике ни програмирања, већ је његова употреба прилагодјена потребама савременог корисника.

Главне области у којима се користи AutoCAD јесу:

- архитектура, инжињеринг и градевинарство (АЕС)
- машинство
- географски информациони системи (GIS)
- испитивање терена и градевинарство
- одржавање објеката
- електротехника / електроника
- мултимедија

Такође, AutoCAD се користи и у другим областима, као што су прављење узорака за тканине, израда знакова, индустрија обуће и сл.

Тумачење цртежа у AutoCAD-у

AutoCAD за означавање позиција тачака и других елеманата на цртежу користи Декартов правоугли координатни систем. Тачка у равни је дефинисана паром координата раздвојених зарезом. Треба напоменути да у AutoCAD-у зарез користимо за одвајање X од Y дела координате док се тачка употребљава као ознака децималног места.

Типови елемената које AutoCAD познаје

Израда цртежа у AutoCAD-у се највећим делом састоји од постављања тзв. ентитета – елемената на одговарајућа места на цртежу. Ентитети представљају основне геометијске форме које одабирамо и цртамо применом одговарајућих команди. Најчешће употребљавани ентитети су линије, кругови, кружни луци, али поред њих AutoCAD ентитетима сматра и текст, симболе и котне линије. За цртање новог ентитета неопходно је AutoCAD-у прво издати одговарајућу команду (уносом преко тастатуре или избором из менија).

Боје и типови линија

Сваки елемент може бити исцртан одређеном бојом и типом линије. Боје су изражене нумеричком кодовима од 1 до 255 и представљају боју којом ће елемент бити приказан на екрану. Иначе основна сврха додељивања различитих боја елементима је у томе да се постигне боља прегледност на екрану и да при штампању можемо дефинисати да се за различите боје користе одговарајуће дебљине линија.

Организација цртежа у слојевима – (Layer)

Највећа разлика у концепцији израде цртежа у AutoCAD-у у односу на класичан начин цртања крије се у могућности “раслојавања” цртежа на неограничен број слојева – нивоа. Тај концепт највише подсећа на цртање појединих делова цртежа на низу провидних фолија које се медјусобно преклапају и чине целину. Сваки од слојева

(Layer-a у терминологији AutoCAD-a) се може користити са смештај одређеног дела цртежа (нпр. посебни слојеви за зидове, отворе, намештај, коте, инсталације, описе, итд). То значи да сваки AutoCAD цртеж у ствари може представљати целокупну базу података о свим елементима пројекта, па да се онда по потреби одређени слојеви приказују и могу штампати или остају скривени (невидљиви) до момента када поново пожелимо да са њима радимо.

Третман цртежа

AutoCAD цртеж је датотека у којој је садржан његов графички опис. Свака извршена команда аутоматски усклађује информације о елементима цртежа. Употребом команде са упис података у датотеку (Save) тренутно актуелно стање се преноси на диск. Тако формиране датотеке можемо копирати, преносити, брисати, итд. Или их можемо користити као део неког другог цртежа. То значи да се сваки архивирани цртеж може изменити, допунити, или у целини пренети у нови, што значајно може скратити време пројектовања. Ако је потребно да се цртежи размењују између различитих верзија треба применити команду *Save As* и изабрати облик у ком треба снимити податке.

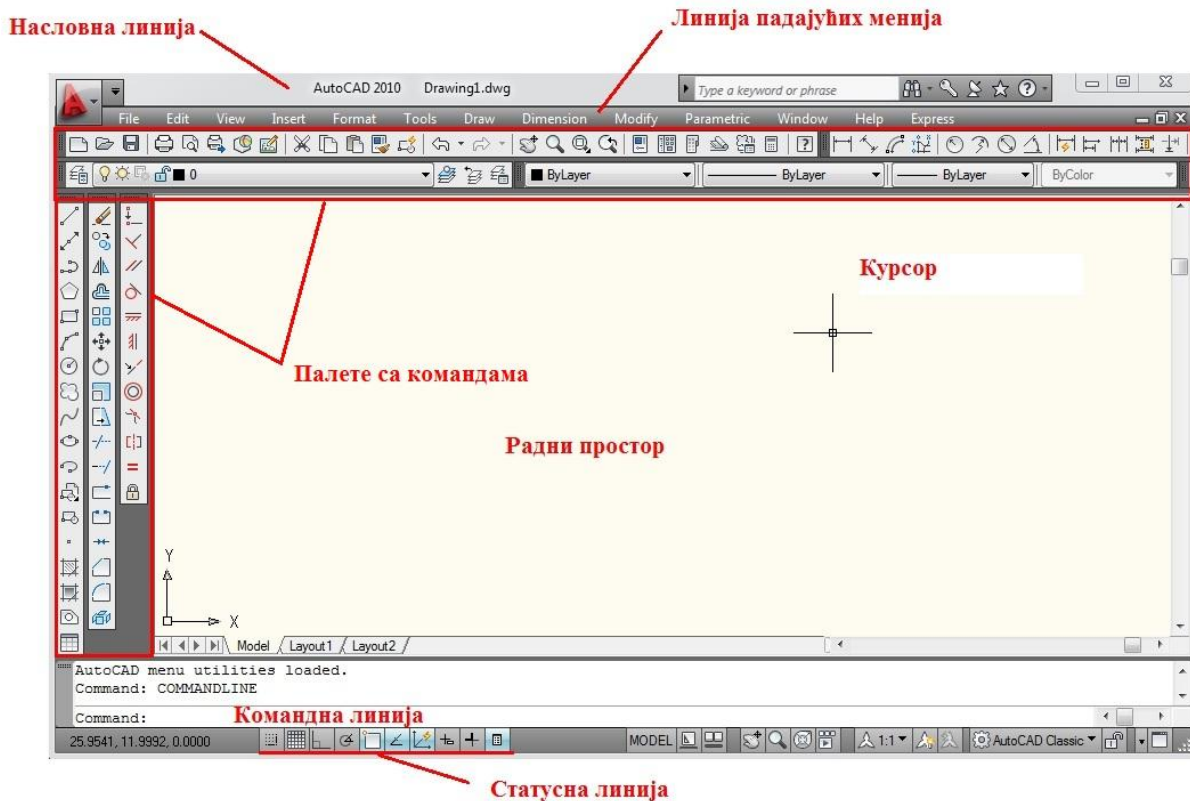
Датотеке цртежа AutoCAD-a су у подпуности пртабилне међу различитим оперативним системима, што значи да их без икакве конверзије можемо користити на рачунарима који раде под WINDOWS, UNIX, SunOS, VMS или Apple Macintosh оперативним системима.

4.4. Кориснички интерфејс AUTOCAD-a

На слици 4.2. приказан је изглед екрана AutoCAD-a након покретања програма.

Радни екран AutoCAD-a је подељен на укупно пет зона, и то су:

- простор за цртање (радни простор)
- командна линија
- статусна линија
- зона падајућих менија и
- палете са алаткама тј. командама.



Слика 4.2. AutoCAD 2010 Classic workspace

Празан централни део екрана - радни простор - назива се и графички прозор. Приликом почетка цртања, у графичком прозору се помоћу миша дефинишу, на пример, почетна и крајња тачка линије. Такође, положај тачака у радном простору се може задати и уносом координата у командној линији. Координате се уносе у односу на полазни координатни систем, у облику x, y (вредности морају бити одвојене зарезом).

Такође, можемо дефинисати и просторну тачку преко координата x, y, z .

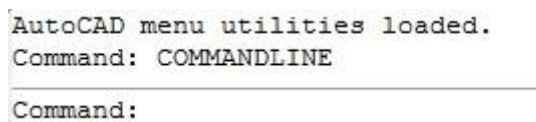
Простор за цртање-радни простор

Простор за цртање представља вашу радну површину, еквивалент цртаће табле и логично, заузима највећи део екрана. Све што цртате приказује се на том месту. Осим тога, на радној површини ће бити видљив и курсор, елемент у облику крста са малим квадратом на месту пресека вертикалне и хоризонталне линије. Његова улога је да показује тренутни положај "алата" којим са служите (нпр. врха оловке при цртању). Померање миша ван простора за цртање мења облик курсора у стрелицу и тиме

сугерише да је и његова функција у том моменту измењена и сведена на могућност избора неке од функција из менија.

Командна линија

При дну екрана налази се хоризонтална површина која служи за унос и исписивање текстуалних порука важних за рад и праћење извршавања команди. Када је у командној линија исписано само „Command:“ значи да је AutoCAD спреман да прихвати неку од наредби. У току извршавања неке од функција за цртање или неку другу намену на командној линији ће се појављивати захтеви за унос одговарајућих параметара везаних за извршавање жељеног задатка. Поред преноса порука, командна линија служи и за бележење тока предходно извршених команди па зато постоји могућност да притиском на функцијски тастер F2 отворимо нови оквир у коме се може прегледати историја унетих и извршених команди, слика 4.2.1.



```
AutoCAD menu utilities loaded.  
Command: COMMANDLINE  
Command:
```

Слика 4.2.1. Командна линија

Падајући менији

Као и код осталих програма на Windows платформи, падајући менији омогућавају бржи приступ командама и контролама AutoCAD-а. Команде су сврстане по типу и својој основној намени а све ради лакшег проналажења жељене функције, слика 4.2.2.



File Edit View Insert Format Tools Draw Dimension Modify Parametric Window Help Express

Слика 4.2.2. Падајући менији

Палета са алаткама

Намена палета са алаткама је слична оној коју имају и падајући менији – лак и брз одабир жељене команде или оквира за дијалог. Њих сачињавају иконице груписане по намени функција које њиховим избором можемо покренути.

На основној поставци радног екрана су видљиве четири основне палете: STANDARD слика 4.2.3, PROPERTIES слика 4.2, DRAW слика 4.2.5 и MODIFY слика 4.2.6. Поред њих постоји још низ припремљених палета, а корисник по потреби одабира која ће од палета бити приказана на радној површини, коришћењем опције Toolbars из View менија.



Слика 4.2.3. Палета STANDARD



Слика 4.2.4. Палета PROPERTIES



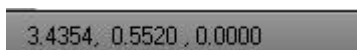
Слика 4.2.5. Палета DRAW



Слика 4.2.6. Палета MODIFY

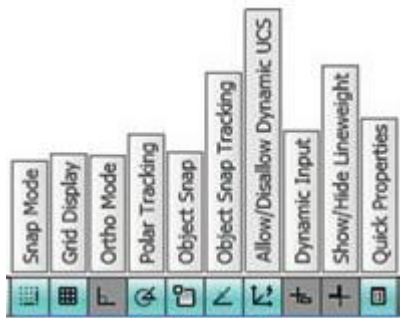
Статусна линија

Статусна линија је смештена при дну прозора програма. На левом крају статусна линије је област за читавање координата, која даје координате положаја курсора (кончанице) у области цртежа, слика 4.2.7.



Слика 4.2.7. Приказ координата

Десно од приказа координата налазе се дугмад за активирање опција које олакшавају процес цртања. Заједно, ове опције називају се цртачка подешавања, слика 4.2.8.



Слика 4.2.8. Цртачка подешавања

Snap mode: стање може да се мења и притиском на тастер F9. Када је укључено, курсор испод миша може да се помера само скоковито са једне тачке везивања на другу.

Grid Display: стање може да се мења и притиском на тастер F7. Када је укључено, на простору за цртање појављује се низ тачака мреже.

Ortho mode: стање може да се мења и притиском на тастер F8. Када је укључено, линије, и остало, могу се цртати само вертикално или хоризонтално.

Polar tracking: стање може да се мења и притиском на тастер F10. Када је укључено, појављује се кратко објашњење са податком о смеру и дужини линија итд. у степенима и јединицама.

Object Snap: стање може да се мења и притиском на тастер F3. Када је укључено, уз курсорски оквир за избор појављује се његова икона.

Object Snap Tracking: када је укључено, линије и остало могу се цртати на тачним координатним тачкама и под прецизним угловима.

Allow/Disallow UCS: укључује/искључује динамички UCS (кориснички координатни систем). Стање може да се мења и притиском на тастер F6. Користи се при изградњи 3Д модела предмета.

Dynamic Input: динамички унос. Стање може да се мења и притиском на тастер F12. Када је укључено, показују се x, y координате и захтеви за унос уз курсор за бирање објеката.

Show/Hide Lineweight: када је укључено, ширине линија приказују се на екрану. Када је искључено, ширине линија се виде само код штампања на штампачима и плотерима.

Quick Properties: када притиснете десним тастером појављује се помоћни мени, из којег вас притисак на Settings... доводи у оквир за дијалог Drafting Settings.

У средини статусне линије налазе се дугмад за приказивање простора модела или проказа за штампање. Десно од дугмади Model Space и Layout налазе се команде Pan и Zoom, слика 4.2.9.



Слика 4.2.9. Подешавања простора модела и команде Pan и Zoom

Даље ка десној страни статусне линије опције Annotation за приказ обележавајућих објеката, као што су текст и коте. Када означаваате цртеж са активним својством Annotative, у статусној линији је приказан Annotation Scale који приказује размеру нових ознака, слика 4.2.10.



Слика 4.2.10. Annotation Scale

Рад са мишем

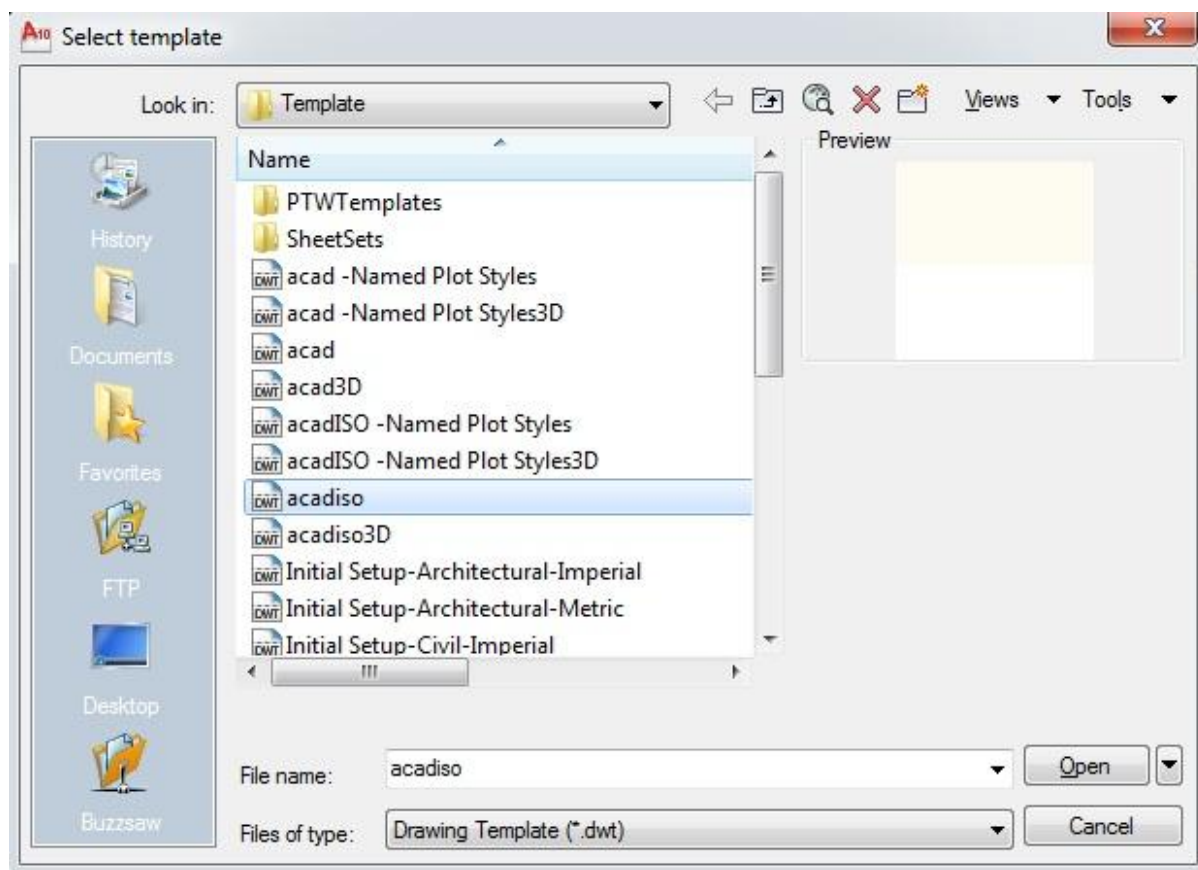
И поред могућности да се за рад у AutoCAD-у користе различити типови специјализованих уређаја као што су дигитална табла, трацкбоол или слично, најчешће на располагању за рад имамо само стандардни миш. У таквој ситуацији је пожељно да то буде миш опремљен са три тастера, јер AutoCAD има могућности да сваки тастер искористи за одређену намену.

Конкретно, намена левог тастера је вишеструка јер њиме одабирамо команде из менија или палета са алаткама, затим одређујемо положај елемената које цртамо и треће, вршимо одабир елемената које желимо да мењамо.

Десно дугме миша замењује ENTER са тастатуре. Његовом употребом штедимо време јер је често брже једноставно притиснути десни тастер миша него погодити ENTER на тастатури. За разлику од левог и десног тастера чија је намена фиксна, средњи тастер може имати различите функције. Ипак се највећи број корисника одлучује да задржи ону подразумевану намену а то је активирање иначе често потребног менија са помоћним функцијама.

4.5. Цртање у AutoCAD-у

Нови цртеж у AutoCAD-у започиње аутоматски самим покретањем програма јер се пред корисника одмах доводи радни екран у коме је могуће цртати. Цртежи могу да се креирају и три главна прозора 2D Drafting and Annotation, Classic AutoCAD и радни простор 3D Modeling. Са друге стране, многи од битних параметара везаних за рад ће тада бити подешени на подразумеване вредности које често нису пожељне. Због тога је ипак боље захтевати од AutoCAD-а да изврши комплетну процедуру започињања новог цртежа. За ту намену је предвиђена команда New из File менија, а по њеном избору на екрану ће се појавити дијалог прозор Select template са следећим опцијама, слика 4.3:

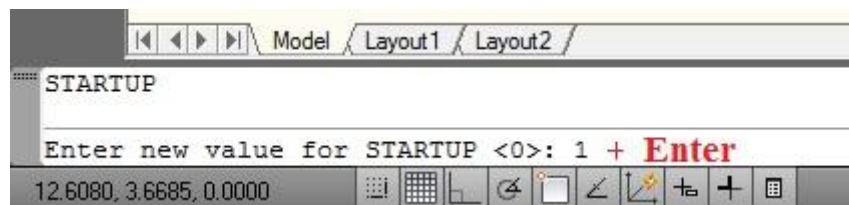


Слика 4.3. Дијалог прозор Select template

Избором, шаблона *acadiso.dwt*, који се користи у европским земљама, са унапред подешеним параметрима новог цртежа.

Међутим да би у старту приликом покретања AutoCAD 2010 имали опцију за постављање одређених параметара (units, и слично) потребно је у првом покретању активирати наредбу STARTUP, слика 4.4. За укључење STARTUP дијалог прозора у

Command Line укуцајте наредбу **STARTUP** а потом притисните тастер **ENTER**, ако Вам се прикаже 0 значи да је стартни прозор искључен, упишите 1 и притисните **ENTER**, сада ће нам се приликом следећег покретања AutoCAD 2010 појавити **STARTUP** прозор.

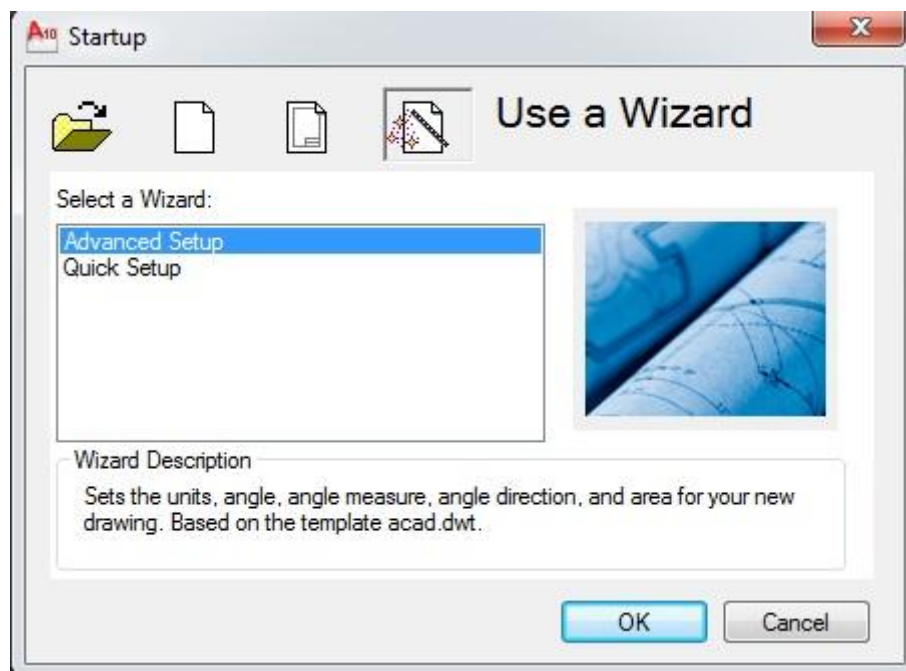


Слика 4.4. Активација **STARTUP** наредбе

Када следећи пут будемо покретали AutoCAD 2010 појавиће нам се **Dialog Box** прозор са следећим опцијама, слика 4.5:

- поље "Instruction"
- поље "Start from Scratch"
- поље "Use a Template"
- поље "Use a Wizard".

Избором опције *Use a Wizard*, покрећемо процедуру која нас корак по корак по корак води кроз процес подешавања почетних параметара новог цртежа.



Слика 4.5. **Dialog Box** прозор

Постоје два начина да се то уради: **Quick** - брзи (само за основне параметре) и **Advanced** - проширени, који пружа могућност подешавања већег броја параметара. Најчешће се подешавају димензије цртежа, јединице мере, стандарди за котирање, итд.

4.6. Дефинисање основних геометријских етитета

Дефинисање тачке



За одредивање положаја тачке у AutoCAD-у најчешће се користи Декартов правоугли координатни систем. Другим речима, баратамо подацима који одређују растојање између координатног почетка и неког елемента цртежа. У већини случајева координатни почетак се налази у доњем левом углу екрана, али се по потреби може позиционирати и на неко друго место.

Наравно, у могућности смо да користимо и поларни координатни систем, где се положај тачке задаје најкраћим растојањем од координатног система и углом који тај правац заклапа са позитивним смером x-осе.

Тачку можемо дефинисати помоћу миша, кликом у радни простор, или прецизним уносом координата жељене тачке. [10]

Цртање линије



Линије су један од основних елемената који чине цртеж.

Већина команди везаних за цртање нових елемената цртежа налази се у оквиру Draw менија. Према томе, да бисмо нацртали линију потребно је да прво покренемо команду Лине и затим следимо процедуру коју нам на командној линији налаже AutoCAD. На почетку се од корисника очекује да одреди положај почетне тачке (уносом координате преко тастатуре или, показивањем мишем), а потом и крајњу тачку линије. У току овог процеса AutoCAD стално прорачунава могуће облике будуће линије што корисник види као еластичну нит која прати померање курсора. Та особина се у AutoCAD -у назива Dragging.

Често је потребно нацртати више сегмената линије које се надовезују један на други. При томе је потребно уносити само положај нових крајњих тачака и пред нама ће се појавити низ линија које се прецизно надовезују.

Команду завршавамо притиском на тастер Enter или десни тастер миша. [10]

Конструкционе (помоћне) линије

Команда Construction Line (прецизније XLINE) омогућава цртање линија код којих су оба краја у бесконачности. У пракси се овакви елементи користе за означавања граница, помоћних линија које ће касније бити брисане, и сл. Веома су корисне приликом постављања грубе скице неког пројекта, где ће се тек у следећим корацима дефинисати коначан цртеж. Најкорисније линије које се користе су хоризонтална, верикална линија, затим, линија под одређеним углом, паралелно померена (*offset*) линија, итд. [10]

Цртање кружнице

Кружница се дефинише активирањем команде CIRCLE

Комада CIRCLE нуди пет начина за цртање кружнице.

- Center, Radius

Опција Центер, Радиус од корисника прво захтева унос тачке будућег центра кружнице, а потом и величину полупречника. Обе вредности се могу одредити нумерички - преко тастатуре (уносом координате за центар - нпр 1200,3000 и радиуса - нпр. 1200) или интерактивно (уз помоћ миша) при чему се аутоматски активира "дрраггинг" режим, односно исртавање могућих величина кружнице пре неко што се изабере коначни полупречник.

- Center, Diametar

Ова опција је у свему налик претходној, осим што се као други параметар користи пречник круга (Диаметар). Користимо је у ситуацијама када нам је позната вредност нпр. пречника стуба, рупе коју треба пробушити и сл.

- Points

Ова опција служи за цртање кружнице чији су положај и величина одређени тачкама које се налазе на њеном пречнику. По уносу прве тачке AutoCAD ће нам пружити помоћ у виду интерактивног исртавања кружнице, до момента одређивања њеног коначног положаја. Опција за цртање кружнице која лежи на три познате тачке може бити од користи у следећој ситуацији: цртање кружнице која описује троугао или неки други правилан полигон.

По избору ове опције је потребно само лоцирати жељене тачке и кружница ће се

појавити на предвиђеном месту.

- Tan, Tan, radius (2 тангенте и радијус)

Применом ове опције могуће је нацртати кружницу чији су положај и величина одређени са две линије (или криве) на којима будућа кружница треба да има тангенту и величином полупречника. Ток команде захтева да се курсором прво одреде елементи који ће бити коришћени за тангенте, а затим да се унесе или покаже величина полупречника кружнице.

- Tan, Tan, Tan (3 тангенте)

Већ поменуто могућност да се применом опције за цртање кружнице која лежи на три познате тачке, може нацртати кружница која описује неки правилан полигон. Опција Tan, Tan, Tan, односно цртање кружнице коју дефинишу три тангенцијална елемента, нуди ефектан начин да се нацрта уписана кружница.

Једноставно се показивањем на три странице полигона AutoCAD-у даје довољно података за прецизно цртање кружнице. [10]

Цртање кружног лука



Иако кружни лук у ствари претставља кружницу којој недостаје један део, за његово цртање је предвиђена посебна команда - Arc.

Команда Arc нуди десетак различитих начина за цртање кружног лука. Овакво мноштво опција је предвиђено да би се за цртање могло искористити различити улазни параметри. Навешћемо само неке од њих:

- 3 Points
- Start, Center, End
- Start, Center, Angle
- Start, Center, Length , итд.

Цртање правоугаоника



Команда Rectangle служи за цртање правилних четвоространих елемената (квадрата и правоугаоника). Можемо је покренути избором из Draw менија док је за одређивање положаја и величине будућег елемента потребно унети тачке које се налазе на његовим супротним угловима. То се може постићи интерактивно, показивањем тачака на екрану

уз помоћ миша, или уносом координата темена. Такође, може се задати и центар правоугаоника, а затим унети дужине његових страница. [10]

Шрафирање површина у AutoCAD-у



Шрафирање површина спада у врло честе, а за класичан начин рада временски захтевне операције. Готово и да нема техничког цртежа који не укључује пресеке приказаних делова, који наравно, морају бити шрафирани. Шрафуру дефинишемо покретањем команде HATCH из DRAW менија. У дијалог боксу се приказује неколико параметара којима се дефинише изглед шрафуре – врста и размак линија, угао шрафуре, итд. Одабиром затворене контуре коју треба шрафирати, програм аутоматски примењује дефинисану шрафуру. Параметри шрафуре се касније могу мењати. [10]

Унос текста на цртеж



Текстуалне информације су уз графичке, врло често присутне на техничким цртежима. То су обично разни описи, легенде, наслови и сл. AutoCAD пружа могућност да такве елементе лако унесемо на цртеж. Уз то, на располагању је и богат избор типова слова и специјалних знакова којима можемо изменом одређених параметара мењати изглед и стварати нове стилове писања. [10]

4.7. Команде за измене елемената цртежа

Поред команди које омогућавају унос нових елемената на цртеж тј. цртање у ужем смислу речи, AutoCAD нам нуди и функције чија је намена да се већ нацртани елементи измене. То не мора бити увек просто прилагођавање новим потребама већ је често циљ да се трансформацијама постојећих елемената стварају нови и на тај начин поспеши и убрза процес израде цртежа у целини. Тако се захваљујући могућностима као што су копирање или огледање лако могу креирати читави нови делови цртежа настали на бази само једном нацртаних елемената а захваљујући функцијама за ротирање, скраћивање или развлачење, могуће је на исти начин доћи до нових елемената чак и ако се они у неким детаљима разликују. [10]

Брисање

Команда Erase служи за уклањање елемената са цртежа. По избору команде потребно је одабрати један или више елемената које желите да обришете (AutoCAD ће их приказати испрекиданом линијом), а затим се притиском на десни тастер врши њихово коначно уклањање. [10]

Померање

Команда Move пружа могућност да се један или више елемената цртежа истовремено помери на друго место без промене њихове оријентације и величине. Након покретања команде потребно је извршити избор елемената које желимо померити. За то су нам на располагању различити познати методи а коначни избор треба потврдити притиском на десни тастер миша. AutoCAD ће потом захтевати унос прве тачке чија би се улога могла описати као одређивање места за које треба прихватити одабране елементе, а затим и унос друге тачке односно места на које их треба померити. Прва унета тачка не мора бити на неком од одабраних елемената, али се таквим избором лакше и прецизније реализује само померање. Одређивањем положаја друге тачке команда Move се аутоматски завршава. [10]

Копирање

Команда Copy омогућава копирање елемената. Начин на који AutoCAD копира елементе веома личи на претходно поменути операцију - померање, стим што се овде одабрани елементи појављују на новом положају, а при томе њихов основни облик остаје непромењен.

Избором команде започињемо операцију и прво извршимо избор елемената које желимо да копирамо. Одабир морамо завршити притиском на десни тастер миша, а потом показати тачку за коју се везујемо и коначно тачку на месту где желимо да се појаве копирани елементи. Тиме је копирање завршено, а цртеж допуњен новим елементима. [10]

Пресликавање



Команда *Mirror* нам омогућава да формирамо нови објекат као слику у огледалу у односу на постојећи. За то је потребно прво селектовати елементе које желимо да пресликавамо а по потврди одабира одредити правац симетрале уносом координата њене почетне и крајње тачке. Већ по избору прве тачке AutoCAD нуди приказ будућег симетричног објекта а померање миша је праћено променом његовог положаја. Уносом друге тачке коначно се одређује правац симетрије али се нови елементи цртежа ни тада неће појавити. AutoCAD пре тога захтева да се одлучимо да ли желимо или не брисање основног облика одабраних елемената и при томе нуди подразумевани одговор No. Уколико нам понуђени избор одговара притиском на тастер Enter завршавамо команду а ако желимо да се стари елементи уклоне са цртежа и задрже само симетрични потребно је притиснути тастер Y на тастатури и Enter па ће AutoCAD завршити команду уз брисање почетног облика елемената. [10]

Ротација



Команда *Rotate* омогућава ротирање изабраних елемената око базне тачке. По покретању команде и завршеном избору елемената потребно је одредити тачку која ће претстављати центар ротације. Угао се може показати мишем или унети нумерички преко тастатуре. При томе треба имати у виду да AutoCAD за позитивни правац мерења углова сматра правац обрнут од смера казаљке на сату. Унос нумеричке вредности за угао ротације елемената ће у највећем броју случајева представљати задовољавајући начин за тачно одређивање њиховог новог положаја. [10]

Продужавање



Уз помоћ команде *Extend* вршимо продуживање линија, или лукова тако да додирну неки од других нацртаних елемената.

По покретању команде *Extend* прво је потребно одредити граничне елементе односно одабрати оне линије или неке друге елементе цртежа до којих желимо да се врши продужавање. Притиском на десни тастер миша означаћемо крај ове фазе. У наставку команде треба левим тастером миша показивати линије које желимо да се продуже све док се за крај не притисне десни тастер миша. [10]

У свом основном облику команда *Extend* подразумева да ће се одабрани елементи после продуживања и физички додиривати односно да се у правцу продуженог налази одабрани гранични елемент. У ситуацијама када се елементи мимоилазе неопходно је прво избором опције *Edge* активирати режим који ће дозволити реализацију команде.

По стартовању команде *Extend* и потврди избора граничних елемената притиском на тастер Е на тастатури бирамо опцију *Edge*. Потом треба поново притиснути тастер Е на тастатури, овог пута као избор *Extend* режима. Даље следи стандардни избор елемената које желимо да продужимо све до завршетка командне притиском на десни тастер миша. [10]

Скраћивање



Команда *Trim* има супротно дејство од претходне - служи за скраћивање линија при чему се као границе користе други нацртани елементи. Начин употребе је исти као код команде *Extend*, тј. прво је потребно извршити одабир елемената који ће претстављати границе а по потврди тог избора можемо показивати делове линија за које сматрамо да претстављају вишак. Команду завршавамо притиском на десни тастер миша.

И команда *Trim* за нормално функционисање у свом основном облику захтева да се гранични и елемент који желимо скратити физички пресецају. [10]

Прекид



Команда *Break* служи за брисање једног дела линије, кружног лука или кружнице. За разлику од команде Ерасе која брише елемент у целини, команда Бреак омогућава да се преко положаја две тачке на елементу одреди део који треба обрисати.

По покретању команде *Break* AutoCAD ће захтевати одабир елемента (треба напоменути да у оваквој ситуацији можемо извршити само појединачни начин одабира), а показану тачку ће одмах прогласити за место одакле желимо да се започне брисање. Избором друге тачке део елемента се брише и команда завршава.

Уколико не желимо да се тачка којим смо извршили избор користи као место одакле ће се брисати део елемента могуће је притиском на тастер F на тастатури вратити процес за корак уназад и поновити унос прве а затим и друге тачке и на тај начин привести функцију крају. [10]

Паралелно померање



Команда *Offset* омогућава генерисање нових елемената који се налазе на жељеном растојању и при томе су паралелни у односу на оригинал. По покретању команде *Offset* потребно је унети нумеричку вредност за растојање а потом одабрати елемент који желимо да се преслика. Потом је, притиском на леви тастер миша, потребно назначити страну на којој желимо да се појави нови елемент, а AutoCAD ће команду *Offset* понављати све док је не завршимо притиском на десни тастер миша. Ако нам није позната тачна нумеричка вредност растојања које треба применити можемо је показати на екрану или применити опцију *Through* која омогућава одређивање тачке кроз коју треба да прође нови елемент.

За избор ове опције треба уместо уноса растојања притиснути тастер *T* на тастатури, а AutoCAD ће по селекцији основног елемента захтевати унос тачке кроз коју треба да пролази нова линија. Команду *Offset* завршавамо притиском на десни тастер миша. [10]

Скалирање



Командом *Scale* можемо мењати величину већ унетог елемента. По покретању команде и избору елемента коме желимо изменити величину, AutoCAD очекује унос основне тачке (која не мења положај), а затим и унос фактора размере. То је нумеричка вредност која може бити већа или мања од јединице (у зависности од тога да ли желимо да повећамо или смањимо одабрани елемент). Изузетно корисна приликом дефинисања детаља на цртежу, које је потребно увећати ради боље прегледности. [10]

Умножавање елемената по шаблону



Команда *Array* омогућава креирање већег броја копија изабраног дела цртежа, при чему се копије истовремено распоређују у редове и колоне или у круг око задатог центра. Ова функција је нарочито погодна у ситуацијама као што су нпр. распоређивање столица у биоскопској сали или око кружног стола. Сходно потребама, користимо опције

- Rectangular (правоугаони распоред)
- Polar (кружни распоред)

Њиховим коришћењем знатно се убрзава рад на пројекту. Овде нарочито долази до изражаја разлика између ручне израде цртежа и израде цртежа на рачунару. [10]

Заобљавање ивица



Применом команде *Fillet* можемо повезати два елемента (нпр. линије, лукове итд.) на тај начин да се као елемент који их повезије исцрта кружни лук задатог полупречника. Ово је згодан начин да нпр. заоблите ивице неког нацртаног елемента. По покретању ове команде потребно је једноставно показати два елемента за које желимо да се изврши спајање и одмах ћемо видети резултате. [10]

Обарање ивица



Намена команде *Chamfer* је слична претходној с тим што се овде уместо кружног лука за спајање елемената користи кратак линијски сегмент. [10]

Поништавање последње команде



Основна намена команде *Undo* је да поништи последњи корак који смо направили у току израде цртежа и врати му претходни изглед. Можемо је извршити једноставним притиском на тастер *У* на тастатури или избором одговарајуће иконе из стандардног *Toolbar*-а.

Вишеструким понављањем команде *Undo* се можемо вратити онолико корака уназад колико то желимо. [10]

Поновно извршење поништене команде



Команда *Redo* нам је драгоценa у ситуацијама када закључимо да смо претераном применом *Undo* команде поништили и фазе рада које смо хтели да задржимо. *Redo* ће сликовито речено - поништити задње поништавање и тиме ипак спасити уложени труд. Једино ограничење које при томе морамо имати на уму је да се команда *Redo* може извршити само непосредно по поништавању односно примени команде *Undo* и да се на овај начин може спасити само оно што је задње поништено. [10]

4.8. Котирање



Слика 4.6. Палета алата за котирање

У инжењерској пракси није довољно само прецизно нацртати технички цртеж и одштампати га у тачној размери. Величине нацртаних елемената и њихова међусобна растојања се морају експлицитно исказати, па је зато на цртеж неопходно додати и котне линије.

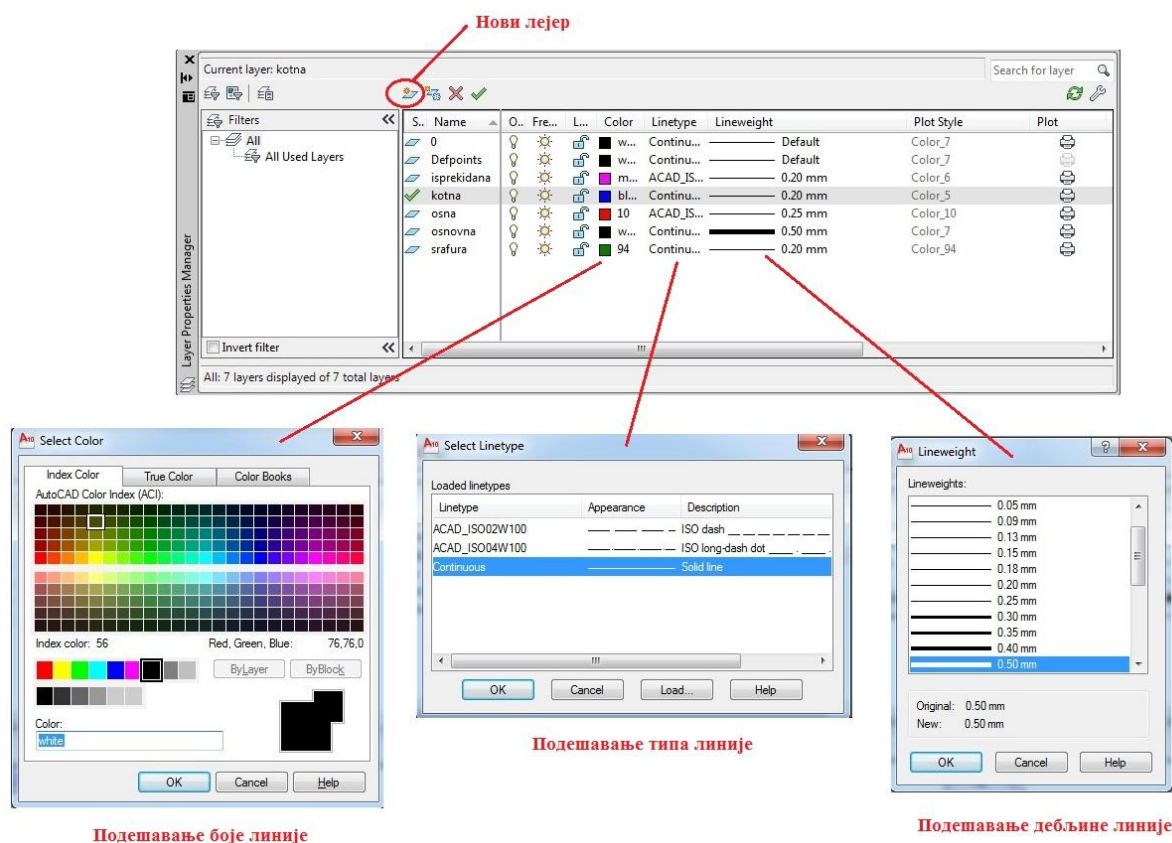
Иако практично претстављају равноправне елементе цртежа, коте се у AutoCAD -у не уносе ручно (мерењем растојања између елемената и додавањем потребних линија и бројева) већ се за то користе посебне функције, слика 4.6, чија је улога да котирање учине једноставним и ефикасним поступком. Зато се за котирање у AutoCAD -у каже да је аутоматско, јер се највећи део посла (мерење растојања, цртање коте и упис измерене вредности) обавља без директног учешћа корисника, док се ручно врши само избор елемента који треба котирати.

Потребно је бити опрезан приликом котирања скалираних цртежа. Мора се водити рачуна о коефицијенту скалирања, јер се, нпр. код два пута увећаног детаља, може добити двоструко већа котирана вредност. Ово се може избећи коришћењем алата *Detail*, где се приликом котирања увећаног сегмента добијају праве мере елемената, као да је елемент приказан у размери 1:1. [3]

4.9. Рад са LAYER –има

Једна од најпознатијих и веома корисних карактеристика AutoCAD су свакако *layer*-и, или нивои цртежа. Можда најбоља аналогија *layer*-има је цртање на провидним фолијама, које се могу постављати једна преко друге.

Да бисмо креирали нови *layer* или променили неки од постојећих, треба изаберати *Format menu /Layer Management Layer Manager*, слика 4.7.



Слика 4.7. Layer Manager

У овом дијалогу се могу подесити све особине појединих нивоа цртања – врста и дебљина линије, боја линије, видљивост ентитета, итд.

Напомене о раду са *layer*-има:

- Садржај закључаног *layer*-а није могуће селектовати
- Садржај закључаног *layer*-а се не приказује на екрану и не учествује у регенерацији цртежа
- Само један може бити текући (*current*)
- *Layer 0* постоји у сваком цртежу и не може се обрисати
- Више *layer*-а могу имати исту боју и тип линије

- Не препоручује се искључивање текућег *layer*-a
- Не препоручује се закључавање текућег *layer*-a
- Текући *layer* се не може закључати
- Препорука је да назив *layer*-a описује садржај објеката који се у њему цртају
- Објекат се увек црта у текућем *layer*-у
- Копирани објекти наслеђују опште особине оригинала (*layer*, боја, тип и дебелина линије)
- Накнадно је могуће променити опште особине објеката (између осталог и *layer* у коме се објекат налази) командом *properties* [10]

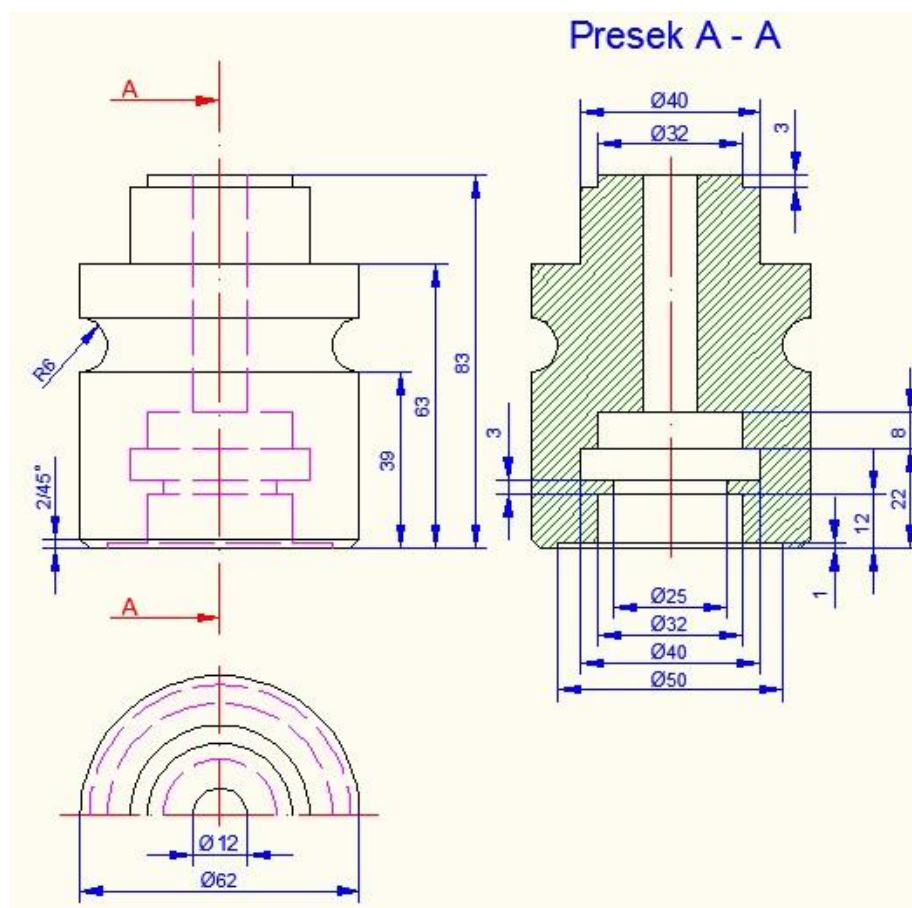
4.10. Штампање цртежа

Након завршетка цртежа, исти се може одштампати коришћењем наредбе *Plot*. Након активирање команде из менија *File*, отвара се дијалог, у коме се могу подесити параметри за штампање: величина папира, уређај на коме ће се штампати, део цртежа који се штампа, итд.

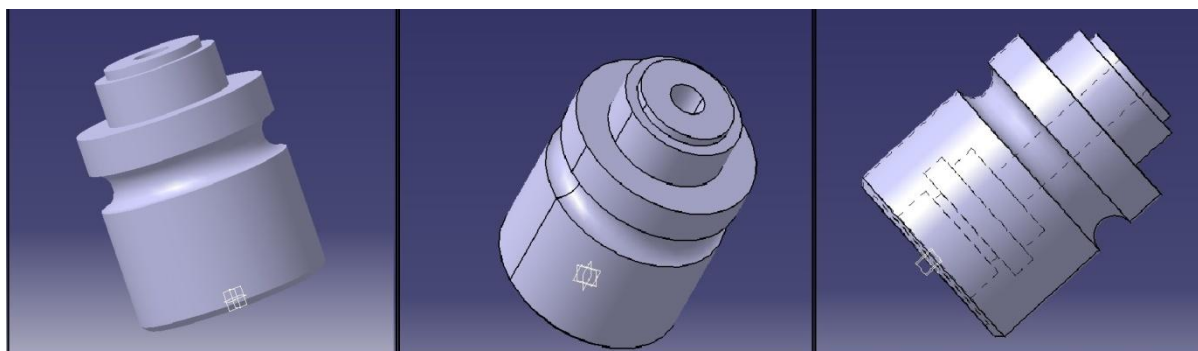
Функција *Plot Preview* омогућава коначну проверу унетих параметара пре започињања процеса штампања. То је у пракси врло корисна функција јер нам може уштедети много времена и материјала, јер би се у супротном сигурно много чешће догађало да одштампани цртеж буде погрешно кадриран, у погрешној размери или на погрешном месту на папиру. Све ово је могуће прво проверити, а потом мирно сачекати резултате рада штампача. [10]

5. Примери цртежа у AutoCAD-у

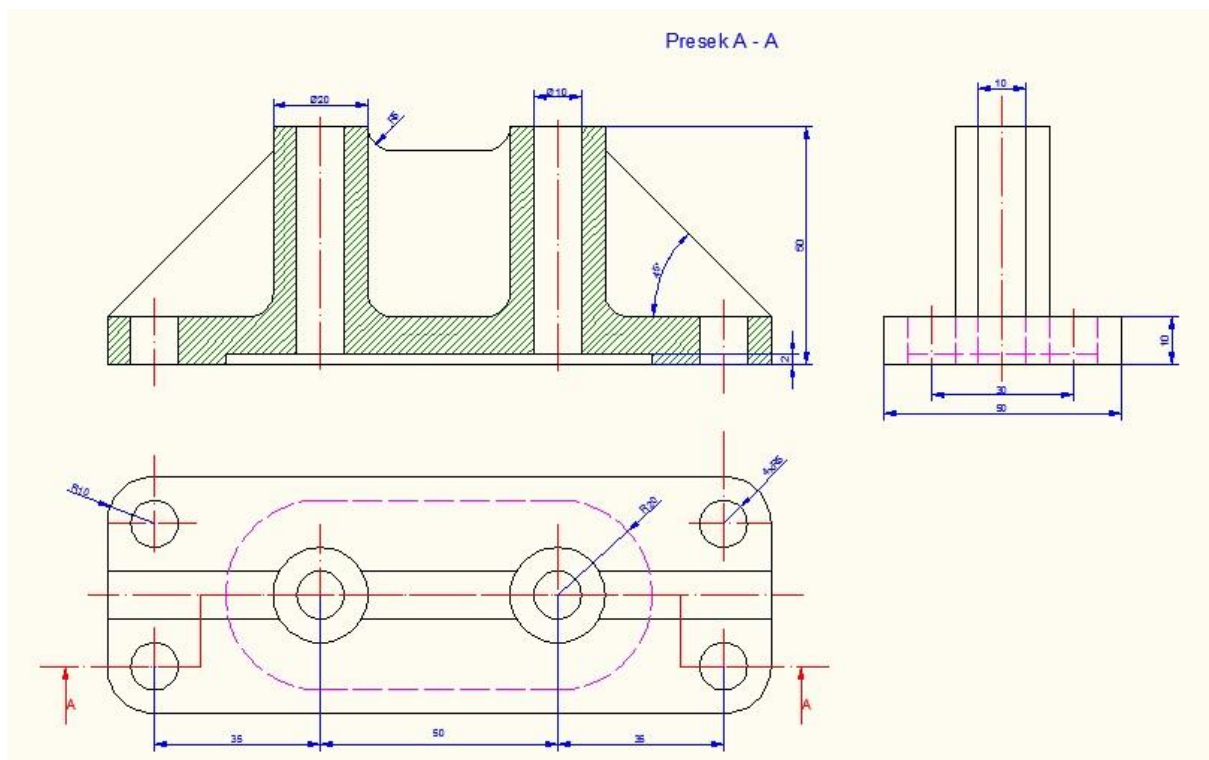
Пример 1:



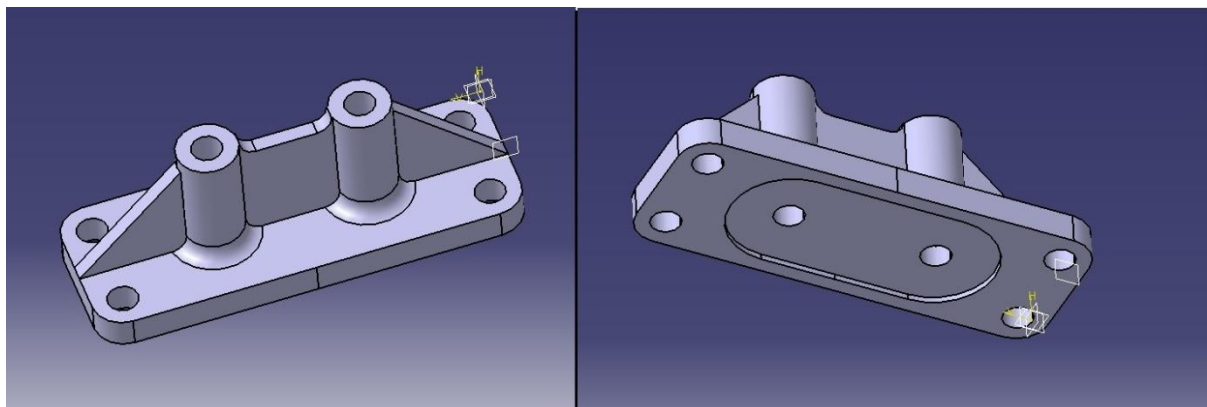
Слика 5.1. 2D приказ модела „Пример 1“



Слика 5.2. 3D приказ модела „Пример 1“

Пример 2:

Слика 5.3. 2D приказ модела „Пример 2“



Слика 5.4. 3D приказ модела „Пример 2“

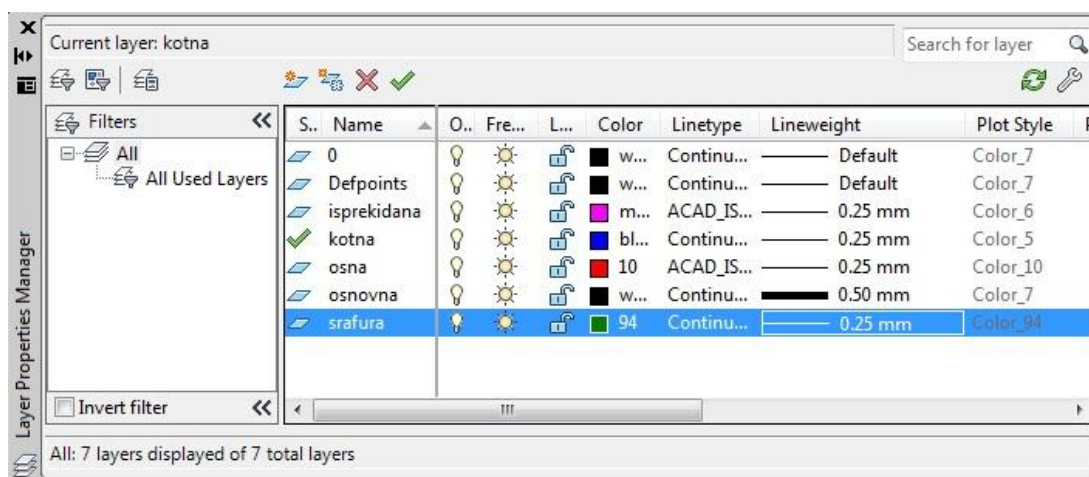
Напомена: 3D прикази рађени су у програму CATIA V5 верзија R16

6. Пример упутства за израду тех. цртежа модела

„Пример 1“ у AutoCAD-у

Корак 1: Из менија *File* бирамо команду *New*, након чега ће се појавити дијалог прозор *Select template* и од понуђенијх шаблона бирамо *acadiso.dwt* (шаблон коју се користи у европским земљама, са унапред подесеним параметрима новог цртежа).

Корак 2: Дефинишемо *layer*-е који су нам потребни за цртање, у овом случају дефинишемо пет потребних лејера, за основне (контурне) линије, испрекидане линије, осне линије, котне линије, и линије за шрафирање, слика 6.1.

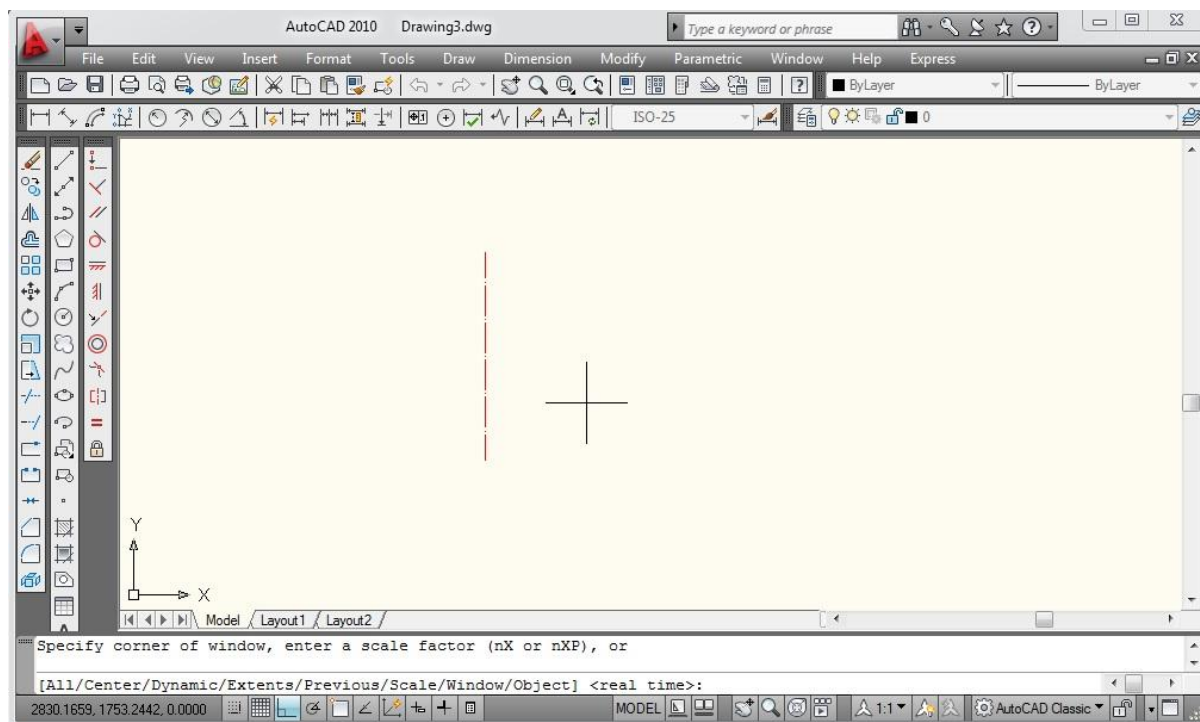


Слика 6.1. Дефиниасње *layer*-е

Користећи иконицу *Set Current*  поставити *Leyer osna* да буде текући а затим затворити дијалог прозор.

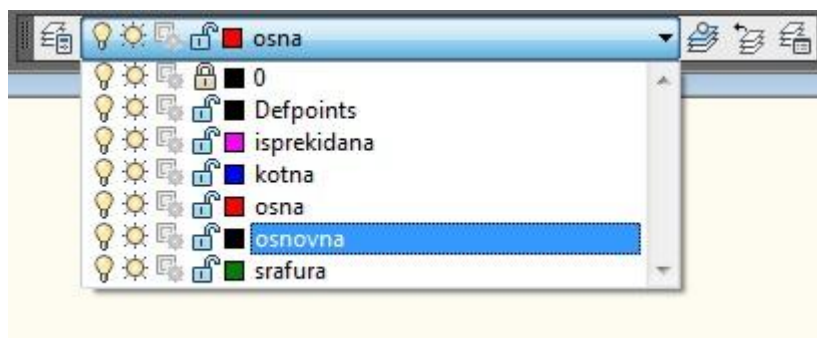
Корак 3: Цртање дела (поглед спреда)

Командом *Line* бирајући иконицу  на линији алата *Draw*, нацртати вертикалну осну линију, слика 6.2.



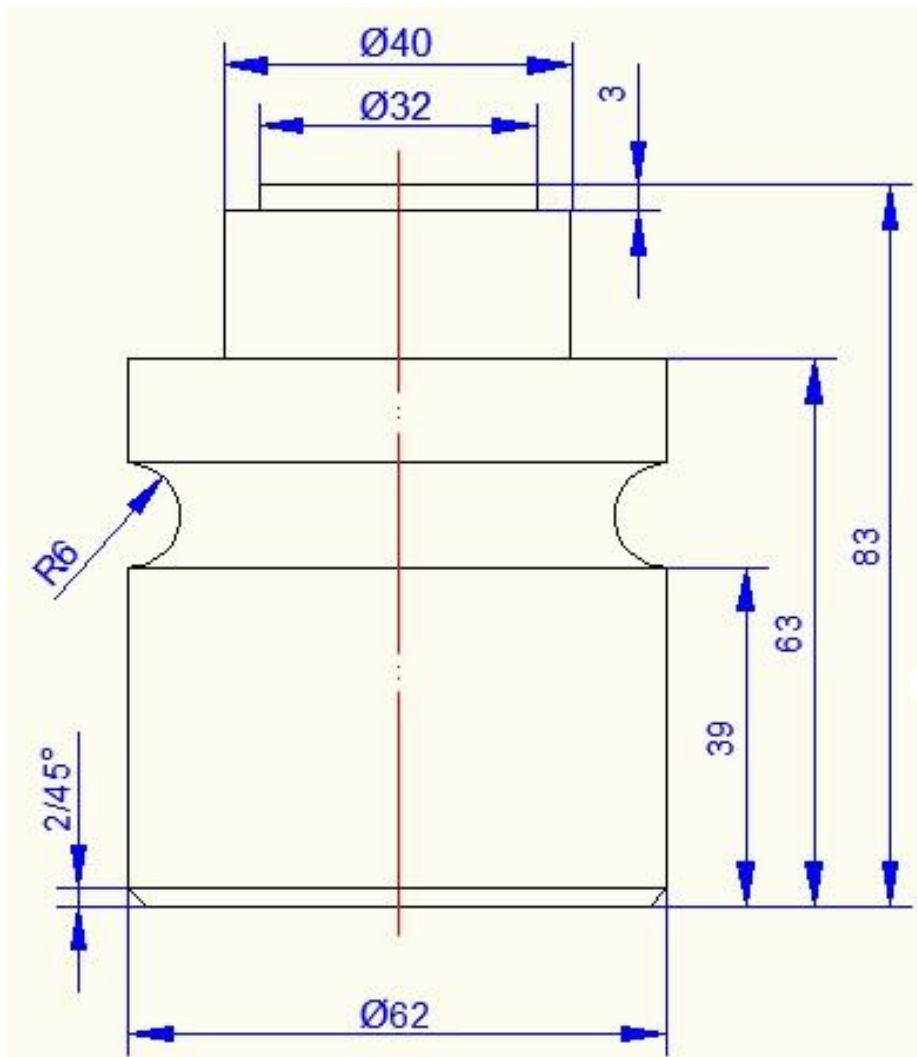
Слика 6.2. Цртање осне линије

Корак 4: Поставити Layer *основна* да буде текући, бирајући исти левим тастером миша на падајућој листи *Layer Control*, слика 6.3.



Слика 6.3. Промена лејера

Користећи команде *Line*  и *Circle*  на линији алата *Draw*, као и команде *Offset* , *Trim* , *Chamfer* , *Extend*  (уколико је потребно), на линији алата *Modify*, нацртати контуре као што су приказане на слици 6.4.

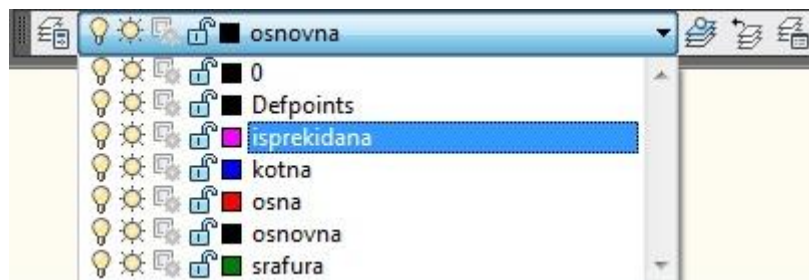


Слика 6.4. Димензије спољашњих контура

Напомена: У овом кораку цртати само контурне линије, котирање извршити у делу димензионисање

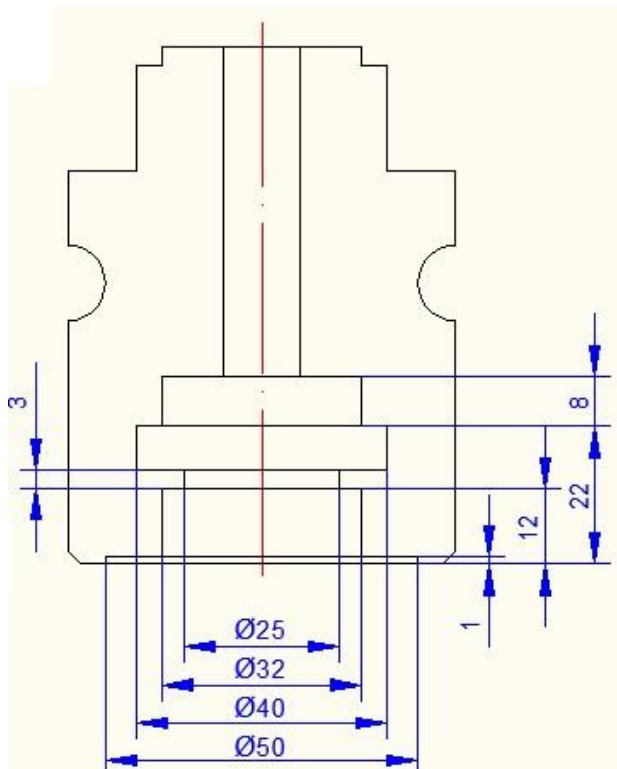
Корак 5: Цртање унутрашњих отвора

Поставити *Layer* *испрекидана* да буде текући, бирајући исти левим тастером миша на падајућој листи *Layer Control*, слика 6.5.



Слика 6.5. Промена Layer-а

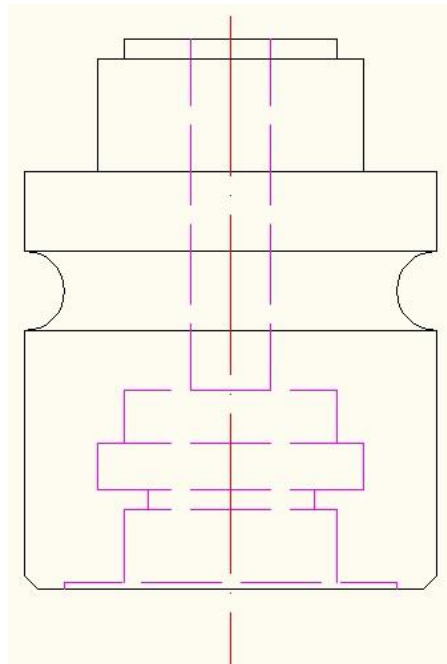
Користећи команде *Line*  на линији алата *Draw*, као и команде *Offset* , *Trim* , *Extend*  (уколико је потребно), на линији алата *Modify*, нацртати унутрашње отворе као што су приказани на слици 6.7.



Слика 6.7. Димензије унутрашњих отвора

Напомена: У овом кораку цртати само испрекидане линије унутрашњих отвора погледа спреда, котирање извршити у делу димензионисање.

Резултат предходних корака видимо на слици 6.8.



Слика 6.8. Унутрашњи отвори

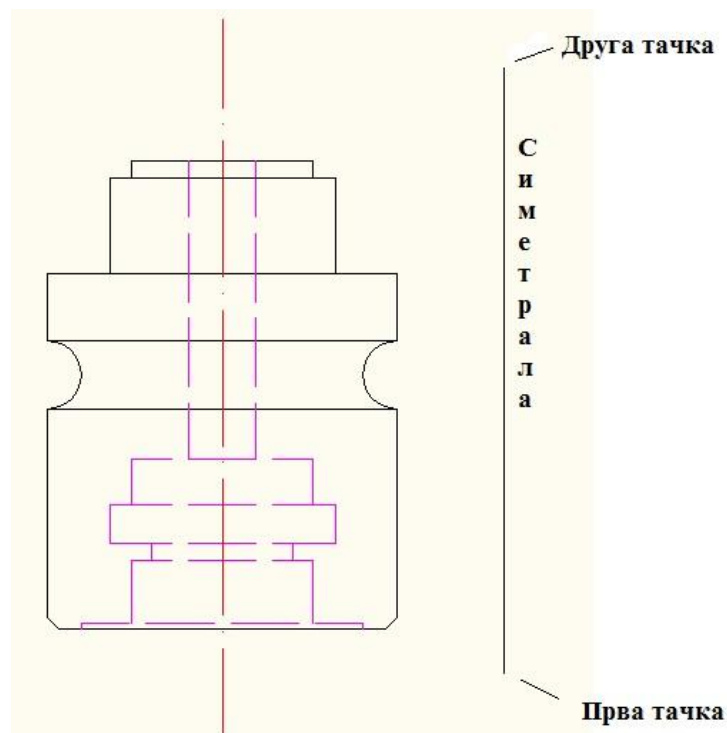
Корак 6: Цртање пресека

Да бисмо поједноставили и скратили време цртања, посебно код делова који су основно симетрични, као што је случај са моделом „Пример 1“, користићемо команду *Mirror*



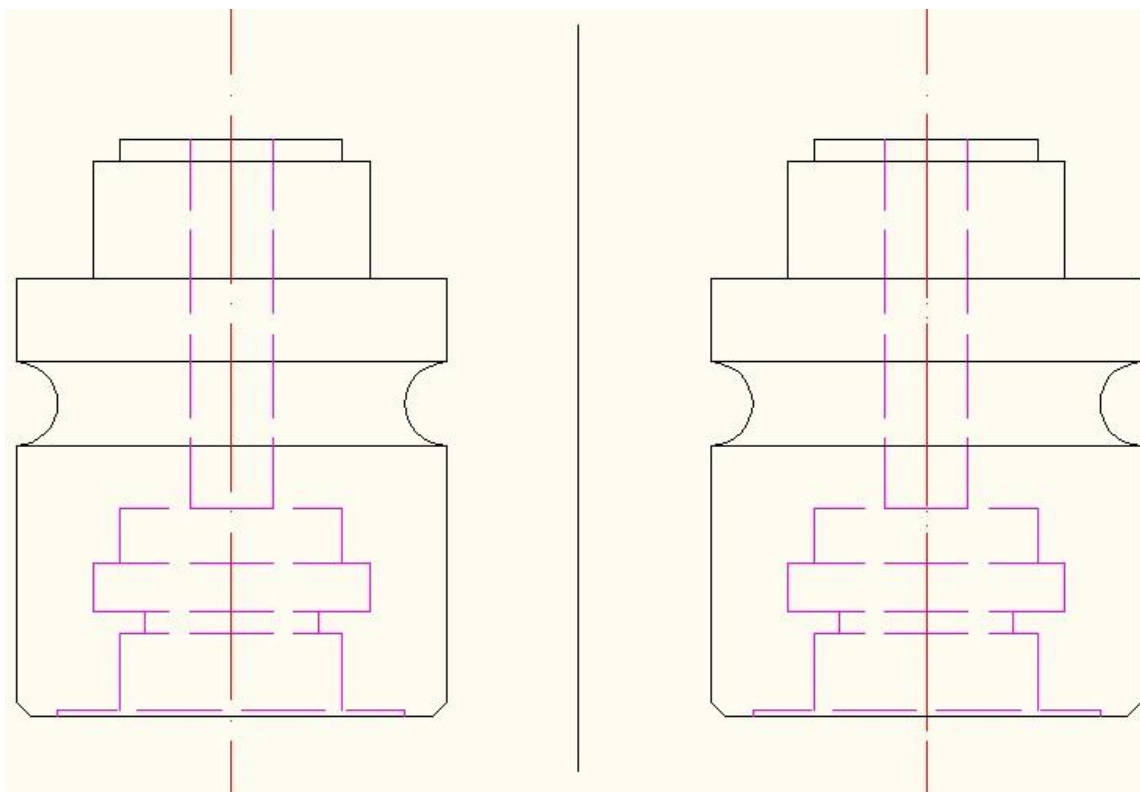
(огледало) да бисмо пресликали већ нацртани поглед.

Прво је потребно уз помоћ команде *Line*  нацртати помоћну симетралу (линију) око које ће се пресликавање извршити, слика 6.9.



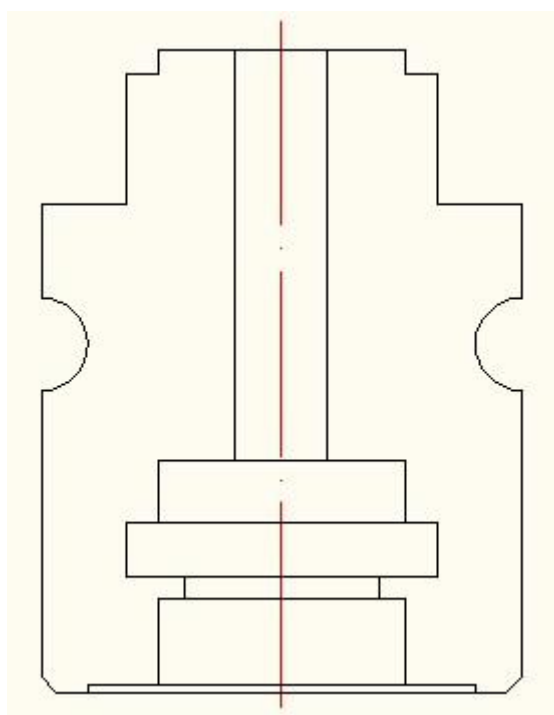
Слика 6.9. Приказ симетрале око које се врши пресликавање

Затим селектовати елементе које желимо да пресликавамо (у овом случају све линије), након тога изабрати команду *Mirror*  а по потврди одабира селектовати прву тачку симетрале, већ по избору прве тачке AutoCAD нуди приказ будућег симетричног објекта а померање миша је праћено променом његовог положаја правцем симетрале и селектовањем њене друге, крајње тачке. Да би се нови елементи цртежа појавили потребно је у командној линији уписати одговор *N* и притиснути тастер *Enter*, што значи да смо се одлучили за не брисање основног облика одабраних елемената. Након тога добијамо цртеж као на слици 6.10.



Слика 6.10. Добијени цртеж након извршене команде Mirror

Корак 7: Да би добили цртеж пуног пресека потребно је уклонити сувишне линије (оне које се виде када се модел посматра са предње стране), а линијама које означавају постојање унутрашњих отвора променимо *Leyer*, односно у палети *Leyer Control*, *Leyer* *испрекидана* мењамо у *Leyer основна*, и добијамо цртеж као на слици 6.11.

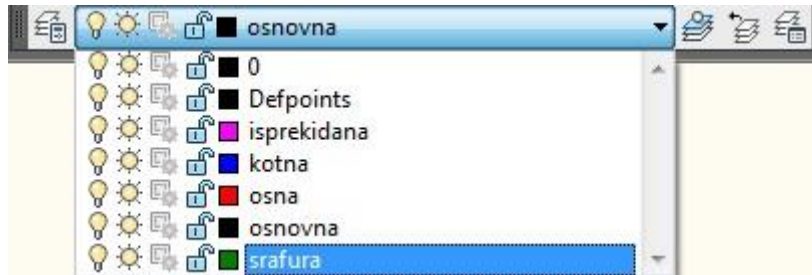


Слика 6.11. Пун пресек без шрафуре

Корак 8:

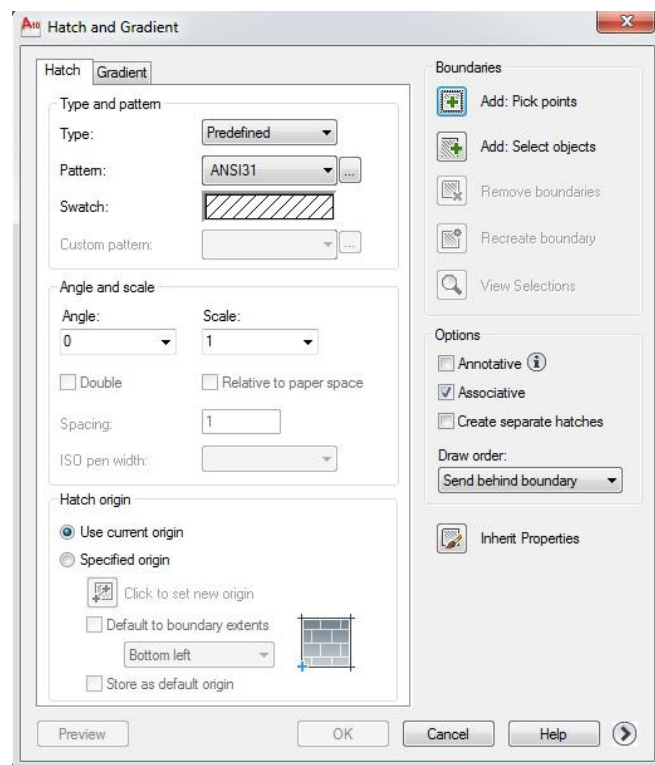
Да би пресек био комплетан потребно је уз помоћ команде *Hatch* додати шрафуру.

Поставити *Layer шрафура* да буде текући, бирајући исти левим тастером миша на падајућој листи *Layer Control* слика 6.12.



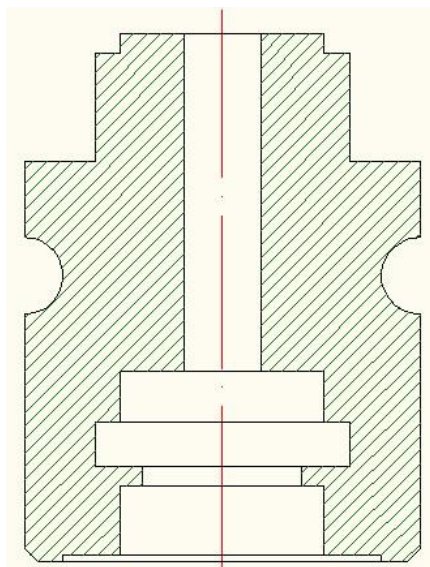
Слика 6.12. Промена Layer-а

Бирајући иконицу *Hatch*  отвара се дијалог прозор који приказује параметре којима се дефинише изглед штрафуре, врста и размак линија, угао штрафуре итд. Параметре дефинишемо као на слици 6.13.



Слика 6.13. Дијалог прозор команде *Hatch*

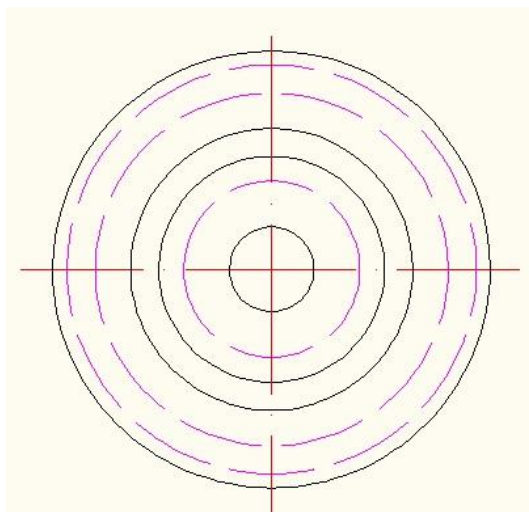
Затим бирамо опцију *Pick points* односно затворене контуре које треба шрафирати након чега програм аутоматски примењује дефинисану шрафуру, и добијамо пресек као на слици 6.14.



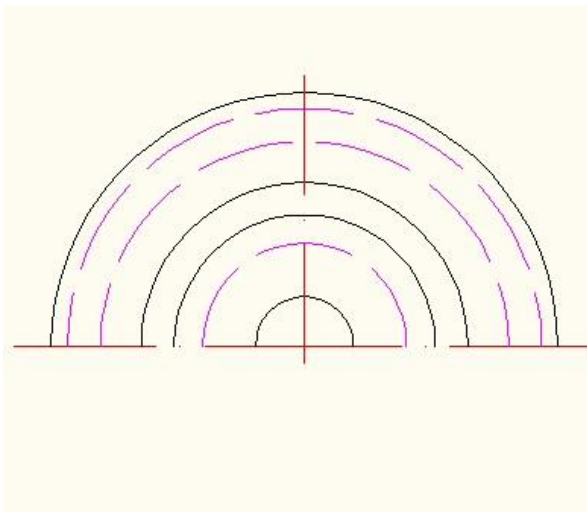
Слика 6.14. Пун пресек

Корак 9: Цртање погледа одозго

Користећи команду *Line*  за цртање осних линија уз коришћење *Layer-a осна* и *Circle*  за цртање концентричних кружница уз коришћење *Layer-a основна* и *испрекидана*, цртамо поглед одозго модела „Пример 1“. Резултат предходних корака видимо на слици 6.15.



Слика 6.15. Поглед одозго



Слика 6.16. Поједностављен поглед одозго

Да бисмо поједноставили цртеж користићемо само половину цртежа погледа одозго модела „Пример 1“ слика 6.16.

Корак 10: Димензионисање (котирање) дела

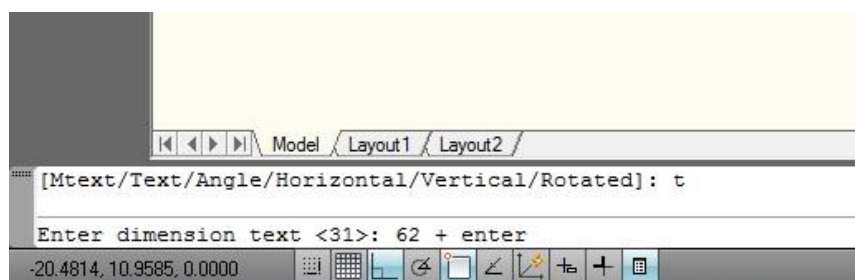
Пре него што кренемо са поступком котирања, потребно је дефинисати стил котирања, да би коте биле нацртане у жељеном стандарду. Међутим како смо још у првом кораку изабрали шаблон *acadiso.dwt*, у дијалог прозору *Select template*, који у подпуности задовољава европске стандарде котирања, нема потребе за додатним подешавањима и можемо да отпочнемо са поступком котирања.

**Слика 6.17.** Палета алатки Dimension

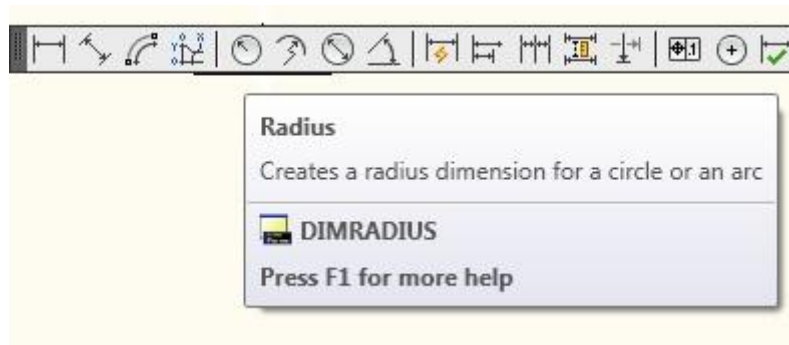
Из палете алатки *Dimension* слика 6.17. помоћу алатке *Linear* слика 6.18. вршимо котирање свих линеарних димензија.

**Слика 6.18.** Алатка Dimension

Напомена: Након што активирамо алатку *Linear* и након што селекујемо димензију коју желимо да искотирамо можемо дефинисати коту као одговор на поруку *Dimension text* у командној линији, слика 6.19.

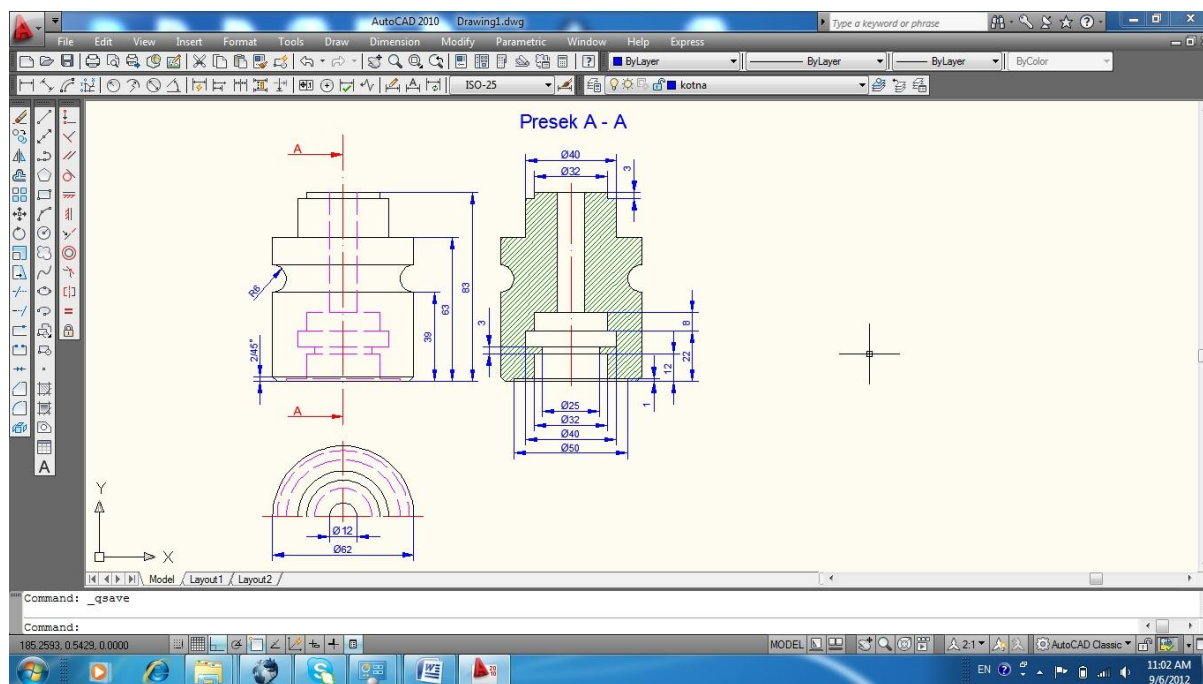
**Слика 6.19.** Dimension text

Уз помоћ алатке *Radius* слика вршимо котирање полупречника преосталих лукова, слика 6.20.

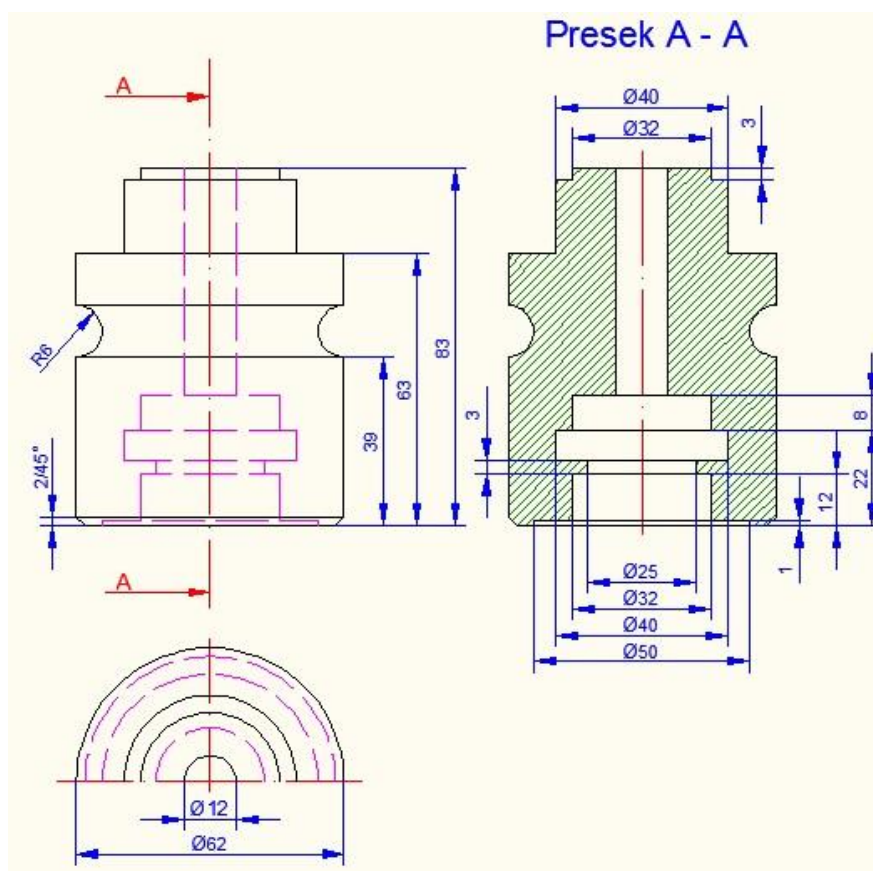


Слика 6.20. Алатка *Radius*

Конечан изглед цртежа модела „Пример 1“ изгледа као на слици 6.21. односно на слици 6.22.



Слика 6.21. Конечан изглед модела „Пример 1“



Слика 6.22. Увеличан приказ модела „Пример 1“

7. Закључак

Једноличност образовног система претрпео је током последње две деценије извесне промене. Оне су наметнуте процесом глобализације који својим развојем интензивно пружа нове могућности савременом човеку. Тако је он био спреман на нове изазове прилагођавајући се несметаном технолошком развоју. Наука о инжењерству је постала мултидисциплинарна, јер су предности настале њеном применом заинтересовале велики број корисника. Све се више говори о мултимедији као о посреднику између човека и његових сазнајних могућности.

Најчешће се мултимедији употребљавају у образовном процесу. Метода подучавања заузима важно место у инжењерству. Веома брзо су препознате повољне и неограничене могућности коришћења компјутерских програма, јер је рад на овај начин дао више резултата. Студенти двадесет првог века су свакодневно окружени мултимедијима, проток информација је бржи и доступнији него раније, па у они примењују у смеру еманципацијског развоја студената, који препознају њен значај. Многе замисли плодносних научника сада су реализоване уз помоћ компјутера који је у себи објединио способности човека. Према томе мултимедији су постали незаменљиво средство размене информација, и усавршавања. Неограничено комбиновање текста, слике, звука и анимације довољно говори о незаменљивој улози коју мултимедији имају у сфери образовања, па тако и у усавршавању будућих инжењера.

Знамо да се савремено пројектовање у инжењерству данас не може реализовати без коришћења техничких помагала, пре свега рачунара. Преседан је направљен појавом CAD софтвера, који је науци омогућио просторно моделирање и олакшано цртање. Данас је AutoCAD, софтверски пакет фирме Autodesk, најчешће коришћени софтвер за дводимензионално цртање и просторно моделирање предмета.

Пошто се заснивају на одређеним правилима која су важећа у целом свету, технички цртежи омогућавају лаку и једноставну интеракцију између аутора и корисника. Они су због тога најчешће примењивани метод у инжењерству јер поседују једну важну особину-једнозначност, и тако пружају релевантне резултате.

На основу обрађених сегмената који сачињавају компјутерски систем обраде техничког рада, лако долазимо до закључка да исти може да оправда функцију којој је намењен и да допринесе побољшању постигнутих и настанку нових постигнућа којима се наука о инжењерству може похвалити од свог настанка па до данас.

8. Литература

- [1] Техничко цртање са компјутерском графиком - скрипта- Лозица Ивановић, Крагујевац 2008.
- [2] Техничко цртање са компјутерском графиком - практикум - Лозица Ивановић, Милан Ерић, Крагујевац 2011.
- [3] Увод у AutoCAD 2010 2D и 3D пројектовање- Alf Yarwood
- [4] Примена мултимедије у савременом образовању-Саша Иванов, Драгиша Станујкић, Бранимир Ђорђевић, Факултет за менаџмент Зајечар
- [5] A comprative study on teachinig method of engineering drawing-Lu Yuming-Nanchang Hangkong University, P. R. China
- [6] CAD/CAM технологије-Горан Девеџић-Крагујевац 2009.
- [7] Техничко цртање- Милан Опалић-Загреб 2002.
- [8] <http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm>
- [9] <http://klikdoznanja.edu.rs/index.php/tehnicke/masinstvo/51-clanak1>
- [10] Моделовање и визуелизација у AutoCAD-у -дипломски рад-ВТШ Крагујевац 2010.