



UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

КОМПЈУТЕРСКЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ
У ДИЗАЈНУ



КОМПЈУТЕРСКЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ДИЗАЈНУ

Проф. др Милан ТОМИЋ

Милан ТОМИЋ



Нови Сад, 2026.



Едиција

Основни уџбеник

Оснивач и издавач едиције

Универзитет у Новом Саду,
Пољопривредни факултет Нови Сад,
Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 8

Година оснивања

1954.

Главни и одговорни уредник едиције

др Ненад Магазин, редовни професор
Декан Пољопривредног факултета Нови Сад

Чланови комисије за издавачку делатност

др Марица Петровић, ванредни професор, председник

др Зорица Срђевић, редовни професор, члан

др Ивана Давидов, редовни професор, члан

др Дејан Беуковић, доцент, члан

др Ксенија Мачкић, ванредни професор, члан

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

xxxx

ТОМИЋ, Милан

Компјутерске технологије у дизајну/ Милан Томић.-Нови Сад: Пољопривредни факултет, 2026;
(Едиција Основни уџбеник/ Пољопривредни факултет, Нови Сад)

Тираж 20.-Библиографија.–Регистри.

ISBN 978-86-7520-690-7

1. Томић, Милан [аутор]

а) Пејзажна архитектура – Компјутерска графика б) Пејзажна архитектура – АутоЦАД

COBISS.SR –ID

Аутор

проф. др Милан Томић

Главни и одговорни уредник

др Ненад Магазин, редовни професор
Декан Пољопривредног факултета Нови Сад

Технички уредник

проф. др Милан Томић

Рецензенти

др Елеонора Десница, редовни професор
Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“ Зрењанин
др Мирко Симикић, редовни професор.
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Издавач

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

Штампа:

Штампарија

Штампање одобрило:

Наставно-научно веће Пољопривредног факултета Нови Сад (одлука број 226/2/19 од 20.02.2026.) а на предлог Комисије за издавачку делатност Факултета

Тираж:

20 примерака

Место и година штампања:

Нови Сад, 2026.

ПРЕДГОВОР

Уџбеник *Компјутерске технологије у дизајну* намењен је студентима друге године основних академских студија смера Пејзажна архитектура, у оквиру истоименог наставног предмета. Његов основни циљ јесте да студентима пружи систематичан и разумљив увод у области компјутерске графике, са посебним нагласком на њену примену у пројектовању, визуелизацији и изради техничке документације.

Компјутерска графика данас представља незаобилазан алат у савременом дизајну и просторном планирању. Међутим, реч је о области која се изузетно брзо развија, непрестано се унапређује и мења, како кроз развој софтверских решења, тако и кроз нове методолошке и технолошке приступе. Због тога је у овој области посебно тешко остати у потпуности актуелан, те овај уџбеник треба посматрати као основу за стицање темељних знања и вештина, али и као подстицај за даље самостално усавршавање и праћење савремених токова.

Садржај уџбеника обухвата основне појмове компјутерске графике, разлику између растерске и векторске графике, као и детаљан приказ примене *CAD* софтвера у изради техничке документације, са практичним примерима рада у програму *AutoCAD*. Градиво је прилагођено потребама студената пејзажне архитектуре, али је истовремено довољно опште и применљиво да може бити од користи и свима који се интересују за области компјутерске графике, техничког цртања и дигиталног дизајна.

Аутор се нада да ће овај уџбеник студентима олакшати савладавање наставног градива, допринети развоју њихове графичке писмености и послужити као поуздан ослонац у даљем стручном и професионалном раду.

Аутор

САДРЖАЈ

1. УВОД У ГРАФИКУ	5
2. КОМПЈУТЕРСКА ГРАФИКА	10
2.1. УВОД	10
2.2. ПОЈАМ	10
2.3. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ	11
2.4. ПРИМЕНА КОМПЈУТЕРСКЕ ГРАФИКЕ	19
2.5. ПОДЕЛА КОМПЈУТЕРСКЕ ГРАФИКЕ	23
3. РАСТЕРСКА ГРАФИКА	28
3.1. УВОД	28
3.2. КООРДИНАТНИ СИСТЕМ У РАСТЕРСКОЈ ГРАФИЦИ	29
3.2.1. <i>Проблем назубљености у растерској графици</i>	30
3.2.2. <i>Проблеми мапирања кордината реалног броја у пикселе</i>	31
3.3. БОЈА ПИКСЕЛА	34
3.3.1. <i>Перцепција боја</i>	34
3.3.2. <i>Модел боја</i>	36
3.3.3. <i>Презентација боја</i>	40
3.3.4. <i>Гамут боја</i>	41
3.3.5. <i>Дубина боја</i>	42
3.4. КВАЛИТЕТ РАСТЕРСКЕ СЛИКЕ	42
3.5. КОМПРЕСИЈА У РАСТЕРСКОЈ ГРАФИЦИ	44
4. ВЕКТОРСКА ГРАФИКА	46
4.1. УВОД	46
4.2. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ	47
4.3. ПРИМИТИВИ	48
4.3.1. <i>2Д геометријски примитиви</i>	48
4.3.2. <i>3Д геометријски примитиви</i>	49
4.4. ГЕОМЕТРИЈСКЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ	50
4.4.1. <i>Трансформације у равни (2Д)</i>	51
4.4.2. <i>Трансформације у простору (3Д)</i>	59
4.4.3. <i>Матричне трансформације у хомогеним координатама</i>	61
5. ГРАФИЧКИ ПРОГРАМИ У ПЕЈЗАЖНОЈ АРХИТЕКТУРИ	64
5.1. УВОД	64
5.2. НЕПРОФЕСИОНАЛНИ ПРОГРАМИ	64
5.2.1. <i>SketchUp</i>	64
5.2.2. <i>Garden Sketcher</i>	68
5.2.3. <i>SmartDraw</i>	72
5.2.4. <i>myGarden Planner (од Gardene)</i>	73
5.2.5. <i>Plan-a-Garden</i>	74
5.2.6. <i>iScape</i>	75
5.2.7. <i>Home Outside</i>	77
5.2.8. <i>Enscape</i>	78
5.2.9. <i>PRO Landscape Home</i>	78
5.3. ПРОФЕСИОНАЛНИ ПРОГРАМИ	79
5.3.1. <i>AutoCAD</i>	80
5.3.2. <i>Dynascape</i>	80
5.3.3. <i>Vectorworks Landmark</i>	83
5.3.4. <i>Lumion</i>	85
5.3.5. <i>VizTerra</i>	86
5.3.6. <i>Realtime Landscape Architect</i>	87

5.4. ОСТАЛИ ПРОГРАМИ	90
5.4.1. ArcGIS	90
5.4.2. Quantum GIS	90
5.4.3. Adobe Creative Suite	91
6. ПРИМЕНА AUTOCAD ПРОГРАМА У ИЗРАДИ ТЕХНИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ	92
6.1. УВОД	92
6.2. РАДНО ОКРУЖЕЊЕ AUTOCAD 2024	93
6.2.1. Основна линија	94
6.2.2. Трака са палетама алата	97
6.2.3. Простор за цртање	100
6.2.4. Командна линија	102
6.2.5. Статусна линија	103
6.3. КОМУНИКАЦИЈА AutoCAD ПРОГРАМА СА КОРИСНИКОМ	109
6.4. ПОЧЕТАК РАДА	111
6.5. КООРДИНАТНИ СИСТЕМ	115
6.6. РАДНИ РЕЖИМ ОРТНО	119
6.7. АЛАТИ ЗА ЗУМИРАЊЕ И ПРЕГЛЕДАЊЕ ЦРТЕЖА	121
6.8. БИРАЊЕ (СЕЛЕКТОВАЊЕ) ЕЛЕМЕНАТА ЦРТЕЖА	123
6.9. АЛАТИ ЗА ЦРТАЊЕ	128
6.9.1. Алати за цртање линија	128
6.9.1.1. Цртање дужи	129
6.9.1.2. Цртање праве	129
6.9.1.3. Цртање зрака	130
6.9.1.4. Цртање глатке криве линије (Spline)	130
6.9.1.5. Цртање слободно ручне линије (линије за скицирање)	133
6.9.1.6. Цртање мултилајн линија (енг. Multiline)	134
6.9.1.6.1. Креирање стила Multiline	134
6.9.1.6.2. Рад са командом MLINE	137
6.9.2. Алати за цртање кругова, елипси и кружних лукова	138
6.9.2.1. Алат за цртање кругова	139
6.9.2.2. Алат за цртање елипсе	140
6.9.2.3. Алат за цртање кружног лука	141
6.9.3. Цртање континуираних линија (Polylines)	142
6.9.4. Цртање многоугаоника (Poligona)	144
6.9.5. Цртање правоугаоника	145
6.9.6. Цртање ревизионих облака (енг. Revision clouds)	147
6.9.7. Цртање тачака (енг. Points)	149
6.9.8. Креирање "Wireout" области на цртежу	150
6.10. АЛАТИ ЗА ИСПУНУ ЗАТВОРЕНИХ ОБЛАСТИ НА ЦРТЕЖУ	151
6.10.1. Испуна затворених области шарама (шрафирање)	151
6.10.2. Испуна затворених области бојом	153
6.11. СВОЈСТВА ОБЈЕКТА (PROPERTIES)	154
6.12. УПОТРЕБА СЛОЈЕВА	156
6.13. ИЗБОР OSNAP ТАЧАКА	162
6.14. АЛАТИ ЗА ИЗМЕНУ И МАНИПУЛАЦИЈУ ОБЈЕКТИМА	170
6.15. ШАБЛОНСКО КОПИРАЊЕ ОБЈЕКТА	182
6.15.1. Rectangular Array	183
6.15.2. Polar Array	184
6.15.3. Path Array	185
6.16. УНОШЕЊЕ ТЕКСТА У ПРОСТОР ЗА ЦРТАЊЕ	186
6.16.1. Подешавање стила текста	187
6.16.2. Команде за једнолинијски и вишеллинијски текст	189
6.16.3. Остале команде за унос текста у палети алатки „Text“	191
6.17. ЦРТАЊЕ ТАБЕЛА У ПРОГРАМУ AUTO CAD	192
6.17.1. Подешавање стила табеле	193

6.17.2. Креирање табеле	196
6.17.3. Прилагођавање уметнуте табеле	197
6.18. УМЕТАЊЕ РАСТЕР СЛИКЕ У AUTOCAD ДОКУМЕНТ	199
6.18.1. Алат за уметање растер слике у AutoCAD	199
6.18.2. Алат за едитовање растер слике у AutoCAD	201
6.19. МЕРЕЊЕ РАСТОЈАЊА, УГЛОВА, ПОВРШИНА И ЗАПРЕМИНА У ПРОГРАМУ AUTO CAD 2024	203
6.19.1. Алати из падајућег менија Measure	204
6.19.2. Остали алати палете Utilities	206
6.20. КОТИРАЊЕ (ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ) ЦРТЕЖА	207
6.20.1. Подешавање стила котирања	207
6.20.2. Алати из палете алатки Dimensions	219
6.20.2.1. Основни алати за котирање	220
6.20.2.2. Алати за редно и паралелно котирање	224
6.20.2.3. Алати за уређење кота	225
6.20.2.4. Остали алати из палете Dimensions	227
6.20.3. Цртање показних линија (енг. Leaders)	228
6.20.3.1. Подешавање стила показних линија	228
6.20.3.2. Команде из палете алатки Leaders	234
6.20.4. Цртање симетралних линија (енг. Centerlines)	234
6.21. ПРИПРЕМА ЗА ШТАМПУ ДОКУМЕНТА У AUTO CAD 2024	235
6.21.1. Простор за штампу	236
6.21.1.1. Штампање цртежа из моделног простора	236
6.21.1.1.1. Подешавање простора за штампу	237
6.21.1.1.2. Подешавање стила штампе	239
6.21.1.2. Штампање цртежа из папирног простора (Layout)	242
7. ЛИТЕРАТУРА	247

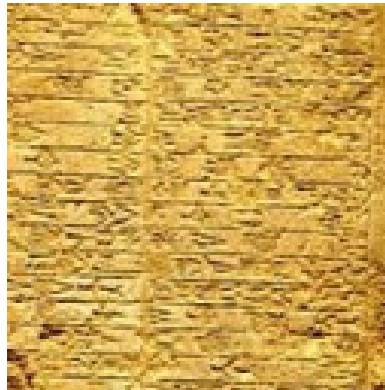
1. Увод у графику

Графика представља један од основних начина визуелне презентације информација, заснован на употреби слика, боја, линија и облика. Као таква, она се сматра једним од најстаријих начина комуникације у људској цивилизацији. Још у праисторијском периоду, пре приближно 45000 година, људи су путем цртежа на зидовима пећина бележили елементе свакодневног живота — отиске руку, приказе животиња, оружја, ловачке сцене и религијске ритуале (сл. 1.1). Ови цртежи не само што сведоче о потреби за изражавањем, већ и о раној улози графике као средства комуникације и очувања колективног памћења.



Сл. 1.1. Слика вепра из 45000 год. п.н.е. пронађена на зиду у пећини Леанг Тедонгге, Индонезија¹

Развој писма представља следећу значајну прекретницу у историји графике. Сумерани², једна од најстаријих цивилизација у Месопотамији, развили су клинасто писмо (око 3300–3000. године п.н.е), систем пиктограма који је омогућио бележење административних, књижевних и верских садржаја (сл. 1.2). Овим је омогућена прецизнија комуникација, чиме је графика добила нову димензију у служби друштва.



Сл.1.2. Клинасто писмо на плочи Идди-Син, краља Сумерума (Sulaimaniya Museum, Ирак)³

¹ Вепар велићине 136 x 54 cm насликан је црвеним пигментом. Поред слике, приказана су такође и два отиска шаке изнад задњих вепрових ногу, као и остаци још две слике. *Извор:* <https://redportal.rs/vesti/9582/otkriven-najstariji-primer-pecinskog-slikarstva-na-svetu-%F0%9F%8E%A8>

² Смештени у плодну долину између река Еуфрата и Тигра, познату као Месопотамија, сумерска цивилизација процветала је захваљујући благодетима плодног тла и водених токова. Насељени око 4500. године пре нове ере, Сумерани су трансформисали своја насеља у градове попут Еридуа, Ура, Урука и Лагасха, чиме су поставили темеље урбаног живота.

³ *Извор:* <https://www.worldhistory.org/image/2100/stela-of-iddi-sin-king-of-simurrum/>

У античким цивилизацијама Грчке и Рима, графика се појављује у облику рељефних украса на керамици, металу и другим предметима (сл. 1.3). Током средњег века, гравирање на металним плочама било је широко коришћено у религијској уметности, пре свега за илустрације у рукописним и штампаним списима. Са појавом штампарства у 15. веку, графика добија значајну улогу у ширењу писане речи, постајући и самосталан уметнички медиј.



Сл. 1.3. Лекит, око 500. године пре нове ере (Археолошки музеј у Атини)

У раздобљу ренесансе и барока, технике као што су гравура и етсаж⁴ достижу врхунац уметничког израза. Уметници попут Албрехта Дирера (1471–1528) и Рембранта ван Рајна (1606–1669) користе ове технике како би створили дела изузетне прецизности и дубине. Током 18. века развија се литографија⁵, која у уметничкој графици уводи камен као нову подлогу за отискивање.

⁴ Етсаж (такође познат као бакропис) је техника графике која укључује дубљење или урезивање линија на бакрену или другу металну плочу, а затим наношење тинте на ту плочу како би се добили отисци на папиру. Ова техника омогућује уметницима да стварају детаљне и прецизне цртеже или илустрације. Велики мајстори, попут Рембрандта, користили су технику етсажа како би стварали своја ремек-дела.

⁵ Литографија је графичка техника равне штампе која као подлогу користи литографски камен са равном површином. На глатку и обрађену површину камена се наноси цртеж, масном литографском кредом, литографским тушем или неким другим масним средством. Површина камена за литографију је порозна, рупичаста и лако прима на себе литографску креду и туш. Након хемијске обраде раствором азотне и фосфорне киселине, површина камена исцртана масним материјалом прима штампарску боју, док површина која није била заштићена и на коју је деловала киселина боју одбија.



Сл. 1.4. *Albrecht Dürer* – фрагмент дубореца „Четири коњаника апокалипсе”

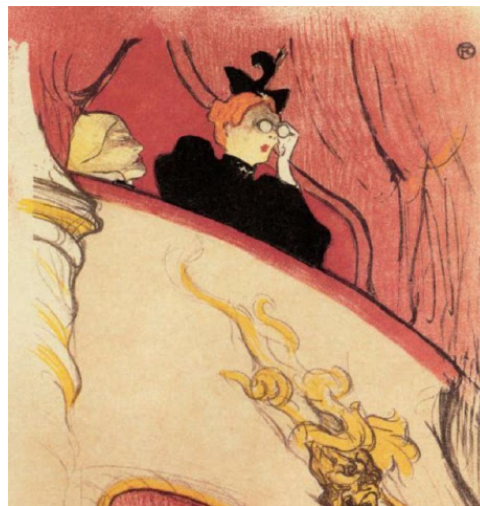


Сл. 1.5. *Rembrandt Van Rijn* – Аутопортрет у капи са широм отвореним очима, бакропис, 1630.

Уметничка графика наставља свој развој и током 19. века, када постаје значајан израз савремене уметности. Илустрације Франсиска Гоје (1746–1828), инспирисане друштвеним и политичким догађајима, као и литографије Анрија де Тулуз-Лотрека (1864–1901), сведоче о великом потенцијалу графике у преношењу емоција, критичког мишљења и индивидуалног израза.



Сл. 1.6. „Сада нема времена“ *Francisco Goya* (1810-1820)⁶



Сл. 1.7. „Лож са позлаћеном маском” *Toulouse-Lautrec* (1893)

⁶ Серија од 82 бакрописа шпанског уметника Франциска Гоје, позната као „Ратне катастрофе“, снажан је подсетник на нехумане последице ратовања. Уместо херојских приказа битака, Гоја је настојао да кроз своје оштре, реалистичне бакрописе пренесе трагичне резултате насилних ратова.

Извор: <https://www.parkwestgallery.com/francisco-goya-disasters-of-war/>

У 20. веку долази до експлозије графичких техника, праћене новим експерименталним правцима и материјалима. Посебан помак настаје са развојем дигиталне технологије, која уводи нове форме и приступе стварању графике. У савременом добу, графика је свеобухватно присутна — у дизајну, маркетингу, визуелним уметностима, па све до интерактивних медија.

Кроз историју, графика се развијала у бројне правце и техничке облике, али је увек задржавала своју основну улогу — визуелни израз и комуникацију идеја. Као ликовна дисциплина, графика подразумева стварање уметничких дела уз примену различитих техника, материјала и алата. Оно што је чини посебном јесте њена изразита флексибилност и способност да се примени на широком спектру подлога.

Графичка дела се не ограничавају само на папир (сл. 1.8а) — уметници често користе стакло, платно, зидове или чак људску кожу као медиј. Стакло (сл. 1.8б) омогућава стварање визуелно јединствених дела заснованих на игри светлости и транспарентности. Платно (сл. 1.8ц) пружа богатство текстура и боја, док зидови (сл. 1.8д) постају платно за мурале и инсталације великих димензија које трансформишу простор.

Посебну форму графике представљају тетоваже (сл. 1.8е), које се директно изводе на кожи и носе лични печат свог аутора и носиоца. Као трајна форма визуелног израза, тетоважа повезује уметност и идентитет, чинећи тело уметничким платном. Различити стилови, боје и технике омогућавају богатство израза, док симболика и индивидуалне приче додају дубину овом облику графике.

Прилагодљивост графике различитим материјалима и контекстима чини је не само трајном, већ и непрестано актуелном уметничком формом. Захваљујући томе, она наставља да се развија, инспиришући нове генерације уметника да истражују границе између традиционалног и савременог, ручног и дигиталног, личног и колективног израза.



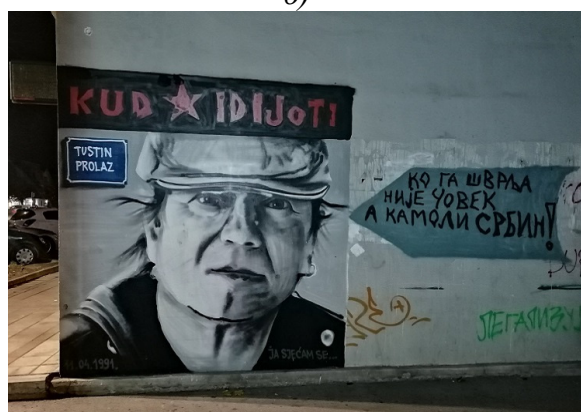
a)



б)



ц)



д)



e)

Сл. 1.8. Различите подлоге на којима је графичким путем исказана нека идеја

Савремена дигитална графика, као резултат развоја информационих технологија, данас заузима централно место у комуникацији, дизајну, уметности, али и у свим аспектима визуелне културе. Она омогућава креирање, обраду и дистрибуцију слике на начине који су били незамисливи у претходним епохама, чиме отвара нове могућности за креативност, иновацију и професионални развој.

2. Компјутерска графика

2.1. УВОД

Компјутерска графика је неизоставни део нашег свакодневног живота. У данашњем добу, тешко је замислити живот без телевизије, интернета, паметних телефона и других уређаја чији дисплеји често привлаче пажњу људи свих узраста. Ови уређаји, било да су у питању телевизори, компјутери или паметни телефони, користе алате и алгоритме компјутерске графике како би приказали слике и информације. Ова технологија је постала невидљиви, али неопходни део наше свакодневице.

2.2. ПОЈАМ

Појам „компјутерска графика“ обухвата широк спектар активности које се односе на стварање и манипулацију слика на компјутеру, укључујући и анимиране слике. Ово подручје, које се непрестано развија, представља спој научних и уметничких дисциплина посвећених визуалној комуникацији путем компјутера и интерактивних уређаја.

Дефинисање компјутерске графике може се сагледати са различитих аспеката. Традиционално, под визуалним аспектом подразумевао се смер комуникације од компјутера ка кориснику, док је комуникација у супротном смеру остваривана путем компјутерског миша и тастатуре. Међутим, последњих година дошло је до значајног унапређења у смеру комуникације од корисника ка компјутеру, омогућавајући компјутеру да прима визуалне податке путем нових уређаја, као што су, на пример, *Kinect*¹ уређаји за праћење покрета.

Појам "компјутерска графика" потиче од *Вилема Фетера* (енг. *William Fetter*, 1928-2002. год), америчког графичког дизајнера. *Фетер* је током 60-тих година

¹ *Kinect* је уређај који је развио *Microsoft*, првобитно за *Xbox* конзолу, а касније је развијена и верзија за компјутере са *Windows* оперативним системом. Главна сврха *Kinect* уређаја је омогућавање интеракције корисника с компјутером или конзолом путем гестова, покрета и гласовних команди, без потребе за физичким контролерима. Основне функције *Kinect* уређаја укључују:

1. *Праћење покрета*: *Kinect* користи инфрацрвену технологију и сензоре дубине како би прецизно пратила покрете корисника. То омогућава корисницима да контролишу игре, апликације или друге интерактивне садржаје помоћу својих тела, без потребе за контролерима.
2. *Препознавање гласа*: Уређај има уграђене микрофоне који омогућавају препознавање гласовних команди. Корисници могу управљати различитим функцијама или покретати апликације користећи вербалне инструкције.
3. *Скенирање простора*: *Kinect* може скенирати околину корисника и детектовати објекте и људе у простору. Ово се често користи у играма или апликацијама које захтевају интеракцију с околином.
4. *Проширена стварност (AR)*: Уређај може комбиновати стварни свет с дигиталним елементима, омогућавајући корисницима да интерагују с виртуелним објектима или информацијама у реалном простору.

Kinect је првенствено развијен за гејмерско тржиште, али се његова технологија данас користи и у другим областима као што су медицина, образовање, забава и индустрија, пружајући иновативне начине интеракције и контроле.

прошлог века увео овај термин како би описао нове методе дизајнирања, коришћене приликом развоја ергономије за кокпит *Boing* авиона. Помоћу компјутера, *Фетер* је креирао низ слика тродимензионалног модела људског тела, чиме је створио први компјутерски генерисани модел људског тела. Овај корак био је темељ за развој дизајна уз помоћ компјутера, познатог као *Computer Aided Design (CAD)*.

Компјутерска графика се бави прављењем модела објеката на сцени и модела осветљења сцене. То укључује стварање геометријског описа објеката и дефинисање начина на који објекти рефлектују светлост. Рад у овој области захтева стварање, складиштење и манипулацију моделима и сликама. Модели могу представљати стварне објекте из различитих домена, укључујући физику, биологију, математику и уметност, а могу приказивати и објекте који не постоје у стварном свету. Сlike које се генеришу могу бити потпуно синтетичке или добијене обрадом фотографија.

Компјутерска графика је кључна у производњи слика, често се користи уз фотографију и телевизију. Њена предност лежи у могућности представљања апстрактних објеката, укључујући податке који немају уграђену геометрију, попут нумеричких резултата експеримената.

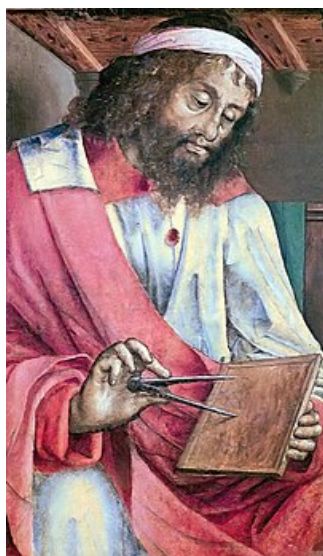
Она је интердисциплинарна, укључује елементе физике за моделовање светлости и извођење симулација за анимације, математике за опис геометрије, људске перцепције за алокацију ресурса и интеракцију између људи и компјутера, графичког дизајна и уметности. Разумевање свих ових аспеката неопходно је за ефикасну комуникацију од компјутера ка кориснику и постизање реалистичних слика.

Све у свему, компјутерска графика има кључну улогу у стварању реалистичних визуалних представа и постаје неопходна у различитим областима, укључујући филм, дизајн, архитектуру, индустријски дизајн, игре и многе друге.

2.3. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Историја компјутерске графике има дубоке корене у уметничким и математичким открићима која сежу уназад кроз векове. Темељи ове дисциплине постављени су захваљујући раду неких од најзначајнијих мислилаца у историји, чија су дела оставила дубок печат на развој компјутерске графике. Један од пионира у овом контексту био је *Еуклид*², чији су основни аксиоми геометрије, поставили чврсте темеље за графичке појмове. Његова математичка анализа простора и облика била је од суштинског значаја за разумевање графичких принципа.

² *Еуклид*, грчки математичар који је живео у 3. веку пре нове ере, сматра се једним од најзначајнијих математичара у историји. Најпознатији је по својим доприносима геометрији, посебно по својој монументалној збирци доказа и теорема познатој као "*Елементи*". Рођен у Античкој Грчкој, *Еуклид* је био оснивач школе математике у Александрији, центру образовања и науке тог доба. "*Елементи*", његово најпознатије дело, садржи систематичан приказ основних принципа геометрије, укључујући аксиоме, дефиниције, постулате и теореме. Ово дело је оставило неизбрисив утицај на развој математике и образовања, и било је основни уџбеник у математици током више од 2000 година. Поред тога, *Еуклид* је допринео и другим областима математике, укључујући теорију бројева и оптику. Његова дела и идеје су инспирисала многе математичаре и научнике кроз векове, што га чини једним од стубова класичне математике и једним од најутицајнијих мислилаца у историји људске мисли.



Сл. 2.1. Еуклид



Сл. 2.2. "Свето тројство" (1425-1427) аутора Masaccio коришћењем Brunelleskijevog система перспективе

У ренесансном периоду, *Filipo Brunelleski*³, архитекта, златар и кипар, истакао се пионирским коришћењем перспективе. Његови радови су револуционарно допринели начину на који људи перципирају и представљају простор у уметности.

*Rene Descartes*⁴, развио је аналитичку геометрију, укључујући координатни систем. Овај математички оквир омогућио је прецизно дефинисање положаја и облика објеката у сцени, пружајући основу за касније компјутерске моделе.

³ *Filipo Brunelleski* (1377. - 1446.) био је италијански ренесансни архитекта и иноватор чији су радови оставили неизбрисив траг на архитектури и инжењерингу. Рођен у Фиренци, *Brunelleski* је био један од најзначајнијих протагониста фирентинске ренесансе. Његова најпознатија достигнућа укључују пројектовање куполе *Katedrale Santa Maria del Fiore* у Фиренци, једног од највећих достигнућа ренесансне архитектуре. Купола је била револуционарна по својој величини, конструкцији и иновативним техникама градње. *Brunelleski* је користио комбинацију опеке, ланаца и решетки ради подршке огромној куполи, а његова генијална решења омогућила су изградњу без коришћења дрвених шалунга или скела, што је био огроман технички изазов у то време. Поред тога, *Brunelleski* је био и врсни инжењер. Конструисао је хидрауличне машине, попут бродских дизалица, које су биле од кључне важности за транспорт материјала током изградње катедрале. Такође је био познат по својим оптичким експериментима и проучавању линеарне перспективе, што је имало значајан утицај на сликарство ренесансе. *Brunelleskijevi* радови не само да су обележили архитектуру и инжењеринг свог времена, већ су и оставили трајан утицај на касније генерације архитеката, инжењера и уметника, чинећи га једним од најзначајнијих протагониста ренесансе.

⁴ *Rene Descartes* (1596. - 1650.) био је француски филозоф, математичар и научник који је један од најутуцајнијих мислилаца у историји западне филозофије. Једно од *Descartesovih* најпознатијих дела је "*Медитације о првој филозофији*", у којима је развио своју славну методу сумње. У овим медитацијама, *Descartes* је поставио темеље модерног рационализма, тврдећи да се истина може достићи искључиво кроз разум и чисто мишљење, независно од чула и искуства. Можда је најпознатија *Descartesova* изјава "*Cogito, ergo sum*" ("Мислим, дакле јесам"), којом је нагласио своје уверење у постојање сопственог ума као основне чињенице егзистенције. Ова изјава постала је кључна тачка његовог филозофског система, истичући важност рационалне самосвести као основе људског знања. Поред филозофије, *Descartes* је



Сл. 2.3. *Filipo Brunelleski* (1377. - 1446.)



Сл. 2.4. *Rene Descartes* (1596. - 1650.)

У седамнаестом и осамнаестом веку значајан допринос су дали *Gottfried Wilhelm Leibniza*⁵ и *Isaac Newton*⁶, који су истовремено поставили темеље диференцијалном рачуну. Ова математичка дисциплина омогућила је строго описивање динамичких система, што је кључно за симулацију кретања објеката у компјутерској графици.

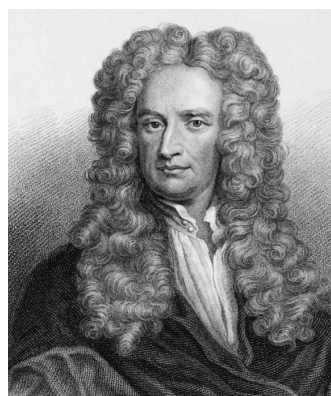
допринео и математици, посебно развојем координатног система и аналитичке геометрије. Његово дело "*Геометрија*" сматра се темељем модерне математичке дисциплине.

⁵ *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646. - 1716.) био је немачки филозоф, математичар, логичар и научник чија су дела обухватила широк спектар дисциплина и чији су доприноси оставили дубок и трајан утицај на развој модерне филозофије, математике и науке. Један од *Leibnizovih* најпознатијих доприноса је развој диференцијалног и интегралног рачуна. Ово је имало значајан утицај на развој математике, физике и инжењеринга. *Leibnizova* филозофија такође је имала дубок утицај на развој западне мисли. Његова идеја монаде, основне јединице стварности која је била духовна, бесконачна и недељива, допринела је развоју његове метафизике и теорије сазнања. *Leibniz* је такође развио концепте о принципу најбољег могућег света и предрасуде, што је имало дубок утицај на етику и филозофију религије. Поред тога, *Leibniz* је био познат и по свом раду у логици, језику и теорији сазнања. Његово дело укључивало је развој формалне логике и метафизичких система, као и рад на унапређењу међународних односа и дипломатије.

⁶ *Isaac Newton* (1642. - 1727.) био је енглески физичар, математичар, астроном и филозоф чији су радови означили прекретницу у науци и дубоко утицали на развој модерног разумевања физике и света око нас. Његово најпознатије дело, "*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*" (Математички принципи природне филозофије), објављено 1687. године, представља темељ класичне механике и *Newtonova* три закона кретања. Овај монументални рад дефинисао је законе гравитације и показао како се примењују на кретање тела у свемиру, отварајући пут разумевању динамике планета, звезда и других небеских тела. Поред тога, *Newton* је допринео и развоју математике, посебно диференцијалног и интегралног рачуна. Његова метода за решавање проблема, названа *Newtonova metoda*, и његова формулација инфинитезималног рачуна (грана математике која се бави функцијама, изводима, интегралима, лимесима и бесконачним низовима), поставила су темеље за развој модерне математике и физике. *Newton* је такође био пионир у области оптике, проучавајући природу светлости и развијајући теорију боја. Његова експериментална истраживања и теоријски радови на декомпозицији светлости, рефлексији и лому светлости су унапредили разумевање оптичких феномена.



Сл. 2.5. *Gottfried Wilhelm Leibniz*
(1646. - 1716.)

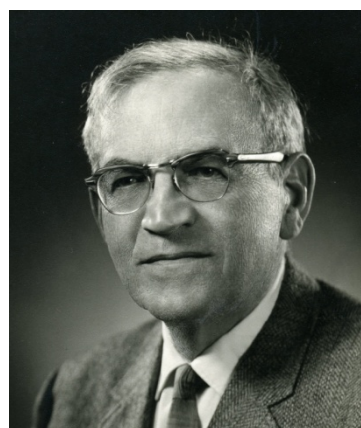


Сл. 2.6. *Isaac Newton* (1642. - 1727.)

*James Joseph Sylvester*⁷, оставио је свој траг у обликовању матричних записа, која се показала веома корисном у алгоритмима компјутерске графике. Његова достигнућа допринела су развоју математичких техника коришћених у моделирању и манипулацији графичких објеката. *Isaac Jacob Schoenberg*⁸ придружује се овом низу значајних имена, откривајући *spline* криве. Ове криве играју кључну улогу у креирању глатких и флексибилних облика у компјутерској графици, посебно у области моделирања и анимације.



Сл. 2.7. *James Joseph Sylvester*
(1814. - 1897.)



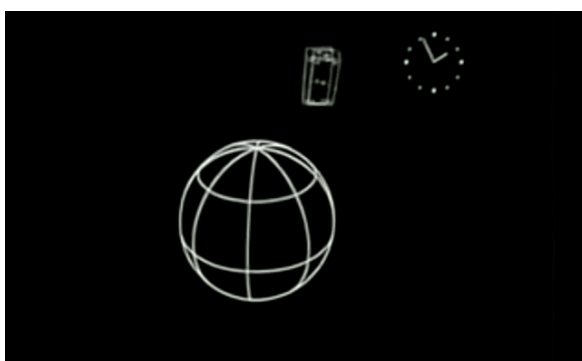
Сл. 2.8. *Isaac Jacob Schoenberg*
(1903. - 1990.)

⁷ *James Joseph Sylvester* (1814. - 1897.) био је британски математичар који је оставио значајан траг у различитим областима математике, укључујући теорију бројева, алгебру и геометрију. Његови радови допринели су развоју бројних математичких дисциплина и имали су дубок утицај на даљи развој математике. *Sylvester* је познат по својим доприносима у теорији инваријаната, теорији матрица и групама. Такође је играо кључну улогу у развоју теорије симетричних функција.

⁸ *Isaac Jacob Schoenberg* (1903. - 1990.), био је математичар аустријског порекла који је оставио значајан траг у областима нумеричке анализе, геометрије и математичке физике. *Schoenberg* је најпознатији по свом раду у области интерполације и апроксимације функција, где је развио *Schoenbergove* интерполационе сплајнове. Ови сплајнови су били важни за нумеричке методе и математичку анализу, пружајући ефикасне начине за апроксимацију сложених функција. Поред тога, *Schoenberg* је био пионир у развоју теорије B-splajnova, која је постала кључна у областима као што су компјутерска графика, CAD/CAM дизајн и интерполација кривих и површина. *Schoenberg* је такође допринео и геометрији, посебно теорији конвексних тела и конвексних функција, где је истраживао својства конвексних просторних фигура и њихових генерализација.

Ови темељи, постављени кроз векове, представљају драгоцен допринос развоју компјутерске графике, стварајући основу за математичке и уметничке принципе који данас обликују нашу дигиталну стварност.

У другој половини 20. века, посебно током шездесетих година, догодили су се значајни пионирски тренуци у развоју компјутерске графике, постављајући чврсте основе за даљи напредак ове дисциплине. *Edward Zajac*⁹ из *Bell Labs*¹⁰ створио је први компјутерски анимиран филм "*Two-Gyro Gravity-Gradient Attitude Control System*" 1963. године, означавајући почетак коришћења компјутера за стварање анимација (сл. 2.8).



Сл. 2.8. Сцена из првог компјутерски анимираног филма "*Two-Gyro Gravity-Gradient Attitude Control System*" 1963. год.¹¹

Истовремено, *Larry Breed* са *Stanford University* развио је први програмски језик компјутерске анимације (MACS), отварајући нове хоризонте у креирању и контроли анимираних садржаја. *Steve Russell* на МИТ-у креирао је прву видео игру "*Spacewar*"¹²

⁹ *Edward Zajac* је режирао и продуцирао један од првих компјутерски генерисаних филмова у *Bell Labs*-у 1963. године, који је показао да се сателит може стабилизovati тако да док кружи увек има страну окренуту ка Земљи. Оквири су програмирани у *FORTRAN*-у и генерисани од стране главног компјутера *IBM 7090* (од 1959. год.). *Stromberg-Carlson 4020* микрофилмски снимач (производи *General Dynamics/Electrics*, Сан Диего/Калифорнија, од 1959. год.) представљао је и чувао резултате.

¹⁰ *Bell Labs*, скраћеница од *Bell Telephone Laboratories*, био је истраживачки и развојни центар који је био део Америчког телефонског и телеграфског система (AT&T) током већег дела 20. века. Основан 1925. године као лабораторија америчког телефонског гиганта, *Bell Labs* је био једно од најважнијих места за иновације у области телекомуникација, електронике, рачунарства и многих других научних дисциплина. *Bell Labs* су били познати по својим бројним иновацијама и проналасцима. Неки од најпознатијих су: развој транзистора 1947. године, који је изазвао револуцију у електроници и отворио врата за развој модерних компјутера; развој првог комерцијално употребљивог соларног панела 1954. године; развој ласерског снопа 1958. године, који је касније постао основа за многе модерне технологије, укључујући оптичке комуникације и CD/DVD технологију. Поред тога, истраживачи *Bell Labs-a* су били познати по својој сарадњи са академским институцијама и другим компанијама широм света. Њихови истраживачи су освојили многе Нобелове награде и друге престижне награде за свој рад у различитим научним дисциплинама.

¹¹ Извор: <https://computeranimationhistory-cgi.jimdofree.com/simulation-of-a-two-gyro-gravity-gradient-attitude-control-system-1963/>

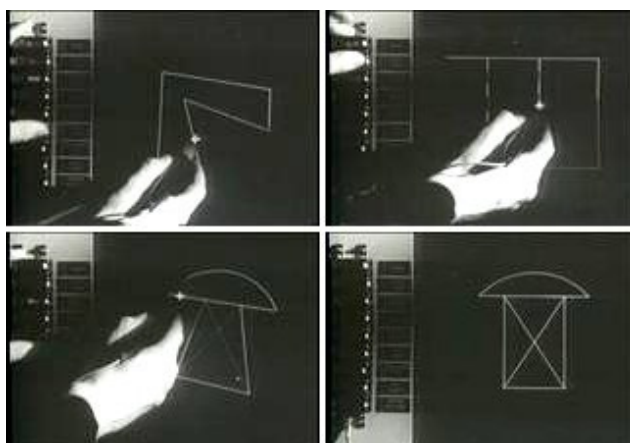
¹² "*Spacewar*" је био револуционарни пројекат који је демонстрирао способности компјутера тог времена и био је први пут када су се корисници могли директно интерактивно играти користећи компјутер.

1962. године, постављајући темеље за развој видео игара и интерактивне компјутерске забаве.



Сл. 2.9. Сцена из прве видео игре "Spacewar", 1962. год.¹³

Убрзо након тога, *Ivan Sutherland*¹⁴ са МИТ-а представио је револуционарни програм "Sketchpad" 1963. године, први интерактивни програм за цртање који је омогућио директну комуникацију корисника са компјутером путем графичког интерфејса (први систем који је омогућио корисницима да интерактивно цртају и манипулишу објектима на екрану користећи светлосну оловку).



Сл. 2.10. *Ivan Sutherland* демонстрира рад програма "Sketchpad", 1963. год.¹⁵

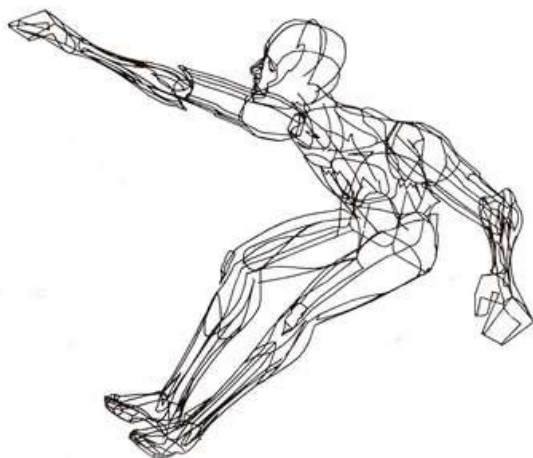
*William Fetter*¹⁶, дизајнер у *Boeing*, створио је први компјутерски модел људског тела 1964. године, често називан "Boeing Man", постављајући основе за реалистичне симулације фигура.

Игра је била инспирисана научно-фантастичним филмовима и представљала је два свемирска брода која се боре један против другог у космичком окружењу.

¹³ Извор: <https://en.wikipedia.org/wiki/Spacewar!>

¹⁴ *Ivan Sutherland* је амерички компјутерски научник и инжењер. Био професор на неколико универзитета, укључујући Харвард и *Caltech*. Познат је по својим револуционарним доприносима у области компјутерске графике и интерактивног рачунарства. Рођен 1938. године, *Sutherland* је пионир у развоју компјутерских система и технологија које су касније постале основа модерног рачунарства. *Sutherland* је развио и концепт компјутерских система за виртуелну реалност, радећи на пројектима као што је "Sword of Damocles" 1968. године, један од првих уређаја за виртуелну реалност.

¹⁵ Извор: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sketchpad>



Сл. 2.11. Први компјутерски модел људског тела, "Boing Man" 1964. год.



Сл. 2.12. Демаклов мач (енг. *Sword of Damocles*) је био надимак за први екран на глави, изграђен 1968. год.¹⁷

Ivan Sutherland развио је први наглавни приказник 1968. године, кључан за визуелну интеракцију између корисника и компјутера.

У 1968. години, *Art Appel* имплементирао је први алгоритам праћења зрака, корак ка постизању реалистичнијих визуалних ефеката. Такође, у *Bell Labs*-у 1969. године, створен је први сликовни међуспремник (енг. *buffer*) од 3 бита (8 нијанси боја), побољшавајући ефикасност руковања графичким подацима.

Осамдесете су обележиле појаву моћних *SGI* компјутера¹⁸, омогућавајући 3Д компјутерску графику и стварање првих компјутерски генерисаних филмова. У овом периоду су персонални компјутери, попут *Commodore Amiga* (сл. 2.13) и *Macintosh* (сл. 2.14), постали озбиљни алати за графички дизајн.

¹⁶ *William Fetter* био је амерички дизајнер и инжењер познат по томе што је увео концепт "хуманизације" компјутерских интерфејса. Рођен 1928. године, *Fetter* је радио у компанији *Boeing* од 1951. године, где је играо кључну улогу у развоју авионских система и технологије.

¹⁷ Извор: <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2516729&seqNum=2>

¹⁸ *SGI* компјутер означава компјутер произведен од стране компаније *Silicon Graphics, Inc.* (*SGI*). *Silicon Graphics* је била америчка компанија специјализована за производњу радних станица и сервера са високим перформансама, посебно дизајнираних за графичке и компјутерски интензивне задатке. Назив "*SGI компјутер*" односи се на компјутере произведене од стране ове компаније, а често су били коришћени у областима попут компјутерске графике, визуализације података, научних истраживања и анимација. *SGI* компјутери су се посебно истицали по својој моћи у обради графике и 3Д симулацијама, чиме су допринели развоју индустрије компјутерске графике.



Сл. 2.13. Commodore Amiga 500



Сл. 2.14. Macintosh (IBM)

Током деведесетих, 3Д графика је процветала у играма, анимацији и мултимедији. Њен продор означио је први дугометражни компјутерски генерисани анимиран филм *"Toy Story"* (1995) као и прво издање *"Quake"*¹⁹ (1996) као прекретницом у развоју видео игара. Данас, компјутерска графика се дефинише као научна и уметничка дисциплина визуалне комуникације путем компјутера, са широким спектром интердисциплинарности која укључује физику, математику, дизајн, уметност и интеракцију између људи и компјутера.



Сл. 2.15. Прича о играчкама (енг. Toy story) први дугометражни компјутерски генерисани цртани филм



Сл. 2.16. Видео играца *"Quake"* из 1996. године

¹⁹ *"Quake"* је популарна видео игра из 1996. године, која је развијена и издана од стране *ID Software*-а, студија за развој видео игара. Једна од кључних карактеристика *"Quake"*-а била је његова револуционарна графичка технологија, која је укључивала потпуно тродимензионални свет с текстурама високе резолуције, динамичним осветљењем и реалистичним ефектима. Ово је омогућило изванредно искуство играња за то време и поставило темеље за каснији развој 3Д игара. *"Quake"* је такође био пионир у онлине мултиплејер играма, са својим напредним мрежним функцијама које су омогућавале играчима да се боре једни против других у реалном времену преко интернета. Ова иновација је значајно допринела популаризацији мултиплејер акционих игара и поставила темеље за будуће онлине гејминг заједнице.

2.4. ПРИМЕНА КОМПЈУТЕРСКЕ ГРАФИКЕ

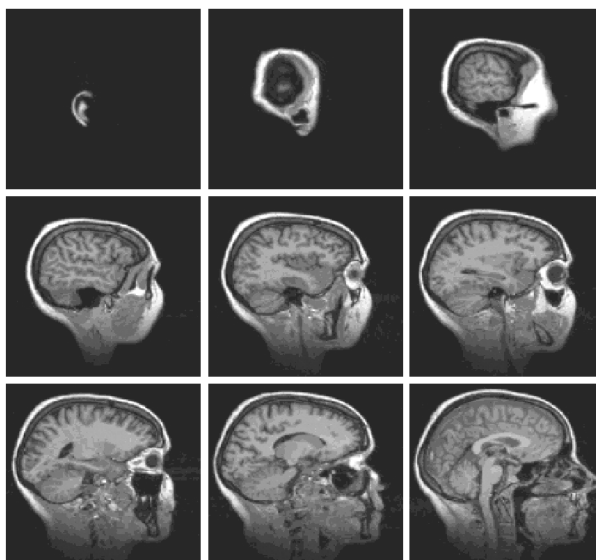
Компјутерска графика, као неизоставни део савременог друштва, има широку примену у биологији, урбанизму, архитектури, презентационим графикама, уметности, забави, технологији штампе, медицине, науци и многим другим областима. Примери примене компјутерске графике су свуда око нас:

- Видео игре су постале права уметничка дела, са способношћу да прикажу милионе полигона²⁰ у секунди, пружајући корисницима доживљаје високог квалитета. Специјални ефекти у видео играма постали су толико аутентични да их је понекад тешко разликовати од стварности, што је значајно допринело популарности “гејминг” индустрије.



Сл. 2.17. Сцена из видео игре “Chivalry II”²¹

- У медицини, компјутерска графика омогућава визуализацију комплексних података о пацијентима, пружајући лекарима слике које олакшавају дијагнозу и планирање третмана.



Сл. 2.18. Подскуп слика добијених магнетном резонанцом²²

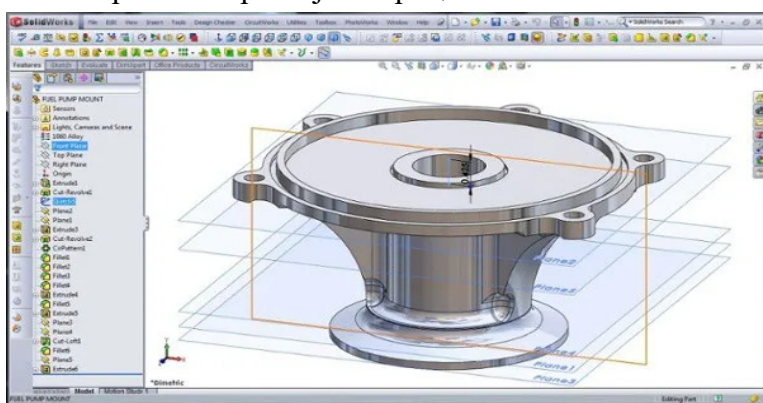
²⁰ Полигон је затворена многоугаона линија. У компјутерског графичи најчешће представља геометријски облик састављен од троуглова и четвороуглова које компјутер може најбрже нацртати.

²¹ Извор: <https://www.airband.co.uk/upcoming-video-game-releases-for-june-2021/>

²² Извор: <https://www.inf.pucrs.br/~manssour/Publicacoes/tutorial-cg&m.pdf>

2. Компјутерска графика

- Дигитални фотоапарати и камере бележе огроман број тачака (пиксела), омогућавајући прецизно документовање и анализу информација у различитим областима, од истраживања до уметности.
- Компјутерска графика се користи у области комерцијалне уметности, за генерисање телевизијских и рекламних материјала.
- У инжењерском дизајну, алати попут *Computer-Aided Design (CAD)* и *Computer-Aided Manufacturing (CAM)* револуционарно су променили начин пројектовања и производње. Наиме, компјутерска графика омогућава инжењерима да креирају и симулирају производе пре физичке производње, чиме се смањује време и трошкови развојног процеса.



Сл. 2.19. Компјутерски дизајниран машински елемент



Сл. 2.20. Компјутерски потпомогнуто пројектовање дрвета²³

- Једна од можда најзначајнијих примена компјутерске графике јесте у области графичких корисничких интерфејса (*GUI*) на различитим уређајима. Графички кориснички интерфејси омогућавају природнију и лакшу комуникацију са компјутером путем парадигме покажи и кликни (енг. *point and click*). Ова врста комуникације заменила је традиционално уписивање команди, чинећи компјутере и уређаје приступачнијим корисницима различитих нивоа стручности.



Сл. 2.21. Примена графичких корисничких интерфејса (*GUI*) на различитим уређајима

- Симулације и тренинзи, као још једна област примене компјутерске графике, користе се за обуку људи у реалистичним условима, без стварне опасности. То је нарочито важно у ситуацијама где је безбедност од суштинског значаја, попут симулација вожње, летења или ситуација борбе са ватром.

²³ Извор: <https://www.pngegg.com/en/png-pgrcu>



Сл. 2.22. Примена компјутерске графике на симулаторима летења²⁴



Сл. 2.23. Симулатор намењен обуци радника на комбајну John Deere

- У филмској индустрији, компјутерска графика је постала неопходан алат за стварање специјалних ефеката, фантастичних светова и анимација. Филм "Прича о играчкама" из 1995. године био је пионир у потпуној употреби компјутера за стварање анимација, постављајући нове стандарде у филмској продукцији. Данас, готово сваки филм, музички спот или телевизијска емисија користи компјутерску графику како би постигао висок ниво визуелне атрактивности.



а)

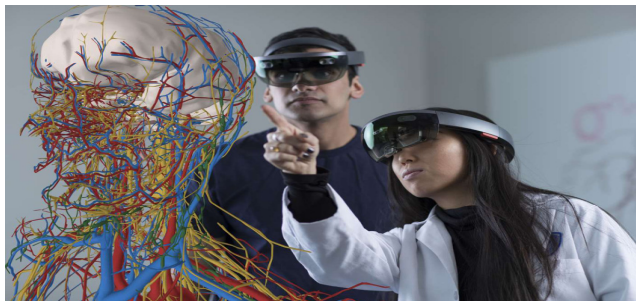
б)

Сл. 2.24. Примена компјутерске графике у филмској индустрији
а-снимак камере на сету, б-компјутерски обрађен и генерисан снимак камере са сета

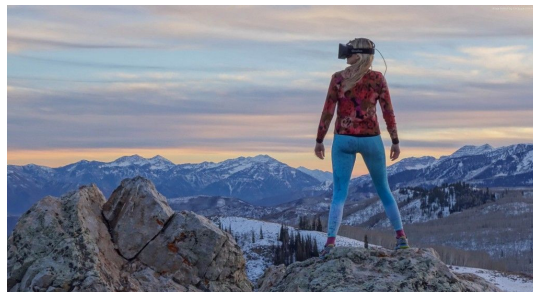
- Развој доживљаја виртуелне реалности и проширене стварности додатно су проширили поље примене компјутерске графике. Виртуална реалност пружа корисницима доживљај потпуног урањања у дигитални свет, док проширена стварност омогућава преклапање дигиталних информација са физичким светом. У индустрији, проширена стварност омогућава техничарима да

²⁴ Помаже у обуци пилота авиона. Пилоти проводе већи део своје обуке не у правој летелици, већ на земљи уз команде симулатора летења. Предности: уштеда горива, сигурност, способност упознавања корисника са великим бројем светских аеродрома

приступе упутствима корак по корак током поправки, чиме се убрзава процес и смањује могућност грешке, гарантујући виши квалитет услуге. Ове технологије обећавају даљи напредак и унапређење у многим секторима, чинећи компјутерску графику још неопходнијом у модерном друштву.



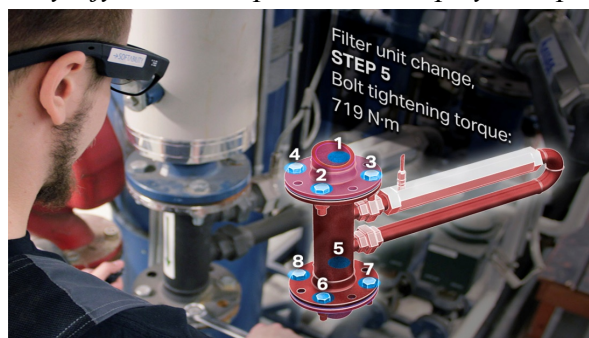
Сл. 2.25. Примена виртуалне реалности у обуци студената у областима које би тешко било сагледати у реалном свету



Сл. 2.26. Промоција туристичких дестинација путем виртуалне реалности²⁵



Сл. 2.27. Приказ слике “Мона Лиза” Леонарда да Винчија (*Mona Lisa: Beyond the Glass*) у париском музеју Louvre коришћењем виртуалне реалности²⁶



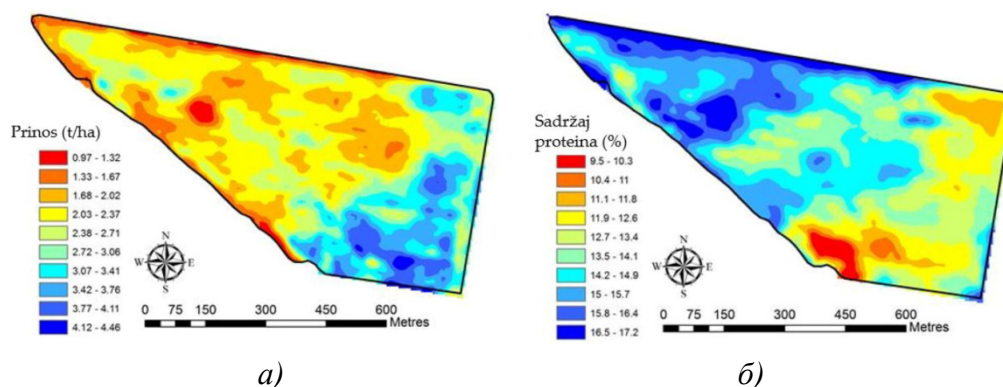
Сл. 2.28. Приказ склопа филтера путем проширене стварности²⁷

²⁵ Приказ виртуалне реалности компаније *Travel World VR* омогућава корисницима да, уместо да читају рецензије или прегледају различите брошуре, доживе дестинацију са видео искуством од 360° и пратећим звучним ефектима.

²⁶ Приказ слике у оквиру виртуалне реалности омогућава посетиоцима музеја да откривају детаље о слици као што је текстура дрвене плоче или њена промена током времена.

²⁷ Проширена стварност омогућава техничарима да прате поступак монтаже/демонтаже склопова у ралном времену.

- Ова технологија такође се користи за визуализацију великог броја информација у оквиру научних, инжењерских и сличних пројеката, у креирању временских прогноза, дизајнирању архитектонских пројеката, интерпретацији комплексних података и многим другим областима. Тако на пример, архитекта је у могућности да истражи алтернативно решење за проблеме дизајна на интерактивном графичком окружењу. На овај начин могу да тестирају многа решења која не би била могућа без компјутера. Такође, коришћењем софистицираних софтверских алата за обраду података и визуализацију, могуће је интерпретирати и детаљно анализирати просторне податке сакупљене са сензора пољопривредних машина (сензори на комбајнима могу прикупљати податке о приносу зрна док се жетва обавља), а затим се ти подаци могу унети у софтвер који ће их графички приказати на карти парцеле. Ови просторни прикази омогућавају пољопривредницима да идентификују зоне високих и ниских приноса, као и варијације у квалитету зрна (нпр. садржај протеина у зрну). На основу ових информација, могу се донети одлуке о оптималном распореду ђубрива, наводњавања и других агротехничких мера како би се максимизирао принос и квалитет усева.



Сл. 2.29. Приказ мапе приноса (а) и садржаја протеина (б) у зрну на пољу од 40 ha²⁸

- Урбанисти и саобраћајни инжењери користе компјутерски генерисане мапе које приказују податке корисне за њих у њиховом раду на планирању.
- Компјутерска графика се користи у развоју образовног софтвера за израду компјутерски потпомогнуте наставе.

Способност компјутерске графике да створи визуелне репрезентације комплексних информација чини је кључном технологијом која обликује нашу свакодневицу и мења начин на који користимо информације у дигиталном добу.

2.5. ПОДЕЛА КОМПЈУТЕРСКЕ ГРАФИКЕ

Подела компјутерске графике може се извршити на основу различитих критеријума, као што су:

²⁸ Извор: Костић М. Прецизна пољопривреда, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, 2021.

- **Интерактивна и неинтерактивна графика:** је основна поделу у свету компјутерске графике.

✓ *Интерактивна графика* омогућава корисницима да активно учествују у процесу стварања и измене слика или анимација. Динамичан приказ слике, преко одговарајућег интерфејса, омогућава људима, као што су дизајнери или играчи, да одмах виде резултате својих акција. Интерактивна графика пружа могућност да се слика мења у реалном времену, што је кључно за дизајн, игре и друге области где је тренутна повратна информација од суштинског значаја.



Сл. 2.29. Интерактивна графика симулатора за обуку руковоаца машинама John Deere

✓ *Неинтерактивна графика* представља сликовне информације које се не мењају током интеракције корисника. Сlike су статичне и пружају једносмерну комуникацију од компјутера ка кориснику. Корисник има ограничену или никакву контролу над приказаном сликом. То се често сусреће у пасивним медијима попут телевизије, где корисник може само посматрати генерисану слику.

- **2Д и 3Д Графика:** 2Д графика односи се на равни приказ слике, док се 3Д графика односи на тродимензионални приказ слике.

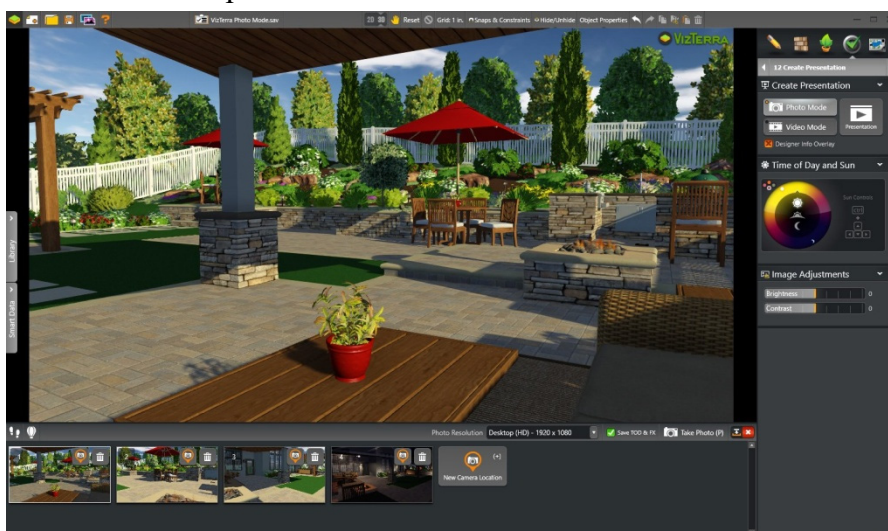
✓ 2Д компјутерска графика обухвата цртеже, слике, иконе, инфографике²⁹ и други дводимензионалне визуалне елементи који се обично приказују на равним површинама. У 2Д графици могуће је коришћењем осветљења, сенки, боја и облика дочарати тродимензионални свет. Фотографије су пример дводимензионалних слика, али врло верно приказују тродимензионални свет. Ипак, ово није тродимензионална графика јер бележи тренутак и не омогућава посматрање објекта из различитих углова.

²⁹ Инфографика је један од алата маркетинга који је настао као потреба да се статистички подаци и информације, комбиновањем слика и текста, учине прегледним и што је још важније, визуелно интересантним. Инфографика исто тако помаже разумевању и лакшем памћењу сложених информација као и прегледном представљању резултата истраживања, анкета и сл.



Сл. 2.30. 2Д приказ уређења дворишног простора

✓ 3Д компјутерска графика односи се на моделирање тродимензионалних објеката и простора који се користе у анимацији, видео играма и филмској индустрији. 3Д графика подразумева да се слике састоје од објеката у виртуелном простору у меморији компјутера. Слика која ће бити приказана зависи од просторних односа између ових објеката и угла посматрања. У 3Д графици не говори се о сликама, већ о просторима. С обзиром на то да су готово сви широко распрострањени уређаји за приказивање компјутерски генерисане графике дводимензионални, чак и 3Д светови морају бити прилагођени за дводимензионални приказ.



Сл.2.31. 3Д приказ уређења дворишног простора

- **Векторска и растерска графика** чине две основне категорије компјутерске графике, а њихова подела произлази из различитих приступа креирању слика.

✓ *Векторска графика* користи геометријске објекте као градивне елементе, укључујући праве и криве линије, отворене и затворене облике, испуњене и

неиспуњене геометријске облике. Ови објекти се могу слободно преклапати, прекривати или уклапати како би формирали слику. Векторска графика омогућава промене у распореду, облику и величини објеката без губитка квалитета слике. Често се користи у CAD програмима, алатима за дизајнере и уопште тамо где се захтева прецизност и лака модификације слика.

✓ *Растрска графика* као основни градивни елемент слике користи пиксел (тачку). Сваки пиксел представља најмању јединицу слике са својом јединственом вредношћу боје и/или интензитета осветљености. Растрска слика се састоји од мреже пиксела, где сваки пиксел доприноси формирању слике са одређеном нијансом боје. Ова врста графике често се користи за реалистично приказивање сцена, као што су фотографије. Програми попут Adobe Photoshop, Corel Photopaint и MS Paint користе се за рад са растрском графиком.

Различити типови графичких формата користе се у овим категоријама. Векторски формати попут *ai*, *eps* и *cdr* често се користе за чување векторских слика, док су растрски формати као што су *jpg/jpeg*, *tiff*, *png*, *gif*, *bmp* и *psd* типични за растрске слике.

С обзиром на природу векторске графике која се ослања на математичке формуле за описивање објеката, овај формат је идеалан за илустраторе, дизајнере и веб дизајнере. Са друге стране, растрске слике се користе тамо где је потребно постићи висок ниво детаља и реализма, као што је случај са фотографијама.

- **Реалистична и Апстрактна графика:** главна разлика лежи у њиховом приступу приказу света:
 - ✓ *Реалистична графика* настоји да прикаже свет или објекте на начин који одговара стварном свету. Ова врста графике тежи да буде што вернија природи или реалности, користећи детаље, текстуре, осветљење и сенке како би створила илузију стварности. Реалистична графика се често користи у уметности, дизајну, филму, видео играма и другим медијима како би се постигао ефекат који је што сличнији стварном свету;
 - ✓ *Апстрактна графика* не тежи приказу стварног света или објеката на реалистичан начин. Уместо тога, апстрактна графика користи геометријске облике, линије, боје и обрасце како би изразила идеје, емоције или концепте. Ова врста графике може бити слободнија и отворенија за интерпретацију, често се користи за експериментисање, изражавање апстрактних концепата или стварање уметности која се фокусира на форму, боју и текстуру уместо на реалистичан приказ.
- **Статичка и Динамичка графика:** главна разлика лежи у томе да ли се њен садржај мења током времена или у одговору на корисничку интеракцију:
 - ✓ *Статичка графика* је врста графике која не мења свој садржај током времена. То значи да слика остаје иста и непромењена без обзира на то колико дуго је посматрате или како интерагујете с њом. Статичка графика се обично користи за приказивање статичних сцена, слика, илустрација или дизајна који не захтевају анимацију или промене током времена;
 - ✓ *Динамичка графика* се односи на графику која се мења током времена или у одговору на интеракцију корисника. Ова врста графике може укључивати анимацију, интерактивне елементе или динамично генерисане садржаје који се

прилагођавају околини или корисниковим акцијама. Динамичка графика се често користи у видео играма, веб дизајну, интерактивним медијима и симулацијама како би се створило искуство које је живо, променљиво и адаптивно.

3. Растерска графика

3.1. УВОД

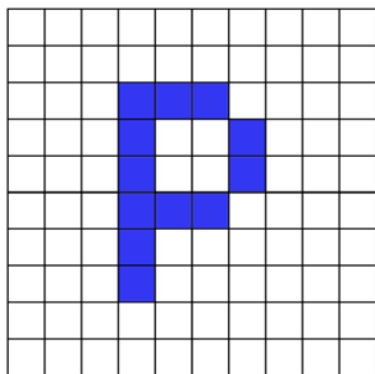
Растерска (битмап¹) графика је визуелни приказ који користи мрежу тачака како би формирао слику на графичком излазном уређају, као што су монитор или папир. Свака слика у растерској графици приказује се као правоугаона матрица (решетка квадратних тачака организована у редове и колоне). Формирана правоугаона матрица назива се још и растер, због чега се наведене тачке називају растерске тачке или пиксели (енг. *Pixel*, изведено из фразе *Picture elements*).

Уколико се растерска слика замисли у облику мозаика (сл. 3.1), тада би један елемент мозаика био еквивалент тачки дигиталне слике.



Сл. 3.1. Мозаик “Циганка”²

Илустрације ради на сл. 3.2 представљено је слово Р у мрежи тачака мозаика. Компјутер ће овакву интерпретацију превести у бинарни облик, додељујући тачкама вредност 0 (нула) или 1 (један), при чему ће свакој тачки која садржи елемент слова Р доделити вредност 1, а осталим тачкама ће доделити вредност 0. У бинарном облику матрица ће имати облик како је приказано на сл. 3.3.



Сл. 3.2. Слово Р приказано у растерском облику

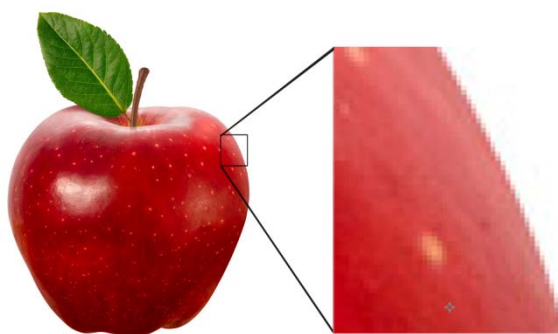
```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Сл. 3.3. Слово Р приказано у бинарном облику

¹ *Bitmap* – назив често коришћен у програмерској терминологији што значи мапа (низ) битова

² Музеј мозаика „Зеугма“, Газиантеп, Турска.

Ова врста графике је погодна за слике које захтевају приказ великог броја детаља, као што су фотографије. Растерска графика се користи у различитим областима. Професионални фотографи, графички дизајнери и дигитални уметници користе растерску графику за стварање и уређивање визуелног садржаја. Такође, због компатибилности са различитим програмима за преглед дигиталних записа широко је коришћена у *web* дизајну (за слике на *web* страницама). У видео играма и мултимедијалним програмима, растерске слике се користе за приказ текстура, позадина и ликова, док се у медицинским апликацијама, као што су рендгенски снимци и МРИ скенери³, користе за приказ слика унутрашњих органа. У штампарској индустрији, растерске слике се користе за штампање фотографија, постера и других графичких материјала високе резолуције.



Сл. 3.4. “Пикселизација” слике настала као резултат њеног увећања

Међутим, растерска графика има и своја ограничења. Када се растер слике повећава, може доћи до губитка квалитета и појаве пиксела (тзв. пикселизација, сл. 3.4). Поред тога, растерске слике високе резолуције могу заузети много простора на диску⁴. Због тога се мора пажљиво користити када је у питању скалирање и величина фајлова, како би се обезбедила оптимална употреба и очувао висок квалитет слике.

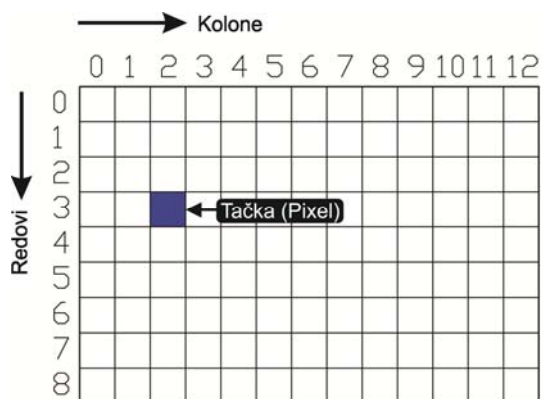
3.2. КООРДИНАТНИ СИСТЕМ У РАСТЕРСКОЈ ГРАФИЦИ

Положај тачке (пиксела) дефинисан је координатним системом. У дводимензијалном простору (каква је растерска графика) свакој тачки се додељује пар бројева који се називају координате тачака. Овај пар бројева се често назива *X* и *Y* координата. Растерска слика има природан (целобројни) координатни систем у којем свака тачка (пиксел) одговара пару целих бројева који представљају број колоне и број реда у којима се тачка налази. На пример, тачка на слици 3.5. има координату (2,3) односно налази се у трећој колони и четвртом реду. Наиме, уобичајено је да се колоне нумеришу с лева на десно (почевши од нуле), а редови одгоре надолу⁵ (почевши од нуле).

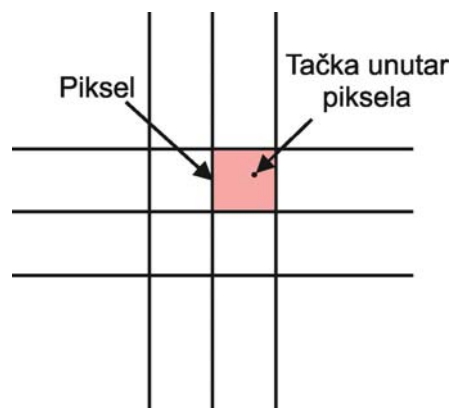
³ *MRI (Magnetic Resonance Imaging)* скенери су медицински уређаји који користе магнетска поља и радио таласе за стварање детаљних слика унутрашњости тела. *MRI* скенирање је неинвазивна дијагностичка метода која омогућава лекарима да прегледају мека ткива, зглобове, мозак, кичмену мождину и друге унутрашње органе са високом прецизношћу.

⁴ На пример: Слика величине 108 x 71 mm, приказана у резолуцији 72 ppi има датотеку величине 182 kb. Иста слика у резолуцији 150, 240 и 600 ppi има датотеку величине 794 kb, 1,98 Mb и 12,4 Mb редом.

⁵ Неке платформе као што је *OPENGL (Open Graphics Library)*, нумеришу редове одозно нагоре.



Сл. 3.5. Правоугаона матрица тачака



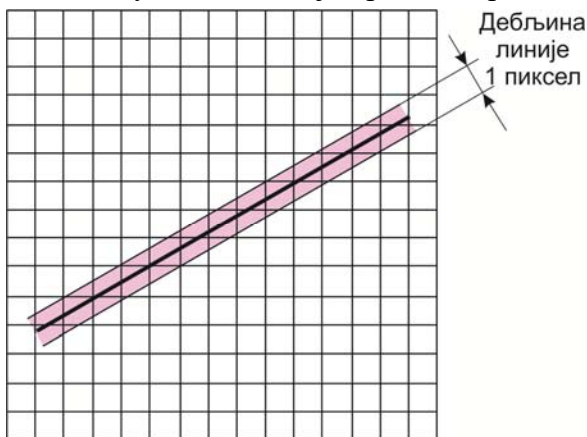
Сл. 3.6. Скуп тачака унутар пиксела

3.2.1. Проблем назубљености у растерској графици

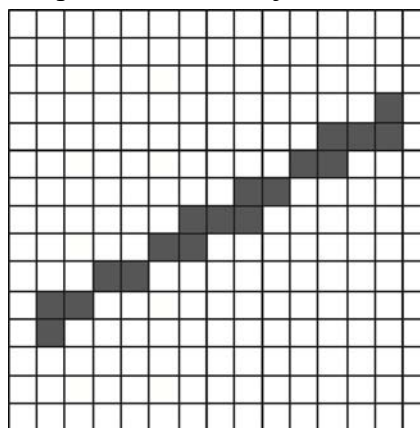
Координата реда и колоне идентификује положај пиксела. Ово може да узрокује настанак проблема приликом представљања неког објекта на слици. Наиме, у идеалном случају, пиксел би био “тачка”, међутим то је заправо квадрат мале површине, који апроксимира већи број тачака, које се налазе унутар њега. Ово значи да у практичном смислу пиксел садржи много тачака (математички – бесконачан број тачака, сл. 3.6).

У идеалном случају, слика би требало да буде дефинисана навођењем карактеристике (боје) за сваку тачку на објекту, а не пиксела. Тако на пример, током цртања линије одређене дебљине⁶ (нпр. један пиксел, сл. 3.7), линија покрива неке пикселе само делимично. Како није могуће учинити да део пиксела буде обојен (нпр. црним) а део необојен (нпр. белим), јавља се проблем.

Изузетак овоме је цртање хоризонталних или вертикалних линија.



Сл. 3.7. Идеални приказ линије дебљине један пиксел



Сл. 3.8. Појава назубљења линије

Цртањем линије коришћењем црних и белих пиксела, резултира појавом назубљења (ефекат степеница, сл. 3.8). Овај ефекат у компјутерској графици се назива “aliasing” или “назубљеност”. Назубљеност се може видети и у контурама карактера

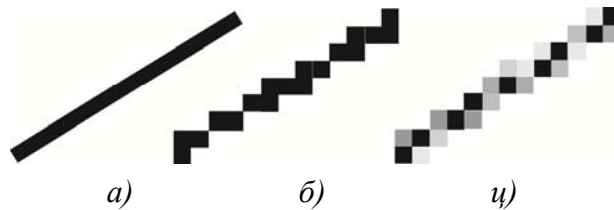
⁶ Математичка линија нема дебљину, што значи да би она практично била невидљива.

нацртаних на екрану, у косим или закривљеним границама између било која два подручја различите боје (сл. 3.4).⁷

Узрок настанка назубљености је чињеница да су идеалне слике описане у координатама са реалним бројевима. Међутим, у случају представљања слике помоћу пиксела, многе координате реалног броја ће се мапирати у исте целобројне координате пиксела.

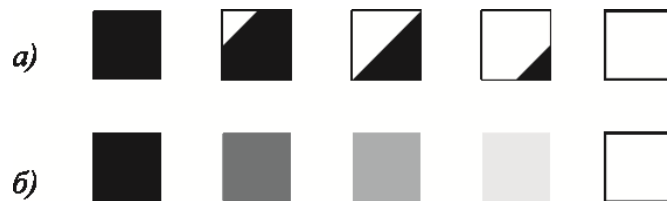
$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

Како би се ублажио ефекат назубљености (*алиасинг*) дизајниране су различите технике које носе јединствени назив “*antialiasing*”. Идеја ових техника је да, када је пиксел само делимично прекривен обликом, боја пиксела треба да буде мешавина боје облика и боје позадине. Тако на пример, када се црта црна линија на белој позадини (сл. 3.9.а), боја делимично прекривених пиксела ће бити сива (сл. 3.9.ц).



Сл. 3.9. „*Antialiasing*“ техника умањења ефекта назубљености

Нијанса сиве боје зависиће од дела пиксела који је прекривен линијом (сл. 3.10). Овде треба напоменути да *antialiasing* не даје савршене резултате али умањује ефекте назубљења када се слика посматра у нормалној величини.



Сл. 3.10. Конверзија боје пиксела у зависности од степена покривености
а) степен покривености пиксела обликом, б) боја пиксела коју дефинише рачунар

3.2.2. Проблеми мапирања координата реалног броја у пикселе

У растерској графици јавља се проблем одлучивања који пиксел треба укључити како би се што верније прилагодио координатама тачака из скупа реалних бројева. На

⁷ Из тог разлога јавља се проблем одлучивања којем пикселу ће се доделити вредност како би се апроксимирао жељени облик. С тим у вези развијени су различити алгоритми одлучивања које програмери користе у раду.

пример, када се жели нацртати линија дефинисана својим крајњим тачкама T_0 и T_1 са целобројним координатама (x_0, y_0) и (x_1, y_1) , низ пиксела који треба укључити мора бити што је могуће ближе идеалној линији и пролазити кроз тачке T_0 и T_1 .

Прихватањем експлицитне једначине праве (3.2):

$$y_i = m \cdot x_i + B \quad (3.2)$$

следи да су координате тачака T_0 и T_1 :

$$y_0 = m \cdot x_0 + B \quad (3.3)$$

$$y_1 = m \cdot x_1 + B \quad (3.4)$$

На основу израза (3.3) и (3.4) следи да је коефицијент m :

$$m = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (3.5)$$

а коефицијент B :

$$B = y_0 - m \cdot x_0 \quad (3.6)$$

Увршавањем коефицијента B добијеног из израза (3.6) у општу једначину праве (3.2), добија се израз (3.7):

$$y_i = m \cdot (x_i - x_0) + y_0 \quad (3.7)$$

који се користи у алгоритмима за цртање линија у растерској графици. Применом израза (3.7), могуће је нацртати линију одређивањем коефицијента m (једначина 3.5) и рачунањем вредности y_i за сваку вредност x_i између x_0 и x_1 . Пиксел на монитору се осветљава на координатама $(x_i, \text{round}(y_i))$, где $\text{round}(y_i)$ представља најближи цео број вредности y_i . Иако овај поступак, познат као "*Алгоритам грубе силе*"⁸, увек бира пиксел најближи идеалној линији, он је неефикасан због великог броја операција које извршава.

Поред *Алгоритма грубе силе*, развијени су и ефикаснији алгоритми као што су:

- *DDA* алгоритам (енг. *Digital Differential Algorithm*)
- Врезенхамов алгоритам
- *Midpoint* алгоритам.

***DDA* алгоритам** полази од израза (3.8):

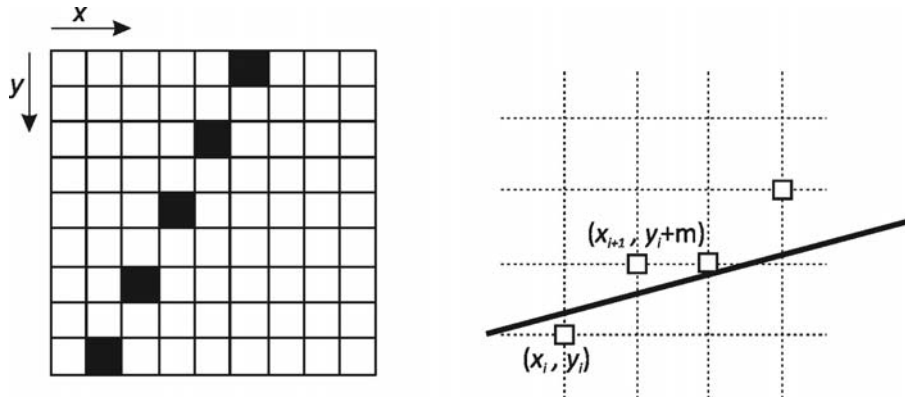
$$y_{i+1} = m \cdot x_{i+1} + B = m \cdot (x_i + 1) + m + B = y_i + m \quad (3.8)$$

Применом везе дате изразом (3.8), рачунар више не мора сваки пут изнова да рачуна вредност за y_i приликом повећања вредности x_i за 1. Уместо тога, користи

⁸ Алгоритам грубе силе (енг. *Brute Force Algorithms*) је једноставан метод који се користи у алгоритамском решавању проблема који проверава свако могуће решење док се не пронађе исправно. Алгоритам функционеше тако што претражује сваки елемент узастопно док се не пронађе жељени резултат или све опције не буду исцрпљене.

вредност y_{i-1} и увећава је за коефицијент m . На овај начин се елиминише множење које је коришћено у алгоритму грубе силе (једначина 3.7).

Међутим, овај алгоритам има ограничење. Ако је вредност коефицијента m већа од 1, повећањем x_i координате за 1, према изразу (3.8), потребно је y_i координату увећати за вредност већу од 1, што ће довести до стварања испрекидане линије (сл. 3.11).

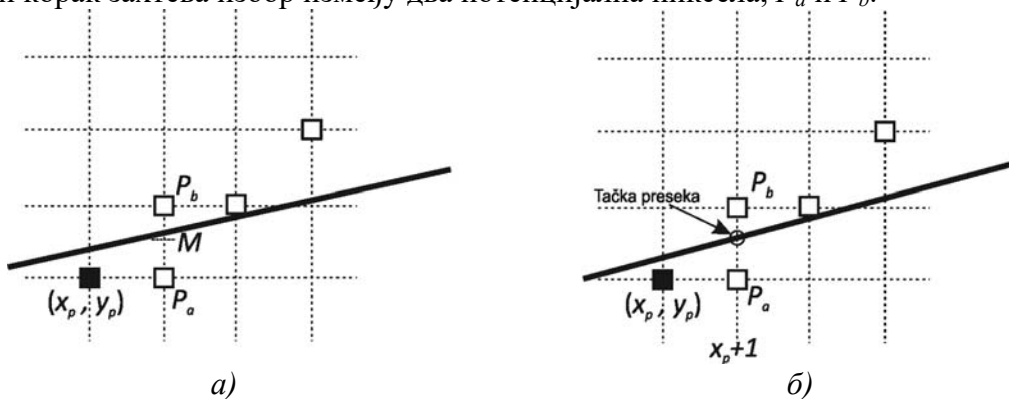


Сл. 3.11. Ефекат примене DDA алгоритма

Овај проблем се решава обртањем улога оса x и y , односно повећањем y координате за 1, док се x координата увећава за вредност $1/m$. Недостатак овог алгоритма је што је вредност m реалан број и може бити израчунат непрецизно због заокруживања. Узастопним сабирањем грешка заокруживања се акумулира, и та грешка постаје све већа што је већа дужина линије.

Вресенхамов и Midpoint алгоритам су кључни за компјутерску графику. Вресенхамов алгоритам је познат по својој једноставности и ефикасности у цртању линија, док је **Midpoint** алгоритам прилагодљивији за цртање закривљених облика попут кружница и елипси, пружајући прецизне резултате уз ефикасну употребу целобројне аритметике.

Оба алгоритма полазе од претпоставке да је нагиб линије дефинисане крајњим тачкама $T_0(x_0, y_0)$ и $T_1(x_1, y_1)$ са коефицијентом између 0 и 1 ($0 < m < 1$). Ово значи да се тачка T_0 налази у доњем левом углу, док се тачка T_1 налази у горњем десном углу. Ако претпоставимо да је у претходном кораку одабран пиксел са координатама (x_p, y_p) , следећи корак захтева избор између два потенцијална пиксела, P_a и P_b .



Сл. 3.12. Midpoint (а) и Бресенхамов (б) алгоритам одлучивања

Midpoint алгоритам користи средњу тачку (M) сегмента који спаја P_a и P_b како би одлучио који пиксел је ближи линији. Ако је тачка M испод линије, ближи пиксел је P_b ; у супротном, ближи пиксел је P_a . За проверу положаја тачке M у односу на линију која се растеризује користи се израз (3.9):

$$f(x,y) = a \cdot x + b \cdot y + c \quad (3.9)$$

где је коефицијенте a , b и c могуће израчунати применом израза (3.10):

$$y = \frac{dy}{dx} \cdot x + B \quad (3.10)$$

који је проистекао из једначина (3.2) и (3.5). Увођењем израза (3.10) у израз (3.9) добија се израз (3.11):

$$f(x,y) = dy \cdot x + dx \cdot y + B \quad (3.11)$$

Израчуната вредност $f(x,y)$ из израза (10) назива се променљива одлучивања (*eng. decusion variable*) и може имати вредност већу, мању или једнаку 0 (нула):

$f(x,y) < 0$ положај тачке M је изнад праве (бира се пиксел P_a);

$f(x,y) > 0$ положај тачке M је испод праве (бира се пиксел P_b);

$f(x,y) = 0$ права пролази кроз тачку M (избор пиксела је ствар договора).

Вресенхамов алгоритам, који је претходио *Midpoint* алгоритму, такође се користи за цртање линија, али користи другачији приступ. У овом алгоритму се рачуна вертикално растојање између пресечне тачке линије са правом $x = x_p + 1$ и пиксела P_a и P_b . Бирање пиксела се заснива на томе који пиксел је ближи пресечној тачки.

3.3. ВОЈА ПИКСЕЛА

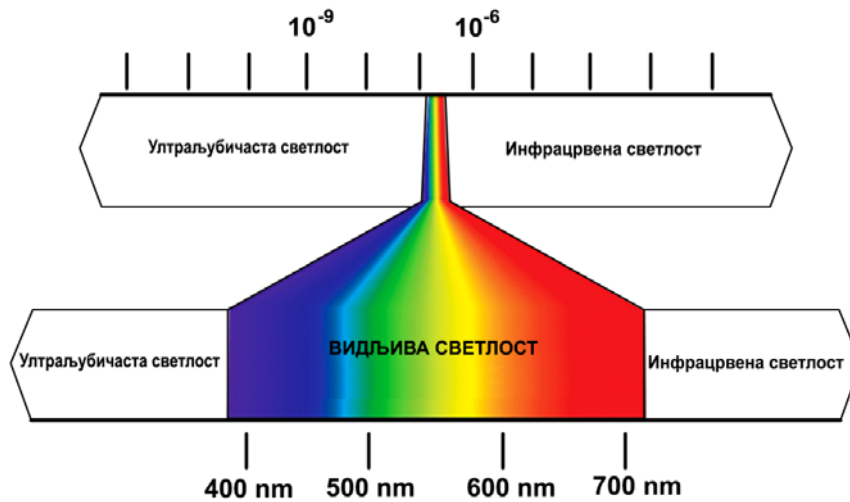
Поред позиције, битан параметер пиксела као најмање адресабилне тачке на цртежу је његова боја. Како је раније речено, додељивањем одговарајуће боје сваком појединачном пикселу креира се слика.

3.3.1. Перцепција боја

Основне карактеристике светлости су њен интензитет, правац простирања, фреквенција (односно таласна дужина) и поларизација. Амплитуда светлосног таласа одређује интензитет осветљења, што омогућава разликовање слабијег од јачег светла. С друге стране, таласна дужина, или фреквенција светлосног таласа, дефинише боју светлости.

Видљива светлост обухвата део спектра електромагнетног зрачења с таласним дужинама између 400 и 700 nm (фреквенција од 430 до 770 THz). Светлост с вишим

фреквенцијама (краћим таласним дужинама) од видљиве зове се ултраљубичаста, док је светлост нижих фреквенција (дужих таласних дужина) инфрацрвена.



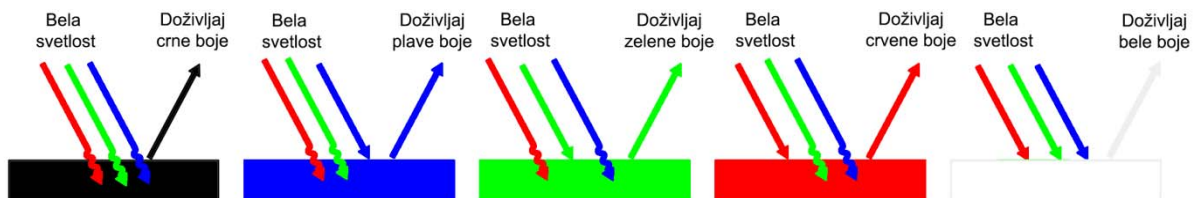
Сл. 3.13. Спектар светлости

У оквиру видљивог спектра, на различитим таласним дужинама односно различитим фреквенцијама, светлост се доживљава различитим бојама (таб. 3.1).

Таб. 3.1. Доживљај боје светлости на различитим таласним дужинама и фреквенцијама

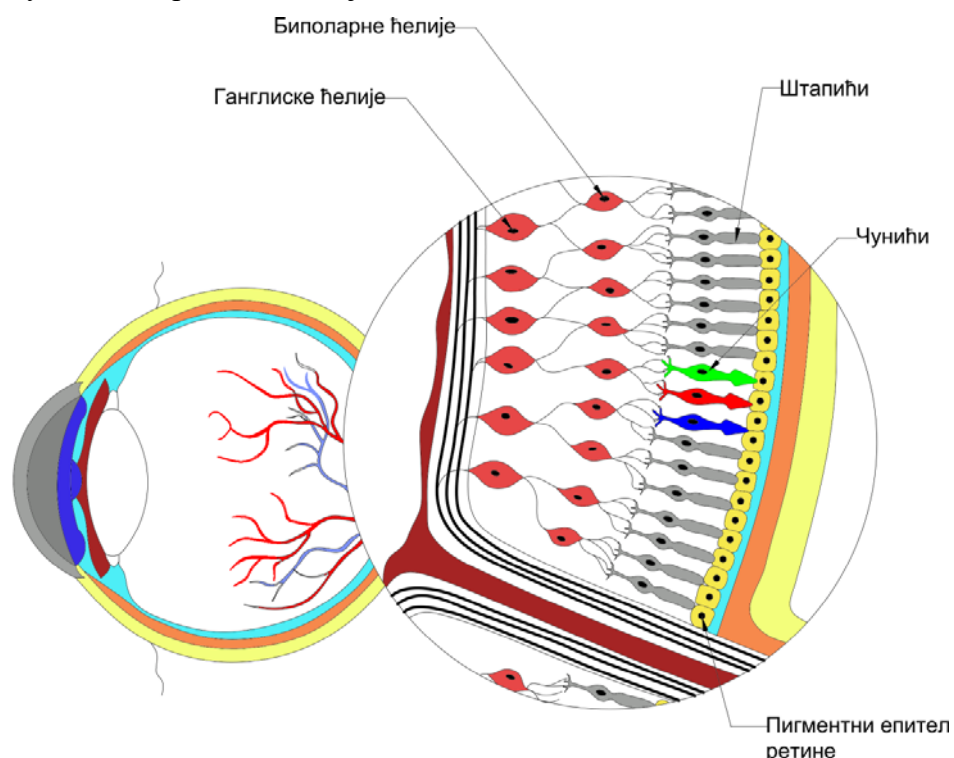
Воја	Таласна дужина (nm)	Фреквенција (THz)
Црвена	≈625-740	≈480-405
Наранжаста	≈590-625	≈510-480
Жута	≈565-590	≈530-510
Зелена	≈500-565	≈600-530
Цијан	≈485-500	≈620-600
Плава	≈440-485	≈680-620
Љубичаста	≈380-440	≈790-680

Бела светлост, попут сунчеве, представља комбинацију свих таласних дужина. Међутим, када таква светлост падне на неки објекат, он селективно апсорбује део светлости која се налази на одређеним таласним дужинама (одређене боје), док друге рефлектује. Рефлектовани део светлости представља оно што људско око доживљава као боју (сл. 3.14.).



Сл. 3.14. Доживљај боје у зависности од апсорпције и рефлексије светлости

Наиме, људско око детектује светлост помоћу фоторецептора – специјализованих ћелија у мрежњачи ока (3.15). Те ћелије се деле на штапиће и чуњиће. Штапићи који су осетљивији на слабу светлост региструју само на њен интензитет. Из тог разлога при слабом осветљењу људско око не разликује боје, већ све види у нијансама сиве. Чуњићи су, с друге стране, задужени за препознавање боја, али нису осетљиви на светлост слабог интензитета. У оку се налазе три типа чуњића, који су осетљиви на светлост кратких, средњих или дугих таласних дужина. Када светлост одређене таласне дужине падне на чуњиће, сваки тип генерише специфичну количину електричног сигнала који се оптичким нервом преноси до мозга. Кортекс мозга затим те сигнале тумачи као различите боје.



Сл. 3.15. Грађа ока одговорна за препознавање боја

Иако су чуњићи осетљиви на само три основне компоненте боје (светлости из три спектра таласних дужина; плава, зелена и црвена), комбиновањем тих сигнала у различитим пропорцијама, ствара се читав спектар боја које људско око опажа.

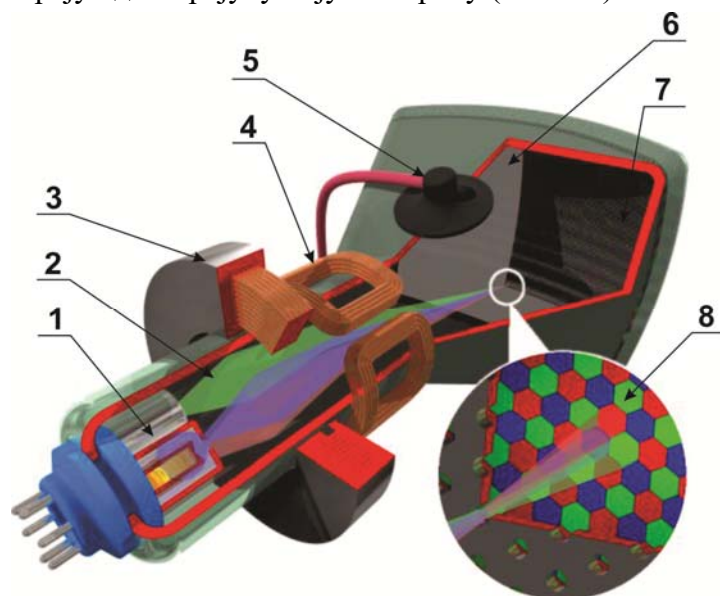
3.3.2. Модели боја

Модели боја описују различите начине представљања боја на папиру и на екрану рачунарског монитора. У зависности од тога да ли је светлост емитована или рефлектована, разликују се адитивно и субтрактивно мешање боја, односно адитивни и субтрактивни модел боја.

Адитивни модел боја заснива се на додавању светлости тамној, односно црној подлози. Овај модел користи три основне боје светлости: црвену, зелену и плаву, и познат је под скраћеницом RGB (*енг. Red, Green, Blue*).

Када се црна површина истовремено осветли црвеном, зеленом и плавом светлошћу истог интензитета, добија се бела светлост. Ако се, на пример, комбинују само црвена и зелена светлост, резултат је жута боја светлости.

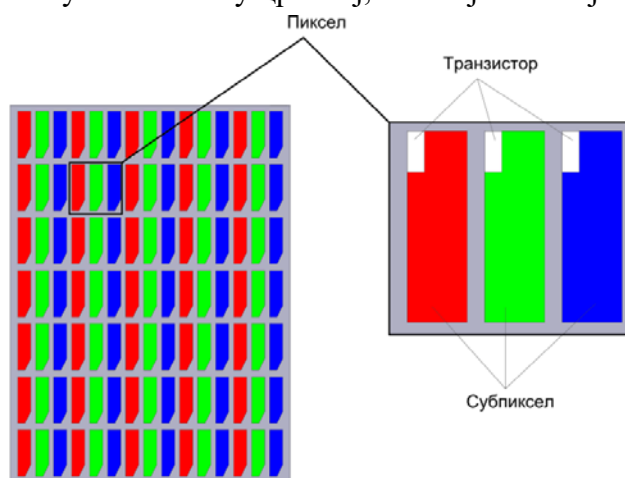
Овај модел користи се код свих уређаја који емитују светлост, попут монитора, телевизора, паметних телефона и сличних екрана. На пример, код монитора са катодном цеви (CRT – *Cathode Ray Tube*), сваки пиксел састоји се од три ситне фосфорне тачкице: црвене, зелене и плаве боје. Када их погоди електронски сноп, оне засветле и тако стварају одговарајућу боју на екрану (сл. 3.16).



Сл. 3.16. CRT монитор

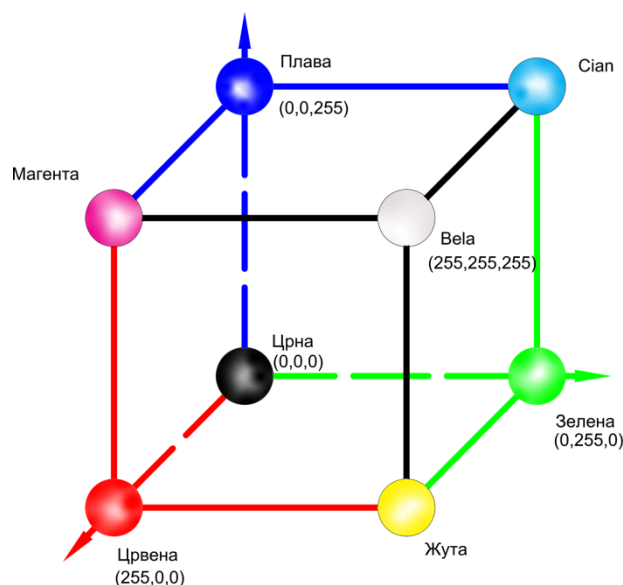
1. Електронски топ; 2. Електронски сноп; 3. Калем (завојница) за фокусирање снопа; 4. Отклонски калем; 5. Прикључак аноде-аквадаг; 6. Анода-аквадаг; 7. Фосфорни слој са црвеним, зеленим и плавим зонама или тачкама; 8. Повећан део екрана са тачкама слике (извор: <https://partsofpc.wordpress.com/monutoru/crt/>)

Сличан принцип користи се и код данас веома распрострањених LCD монитора (*Liquid Crystal Display*), који раде на бази течних кристала. Код ових екрана, сваки пиксел је унапред обликован као мали квадрат или правоугаоник, а састоји се од три мања дела – такозваних субпиксела – у црвеној, зеленој и плавој боји (сл. 3.17).



Сл. 3.17. Кристална структура LCD монитора

За разлику од светлости, мешањем температуре црвене и зелене боје не добија се жута. То је зато што се наведени адитивни модел односи искључиво на мешање светлости. Када се боје мешају помоћу рефлектоване светлости, као што је случај код сликања, штампе или било ког другог рада са пигментима, користи се суптрактивни модел боја. И овај модел има три основне компоненте: цијан (*Cyan*), магента (*Magenta*) и жута (*Yellow*) – што се означава као СМУ. На слици 3.18, приказано је да се комбиновањем адитивних боја добијају боје суптрактивног модела: црвена + зелена = жута, црвена + плава = магента, а зелена + плава = цијан.



Сл. 3.18. Добијање суптрактивних боја мешањем адитивних

Суптрактивни модел боја се користи у већини графичких и штампарских технологија, где се комбиновањем боја СМУ спектра омогућава приказ широког опсега нијанси. Мешањем све три основне боје у једнаким количинама теоријски се добија црна боја. Међутим, због несавршености пигмената, у пракси се додатно користи и црна боја (К – од енгл. *Black*⁹) како би се постигла већа дубина и контраст у штампаном приказу. Ово доводи до употребе проширеног модела тзв. СМУК.

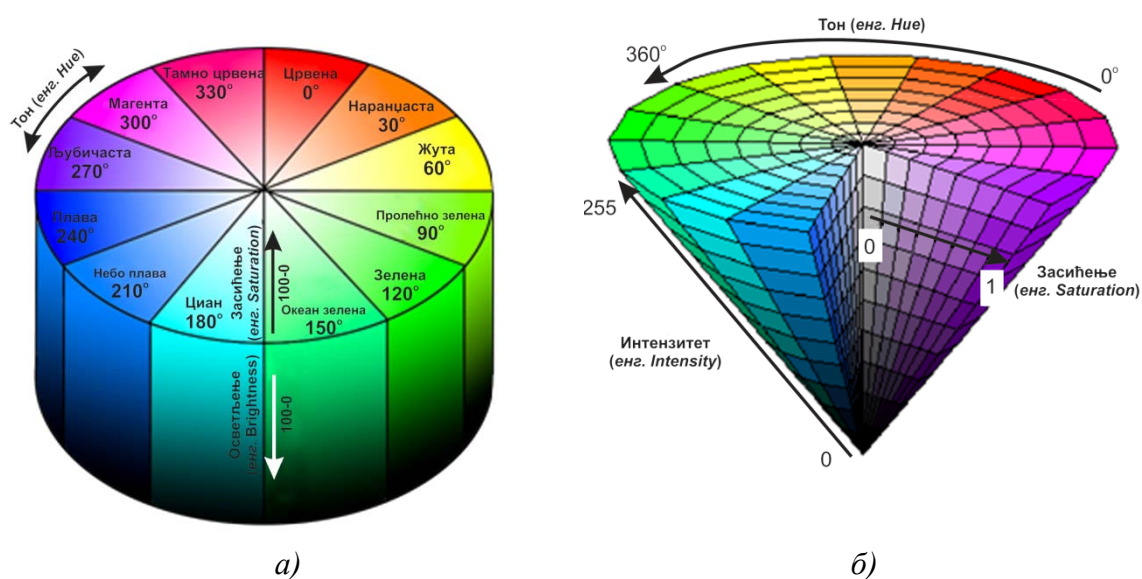
Комбинацијом основних боја овог модела могуће је добити читав спектар осталих нијанси.

Поред широко примењиваних RGB и СМУ (СМУК) модела боја, у пракси се користе и бројни други модели, који се често могу срести у програмима за обраду растерских слика. Међу њима су најпознатији HSB и HSI модели, који нуде алтернативне начине представљања боја, ближе перцептивном систему људског ока.

HSB модел дефинише боју помоћу три компоненте:

- Н (*Hue*) – описује нијансу (тон). Тон не укључује информације о осветљености нити о засићености боје. Другим речима, тон одређује која је боја у питању, али не и колико је та боја светла или интензивна. Изражава се у степенима (од 0 до 360°), који одговара положају боје на кругу боја (сл. 3.19а);

⁹ С обзиром на то да је слово В искоришћено за означавање плаве боје (енг. *Blue*), за означавање црне боје користи се слово К



Сл. 3.19. Круг боја
а) HSB модел боја; б) HSI модел боја

- *S (Saturation)* – описује интензитет или чистоћу боје, односно колико је боја удаљена од неутралне сиве. Високо засићене боје делују живописно и снажно (нпр. светла црвена), док ниско засићене боје имају "испран" или пригушен изглед (нпр. сива или боје пастелних тонова). Изражава се процентом боје умањеним за количину сиве коју дата боја садржи. За чисту боју, без примеса сиве каже се да је 100% засићена (њен положај одговара ободу круга, сл. 3.19а);
- *B (Brightness)* – описује степен осветљености неке боје, односно колико је боја светла или тамна. Светла наранџаста, на пример, има високу вредност, док тамна наранџаста има ниску. Ова вредност је уско повезана са количином светлости у сцени – области осветљене директним светлом имају боје више вредности *brightness*, док сенке и тамнији делови садрже боје ниже вредности. Светлоћа боје се мери у процентима (од 0% за црну, до 100% за белу).

HSI модел задржава исте компоненте нијансе (H) и засићености (S) као HSB, али уместо светлине (*brightness*) користи интензитет (*Intensity*), који се рачуна као средња вредност RGB компонената и представља меру укупне осветљености боје (сл. 3.19б).

Поред основних компоненти које дефинишу боју (као што су црвена, зелена и плава у RGB моделу, или нијанса, засићеност и светлина у HSB моделу), у пракси се често користи и додатна, четврта компонента, позната као алфа. Када се ова компонента дода моделу боја, назив модела се проширује и добија RGBA (*Red, Green, Blue, Alpha*) или HSBA (*Hue, Saturation, Brightness, Alpha*).

За разлику од осталих компоненти, алфа не представља боју, већ степен транспарентности (прозирности) одређене боје. Вредност алфа компоненте се најчешће изражава на скали од 0 до 1:

- Алфа = 1 означава потпуну непрозирност – боја се у потпуности приказује и заклања све што се налази иза ње.

- Алфа = 0 означава потпуну транспарентност – боја је у том случају потпуно невидљива.
- Вредности између 0 и 1 резултују делимично транспарентним бојама, тј. бојама које „пропуштају“ позадину у одређеној мери.

Транспарентност је нарочито важна у дигиталној графици и дизајну, јер омогућава слојевито приказивање објеката. Када се боја предњег плана црта преко позадинске боје, алфа компонента одређује колико ће те две боје међусобно утицати једна на другу. Овај процес познат је као алфа мешање (енг. *alpha blending*), а математички се изражава формулом (3.12):

$$NB = \alpha \cdot BPP + (1 - \alpha) \cdot BP \quad (3.12)$$

где је:

NB – нова боја;

BPP – боја предњег плана;

BP – боја позадине.

3.3.3. Презентација боја

Интензитет појединачне компоненте боје може се квантитативно изразити на више начина. Најчешће коришћене скале укључују:

- Релативну скалу од 0 до 1 (0 означава одсуство боје, а 1 њен максимални интензитет);
- Скалу од 0 до 255 (одговара 8-битној дигиталној презентацији, погодној за бинарни приказ у рачунарској графици) и
- Процентуалну скалу од 0% до 100%, (често се користи у штампи и при визуелном описивању интензитета боје).

На пример, наранџаста боја може се представити на следеће три начина, у зависности од коришћене скале:

- Релативно: $R = 1,00$; $G = 0,50$; $B = 0,00$
- Дигитално (8-битно): $R = 255$; $G = 128$; $B = 0$
- Процентуално: $R = 100\%$; $G = 50\%$; $B = 0\%$

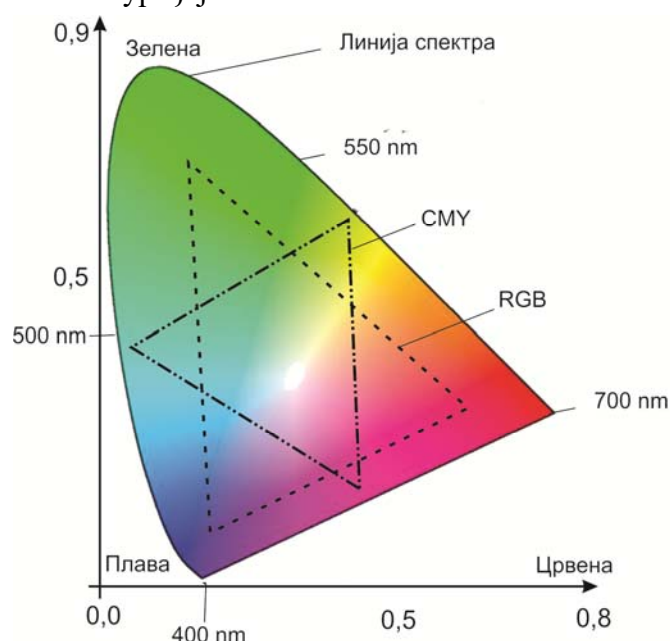
У оквиру адитивног RGB модела, комбинација 0% R + 0% G + 0% B одговара црној боји (одсуство светлости), док 100% R + 100% G + 100% B даје белу боју (максимална светлосна комбинација свих компоненти).

У CMY моделу боја што је већи проценат одређене боје, то је више светлости апсорбовано, а мање рефлектовано. Ово значи да мањи проценат неке компоненте означава њену већу рефлексију, односно светлију нијансу. У идеализованом CMY моделу, комбинација 0% C + 0% M + 0% Y даје белу боју (одсуство апсорпције –

потпуна рефлексija светлости), док 100% С + 100% М + 100% Y резултира црном бојом (потпуна апсорпција светлости).¹⁰

3.3.4. Гамут боја

Нису сви излазни уређаји, нити све технике штампе, у могућности да репродукују целокупан спектар боја који се теоретски може добити комбиновањем основних компоненти неког колор модела. Распон боја које различити уређаји, попут монитора, могу произвести, назива се “гамут боје”. У оквиру теорије боја, гамут представља подскуп целокупног простора боја који је могуће репродуковати одређеним уређајем за приказ (нпр. монитором) или технологијом за штампу. На сл. 3.20 пример гамута боја за неки уређај представљен је троуглом описаним испрекиданом линијом. Свака боја која се налази изван датог троугла је изван гамута тј. не може се произвести због техничких ограничења уређаја.



Сл. 3.20. Гамут боја

Различити монитори могу имати различите “гамуте боја”, што узрокује да се за исте вредности RGB могу приказати различите боје на различитим мониторима.

Гамут боје штампача се значајно разликује, и вероватно је мањи, у односу на гамут екрана, што објашњава зашто одштампана слика често не изгледа идентично ономе што се види на екрану. Тако на пример, интензивна чиста црвена боја (која се у

¹⁰ Иако се теоријски све боје могу добити комбиновањем примарних компоненти одговарајућег модела, у пракси долази до разлика у приказу слике на различитим уређајима. Слика приказана на екрану (који користи RGB модел) често се визуелно разликује од исте слике одштампане помоћу CMY (CMYK) модела. Због тога је при припреми материјала за штампу изузетно важно да све слике буду конвертоване и сачуване у CMYK формату, како би се боје што верније пренеле на папир. С друге стране, слике намењене искључиво за приказ на дигиталним екранима могу остати у RGB моделу.

Важно је напоменути да се приликом конверзије између RGB и CMYK модела не може остварити потпуна прецизност у приказу боја. Због разлика у принципима рада (адитивни наспрам суптрактивног модела), долази до губитка информација, нарочито након вишеструких конверзија, што може резултирати видљивим одступањима у боји у односу на оригиналну слику.

RGB систему дефинише као 100% R, 0% G, 0% B) налази се изван гамута СМЈК система. То значи да ниједна штампа која користи искључиво цијан (С), магента (М), жуто (Y) и црну (К) боју не може тачно репродуковати ову нијансу – она ће бити замењена најближом могућом варијантом унутар СМЈК гамута, што доводи до одступања у боји.

3.3.5. Дубина боја

Дубина боја (енгл. *color depth* или *bit depth*) директно утиче на број различитих боја које се могу приказати у слици. Овај параметер има огроман утицај на то колико меморије и/или простора на диску слика заузима. Дубину боја означава број битова¹¹ који се користе за представљање боје сваког појединачног пиксела.

Наиме, број могућих боја које пиксел може приказати зависи од броја битова додељених за његово кодирање. Већа дубина боја омогућава приказ ширег спектра боја и финијих нијанси, што резултира реалистичнијим и квалитетнијим приказом слике.

Растерске слике најниже дубине боја користе свега 1 бит по пикселу, што омогућава приказ 2¹ односно само две боје – црне и беле. У том случају, сваки пиксел може имати вредност 0 (црна) или 1 (бела). Оваква репрезентација боје коришћена је у раним фазама дигиталне обраде слике, посебно код телефакса, где је било важно минимизовати количину података који се преносе путем телефонских линија. И данас оне имају примену код монохроматских слика, какав је нпр. скенирани текст.

Повећањем броја битова по пикселу значајно се проширује број боја које се могу приказати:

- 8 бита по пикселу омогућава приказ 2⁸ односно 256 различитих боја (користи се за израду иконица или једноставне графике на *web* страницама),
- 16 бита омогућава 2¹⁶ односно 65.536 боја (користи се код малих уређаја са екраном у боји, као што су мобилни телефони),
- 24 бита омогућава 2²⁴ односно 16.777.216 боја (користи се за израду дигиталне фотографије и слика високе резолуције),
- 32 бита омогућава 2³² односно 4.294.967.296 комбинација, при чему додатних 8 бита често служи за алфа канал (користи се код графике са транспарентним слојевима; у програмима као што је *Adobe Photoshop*).

Према проценама, људско око, може да разликује око десет милиона различитих нијанси. Због тога је 24-битна дубина боја постала стандард за реалистичан приказ слика. Ова дубина користи по 8 бита за сваку од три основне компоненте боје: црвену, зелену и плаву.

3.4. КВАЛИТЕТ РАСТЕРСКЕ СЛИКЕ

Квалитет растерске слике зависи од њене резолуције. Резолуција представља један од кључних појмова у области компјутерске графике и директно се односи на

¹¹ Бит (енг. *Binary digit*) представља основну јединицу информације у рачунарству и дигиталној технологији. То је бинарна вредност која може имати само два могућа стања (нула-0 или један-1). Комбинацијом више битова могуће је представити сложеније информације. Низ битова чини бинарни број. Већи број битова омогућава представљање већег броја различитих вредности, што доводи до веће прецизности и комплексности у раду са подацима.

ниво детаља који слика може да прикаже. Повећањем резолуције добија се боља дефинисаност слике, али то истовремено захтева и већу меморију за складиштење и већу процесорску снагу за обраду. Приликом рада са дигиталним сликама, оптималан баланс између резолуције, физичке величине и намене слике је од кључног значаја.

Резолуција се најчешће изражава као број пиксела по хоризонталној и вертикалној оси екрана или слике – на пример, 1920×1080 пиксела (тзв. *Full HD* резолуција). У овом примеру, слика се састоји од 1920 пиксела по ширини и 1080 пиксела по висини, што укупно даје преко два милиона појединачних тачака које граде слику.

Већа резолуција омогућава приказ слике са више детаља, јер већи број пиксела може прецизније да прикаже fine прелазе боја, ивице и текстуре. Висок ниво резолуције посебно долази до изражаја код приказа сложених визуелних садржаја, као што су фотографије високе дефиниције, видео-записи или графика у савременим видео-играма. Насупрот томе, ниска резолуција резултира зрнастим или „пикселизованим“ приказом, где се појединачни пиксели могу лако уочити голим оком, што смањује квалитет слике и чини је мање пријатном за гледање.



а) б)
Сл. 3.21. Фотографија руже приказана у ниској (а) и високој (б) резолуцији

Иако је резолуција уско повезана с физичком величином слике, не треба је мешати са димензијама израженим у центиметрима или инчима јер физичка величина пиксела може бити различита. Наиме, величина слике у физичком смислу зависи од тога на ком уређају се приказује и са којом густином пиксела – тј. колико пиксела има по јединици дужине, што се изражава као *ppi* (*pixels per inch*) код монитора или *dpi* (*dots per inch*) код уређаја за штампу. На пример, слика резолуције 1920×1080 може да заузима различиту физичку величину у зависности од густине пиксела уређаја – на мањем екрану са већим *ppi* биће оштрија и детаљнија, док ће на већем екрану са мањом густином деловати мање оштра.

Такође, приликом штампе слике, резолуција одређује колико се та слика може увећати а да не изгуби квалитет. Слика ниске резолуције неће изгледати добро ако се

штампа на великом формату, док ће слика високе резолуције омогућити квалитетан испис и на великим површинама.¹²

3.5. КОМПРЕСИЈА У РАСТЕРСКОЈ ГРАФИЦИ

Компресија у растерској графици је неизоставан алат за ефикасно управљање дигиталним сликама, омогућавајући смањење величине документа уз прихватљив квалитет приказа. Наиме, због велике количине података потребних за представљање сваке појединачне тачке слике (информација о положају, боји и осветљењу), оригинални документи растерских слика могу бити веома велики. Ово отежава њихову ефикасну похрану, пренос и обраду. Из тог разлога, компресија представља кључни процес у обради и дистрибуцији растерских слика. Компресија смањује количину података потребних за чување слике, а тиме и величину документа, уз очување што је могуће вишег визуелног квалитета.

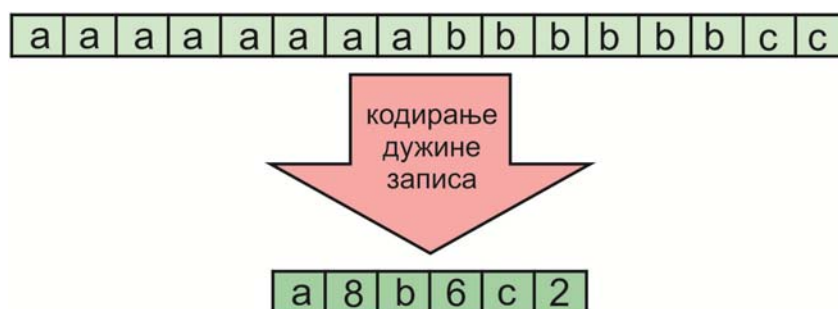
Компресија података може бити:

- безгубитна (*енг. lossless*) или
- са губитком (*енг. lossy*).

Безгубитна компресија је процес компресије без губитка података. Она омогућава да се слика реконструише у изворном облику без икаквог губитка квалитета. Алгоритам безгубитне компресије уклања само редундантне информације, чувајући савршену копију оригиналне некомпресоване слике. Ова врста компресије је нарочито важна у случајевима где је квалитет слике од посебног значаја, као што су техничке и медицинске слике или слике које ће се даље обрађивати и модификовати.

Најпознатије методе безгубитне компресије укључују:

- *Run-Length Encodung (RLE)*: Ова техника записује дужине низова истоветних (поновљених) пиксела уместо сваког појединачног пиксела. На пример, низ од десет белих пиксела би се записао као "10x бела". *RLE* је ефикасан за слике са великим униформним подручјима, као што су цртежи или графике са ограниченим бројем боја.



Сл. 3.22. *RLE* компресија без губитака

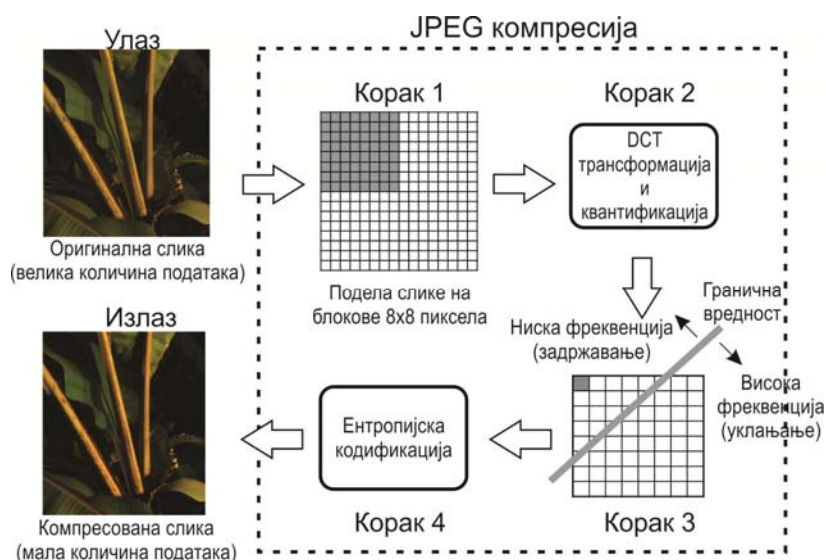
¹² Стандардна резолуција за штампане слике високог квалитета је 300 *dpi*, што обезбеђује јасан и прецизан приказ при штампи у уобичајеним димензијама. С друге стране, стандардна резолуција слике која се приказује на мониторима је 72 *ppi*.

- *Huffmanova* кодирања: Користи статистичку анализу учесталости појављивања појединачних пиксела или симбола и додељује им варијабилну дужину кода – чешће појављивани симболи добијају краће кодове. Ова метода је основа многих стандардних формата.
- *LZW (Lempel-Zuv-Welch)*: Популаран алгоритам који се користи у форматима као што је GIF¹³ и TIFF¹⁴. LZW креира табелу секвенци података и замењује понављајуће секвенце краћим референцама.

Компресија са губитком смањује величину документа тако што трајно уклања неке информације које су сматране мање битним за људски вид. Тиме се постижу знатно мањи документи, али уз одређени компромис у квалитету слике.

Најраширенији алгоритам за компресију са губитком у растерској графици је JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) формат, који користи комплексне математичке технике попут дискретне косинусне трансформације (*DCT*) за ефикасно смањење података. Процес JPEG компресије укључује следеће кораке (сл. 3.23):

1. Поделу слике на мање блокове (обично 8x8 пиксела).
2. Примену *DCT* на сваки блок како би се пиксели претворили у фреквенцијске компоненте.
3. Квантизацију, где се детаљи са високим фреквенцијама (који су мање видљиви људском оку) уклањају или смањују.
4. Ентропијска кодификација (нпр. *Huffmanovo* кодирање).



Сл. 3.23. Алгоритам JPEG компресије

Компресија са губитком може значајно смањити величину документа, али уколико је стопа компресије превелика, може доћи до појаве артефаката — видљивих неправилности, као што су блокови, замагљеност или изобличење боја.

¹³ GIF (.gif, скраћено од *Graphics Interchange Format*) је уобичајени графички формат који се често користи за објављивање радова на *Webu*.

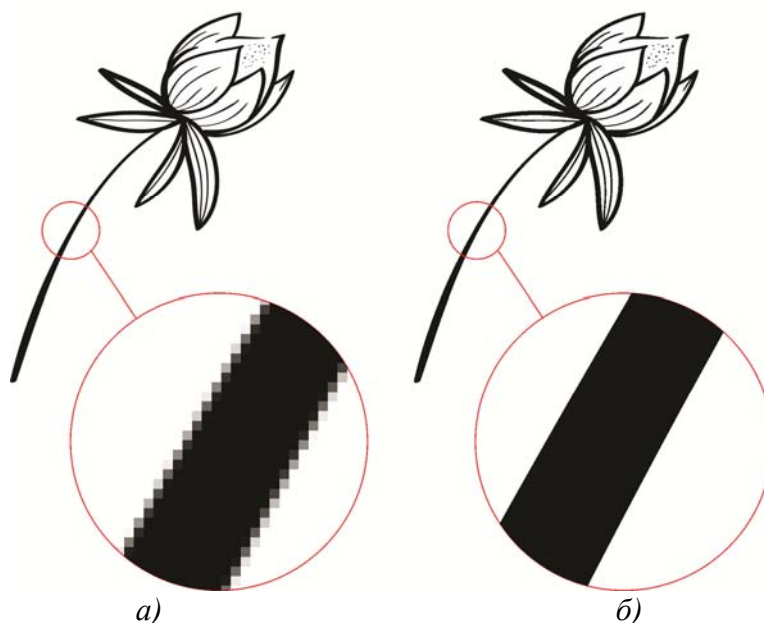
¹⁴ TIFF (.tif, скраћено од *Tagged Image File Format*) – датотеке у овом формату су погодне јер се могу користити и под *Windowsom* и под *Macintoshom*.

4. Векторска графика

4.1. УВОД

Растрска графика, као један од основних начина приказа дигиталних слика, има значајна ограничења. Најупадљивији недостатак огледа се у томе што приликом увећања слике долази до појаве пиксела – појединачне тачке које чине слику постају видљиве и нарушавају визуелни квалитет. Други значајан проблем представља велика меморијска захтевност – чак и уз примену различитих метода компресије, растрске слике могу заузимати знатан простор на диску.

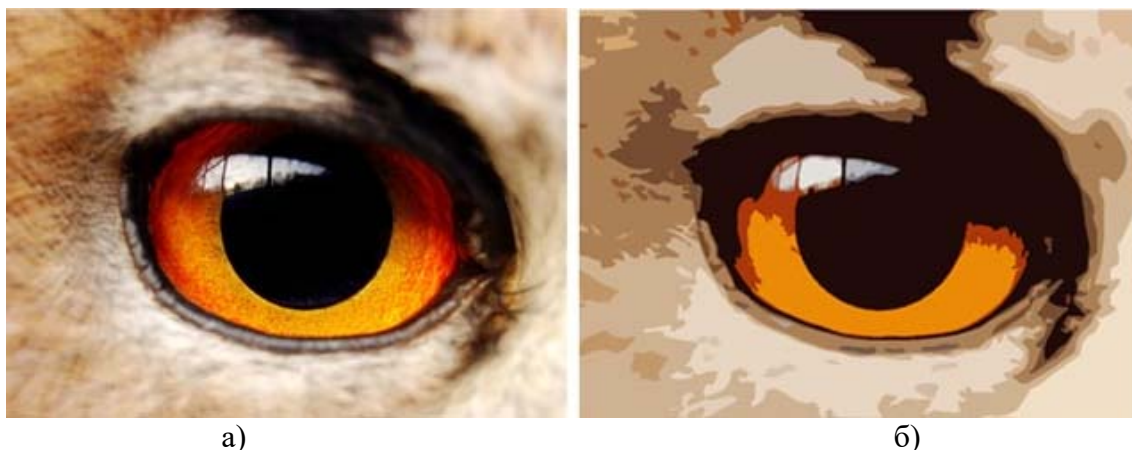
Као решење ових ограничења развијена је векторска графика, заснована на другачијем принципу приказа – уместо пиксела, слика се описује помоћу геометријских елемената као што су тачке, праве линије, криве и површине. Појам „векторска“ односи се на математички начин представљања објеката; свака тачка у слици дефинисана је вектором који има своје полазиште, правац и дужину (интензитет). Таквим описом могуће је добити слике које се могу неограничено увећавати или умањивати без губитка на оштрини или квалитету приказа.



Сл. 4.1. Поређење квалитета приказа при увећању: растрска (а) и векторска (б) графика (извор: <https://www.waengraving.com.au/raster-vs-vector>)

Иако су векторске слике у суштини апстрактне математичке конструкције, ради приказа на екрану, који је у суштини растрски дисплеј, потребно је вршити конверзију из векторског у растрски облик. Та конверзија се обично врши у реалном времену – сваки пут када корисник зумира слику или мења оквир приказа (тзв. исечак), програм поново генерише растрску слику на основу изворних векторских података. На тај начин се обезбеђује кључна предност векторске графике: независност од резолуције и компактна величина датотеке¹.

¹ Величина датотеке векторске слике не зависи од њених димензија на екрану.



Сл. 4.2. Компаративни приказ: реалистична растерска (а) и апстрактна векторска (б) графика (извор: <https://olypress.com/vector-vs-raster-graphics-in-printing/>)

Ипак, и ова врста графике има своје недостатке. Главни је потреба за континуираним математичким прорачунима, што може довести до већег оптерећења хардвера, посебно при сложенијим цртежима или у реалном времену. Такође, још увек не постоји један универзални стандардни формат векторских датотека који би омогућио потпуну интероперабилност међу различитим програмским системима.

4.2. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

Положај геометријских објеката (тачке, праве, криве или полигона) у векторској графици дефинише се помоћу координата унутар изабраног координатног система. У зависности од димензионалности графике (дво– или тродимензионална), користе се различити типови координатних система.

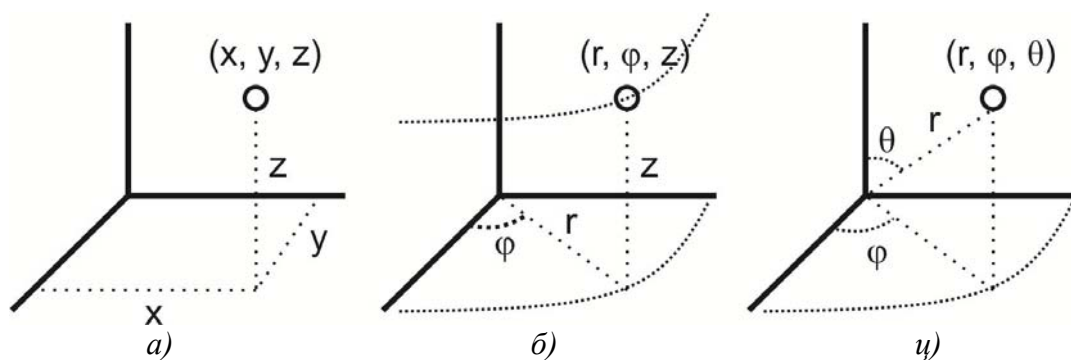
Код 2Д графике, најчешће се користе²:

- Правоугли координатни систем;
- Поларни координатни систем.

У 3Д графици, поред претходних, користе се и сложенији системи:

- Правоугли просторни систем: додаје се трећа координата, тако да је положај тачке дефинисан као (x, y, z) .
- Цилиндрични координатни систем: проширује поларни систем додавањем висине, те је положај дефинисан као (r, ϕ, z) .
- Сферни координатни систем: користи радијус-вектор r и два угла – ϕ (угао пројекције вектора на хоризонталну раван у односу на x -осу) и θ (угао вектора у односу на вертикалну z -осу), односно координате су облика (r, ϕ, θ) .

² О координатном систему у 2Д графици више речи ће бити у поглављу „6.5. Координатни систем“



Сл. 4.3. Типови координатног система у 3Д графици
а) поларни; б) цилиндрични; ц) сферни

Избор координатног система утиче пре свега на једноставност уноса података и брзину рада. За објекте код којих доминирају праве и паралелне линије, правоугли координатни систем је најпогоднији. Насупрот томе, код ротирајућих или осно симетричних објеката, поларни систем може значајно поједноставити унос координата. У оквиру једног цртежа могуће је комбиновати различите координатне системе – поједине тачке могу се уносити у правоуглом, а друге у поларном систему, у зависности од конкретне потребе.³

4.3. ПРИМИТИВИ

У векторској графици, примитиви представљају основне геометријске облике од којих се састављају сложеније графичке композиције. Сваки примитив карактеришу одређени атрибути, попут боје унутрашњости (*Fill*), боје и дебљине ивица (*Outline*), као и стил линија (пуна, испрекидана и сл.).

4.3.1. 2Д геометријски примитиви

Основни 2Д геометријски примитивни облици су:

- Тачка (*енг. Point*) – дефинише се координатама и најчешће се користи као чворна тачка.

³ Поред избора типа координатног система, пре почетка цртања неопходно је дефинисати и мерну јединицу (нпр. метар, центиметар, милиметар). Иако се координате уносе у бездимензионим бројевима, сви уноси морају бити у складу са изабраном јединицом. Није дозвољено мешање јединица унутар истог цртежа – на пример, ако је једна димензија унешена као 100 cm, друга не може бити унета као 1 m; обе димензије морају бити изражене у истој јединици (нпр. 100 × 100 cm или 1 × 1 m). Векторски цртежи у САД програмима се готово увек израђују у размери 1:1, док се жељена размера дефинише тек приликом штампања или извоза. Оваква пракса омогућава асоцијативно котирање: мерење и означавање димензија у цртежу се врши аутоматски – довољно је означити почетну и крајњу тачку, а софтвер израчунава и уписује стварну вредност. Управо због тога је избор једне мерне јединице на почетку израде цртежа веома важан.

Типичне јединице мере које се користе зависе од области примене:

- у машинству: милиметри,
- у архитектури и грађевинарству: центиметри,
- у геодезији и цртежима екстеријера: метри.

- Дуж (*енг. Line*) – праволинијски сегмент дефинисан почетном и крајњом тачком.
- Кружница (*енг. Circle*) – одређена координатама центра и радијусом, или алтернативно, са три тачке које леже на ободу.
- Лук (*енг. Arc*) – део кружнице ограничен почетним и крајњим углом или тачкама.
- Елипса (*енг. Ellipse, Oval*) – описани великом и малом полуосом и често коришћени за приказ закривљених елемената.
- Троугао (*енг. Triangle*) – дефинисан са три темена или комбинацијом дужина и углова.
- Четвороугао (*енг. Rectangle*) – најчешће правоугли, може бити дефинисан као пар супротних темена или теменом, ширином и висином.
- Полигон (*енг. Polygon*) – правилни n -страни облик чији број страница се експлицитно задаје. Може бити уписан или описан око кружнице.
- Полилинија (*енг. Polyline*) – низ међусобно повезаних праволинијских и/или кружних сегмената који чине јединствен објекат.
- Крива (*енг. Curve, Spline*) – глатка крива линија дефинисана чворним тачкама или интерполацијом између тачака.
- Текст (*енг. Text*) – користи се за уношење ознака, димензија, коментара и сличних информација у цртеж.

Сваки од наведених облика може се дефинисати директним уносом координата, избором референтних тачака из постојећих објеката или коришћењем конструктивних геометријских односа (нпр. тангенте, оса симетрије, центри и пресеци)⁴. Тако на пример, кружница се може конструисати (деталније у поглављу 6.9.2.1):

- помоћу центра и радијуса или пречника,
- одређивањем три тачке на ободу,
- дефинисањем три тангенте, или две тангенте уз задати радијус,
- навођењем крајева пречника.

Полигони се дефинишу бројем страница, а њихова величина и положај могу се одредити полупречником описане (*circumscribed*) или уписане (*inscribed*) кружнице, као и координатама центра (деталније у поглављу 6.9.4).

Посебно место заузима полилинија (деталније у поглављу 6.9.3), која у програмима попут AutoCAD-а представља обједињени ентитет састављен од више сегмената. Предност полилиније у односу на засебно нацртане линије јесте у томе што се њом може ефикасније управљати (селектовање, померање, модификовање дебљине линије, попуњавање и сл.).

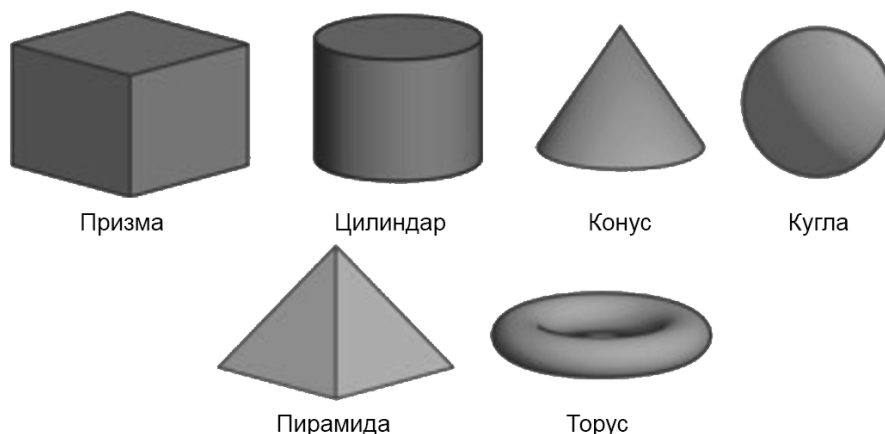
4.3.2. 3Д геометријски примитиви

Поред проширених 2Д облика у тродимензионални простор (где се сваком облику додаје и координата z), у 3Д моделирању користе се и просторни примитивни облици (сл. 4.4):

- Призма (*енг. Box, Cube, Wedge*) – правоугли или закошени блокови.
- Цилиндар (*енг. Cylinder*) – облик са кружном основом и константном висином.

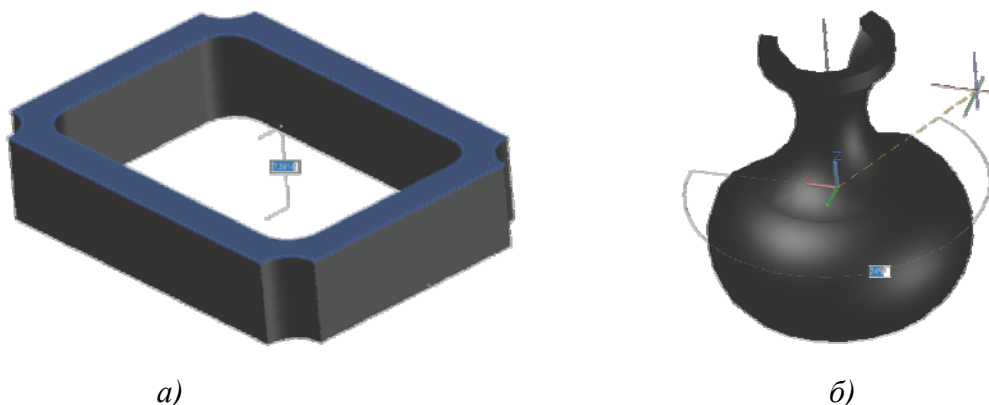
⁴ Деталан опис карактеристика и начина дефинисања сваког појединачног примитива биће дат у поглављу „6. Примена CAD софтвера у изради техничке документације“.

- Конус (*енг. Cone*) – купасти облик са кружном основом и врхом (теменом).
- Кугла (*енг. Sphere*) – сфера дефинисана центром и радијусом.
- Пирамида (*енг. Pyramid*) – геометријско тело са полигоналном основом и врхом изван равни основе.
- Торус (*енг. Toroid*) – облик налик прстену, дефинисан великим и малим радијусом.



Сл. 4.4. Различити геометријски облици доступних 3Д примитива

Поред коришћења готових 3Д примитива, моделирање у векторским САД системима често се врши и трансформацијама 2Д контура. Ове контуре се могу транслирати (померати) или ротирати у простору, чиме се добија тело настало извлачењем (*енг. extrude*) или ротацијом око осе (*енг. revolve*). Ови поступци омогућавају у тродимензионалном простору креирање сложених облика на бази 2Д геометријских линија (сл. 4.5).



Сл. 4.5. Сложена тела нацртана извлачењем (а) и ротацијом (б) на бази 2Д примитива

4.4. ГЕОМЕТРИЈСКЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ

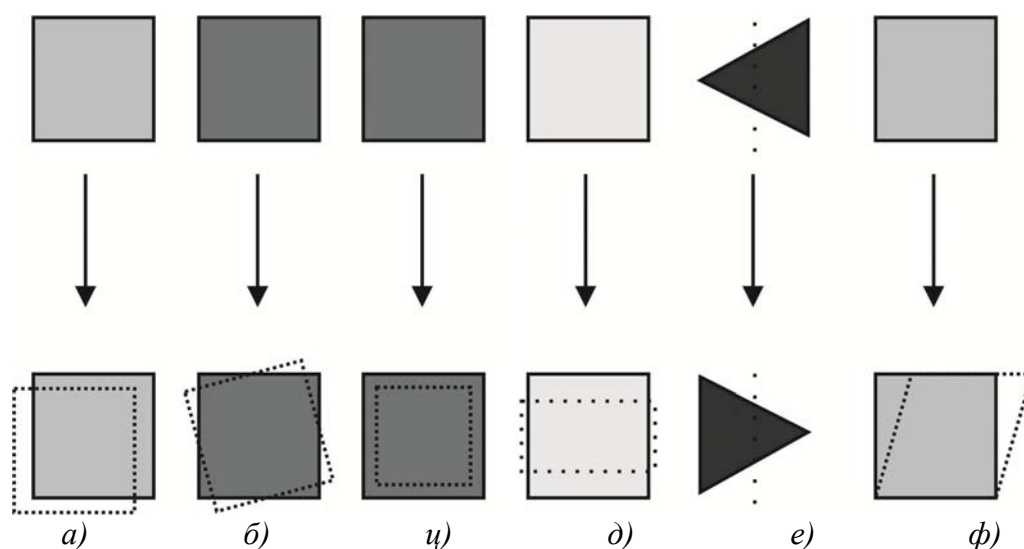
Геометријске трансформације представљају математичке поступке помоћу којих се мењају положај, оријентација, величина и облик објеката на цртежу. Будући да су објекти у векторској графици описани координатама карактеристичних тачака, трансформације се свде на операције над тим координатама – најчешће изражене у облику вектора и матрица.

Трансформације се примењују из различитих разлога:

- за позиционирање објеката у цртежу,
- за креирање копија (дуплирање),
- за конверзију између локалних и глобалних координатних система,
- за пропорционално и непропорционално мењање величине објеката (скалирање),
- за постизање симетрије и перспективе.

Уобичајене трансформације у векторској графици обухватају:

- транслацију (померање; сл. 4.6а),
- ротацију (окретање; сл. 4.6б),
- скалирање – униформно и неуниформно (увећавање или смањење; сл. 4.6ц-д),
- рефлексију (пресликавање у огледалу; сл. 4.6е),
- смицање (деформација; сл. 4.6ф).



Сл. 4.6. Основне геометријске трансформације у равни

4.4.1. Трансформације у равни (2Д)

Транслација (померање)

Транслација у дводимензионалној графици представља поступак померања објекта из једне позиције у другу унутар равни. Математички, нова позиција тачке одређује се сабирањем почетних координата са компонентама вектора транслације (4.1):

$$\begin{aligned} x_1 &= x + \Delta x \\ y_1 &= y + \Delta y \end{aligned} \tag{4.1}$$

Матрични облик горе наведених једначина је (4.2):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Задатак 1. Дати круг полупречника 12 са центром у тачки С чије су координате(2,5), потребно је трансаторно померити за 6 јединица у правцу осе Х и 3 јединице у правцу осе Y. Одредити нове координате центра круга, без промене његовог полупречника.

Решење:

- Старе координате центра круга су (2,5)
- Вектор трансације је (6,3)

Примена трансационих једначина:

$$x_{novo} = x_{staro} + \Delta x = 2 + 6 = 8$$

$$y_{novo} = y_{staro} + \Delta y = 5 + 3 = 8$$

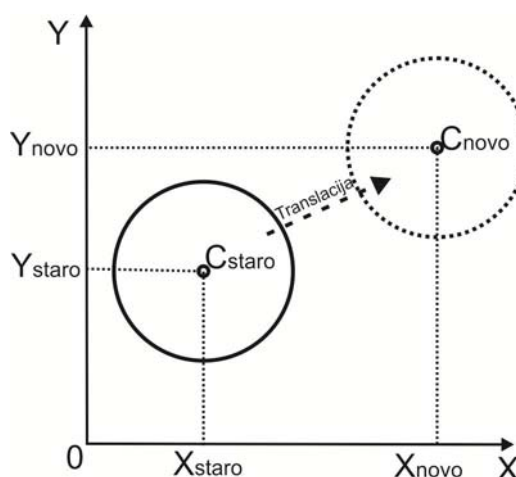
Нови центар круга је у тачки чије су координате (8,8).

У матричном облику, решење се добија на исти начин, сабирањем координата вектора трансације са почетним координатама.

$$\begin{bmatrix} x_{novo} \\ y_{novo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{staro} \\ y_{staro} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{novo} \\ y_{novo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 6 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{novo} \\ y_{novo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 \\ 8 \end{bmatrix}$$



Сл. 4.7. Пример трансације

Ротација (окретање)

У рачунарској графици, ротација представља поступак обртања објекта око координатног почетка или око неке друге тачке у дводимензионалном простору, за задати угао. Ротација се дефинише центром ротације и углом φ . Ако је центар ротације у координатном почетку, нове координате тачке након ротације добијају се применом тригонометријских функција (4.3):

$$x_1 = x \cdot \cos \varphi - y \cdot \sin \varphi$$

$$y_1 = x \cdot \sin \varphi + y \cdot \cos \varphi \quad (4.3)$$

Ове једначине представљају стандардну ротацију тачке у равни за угао φ , у позитивном смеру (супротно од кретања казаљке на сату).

Матрични облик горе наведених једначина је (4.4):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

Ова матрица ротације може се користити и за трансформацију сложенијих облика, као и у комбинацији са другим трансформацијама (нпр. скалирање или транслација), коришћењем операције множења матрица.

За ротацију око произвољне тачке потребно је прво транслаторно померити систем тако да се центар ротације доведе у координатни почетак, затим извршити ротацију, и на крају вратити систем у првобитни положај.

Задатак 2. Дату дуж АВ са почетном тачком А у координатном почетку (0,0) и завршном тачком В на координати (4,4), потребно је заротирати за 30° око координатног почетка, у смеру супротном од смера кретања казаљке на сату. Одредити нове координате крајње тачке В након ротације.

Решење:

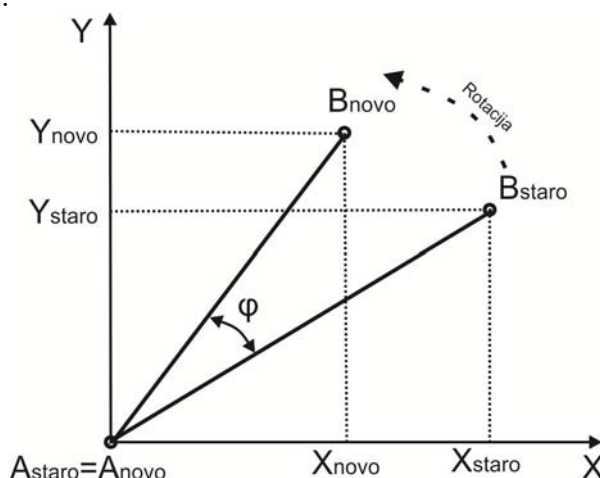
Ротација се изводи тако што се почетна и завршна тачка дужи трансформишу помоћу ротационе матрице. Пошто је почетна тачка А у (0,0), она остаје непромењена након ротације. За завршну тачку В ($X_{\text{staro}}, Y_{\text{staro}}$)=(4,4), примењују се једначине ротације:

$$\begin{aligned} x_{\text{ново}} &= x_{\text{staro}} \cdot \cos \varphi - y_{\text{staro}} \cdot \sin \varphi & y_{\text{ново}} &= x_{\text{staro}} \cdot \sin \varphi + y_{\text{staro}} \cdot \cos \varphi \\ x_{\text{ново}} &= 4 \cdot \cos 30 - 4 \cdot \sin 30 & y_{\text{ново}} &= 4 \cdot \sin 30 + 4 \cdot \cos 30 \\ x_{\text{ново}} &= 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 4 \cdot \frac{1}{2} & x_{\text{ново}} &= 4 \cdot \frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ x_{\text{ново}} &= 1,46 & x_{\text{ново}} &= 5,46 \end{aligned}$$

Након ротације почетна тачка А има координате (0;0), док је координата крајње тачке дужи В (1,46; 5,46). Ова трансформација очувала је дужину и облик објекта, али му је променила оријентацију у односу на координатни систем.

Решење у матричном облику дато је у наставку.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_{\text{ново}} \\ y_{\text{ново}} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{\text{staro}} \\ y_{\text{staro}} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} x_{\text{ново}} \\ y_{\text{ново}} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos 30 & -\sin 30 \\ \sin 30 & \cos 30 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} x_{\text{ново}} \\ y_{\text{ново}} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 4 \cdot \cos 30 & -4 \cdot \sin 30 \\ 4 \cdot \sin 30 & 4 \cdot \cos 30 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} x_{\text{ново}} \\ y_{\text{ново}} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1,46 \\ 5,46 \end{bmatrix} \end{aligned}$$



Сл. 4.8. Пример ротације

Скалирање (увећање или смањење)

У рачунарској графици, скалирање представља поступак промене величине графичких објеката. Ова трансформација омогућава да се објекти пропорционално увећају или умање, чиме се не мења његов облик него само димензија. Изузетак од овога је непропорционално скалирање (када се примењују различите вредности фактора скалирања по X и Y оси). Током скалирања координате тачака које дефинишу објекат се мењају у складу са скалирајућим факторима.

Фактор скалирања одређује да ли ће објекат бити увећан или умањен:

- ако је фактор скалирања већи од 1, објекат се увећава;
- ако је фактор скалирања у распону од 0 до 1, објекат се умањује;
- негативне вредности фактора скалирања доводе до рефлексije слике⁵.

Трансформација скалирања се остварује помоћу једначина (4.5):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \cdot s_x \\y_1 &= y \cdot s_y\end{aligned}\tag{4.5}$$

где су:

s_x – фактор скалирања по X оси;

s_y – фактор скалирања по Y оси

У матричном облику, претходне једначине могу се представити као (4.6):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\tag{4.6}$$

Задатак 3. Квадрат дефинисан теменима A(0,3); B(3,3); C(3,0); D(0,0) потребно је трансформисати скалирањем. Фактор скалирања у правцу X-осе је $s_x=2$, а у правцу Y-осе је $s_y=3$. Одредити нове координате темена квадрата.

Решење:

Применом скалирајућих једначина:

$$x_{A(novo)} = x_{A(staro)} \cdot s_x = 0 \cdot 2 = 0$$

$$y_{A(novo)} = y_{A(staro)} \cdot s_y = 3 \cdot 3 = 9$$

координата тачке А након скалирања је A(0,9)

$$x_{B(novo)} = x_{B(staro)} \cdot s_x = 3 \cdot 2 = 6$$

$$y_{B(novo)} = y_{B(staro)} \cdot s_y = 3 \cdot 3 = 9$$

координата тачке Б након скалирања је B(6,9)

⁵ Приказ симетричне слике као одраз у огледалу.

$$x_{C(novo)} = x_{C(staro)} \cdot s_x = 3 \cdot 2 = 6$$

$$y_{C(novo)} = y_{C(staro)} \cdot s_y = 0 \cdot 3 = 0$$

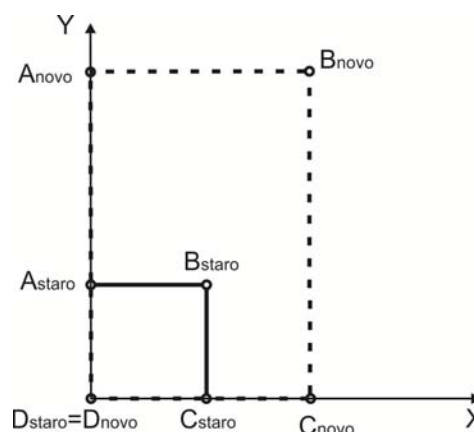
координата тачке Ц након скалирања је C(6,0)

$$x_{D(novo)} = x_{D(staro)} \cdot s_x = 0 \cdot 2 = 0$$

$$y_{D(novo)} = y_{D(staro)} \cdot s_y = 0 \cdot 3 = 0$$

координата тачке D након скалирања је D(0,0)

С обзиром на то да је квадрат скалиран дуж X-осе са фактором скалирања 2 чиме је ширина са 3 повећана на 6 јединица), а дуж Y-осе са фактором скалирања 3 (висина са 3 увећана на 9 јединица), квадрат је након овакве трансформације постао правоугаоник.



Сл. 4.9. Пример скалирања

Рефлексија

Рефлексија је трансформација која производи огледалну слику објекта. Огледална слика објекта се добија ротирањем објекта за 180 степени у односу на осу рефлексије. Оса рефлексије може бити било где у XY равни.

Рефлектовани објекат увек се формира са супротне стране у односу на тзв. „огледало“ (осу рефлексије). Величина и облик рефлектованог објекта остају непромењени у односу на оригинал.

Код рефлексије у односу на X-осу, хоризонтална координата остаје непромењена, док се вертикална координата мења предзнак (4.7).

$$x_1 = x$$

$$y_1 = -y \tag{4.7}$$

Ова трансформација може се записати у облику матрице (4.8):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \tag{4.8}$$

Код рефлексије у односу на Y-осу, вертикална координата остаје непромењена, док се хоризонтална координата мења предзнак (4.9).

$$\begin{aligned}x_1 &= -x \\ y_1 &= y\end{aligned}\tag{4.9}$$

Матрични запис ове трансформације је (4.10):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\tag{4.10}$$

Рефлексије у односу на координатни почетак подразумева промену предзнака за обе координате (хоризонталну и вертикалну) (4.11).

$$\begin{aligned}x_1 &= -x \\ y_1 &= -y\end{aligned}\tag{4.11}$$

Матрични запис ове трансформације је (4.12):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\tag{4.12}$$

Задатак 4. Извршити рефлексију троугла са теменима А(3,4); В(6,4) и С(5,6) у односу на Х-осу и одредити нове координате темена.

Решење:

Код рефлексије у односу на Х-осу, хоризонталне (Х) координате остају исте, док вертикалне (Y) координате мењају предзнак. Применом једначина рефлексије:

$$x_{A(novo)} = x_{A(staro)} = 3$$

$$y_{A(novo)} = -y_{A(staro)} = -4$$

координата тачке А након рефлексије је А(3,-4)

$$x_{B(novo)} = x_{B(staro)} = 6$$

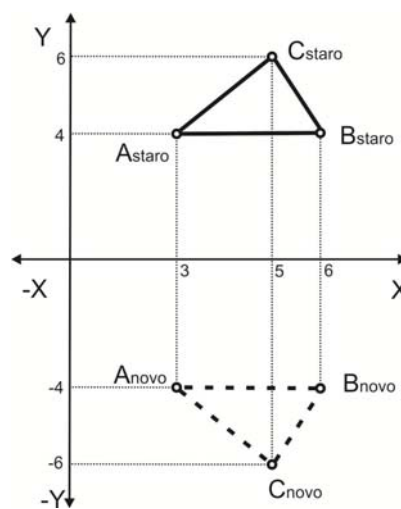
$$y_{B(novo)} = -y_{B(staro)} = -4$$

координата тачке Б након рефлексије је Б(6,-4)

$$x_{C(novo)} = x_{C(staro)} = 5$$

$$y_{C(novo)} = -y_{C(staro)} = -6$$

координата тачке Ц након рефлексије је Ц(5,-6)



Сл. 4.10. Пример рефлексије

Смицање (енг. *shearing*)

У рачунарској графици, 2Д смицање представља технику деформације облика објекта. Ова трансформација се користи да се нагне или искриви објекат у хоризонталном или вертикалном правцу. Смицање се може применити:

- дуж Х-осе (хоризонтално смицање),
- дуж Y-осе (вертикално смицање) или
- сложено (комбиновано) смицање.

Код хоризонталног смицања, Y координата остаје непромењена, док се X координата мења у зависности од Y и фактора смицања Sh_x (4.13):

$$\begin{aligned}x_1 &= x + Sh_x \cdot y \\y_1 &= y\end{aligned}\tag{4.13}$$

Матрични облик смицања дуж X осе гласи (4.14):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Sh_x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\tag{4.14}$$

Код вертикалног смицања, X координата остаје непромењена, док се Y координата модификује у зависности од X координате и параметра смицања Sh_y (4.15):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \\y_1 &= y + Sh_y \cdot x\end{aligned}\tag{4.15}$$

Матрични облик смицања дуж Y осе гласи (4.16):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Sh_y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\tag{4.16}$$

Сложено (комбиновано) смицање у правцу X и Y осе у 2Д простору подразумева истовремено померање тачке дуж X и/или Y осе. Општи облик матрице сложеног смицања у 2Д простору је (4.17):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Sh_x \\ Sh_y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = x + Sh_x \cdot y \\ y_1 = y + Sh_y \cdot x \end{cases}\tag{4.17}$$

Задатак 4. Дат је троугао ABC. Извршити трансформацију смицањем датог троугла A(1,1); B(0,0); C(1,0) са фактором смицања $Sh=2$. Трансформацију смицањем извршити у правцу X, затим у правцу Y осе и комбинацијом у правцу X и Y осе.

Решење:

Смицање у правцу X осе ($Sh_x=2$):

$$x_{A(novo)} = x_{A(staro)} + Sh_x \cdot y_{A(staro)} = 1 + 2 \cdot 1 = 3$$

координата тачке A након смицања је A(3,1)

$$y_{A(novo)} = y_{A(staro)} = 1$$

$$x_{B(novo)} = x_{B(staro)} + Sh_x \cdot y_{B(staro)} = 0 + 2 \cdot 0 = 0$$

координата тачке B након смицања је B(0,0)

$$y_{B(novo)} = y_{B(staro)} = 0$$

$$x_{C(novo)} = x_{C(staro)} + Sh_x \cdot y_{C(staro)} = 1 + 2 \cdot 0 = 1$$

координата тачке C након смицања је C(1,0)

$$y_{C(novo)} = y_{C(staro)} = 0$$

Смицање у правцу Y осе ($Sh_y=2$):

$$x_{A(novo)} = x_{A(staro)} = 1$$

координата тачке A након смицања је A(1,3)

$$y_{A(novo)} = y_{A(staro)} + Sh_y \cdot x_{A(staro)} = 1 + 2 \cdot 1 = 3$$

$$x_{B(novo)} = x_{B(staro)} = 0$$

координата тачке B након смицања је B(0,0)

$$y_{B(novo)} = y_{B(staro)} + Sh_y \cdot x_{B(staro)} = 0 + 2 \cdot 0 = 0$$

$$x_{C(novo)} = x_{C(staro)} = 1$$

координата тачке C након смицања је C(1,2)

$$y_{C(novo)} = y_{C(staro)} + Sh_y \cdot x_{C(staro)} = 0 + 2 \cdot 1 = 2$$

Комбиновано смицање ($Sh_x = Sh_y = 2$):

$$x_{A(novo)} = x_{A(staro)} + Sh_x \cdot y_{A(staro)} = 1 + 2 \cdot 1 = 3$$

координата тачке A након смицања је A(3,3)

$$y_{A(novo)} = y_{A(staro)} + Sh_y \cdot x_{A(staro)} = 1 + 2 \cdot 1 = 3$$

$$x_{B(novo)} = x_{B(staro)} + Sh_x \cdot y_{B(staro)} = 0 + 2 \cdot 0 = 0$$

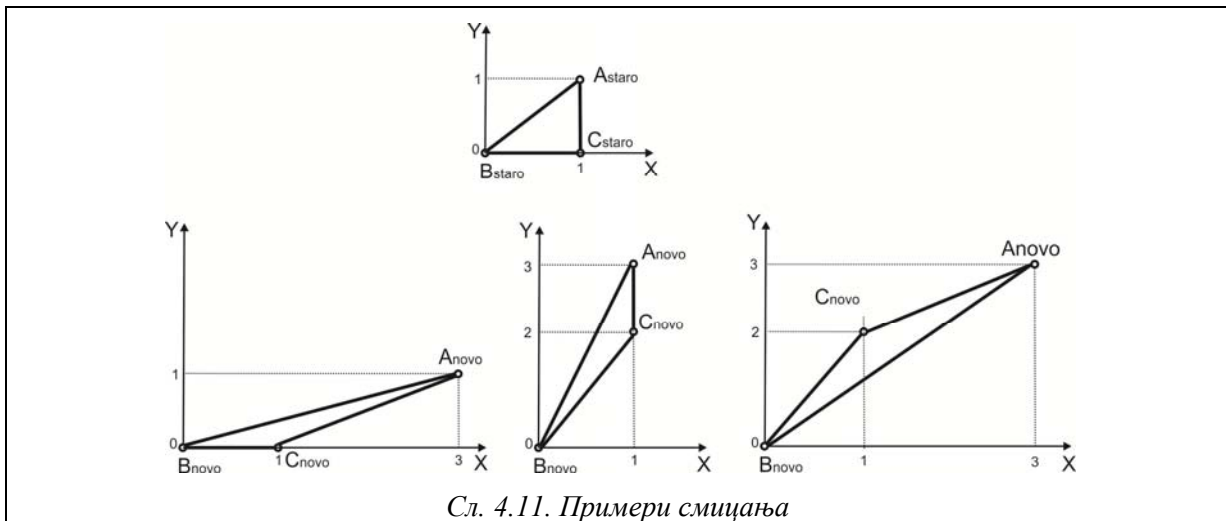
координата тачке B након смицања је B(0,0)

$$y_{B(novo)} = y_{B(staro)} + Sh_y \cdot x_{B(staro)} = 0 + 2 \cdot 0 = 0$$

$$x_{C(novo)} = x_{C(staro)} + Sh_x \cdot y_{C(staro)} = 1 + 2 \cdot 0 = 1$$

координата тачке C након смицања је C(1,2)

$$y_{C(novo)} = y_{C(staro)} + Sh_y \cdot x_{C(staro)} = 0 + 2 \cdot 1 = 2$$



Сл. 4.11. Примери смицања

4.4.2. Трансформације у простору (3Д)

Манипулација, приказ и конструкција тродимензионалних (3Д) графичких објеката захтевају примену тродимензионалних геометријских и координатних трансформација, што подразумева увођење треће координате (Z). Ове трансформације се базирају на комбиновању основних операција:

- транслације (померања),
- скалирања (промене величине) и
- ротације (обртања).

Транслација

Транслација у 3Д простору подразумева померање објекта за одређени вектор Δ у простору. Ова трансформација мења положај објекта, али не и његов облик, величину или оријентацију.

Ако је објекат дефинисан координатама тачке $P(x,y,z)$, нова позиција тачке P_1 након транслације са вектором $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ биће (x_1, y_1, z_1) (4.18):

$$\begin{aligned} x_1 &= x + \Delta x \\ y_1 &= y + \Delta y \\ z_1 &= z + \Delta z \end{aligned} \tag{4.18}$$

Матрични облик горе наведених једначина је (4.19):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} \tag{4.19}$$

Остале трансформације – ротација и скалирање – проширују се на 3Д простор помоћу тродимензионалних матрица трансформације, у којима се узимају у обзир и ротације око оса x , y и z , као и одговарајући фактори скалирања по свакој оси.

Скалирање

Скалирање у тродимензионалном простору мења димензије објекта по свакој од три осе: X, Y и Z. Може се користити за пропорционално увећавање или умањивање објекта, или за деформацију ако се различити фактори скалирања примене по различитим осама.

Трансформација скалирања у 3Д простору се остварује помоћу следећих једначина (4.20):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \cdot S_x \\y_1 &= y \cdot S_y \\z_1 &= z \cdot S_z\end{aligned}\tag{4.20}$$

где су:

S_x – фактор скалирања по X осе;

S_y – фактор скалирања по Y осе;

S_z – фактор скалирања по Z осе;

У матричном облику, ове једначине могу се представити као (4.21):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & S_z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}\tag{4.21}$$

Ротација

Ротација у тродимензионалном простору је знатно сложенија од ротације у 2Д равни. У дводимензионалном случају, ротацију одређује угао φ и центар ротације. Међутим, у 3Д простору, ротација се дефинише:

- углом ротације φ ,
- и осом ротације (нпр. око X, Y или Z осе)⁶.

Ротација око Z-осе у 3Д простору се изражава истим формулама као у 2Д равни (јер се Z-координата не мења), док ротације око X- и Y-осе укључују трансформацију и по z-координати.

Ако се ротација објекта врши око Z осе, нове координате тачке након ротације за угао φ добијају се применом тригонометријских функција (4.22):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \cdot \cos \varphi - y \cdot \sin \varphi \\y_1 &= x \cdot \sin \varphi + y \cdot \cos \varphi \\z_1 &= z\end{aligned}\tag{4.22}$$

⁶ Смер позитивне ротације у 3Д простору одређује се помоћу правила десне руке: “Ако палац десне руке показује правац и смер осе ротације, онда закривљени прсти показују смер позитивне ротације.”

За ротацију око Y осе, нове координате тачке након ротације за угао φ добијају се применом тригонометријских функција (4.23):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \cdot \cos \varphi - z \cdot \sin \varphi \\y_1 &= y \\z_1 &= -x \cdot \sin \varphi + z \cdot \cos \varphi,\end{aligned}\tag{4.23}$$

док су за ротацију око X осе (4.24):

$$\begin{aligned}x_1 &= x \\y_1 &= y \cdot \cos \varphi - z \cdot \sin \varphi \\z_1 &= y \cdot \sin \varphi + z \cdot \cos \varphi\end{aligned}\tag{4.24}$$

Комбиновањем основних трансформација могуће је обавити веома сложене поступке манипулације објектима у простору, што је темељ свих операција у модерним CAD и 3Д софтверима.

4.4.3. Матричне трансформације у хомогеним координатама

Ради уједначеног и ефикасног извођења геометријских трансформација у 2Д и 3Д простору, користи се систем хомогених координата. Овај приступ омогућава да се све основне трансформације — укључујући и транслацију — изразе у облику множења матрице и вектора, чиме се обезбеђује јединствен математички модел за обраду геометрије.

У конвенционалним картезијским координатама, транслација се разликује од осталих трансформација јер се остварује сабирањем вектора, док се ротација, скалирање и смицање (*енг. Shear*) изводе множењем матрица. Увођењем хомогених координата, и транслација се може представити матрицом, што омогућава обједињено извођење свих трансформација помоћу истог математичког поступка.

У хомогеним координатама, тачке се представљају додавањем додатне компоненте:

- У 2Д простору, тачка (x,y) постаје $(x,y,1)$,
- У 3Д простору, тачка (x,y,z) постаје $(x,y,z,1)$.

Предности коришћења хомогених координата:

- Све трансформације, укључујући транслацију, изражавају се као матричне операције, чиме се поједностављује имплементација.
- Комбиновање више трансформација могуће је једноставним ланчаним множењем њихових матрица.
- Омогућава примену трансформација у хијерархијским системима објеката, као што су зглобни механизми робота или скелетна анимација у компјутерској графици.

Хомогене координате у равни (2Д):

За приказ линије користи се експлицитна једначина праве (4.25):

$$a \cdot x + b \cdot y + c = 0 \quad (4.25)$$

Међутим, увођењем хомогене координате једначина добија облик (4.26):

$$a \cdot \frac{x_1}{h} + b \cdot \frac{y_1}{h} + c = 0 \Rightarrow a \cdot x_1 + b \cdot y_1 + c \cdot h = 0 \quad (4.26)$$

Односно у матричном облику једначина добија облик (4.27):

$$a \cdot x_1 + b \cdot y_1 + c \cdot h = [a \quad b \quad c] \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ h \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

Сада свака трансформација може бити изражена помоћу 3×3 матрице, а нова тачка P_{h1} добија се множењем (4.28):

$$P_{h1} = P_h \cdot T \quad (4.28)$$

где је:

T – матрица трансформација

Матрица трансформација за транслацију у равни за Δx , Δy , изражена у хомогеним координатама има облик (4.29):

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \Delta x & \Delta y & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x + \Delta x & y + \Delta y & 1 \end{bmatrix} \quad (4.29)$$

За ротацију око координатног почетка за угао φ користи се матрица (4.30):

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.30)$$

За скалирање са факторима S_x и S_y користи се матрица са хомогеним координатама која има облик (4.31):

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.31)$$

Рефлексија у односу на X осу има облик (4.32):

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.32)$$

а у односу на Y осу (4.33):

$$[x_1 \quad y_1 \quad 1] = [x \quad y \quad 1] \cdot \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.33)$$

Све наведене трансформације се могу комбиновати једноставним множењем матрица редом којим се трансформације примењују.

Хомогене координате у простору (3Д):

Аналогно претходном разматрању, у тродимензионалном простору, тачка је представљена четворокомпонентним вектором (4.34):

$$P_h = [x \quad y \quad z \quad 1] \quad (4.34)$$

Трансформације се сада изражавају помоћу 4×4 матрица, што омогућава једноставно комбиновање транслације, ротације и скалирања у јединствени трансформациони низ.

Матрица трансформација за транслацију у простору за Δx , Δy , Δz изражена у хомогеним координатама има облик (4.35):

$$[x_1 \quad y_1 \quad z_1 \quad 1] = [x \quad y \quad z \quad 1] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \Delta x & \Delta y & \Delta z & 1 \end{bmatrix} \quad (4.35)$$

Матрица ротације има облик (4.36):

$$[x_1 \quad y_1 \quad z_1 \quad 1] = [x \quad y \quad z \quad 1] \cdot R_x \cdot R_y \cdot R_z \quad (4.36)$$

где је:

$$R_x = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_z = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Матрица скалирања има облик (4.37):

$$[x_1 \quad y_1 \quad z_1 \quad 1] = [x \quad y \quad z \quad 1] \cdot \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.37)$$

5. Графички програми у пејзажној архитектури

5.1. УВОД

Графички програми представљају незаобилазно средство у савременом пројектовању пејзажних простора, јер омогућавају прецизну визуализацију идеја, ефикасно планирање и презентацију пројектних решења. Истовремено, доступност различитих модела терена, биљних врста и грађевинских елемената унутар самих програма подстиче креативност и омогућава лако експериментисање са бројним варијацијама дизајна. Визуализација у реалном времену, укључујући 3D приказе простора, знатно олакшава разумевање пројектованих решења како самим пројектантима, тако и крајњим корисницима и инвеститорима. Такође, програми савремене генерације омогућавају несметану сарадњу између више учесника. Дигитални модели се могу делити у „облаку“, коментарисати у реалном времену и заједнички прилагођавати, што знатно доприноси бољој координацији и бржем доношењу одлука у тимском раду.

У пракси се ови програми могу поделити на:

- непрофесионалне и
- професионалне.

У наредним поглављима биће представљени савремени програмски алати који се препоручују за образовање и праксу пејзажних архитеката.

5.2. НЕПРОФЕСИОНАЛНИ ПРОГРАМИ

Непрофесионални графички програми, иако једноставнији и функционално ограничени, имају значајну улогу у едукацији, у уводним фазама пројектовања или као подршка у комуникацији са клијентима. Њихова доступност путем интернета, често без потребе за инсталацијом, чини их погодним за брзо скицирање или идејно осмишљавање мањих пејзажних интервенција.

5.2.1. *SketchUp*

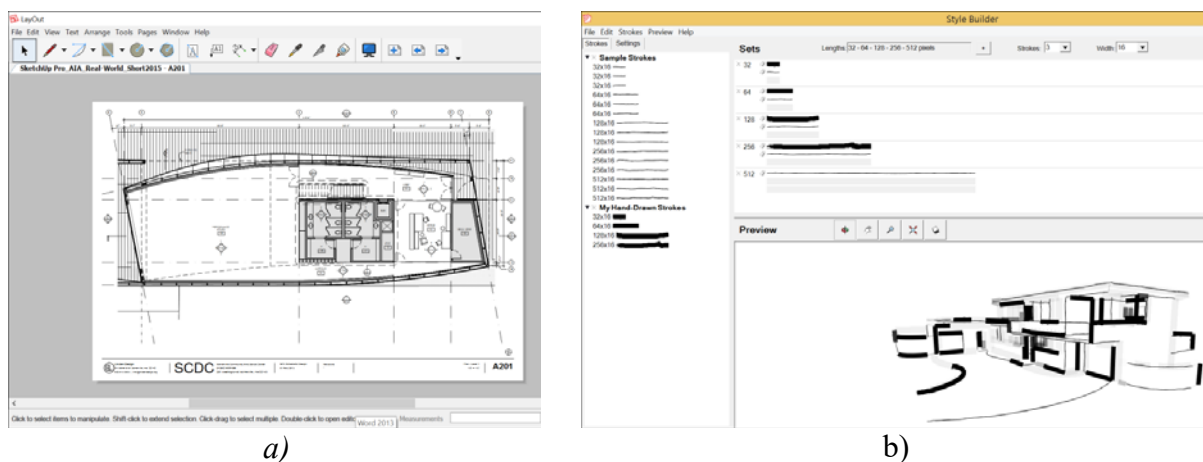
SketchUp је популаран програм за дизајн намењен почетницима али и искусним професионалцима. Његова примена обухвата области као што су архитектура, ентеријер, грађевинарство, пејзажни дизајн и сл. Ово је програм посебно користан у раним фазама пројектовања, када је важно брзо представити идеју и експериментисати са различитим решењима. Визуелини ефекти који се лако генеришу у овом програму помажу у ефикасној презентацији пројекта клијентима. Такође, могућност сарадње и размене модела са другим члановима тима додатно доприноси продуктивности и иновативности током израде пејзажних решења.¹

¹ Код бесплатне верзије програма (*SketchUp Free*) могућности сарадње су ограничене, јер у једном тренутку на моделу може радити само један корисник.



Сл. 5.1. Двориште дизајнирано у програму *SketchUp*
(извор: <https://www.udemy.com/course/sketchup-pro-for-garden-design/?couponCode=ST18MT170625A>)

Иако је *SketchUp* најпознатији по 3D моделовању, он поседује и додатне модуле попут *LayOut-a* за прављење техничке документације и *Style Builder-a* за креирање стилизованих линија.

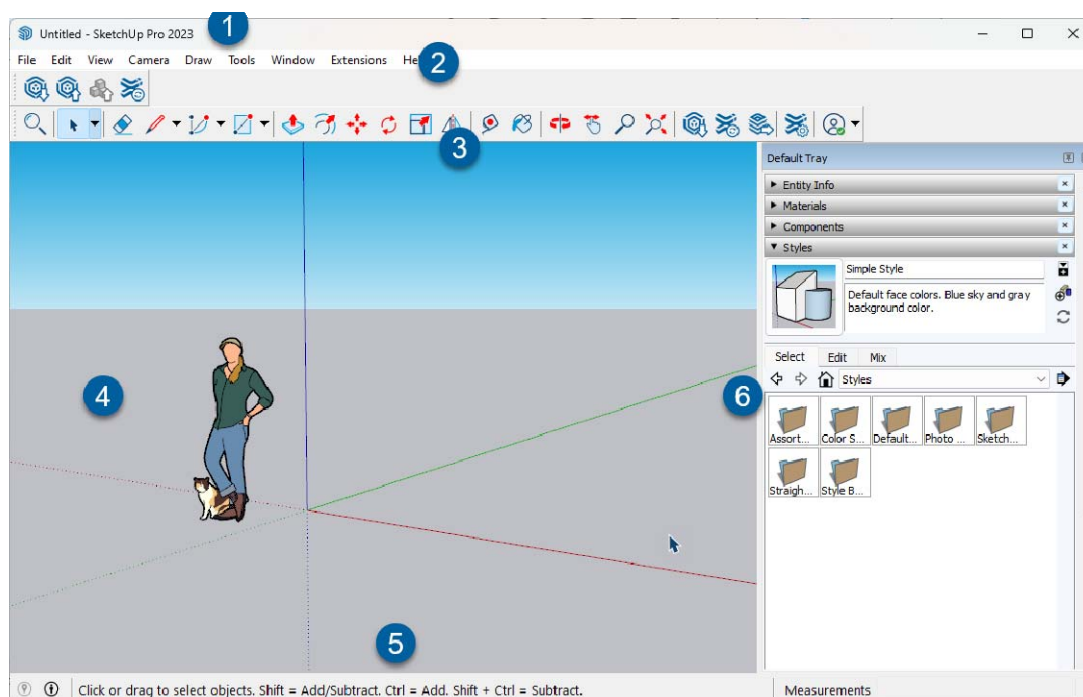


Сл. 5.2. *SketchUp* могући за прављење техничке документације (а) и креирање стилизованих линија (б)

Програм је веома интуитиван и лако се савладава, што омогућава да се основни модел може направити за само неколико минута. Такође, омогућава извоз у PDF формату, што олакшава презентације и приказе клијентима.

Једна од главних предности *SketchUp-a* је управо једноставан и прегледан кориснички интерфејс. Интерфејс програма састоји се од насловне траке (енг. *Title bar*, сл. 5.3 поз. 1) која садржи стандардне информације (назив модела и верзија програма). Испод насловне траке налази се трака са менијима (енг. *Menu bar*, поз. 2) која омогућава приступ менијима који садрже већину алата, команди и подешавања у програму *SketchUp*. На траци са менијима налазе се следећи менији:

- *SketchUp* (само за iOS);
- *File* (Фајл);
- *Edit* (Уреди);
- *View* (Приказ);
- *Camera* (Камера);
- *Draw* (Цртање);
- *Tools* (Алати);
- *Window* (Прозор);
- *Extensions* (Екстензије) i
- *Help* (Помоћ).



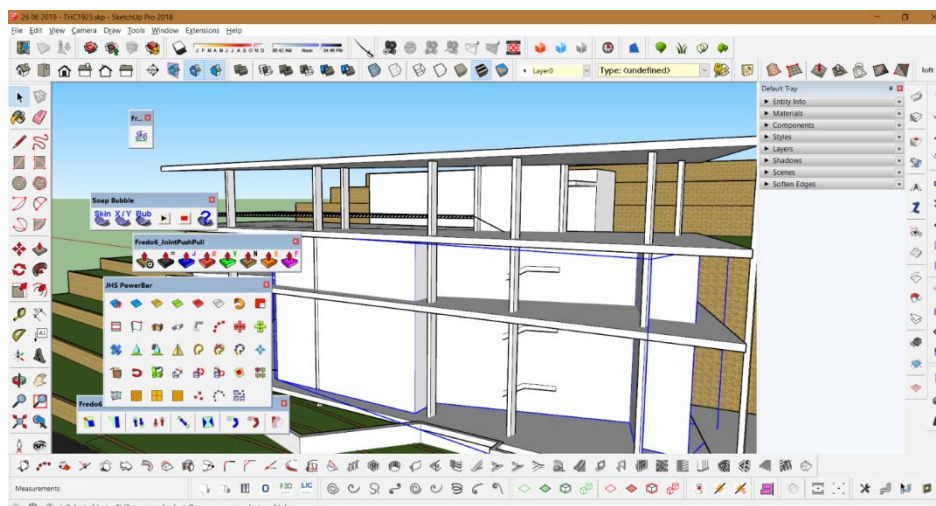
Сл. 5.3. Интерфејс програма *SketchUp Pro*

1. Насловна трака (енг. *Title bar*); 2. Трака са менијума (енг. *Menu bar*); 3. Почетна трака (енг. *Getting Started toolbar*); 4. Површина за цртање (енг. *Drawing area*); 5. Статусна линија (енг. *Status bar*); 6. Дијалози и панели (енг. *Dialog Boxes and Trays*)²

Почетна трака (енг. *Getting Started*, сл. 5.3, поз. 3) је подразумевана алатна трака и садржи основне алате потребне за почетак креирања 3D модела. Поред ових основних алата могуће је активирати додатне траке алата намењене креирању и модификовању објеката, те прилагодити окружење потребама корисника (сл. 5.4)³.

² Извор: <https://help.sketchup.com/en/sketchup/getting-started-sketchup>

³ *SketchUp Free* има једноставан интерфејс са ограниченим бројем опција, што отежава рад са сложенијим облицима. Цртање контура и терена може бити захтевно, а извоз 2D планова са одговарајућим ознакама није високо квалитетан.



Сл. 5.4. Интерфејс програма SketchUp Pro са укљученим додатним тракама алата

Централни део монитора заузима површина цртања (енг. *Drawing area*, сл. 5.3, поз. 4) на којој се израђује модел. Осе (црвена, зелена и плава) дефинишу 3D простор цртања и пружају осећај правца током моделовања⁴.

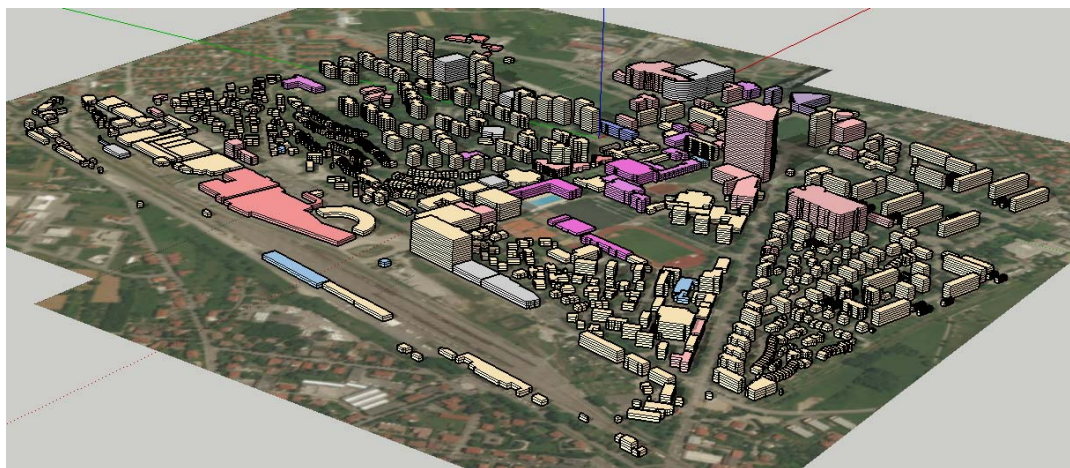
У дну екрана налази се статусна линија (енг. *Status bar*, сл. 5.3, поз. 5) која садржи четири важна елемента:

- Гео-локација – Ако је модел географски дефинисан (лоциран), када се пређе мишем преко иконе са ознаком (пин) у овој трци ће бити видљиви подаци о локацији.
- Информације о моделу – Ово је брза повезница са дијалогом *Model Info* (Информације о моделу). Задржавањем показивача миша изнад дугмета *Model Info*, приказаће се информације о аутору тренутно изабраног модела.
- Облачићи са саветима (енг. *Tooltips*) – Током коришћења неког алата, у средњем делу статусне траке појавиће се корисне информације о његовој употреби.
- Мере (енг. *Measurements*) – Током цртања, у овом делу статусне траке приказују се одговарајуће мере. Овде је могуће ручно унети вредности како би се прилагодиле мере изабраних елемената или направиле копије на равномерном размаку.

Дијалози и панели (сл. 5.3, поз. 6) пружају додатне опције за фино подешавање модела. Овде је могуће прилагодити који се панели приказују унутар менија *Window*.

Програм има и отворену библиотеку модела коју корисници могу бесплатно преузимати, као и интегрисану GIS мапу која омогућава увоз терена директно са локације пројекта (сл. 5.5).

⁴ Када се први пут отвори нов простор за цртање, појави се модел човека, што кориснику пружа осећај размере простора.

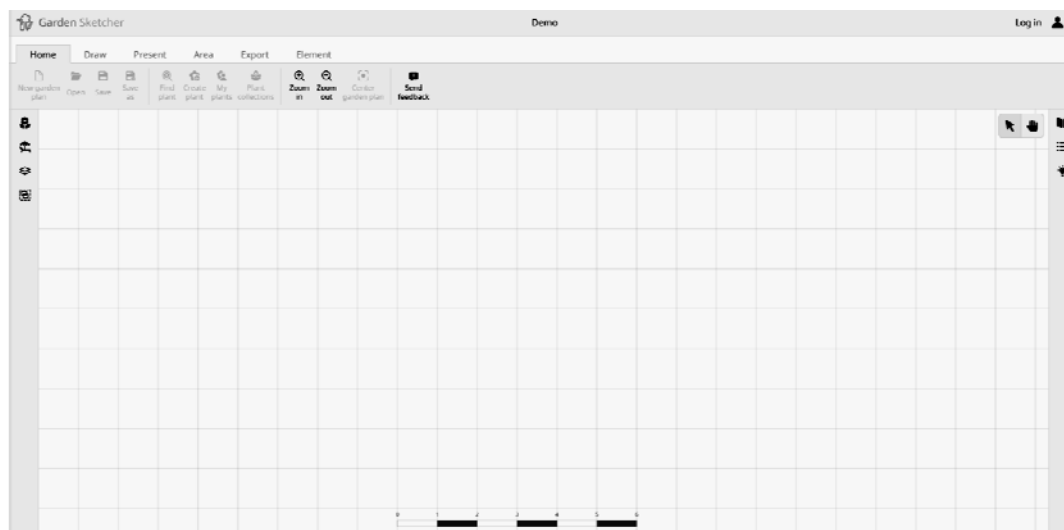


Сл. 5.5. SketchUp модел са GIS слојем

(извор: <https://modelur.com/docs/how-to-import-gis-into-sketchup-with-modelur/>)

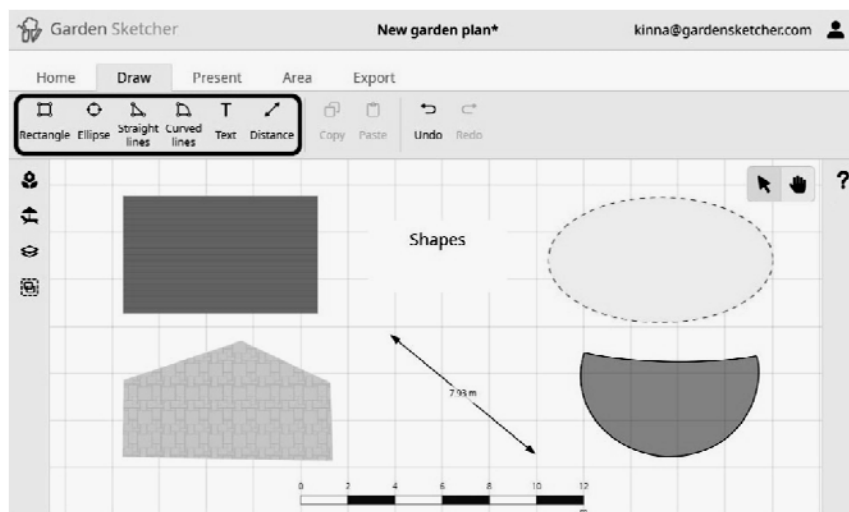
5.2.2. Garden Sketcher

Garden Sketcher је програм намењен планирању вртова. Програм омогућава једноставно цртање и организацију биљака и елемената вртног мобилијара у простору. Интерфејс програма састоји се од насловне траке (сл. 5.6), трака са менијима која омогућава приступ менијима који садрже већину алата, команди и подешавања. На траци са менијима налазе се следећи менији: *Home*, *Draw*, *Present*, *Area*, *Export* и *Element*.



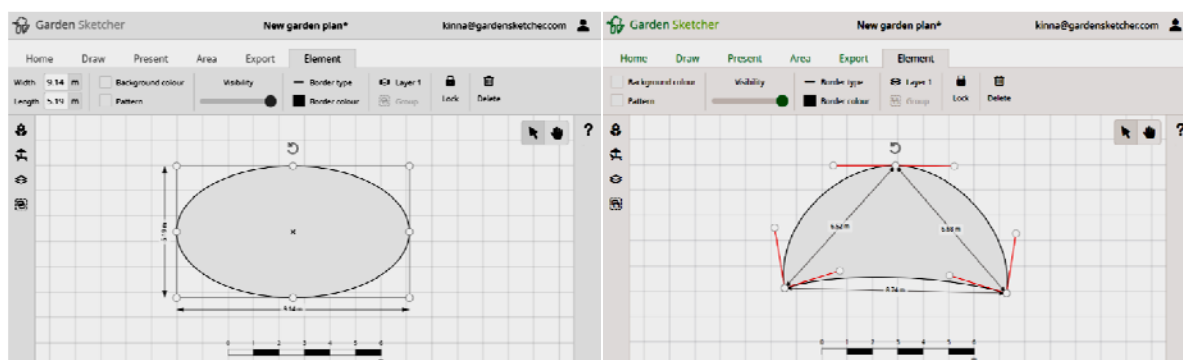
Сл. 5.6. Interface програма Garden Sketcher

У оквиру *Draw* картице корисницима су доступни алати за цртање правоугаоника (енг. *Rectangle*), елипси (крugова; енг. *Ellipse*), правих (енг. *Straight lines*) и закривљених линија (енг. *Curved lines*), као и уметање текста (енг. *Text*) и мерење растојања (енг. *Distance*) (сл. 5.7).



Сл. 5.7. Уметање различитих облика применом команди са картице Draw

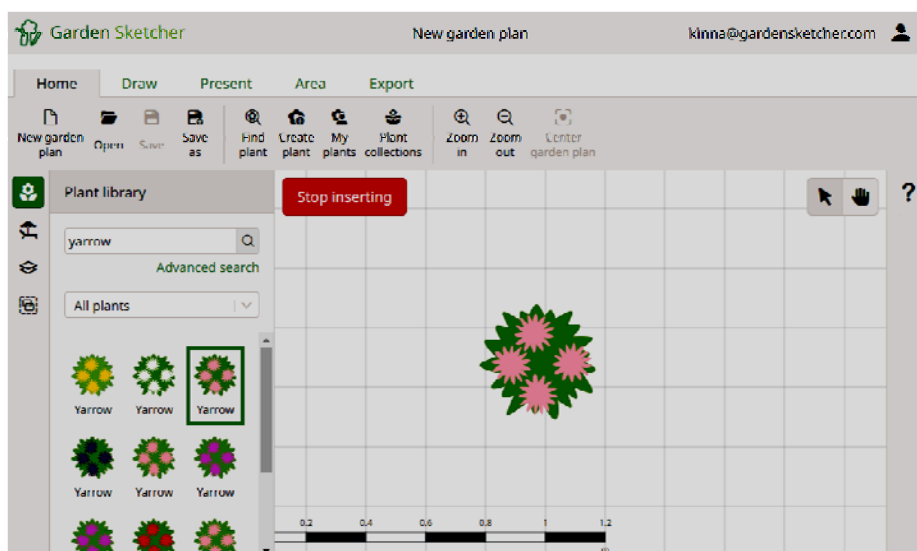
Алатима доступним на менију *Element* могуће је прилагодити положај, димензије и друге атрибуте одабраног објекта (сл. 5.8).



Сл. 5.8. *Izmena položaja, dimenzija i drugih atributa odabranog objekta*

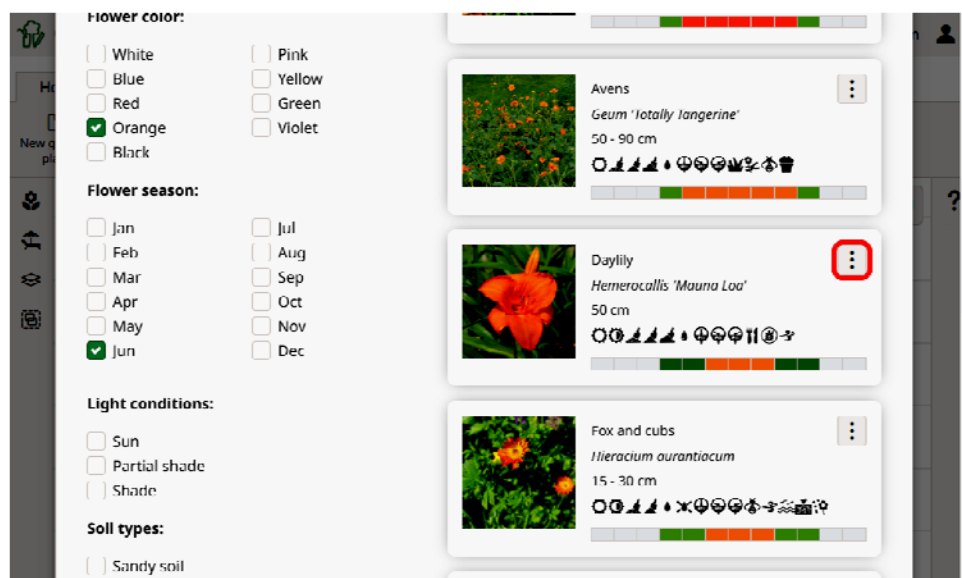
Сваком елементу се кроз *Element* картицу може доделити слој (енг. *layers*) и група (енг. *groups*) што је кључно за прегледност плана. Наиме, слојеви одређују редослед приказивања елемената (нпр. дрвеће, зграде, жбуње), док групе омогућавају истовремено управљање већим бројем елемената, као што су биљке у истој гредици. Приказивање или скривање елемената врши се једноставним чекирањем/одчекирањем слојева или група.

За уметање биљака користи се *Plant Library* (сл. 5.9), где је могуће претраживање биљака по „народном“ или латинском називу. Притиском на приказ жељене биљке из библиотеке она се поставља у режим уметања, након чега се иста смешта у план.



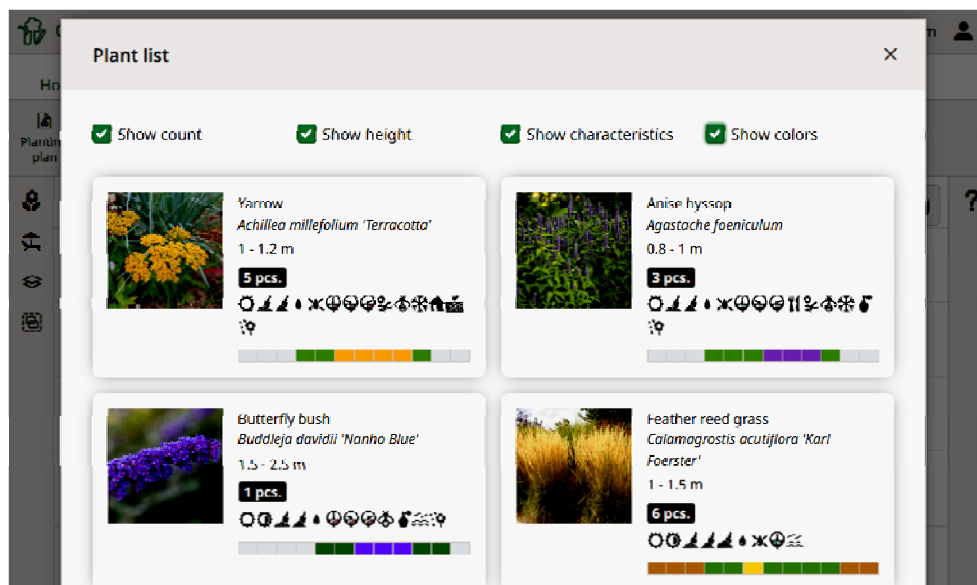
Сл. 5.9. Уметање биљне врсте из расположиве библиотеке биљака (енг. *Plant library*)

Биљке се могу уметати и из претходно креираних колекција, или из *Find plant*, где се биљке претражују на основу услова локације и карактеристика. Информације о биљкама приказане су у тзв. *plant karticama*, које садрже назив, висину, фотографију, иконице са особинама и приказ сезонских боја кроз дванаест месеци (сл. 5.10).



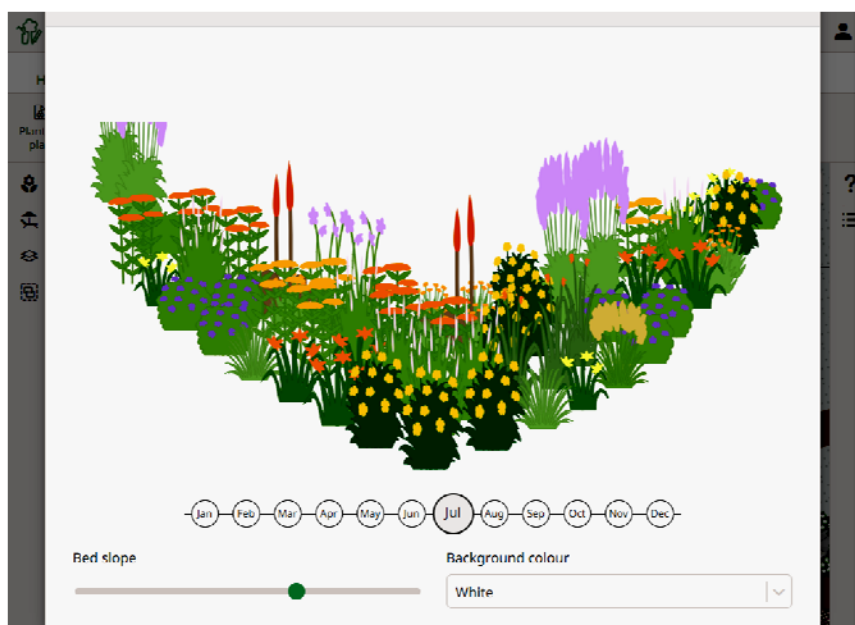
Сл. 5.10. Приказ дела расположиве колекције биљака

Листа биљака може се аутоматски генерисати помоћу команде *Plant list* (сл. 5.11) у картици *Export*, уз могућност одабира података за приказ (количина, висина, боје и сл.). Листа обухвата све расположиве биљке, а може се штампати ради лакше набавке. Ако је потребно ограничити приказ само на одређену групу или слој, сви остали се претходно могу сакрити.



Сл. 5.11. Генерисана листа примењених биљака помоћу команде *Plan list*

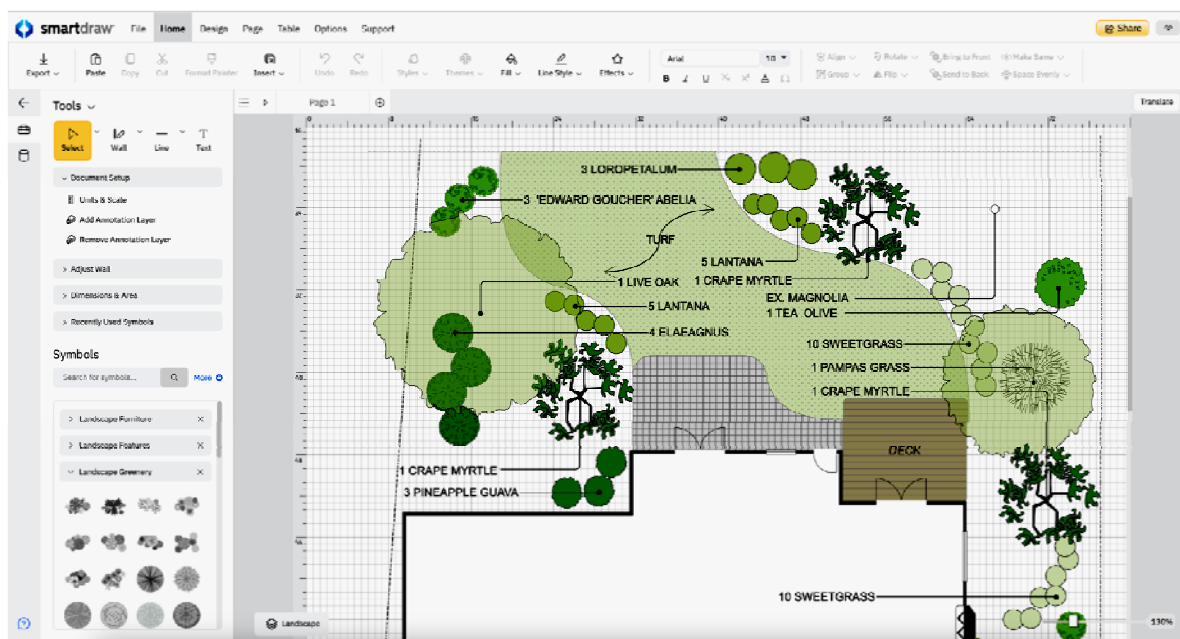
Функција *Profile view* омогућава преглед гредице са различитим примењеним биљним врстама из бочне перспективе (сл. 5.12). Помоћу виртуелне камере корисник дефинише правац погледа, након чега се аутоматски генерише визуелни изглед гредице. Алат пружа симулацију по месецима у години, као и могућност подешавања нагиба терена и боје позадине. Ова функција је корисна за проверу односа висина, облика и боја биљака током сезона.



Сл. 5.12. Изглед гредице током године применом функције *Profile view*

5.2.3. SmartDraw

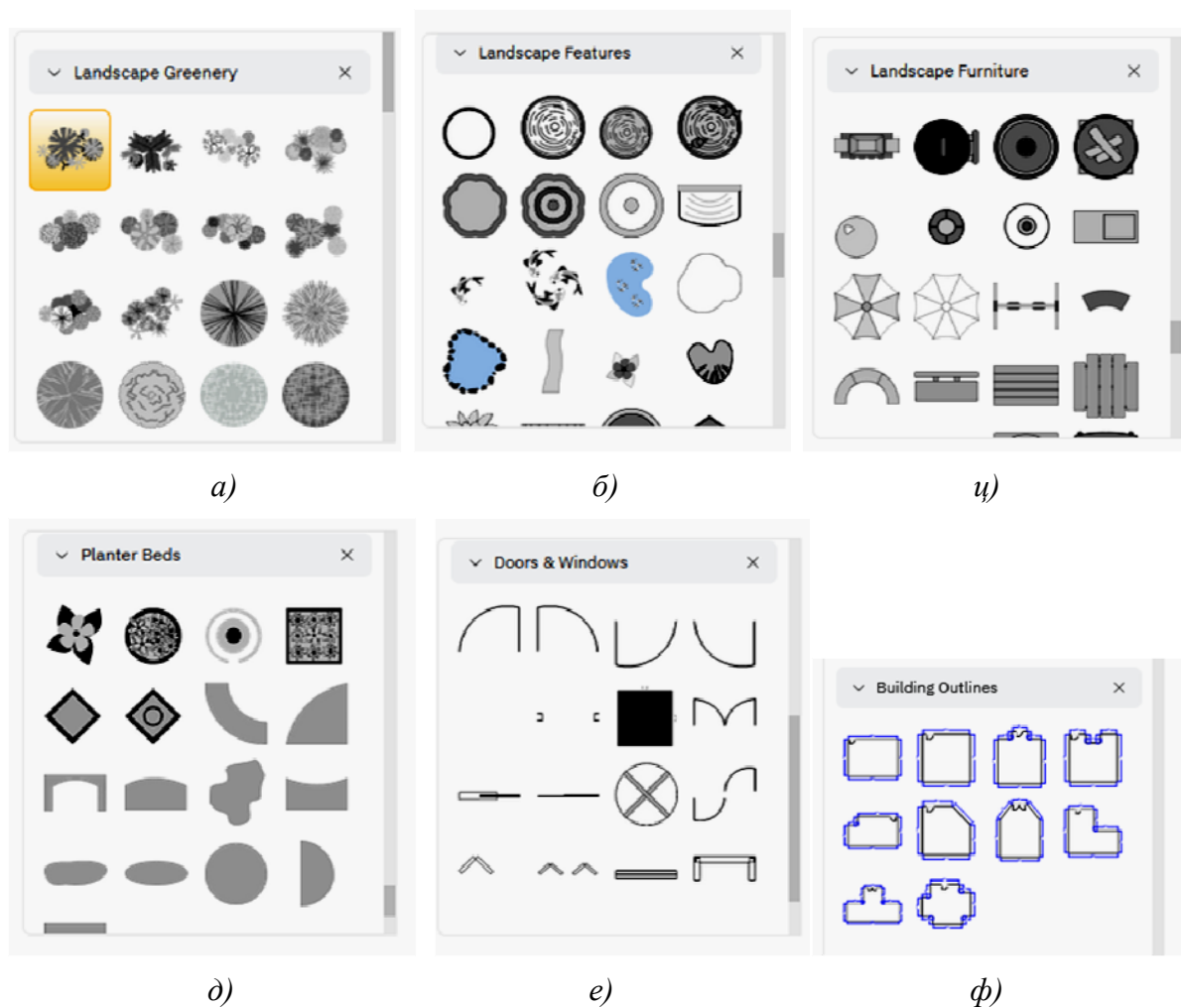
SmartDraw је програм који се првобитно развијао као алат за израду дијаграма и техничких планова, али се показао веома корисним и у области пејзажног пројектовања. Захваљујући савременим алгоритмима базираним на машинском учењу, *SmartDraw* омогућава корисницима да на једноставан начин формирају добро структурисане и прегледне скице пејзажних површина. Његов интерфејс (сл. 5.13), доступан у виду веб апликације или као инсталациони програма, прилагођен је и почетницима и онима са нешто више искуства.



Sl. 5.13. Interface programa SmartDraw

Приликом покретања рада у програму *SmartDraw*, кориснику је омогућено да прегледа бројне доступне шаблоне и одабере онај који највише одговара изгледу жељеног дворишта. На тај начин, процес креирања модела не почиње од почетка, већ се заснива на већ припремљеној основи. По избору одговарајућег шаблона, на располагању је богат избор дизајнерских алата који омогућавају једноставно додавање елемената – попут вртног намештаја, зеленила или базена – једноставним превлачењем унутар радне површине.

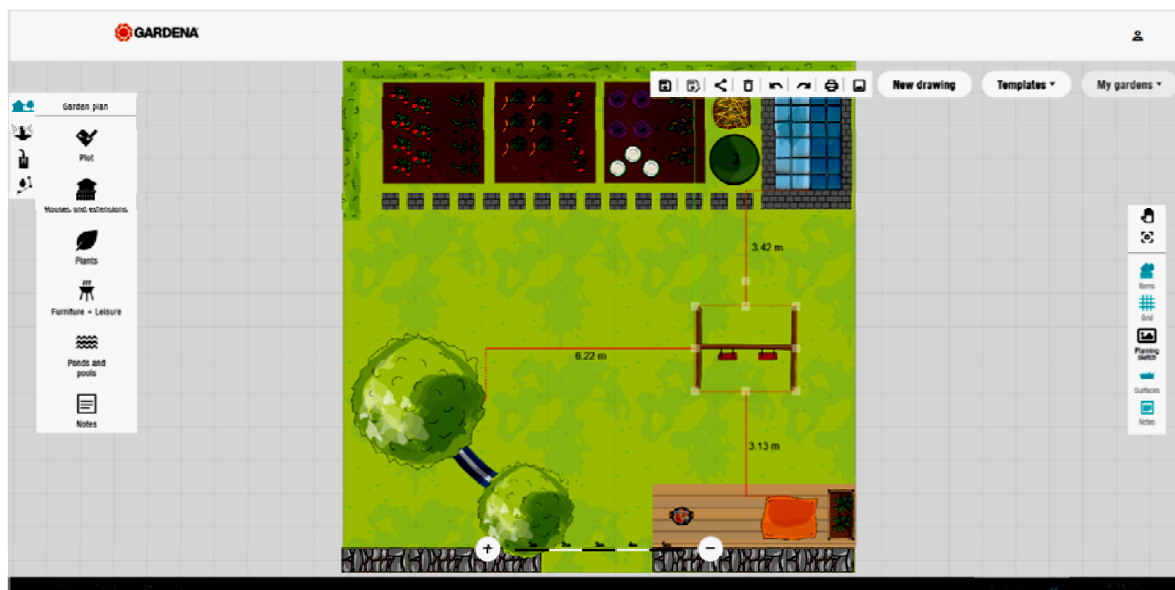
Примери палета са доступним елементима за уређење пејзажног простора приказани су на слици 5.14. Ипак, треба нагласити да почетни рад у овом програму захтева одређено време ради савладавања свих његових функција. За потпуну искоришћеност могућности које *SmartDraw* пружа, неопходна је инсталација програма на локални рачунар.



Сл. 5.14. Палете са елементима пејзажног простора програма SmartDraw

5.2.4. myGarden Planner (od Gardene)

Program *myGarden Planner* namenjen je korisnicima kojima je potreban jednostavan alat za planiranje zelenih površina. Ovaj alat omogućava projektovanje vrtova ili parkovskih površina opremljenih od jednostavnih staza do složenih sistema navodnjavanja. Posebno je pogodan za korisnike koji žele brzo da osmisle raspored biljaka i elemenata u prostoru, bez potrebe za naprednim znanjem iz oblasti 3D modelovanja. Zahvaljujući preglednom i jednostavnom interfejsu, *myGarden Planner* omogućava lako unošenje promena i izradu planova koji se mogu štampati.



Сл. 5.15. Interface програма myGarden Planner⁵

Пројектовање почиње цртањем облика баште и дворишта или избором неког од унапред припремљених шаблона.

Након дефинисања парцеле, могуће је додавати објекте као што су куће, дрвеће, ограде, баштенски намештај, језерца, базени и слично, како би се цртеж што верније приближио изгледу стварног простора. Уколико корисник планира постављање система за наводњавање, довољно је да одабере одељак *Sprinkler Plan* у левом менију (сл. 5.15). Није потребно ручно израчунавати распоред прскалица или цевовода, јер програм аутоматски одређује њихов положај на основу величине дворишта.

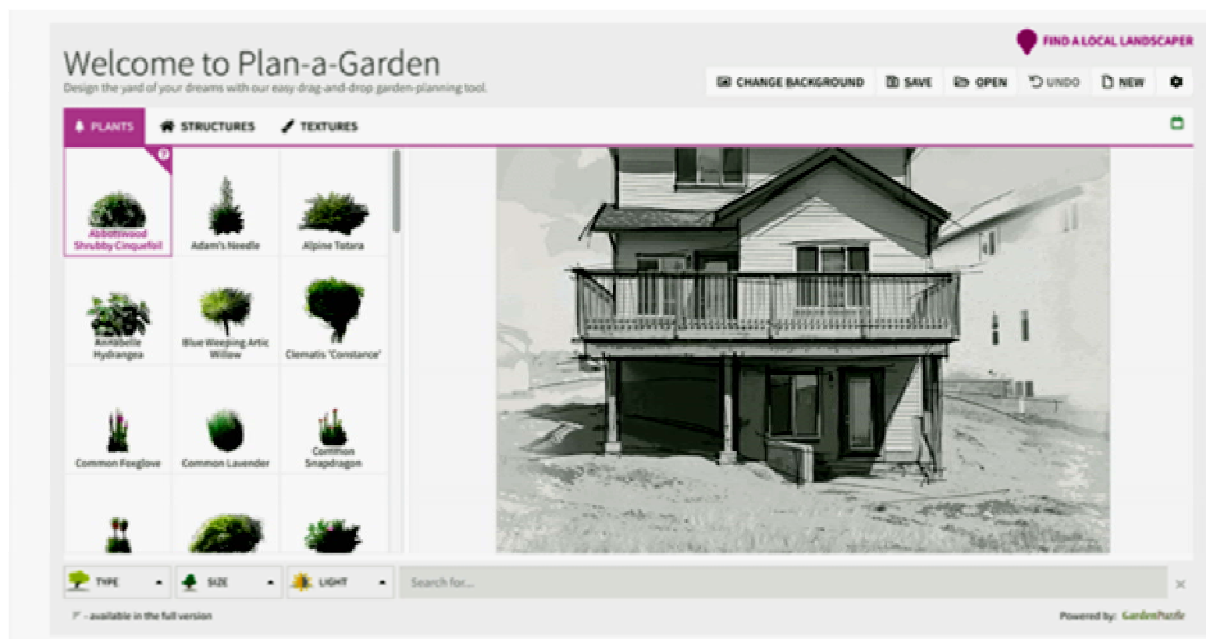
Ограничење овог програма је то што корисник може користити само оне материјале и објекте који се налазе у галерији програма, што у многим случајевима сужава креативне могућности.

5.2.5. Plan-a-Garden

Plan-a-Garden је програм развијен у оквиру платформе *Better Homes and Gardens*. Овај програм је посебно осмишљен за креирање идејних решења дворишних простора, тераса, стаза, баштенске зоне или простора за одмор. За коришћење овог програма довољно је регистровати се, како би се добио приступ алату за дизајн дворишта заснованом на принципу „превуци и пусти“ (*drag and drop*).

По отварању алата, на екрану ће се појавити скица куће (сл. 5.16).

⁵ <https://my-garden.gardena.com/int#>



Sl. 5.16. Interface programa Plan-a-Garden

Притиском на опцију *Change Background* (сл. 5.16) могуће је променити позадину и изабрати неки од понуђених цртежа различитих стилова кућа и дворишта. Уколико се међу понуђеним позадинама не налази нека слична жељеном простору или кући, корисник може отпремити сопствену фотографију.

Након избора жељене слике, са леве стране екрана појавиће се мени са елементима за дизајн. У одељку *Plants* налазе се различите биљне врсте које се могу применити у жељеном дизајну. Одељак *Structures* садржи различите декоративне елементе за двориште, док одељак *Textures* омогућава примену различитих покривних површина (нпр. травњак или поплочана површина). Иако су неки елементи доступни само уз доплату, програм поседује велики избор елемената које је могуће бесплатно користити.

Реалистички приказ у овом програму није на високом нивоу. Такође, постоје ограничења у погледу прецизности и детаљности приказа, што може утицати на крајњи доживљај пројекта.

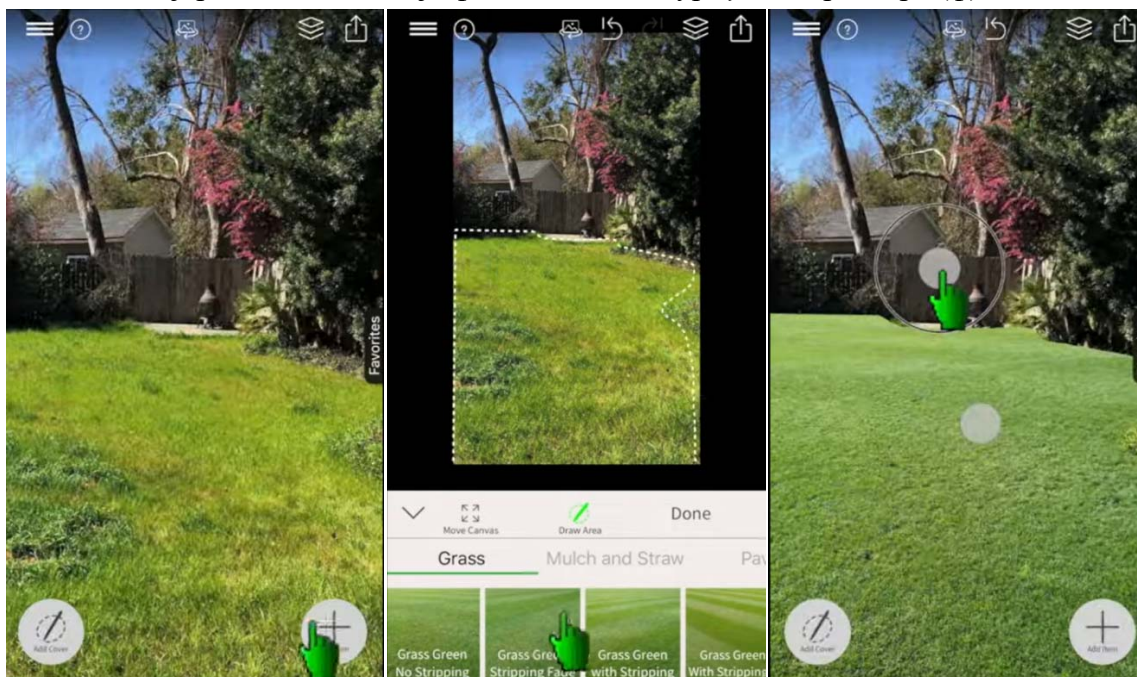
5.2.6. iScape

Програм *iScape* омогућава брзо и лако пројектовање пејзажа на мобилним уређајима. Овај програм, развијен за *iPad* и *iPhone* уређаје, омогућава пројектовање у *2D* и *3D* формату, а посебно је прилагођен аматерима, хобистима и малим тимовима. Корисници могу визуелно приказати пејзажни простор у реалном времену, додајући биљке, намештај и друге елементе помоћу једноставних команди.

На слици 5.17 приказан је интерфејс програма *iScape*, са илустрацијом појединих фаза уређења изабраног простора (дворишта). Процес започиње уносом фотографије простора (а), након чега се помоћу алата за селекцију издваја део који је

5. Графички програми у пејзажној архитектури

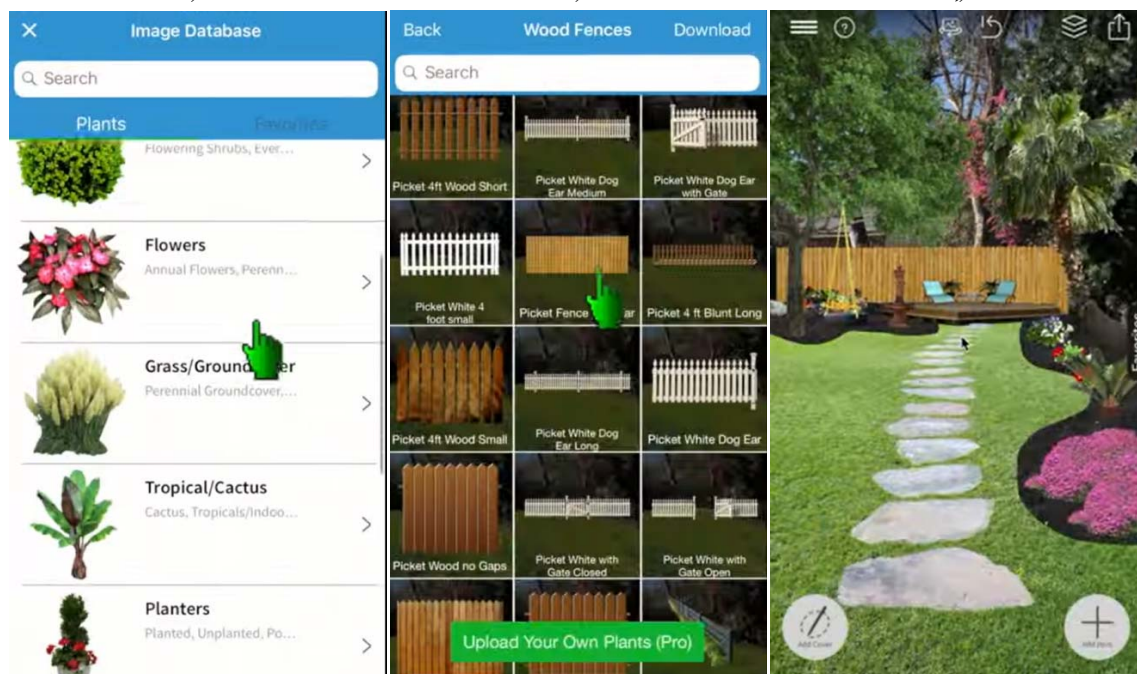
предмет уређења (б).⁶ Избором једне од понуђених врста подлоге – у примеру са слике 5.10б то је травната површина – означени простор се аутоматски попуњава изабраним материјалом (ц). Даљи кораци подразумевају уређење простора уз примену елемената из богате библиотеке програма, која обухвата различите врсте биљака (д), ограда (е) и вртног мобилијара, чиме се добија финални изглед уређеног простора (ф).



а)

б)

ц)



д)

е)

ф)

Sl. 5.17. Interface programa iScape

⁶ Један од недостатака програма огледа се у ограниченој могућности прецизне селекције појединачних делова простора.

iScape омогућава дељење идеја и основни ниво сарадње међу члановима тима, што је нарочито корисно у иницијалним фазама планирања. Апликација је доступна искључиво на мобилним уређајима, што може ограничити функционалност при изради сложенијих пројеката. Такође, напредне опције овог програма налазе се у оквиру плаћених претплатничких пакета.

5.2.7. Home Outside

Програм *Home Outside* (сл. 5.18) нуди једноставан приступ обликовању пејзажа. Намењена је корисницима који не желе да се упуштају у комплексне САД системе, већ им је циљ да уз помоћ визуелно допадљивих елемената брзо и интуитивно осмисле распоред у свом дворишту. Посебну вредност овом софтверу даје примена проширене стварности⁷, којом се омогућава тродимензионално представљање пејзажних структура у стварном окружењу.



Sl. 5.18. Interface programa Home Outside

Корисник може бирати између више од 700 понуђених елемената (биљака, стаза, вртног намештаја и украсних објеката) и на тај начин формирати основну пејзажну композицију.

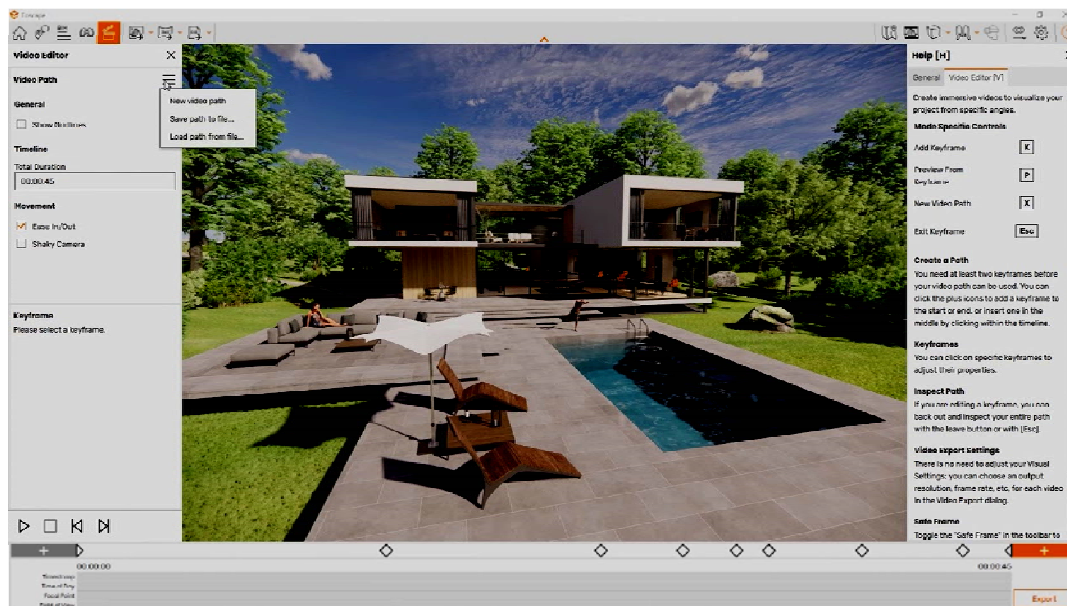
⁷ Проширена стварност (енг. *Augmented Reality* - *AR*) је технологија која комбинује стварни свет са дигиталним елементима у реалном времену. Другим речима, *AR* додаје компјутерски генерисане слике, звукове или друге информације на оно што особа види кроз уређај као што је: паметни телефон, таблет, *AR* наочаре (нпр. *Microsoft HoloLens*) или специјалне кациге. Тако на пример ако корисник гледа кроз камеру телефона свој врт, а на екрану види додатно виртуелно биље или вртни мобилијар који се савршено уклапа у простор – то је *AR*. Дакле, стварна слика + виртуелни садржај = *AR* приказ.

Упркос једноставности употребе, *Home Outside* има ограничења када је реч о могућностима прилагођавања елемената и богатству библиотеке биљних врста, што га чини погоднијим за концепцијска, а не завршна решења.

5.2.8. *Enscape*

Enscape (сл. 5.19) је савремен програм за визуелизацију који је идеалан и за почетнике и за искусне дизајнере. Његова највећа предност је могућност реал-тима приказа промена на 3D моделу, што значајно олакшава презентацију и комуникацију са клијентима и тимом. Програм омогућава заједнички рад јер се најновије верзије рендера могу одмах делити и коментарисати, чиме се убрзава процес израде и ревизије пројекта. Осим статичних слика, *Enscape* подржава панорамске приказе и виртуалну реалност, што додатно унапређује доживљај и разумевање пројекта. Програм је једноставан за употребу и даје квалитетне резултате у кратком времену. Уграђена библиотека 3D компоненти, укључујући елементе амбијента и вегетацију, додатно помаже при стварању реалистичних сцена. Такође, корисник може подешавати параметре камере као што су експозиција, дубина поља и осветљење.

С друге стране, за рад са *Enscape*-ом неопходна је квалитетна графичка картица јер слабија опрема може узроковати падове програма. Такође, нема могућност чувања одређених временских приказа унутар самог програма, већ се такве опције морају снимати из програма попут *Rhino-a*, *SketchUp-a*, *ArchiCAD-a* или *Revit-a*.

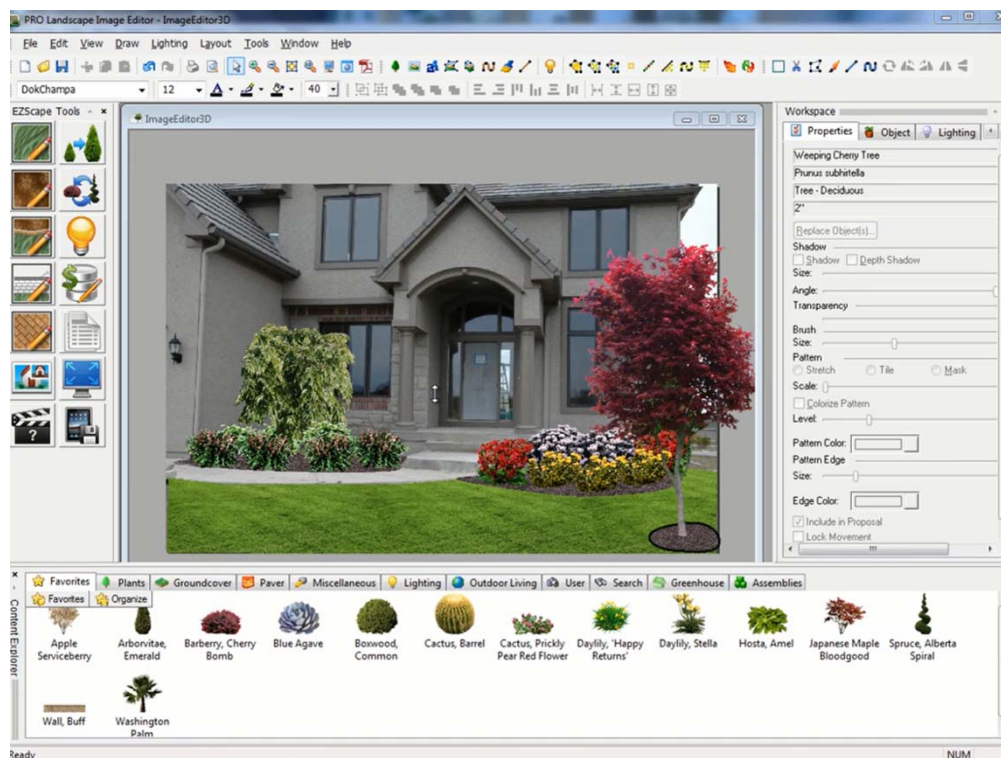


Сл. 5.19. Interface програма *Enscape*

5.2.9. *PRO Landscape Home*

PRO Landscape Home (сл. 5.20) је програм намењен ентузијастима и професионалцима, који нуди функције за визуелизацију, обраду слика и рад у реалном окружењу. Програм комбинује могућности фотографског приказа, *CAD* цртања и тродимензионалног рендеровања у сврху обликовања пејзажних површина. Овај

програм омогућава кориснику да започне пројектовање пејзажа на основу стварне фотографије куће, што значајно доприноси реалистичнијем планирању простора. Захваљујући једноставном радном окружењу и доступности на мобилним уређајима, може га успешно користити шири круг корисника.



Сл. 5.20. Радно окружење програма *PRO Landscape Home*

Програм је осмишљен тако да пружи професионалне резултате уз релативно брзо савладавање основних функција. Ипак, избор биљака и елемената од тврдих материјала у библиотеци није увек у складу са стварним карактеристикама материјала, што може представљати одређено ограничење у пројектовању са аспекта прецизности и визуелне веродостојности.

5.3. PROFESIONALNI PROGRAMI

Професионални програми у пејзажној архитектури представљају напредне алате намењене стручњацима који се баве комплексним пројектовањем, анализом и презентацијом пејзажних простора. За разлику од непрофесионалних алата, ови програми нуде широк спектар функционалности, укључујући рад у 2D и 3D окружењу, прецизно моделовање терена, управљање базама биљних врста, анализе осветљења и наводњавања, као и могућу интеграцију са геоинформационим системима (GIS) и грађевинском документацијом.

Професионални програми, попут *AutoCAD-a*, *Vectorworks Landmark-a*, *Realtime Landscape Architect-a* или *Lumiona*, омогућавају израду технички прецизних цртежа, реалистичних визуализација и симулација, што их чини неизоставним у

професионалној пракси пејзажне архитектуре. Такође, њихова сложеност и обимна функционалност захтевају одређени ниво стручне обучености и често се користе у тимском раду унутар пројектних бироа или архитектонских фирми.

5.3.1. *AutoCAD*

Међу програмима које пејзажни архитекти треба да савладају, посебно место заузима *Autodesk AutoCAD*, као један од најраспрострањенијих алата у домену архитектуре, инжењерства и грађевинарства. Овај програм је познат по својој изузетној прецизности у изради техничких цртежа, како у дводимензионалној тако и у тродимензионалној форми, чиме се омогућава високо детаљно приказивање пејзажних решења. *AutoCAD* знатно поједностављује процес израде пројектне документације, јер омогућава аутоматизацију понављајућих задатака, прецизно цртање сложених геометријских форми и брзо уношење измена у пројектима. Захваљујући великом броју доступних алата и могућности персонализације радног окружења, програм је прилагодљив различитим потребама корисника. Једна од важних карактеристика овог програма јесте могућност једноставног дељења пројектне документације, што олакшава тимски рад и убрзава комуникацију са извођачима и инвеститорима. Такође, *AutoCAD* је компатибилан са другим релевантним софтверима, што додатно доприноси његовој употребљивости у сложеним пројектним процесима.

За пејзажне архитекте, познавање *AutoCAD*-а представља важан корак ка професионалном усавршавању и отвара врата ка већем броју радних позиција у renomiranim пројектантским и грађевинским фирмама. Његова примена у савременој пракси није само корисна, већ се подразумева као standard, посебно у фази израде техничке документације и комуникације са инжењерским тимовима. У том смислу, *AutoCAD* се намеће као основна платформа коју сваки пејзажни архитекта мора да савлада како би успешно учествовао у савременим пројектима и испунио високе професионалне стандарде.

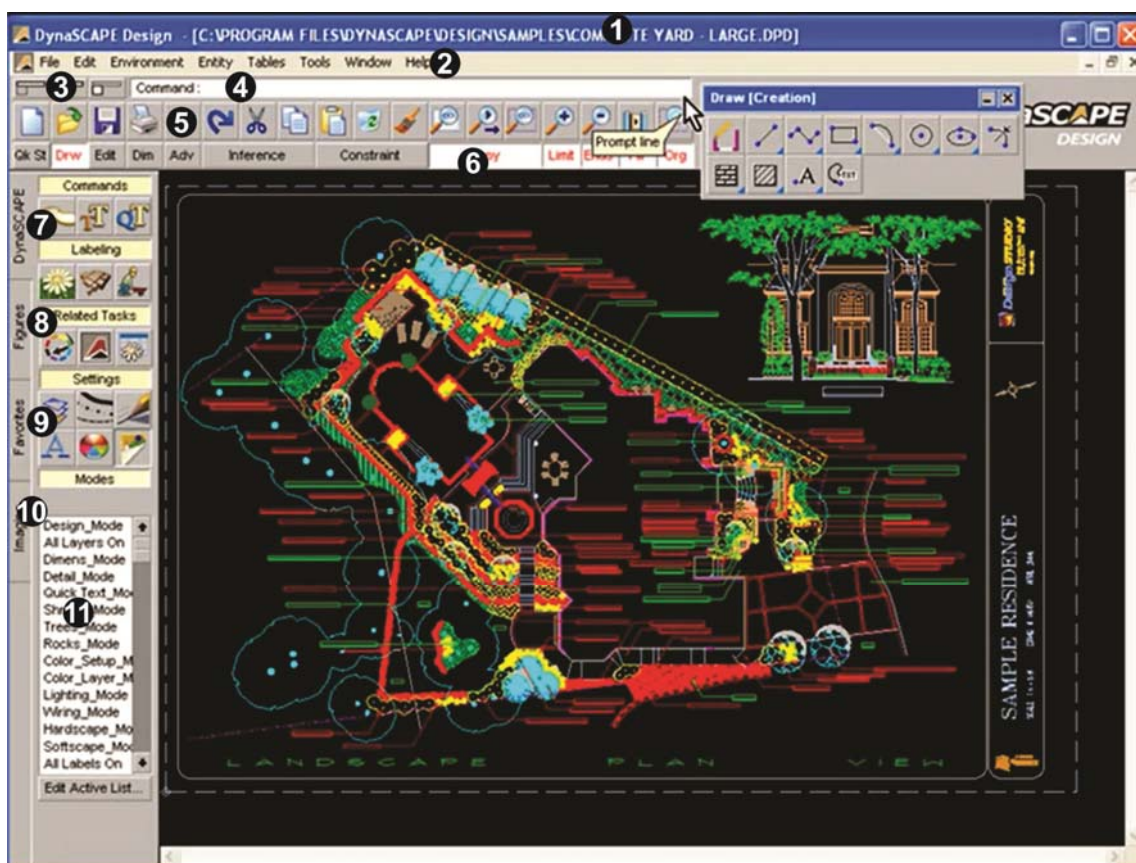
Начина коришћења програма *AutoCAD* биће детаљно описан у шестом поглављу (6. Примена *AutoCAD* програма у изради техничке документације).

5.3.2. *Dynascape*

Dynascape је програм првенствено намењен индивидуалним пејзажним дизајнерима. Програм поседује библиотеку предефинисаних симбола за биљке и елементе уређења пејзажних простора. Намењен је мањим пројектима или адаптацијама дворишта и башти. Програм садржи око 1.200 јединствених симбола за биљке и намештај, аутоматски креира листе материјала и ознаке биљака. Такође, програм има могућност увоза *DWG/DXF* фајлова.

Међутим, рад у програму *DynaScape* захтева значајно време за учење, при чему висока цена представља додатни недостатак. Кориснички интерфејс делује застарело, а могућности прилагођавања симбола су прилично ограничене. Слично као и код других програма сличне намене, *2D* планови често остављају утисак недовољне професионалности. Додатно, програм није доступан за кориснике *Mac* оперативног система.

Почетак рада у овом програму укључује инсталацију програма и активацију лиценце, након чега се отвара радна површина са алатним тракама, командном линијом и бочним панелима за цртање и уметање фигура. Нови пројекат започиње отварањем прототипа који одговара жељеном формату папира и размери цртања. На слици 5.21. приказан је кориснички интерфејс програма Dynascape, чију горњу линију чине насловна трака (поз. 1) и трака са менијима (поз. 2) у којој су смештене готово све расположиве команде.



Sl. 5.21. Interfejs programa Dynascape

1. Насловна трака (енг. Title bar);
2. Трака са менијима (енг. Menu bar);
3. Тастери видљивости (енг. Visibility toggles);
4. Командна линија (енг. Command line Interpreter);
5. Горња трака са командама (енг. Top Button Bar);
6. Трака са прекидачима (енг. Toggle Bar);
7. Бочни панел Дунасцапе (енг. Dynascape Sidebar Folder);
8. Бочни панел са симболима (енг. Figures Sidebar Folder);
9. Бочни панел омиљених симбола (енг. Favorites Sidebar Folder);
10. Бочни панел са сликама (енг. Imaging Sidebar Folder);
11. Подешавање табела и режима (енг. Tables/Modes Settings)

У горњем левом углу, подразумевано се налазе команде које омогућавају кориснику да брзо укључи или искључи приказ појединих делова корисничког интерфејса, као што су алатне траке, бочни панели и командни прозори (енг. *Visibility toggles*, сл. 5.21, поз. 3). Активирањем или деактивирањем ових елемената, корисник може да оптимизује радни простор у складу са тренутним потребама. У наставку се подразумевано налази командна линија (енг. *Command Line Interpreter* сл. 5.21, поз. 4)

која омогућава кориснику да комуницира са програмом. Комуникација се остварује уносом команди путем тастатуре.

Горња трака са командама (енг. *Top Button Bar*, сл. 5.21, поз. 5) садржи скуп основних команди које се најчешће користе током рада, као што су: отварање новог цртежа, учитавање постојећег, чување пројекта, штампа, команде за копирање, брисање, као и алати за навигацију (зумирање, померање погледа и сл.). Ова трака омогућава брз приступ кључним функцијама без потребе за претраживањем кроз меније. Испод горње траке са командама смештена је трака са прекидачима (енг. *Toggle Bar*, поз. 6) која служи за укључивање и искључивање одређених режима цртања, као што су ортогонална и поларна ограничења, копирање елемената, приказ граница цртежа и координатног почетка, као и активирање помоћних алатних кутија. Трака са прекидачима омогућава кориснику већу контролу над начином рада, посебно при прецизном позиционирању објеката.

Лева страна екрана резервисана је за бочне панеле. Бочни панел *DynaScope* (енг. *Dynascope Sidebar Folder*, сл. 5.21, поз. 7) је срж корисничког интерфејса и садржи четири кључне секције: *Commands* (команде за цртање и уређивање), *Labeling* (алати за етикетирање), *Related Tasks* (функције за извештавање и листе биљака) и *Settings* (приказ слојева, стилова линија, дебљина, фонтова итд.). Панел је контекстуалан – његов садржај се мења у зависности од активног алата, омогућавајући кориснику приступ релевантним опцијама у сваком тренутку.

Бочни панел са симболима (енг. *Figures Sidebar Folder*, поз. 8) садржи библиотеку унапред дефинисаних фигура (нпр. дрвеће, жбуње, камење, конструкције), које су скалиране у складу са размером цртежа. Симболи се могу убацивати једноставним притиском, чиме се аутоматски позиционирају на одговарајући слој и могу додатно прилагодити по величини и положају.

Бочни панел са омиљеним симболима (енг. *Favorites Sidebar Folder*, сл. 5.21, поз. 9) омогућава кориснику да дефинише сопствену колекцију омиљених фигура које често користи, тако што притиском десног тастера миша на жељени симбол из библиотеке бира опцију *Add to Favorites*. Ове фигуре се затим чувају у посебном панелу ради бржег приступа, што доприноси ефикаснијем раду и већој персонализацији радног окружења.

Бочни панел за слике (енг. *Imaging Sidebar Folder*, сл. 5.21, поз. 10) омогућава уметање различитих визуелних материјала у цртеж – од фотографија биљака из базе података до скенираних планова парцела или логотипа фирме. Подржани су стандардни формати слика као што су *JPG* и *BMP*. Корисник може прецизно одредити положај и величину слике, а слике се могу користити и приликом генерисања каталога биљака у *PDF* формату.

Секција намењена подешавању табела и режима (енг. *Tables/Modes Settings*, сл. 5.21, поз. 11) такође се налази са леве стране екрана. Ова секција омогућава управљање слојевима, стиловима линија, дебљинама, бојама, фонтовима и приказом режима рада (нпр. искључење слојева који нису тренутно потребни). Правилна употреба слојева и подешавања омогућава јасну организацију елемената на цртежу и олакшава њихову накнадну обраду, штампу или извоз.

5.3.3. *Vectorworks Landmark*

Vectorworks Landmark је професионални програм намењен пејзажним архитектама за пројектовање пејзажних решења у 2D и 3D окружењу. Овај програм намењен је дизајну захтевних комерцијалних пројеката пејзажног простора са интегрисаним географско-информационим системима (GIS) и BIM (*Building Information Modeling*) функцијама.

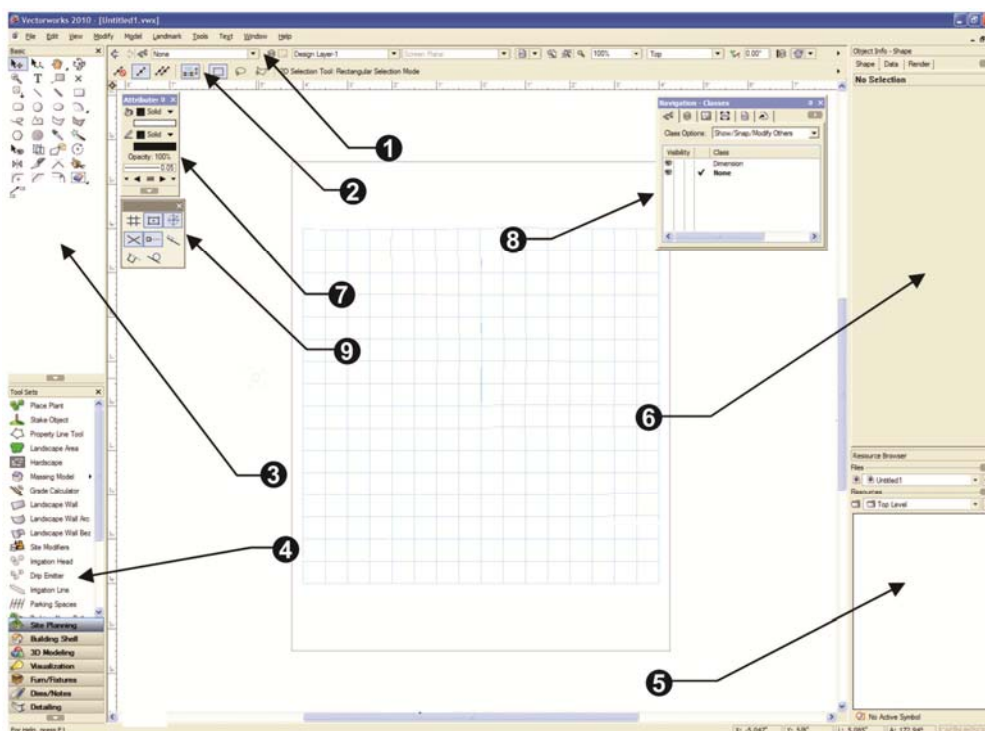
Програм интегрише цртање у 2D окружењу, тродимензионално моделовање и базу података, чиме омогућава свеобухватну подршку током читавог пројектантског процеса — од разраде концепта до израде техничке документације. Рад у овом окружењу омогућава тачну анализу постојећих услова, брзо генерисање визуелно атрактивних решења и прецизну документацију за извођење радова. Уз подршку за рад у облаку, сарадња са тимовима и размена информација одвијају се брзо и ефикасно.

Недостаци програма *Vectorworks Landmark* огледају се пре свега у његовој високој цени, великим хардверским захтевима и сложености употребе, што подразумева дуже време за савладавање рада у програму. Због тога се често не препоручује као оптимално решење за мање дизајнерске фирме са ограниченим ресурсима.

Радно окружење *Vectorworks Landmark* представља наменски конфигурисани интерфејс унутар програма, специјализован за потребе пејзажне архитектуре и планирања спољног простора. Овај радни простор обједињује све потребне алате и палете за цртање, моделовање и документовање пејзажних решења.

Кључни елементи корисничког интерфејса програма *Vectorworks Landmark* су (сл. 5.22):

- *View bar*,
- *Tool bar*,
- *Basic tools*,
- *Tool Sets*,
- *Resource Browser*,
- *Object Info palette*,
- *Attributes palette*,
- *Navigation palette* и
- *Snapping palette*.



Сл. 5.22. Радно окружење програма *Vectorworks Landmark*

View bar (сл. 5.22, поз. 1) и *Tool bar* (поз. 2) омогућавају управљање погледима и избор радних режима, док *Basic tools* (поз. 3) садржи основне алате за цртање и манипулацију објектима (линије, полигони, померање, ротација итд.). *Tool Sets* (поз. 4) је колекција тематски организованих алата који се односе на специфичне функције – као што су алати за моделовање зидова, садњу биљака, креирање путева и водених површина, израду ограда, дефинисање зона итд.

Resource Browser (поз. 5) представља место из којег се приступа различитим ресурсима пројекта, укључујући стилове зидова, симболе биљака, материјале и друге унапред дефинисане елементе. *Object Info palette* (поз. 6) приказује својства селектованог објекта и омогућава њихову прецизну измену, док *Attributes palette* (поз. 7) служи за одређивање визуелних карактеристика објеката, као што су боја, дебљина линије и стил испуне. *Navigation palette* (поз. 8) омогућава управљање слојевима (*Design Layers*), класама (*Classes*), погледима (*Saved Views*) и листовима (*Sheet Layers*), чиме се подржава хијерархијска и организована структура пројекта. *Snapping palette* (поз. 9) омогућава укључивање и подешавање паметних функција лепљења (*snapping*) које обезбеђују прецизно цртање и моделовање.

Landmark радни простор је конципиран тако да подржи целокупан радни ток једног пејзажног пројекта – од израде основног плана, преко позиционирања грађевинских и природних елемената, до процене дизајна и припреме техничке документације. Тиме се омогућава свеобухватна интеграција функционалног и естетског планирања простора у јединственом дигиталном окружењу.

5.3.4. Lumion

Lumion (сл. 5.23) је савремени програмски алат за визуелизацију пејзажних и архитектонских пројеката, посебно развијен како би пројектантима омогућио да на ефикасан и атрактиван начин представе своје идеје. Његов једноставан и интуитиван интерфејс омогућава корисницима да без великог техничког предзнања брзо и лако претворе тродимензионалне моделе у висококвалитетне рендеринге и анимације. Једна од кључних предности *Lumiona* јесте могућност рендеровања у реалном времену, што дизајнерима пружа увид у промене у простору и омогућава брже доношење одлука током процеса пројектовања. Програм се успешно интегрише са популарним алатима за моделовање као што су *SketchUp*, *Revit* и *Rhino*, чиме се омогућава несметано укључивање у постојеће пројектне токове. Захваљујући великој библиотеци елемената и ефеката, *Lumion* омогућава стварање визуелно богатих и изражајних сцена које верно приказују пејзажне композиције, светлосне услове, временске прилике и друге просторне аспекте. Савладавање овог програма доноси значајне предности пејзажним архитектама, јер им омогућава да своје пројекте представе на убедљив и професионалан начин, чиме се побољшава комуникација са клијентима, олакшава учешће на конкурсима и повећава конкурентност на тржишту рада.



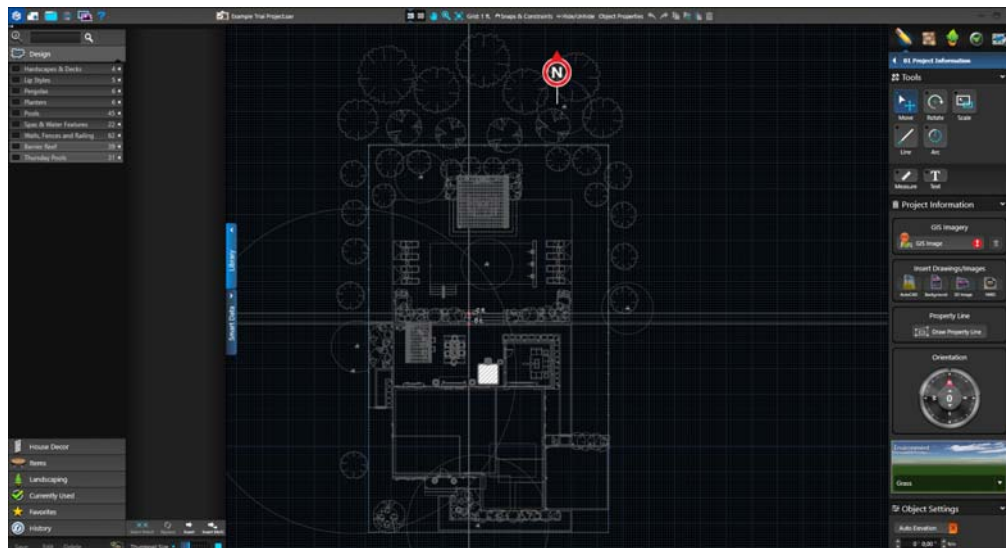
Сл. 5.23. Радно окружење програма *Lumion*

Библиотека садржи више од 2.000 висококвалитетних објеката и преко 1.350 материјала, укључујући и ефекте воде.

Међу предностима су анимирани видео записи и прикази фаза градње, као и изузетно квалитетно осветљење које програм омогућава, што доприноси професионалном изгледу техничких рендера. Са друге стране, професионална верзија програма је веома скупа и намењена је пре свега комерцијалним пројектима. Такође, *Lumion* захтева снажан рачунар са много РАМ меморије и подразумева дуже време за савладавање рада у програму.

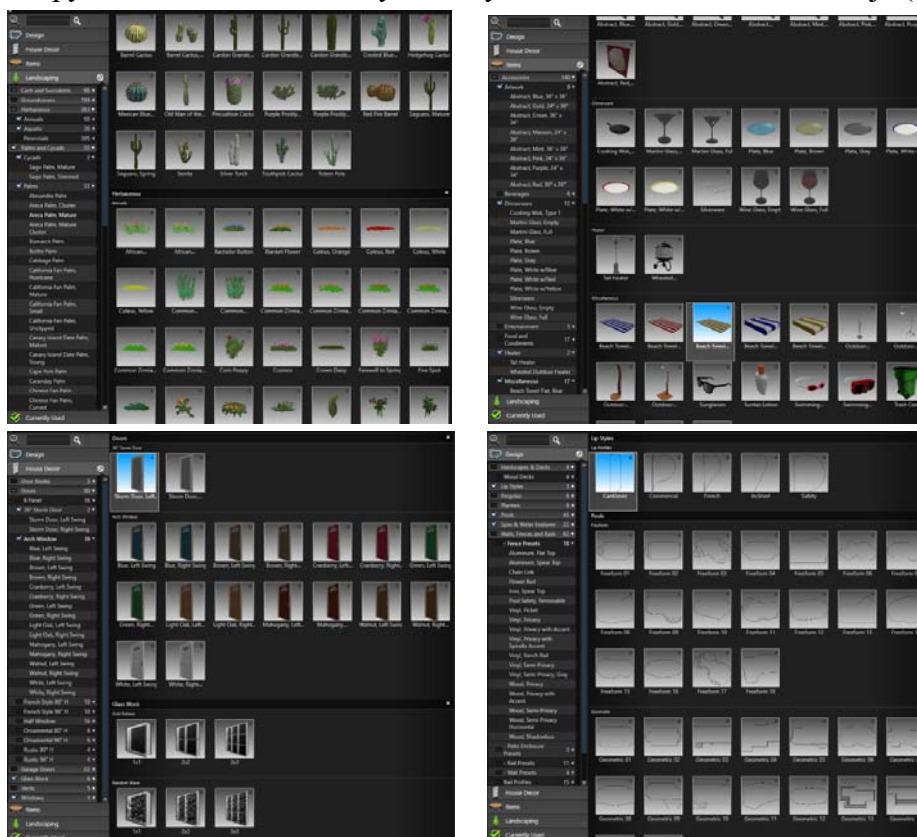
5.3.5. VizTerra

VizTerra је једноставан и приступачан програм са поједностављеним интерфејсом који омогућава брз развој пејзажних планова у *CAD* окружењу (сл. 5.24).



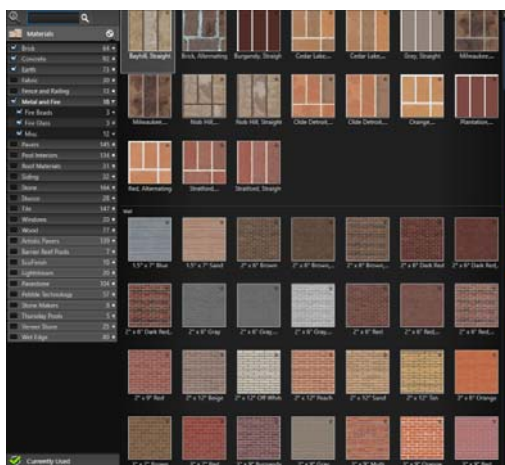
Сл. 5.24. Радно окружење програма *VizTerra* - приказ током фазе моделовања

Идеалан је за дизајнере којима треба брз и прегледан приказ пејзажних решења за клијенте. Програм поседује унапред дефинисане библиотеке биљака, ограда, намештаја и других елемената, са могућношћу 3D моделовања и анимације (сл. 5.25).



Сл. 5.25. Део расположиве библиотеке биљака, ограда, намештаја и других елемената

Међу предностима програма су *GIS* интеграција, богата библиотека материјала (сл. 5.26), напредне 3D анимације, као и алати за процену трошкова и количина материјала.



Сл. 5.26. Богата библиотека расположивих материјала

С друге стране, *VizTerra* захтева снажан рачунар са много РАМ меморије и моћном графичком картицом. Графички прикази су често карикатурални и непрофесионални, не подржава *macOS*, а додатне функције су доступне по високој цени.

5.3.6. Realtime Landscape Architect

Realtime Landscape Architect је програм намењен професионалцима у пејзажном дизајну. Програм поседује богату, унапред дефинисану библиотеку симбола као што су биљке, стене, базени и слично. Овај програм представља добро решење за пејзажне дизајнере који се првенствено баве планирањем садње и обликовањем хортикултурних елемената у вртovima. Поред 2D планирања, програм интегрише и 3D моделовање, омогућавајући приказ простора у перспективи кроз унапред припремљене 3D компоненте, што значајно помаже у визуализацији простора (сл. 5.27).

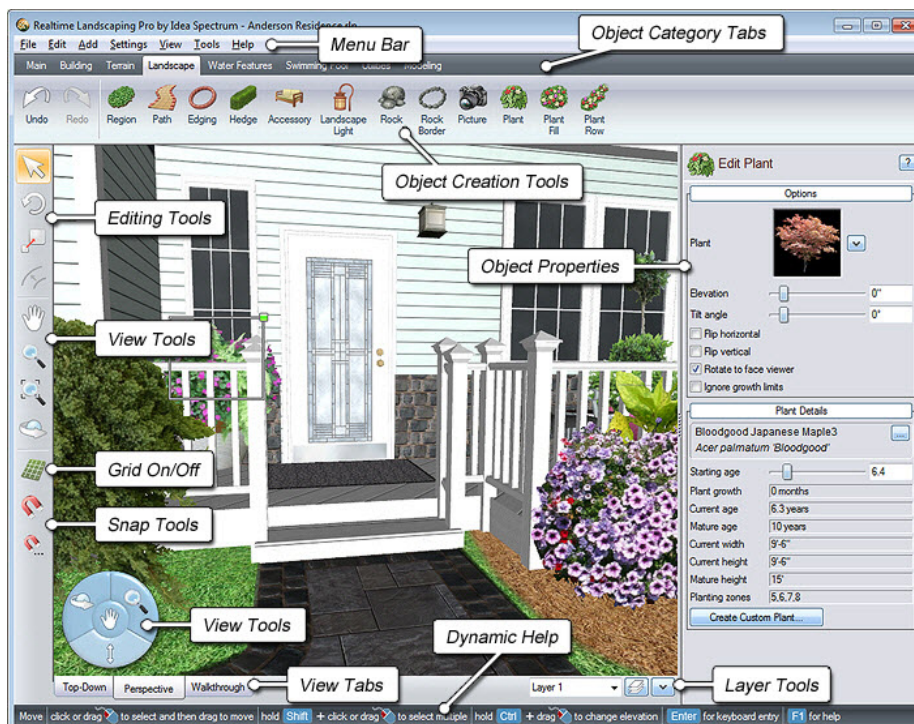


Сл. 5.27. 2D и 3D приказ простора у програму *Realtime Landscape Architect*

5. Графички програми у пејзажној архитектури

Предности овог програма су широка колекција од око 5.700 пејзажних планова, могућност атрактивног 3D виртуелног обилазка, као и увоза DWG и DXF формата.

Међутим, графички прикази имају карикатуралан изглед, а програм може да има проблема са стабилношћу.



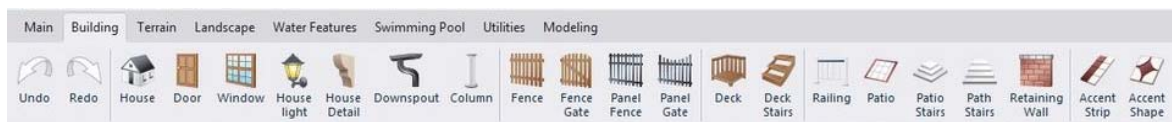
Сл. 5.28. Радно окружење програма *Realtime Landscape Architect*

Кориснички интерфејс (сл. 5.28) се састоји од више функционалних целина: мени са командама (*Menu Bar*), траке са алатима за креирање објеката (*Object Categories and Creation Tools*), алатке за уређивање (*Editing Tools*), алатке за промену погледа (*View Tools*), палета за подешавање својстава објеката (*Object Properties*), дугмад за мрежу и лепљење (*Grid and Snap Buttons*), картица за избор приказа (*View Tabs*), картица за рад са слојевима (*Layer Tabs*), као и динамичког прозора за помоћ (*Dynamic Help*), који кориснику у сваком тренутку пружа контекстуалне инструкције у вези са активним алатом.

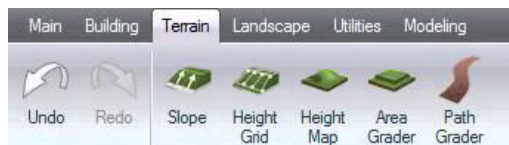
Објекти се бирају преко специфичних *Object Category* картица (*Object Category Tabs*) који групишу функције у тематске области; нпр. *Landscape* (пејзажни елементи; сл. 5.29), *Building* (куће, терасе, зидови; сл. 5.30), *Terrain* (рељеф и обликовање терена; сл. 5.31), *Road* (путеви, тротоари, знакови), *Water Features* (сл. 5.32), *Swimming Pool* (сл. 5.33), *Utilities*, *Modeling* и *Plan Detail*. Ове картице омогућавају брзо проналажење алата намењених одређеним задацима – примјериче, под *Water Features* се налазе алати за језерца и фонтане, док *Plan Detail* садржи симболе и димензије које се појављују искључиво у 2D плану.



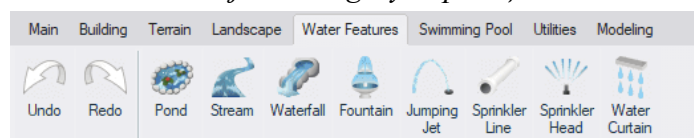
Сл. 5.29. *Object Category* картица *Landscape*



Сл. 5.30. Object Category картица Building



Сл. 5.31. Object Category картица Terrain

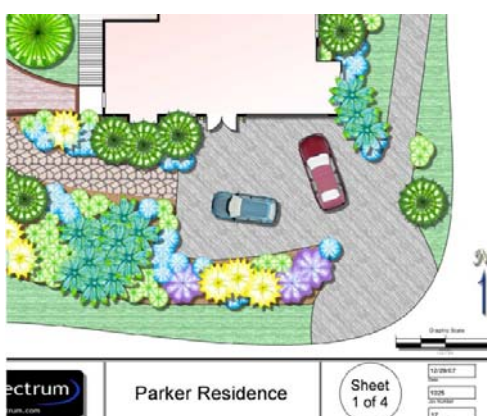


Сл. 5.32. Object Category картица Water Features



Сл. 5.33. Object Category картица Swimming Pool

Визуелни приказ пејзажа се може мењати у складу са потребама корисника коришћењем три основна режима приказа: *Plan* (2D поглед одозго; сл. 5.34а), *Perspective* (тродимензионални приказ; сл. 5.28) и *Walkthrough* (интерактивна шетња кроз модел; сл. 5.34б). *Plan* поглед је посебно погодан за прецизно цртање и позиционирање објеката, док се тродимензионални поглед користи за обликовање терена, подешавање висина и визуелну инспекцију дизајна. *Walkthrough* режим омогућава кориснику да се креће кроз виртуелни простор и доживи пројекат са реалистичним сенчењем, осветљењем и динамичним ефектима попут воде и рефлексије.



а)



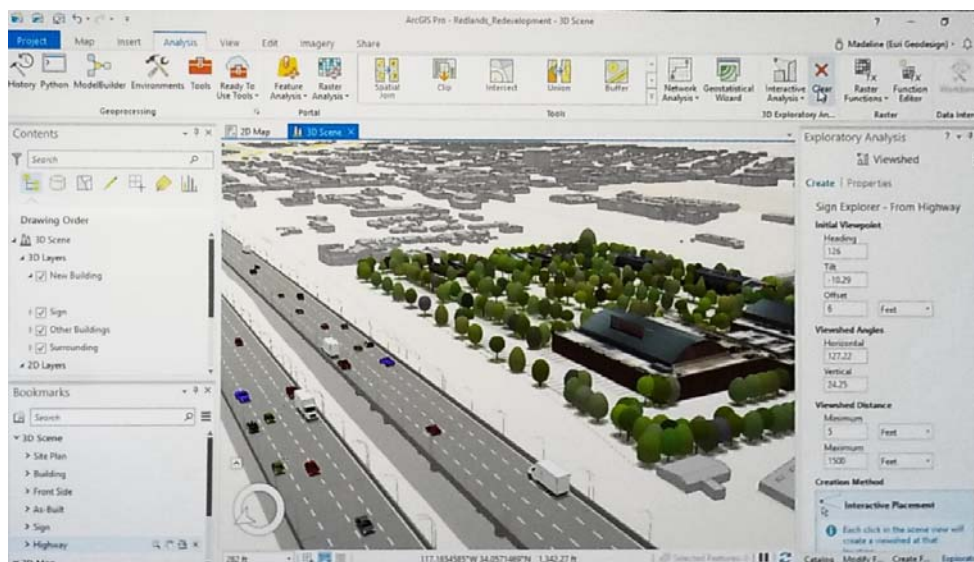
б)

Сл. 5.34. Различит визуелни приказ сцене

5.4. OSTALI PROGRAMI

5.4.1. ArcGIS

ArcGIS представља један од најкомплекснијих и најраспрострањенијих програмима за управљање географским информацијама. Развијен од стране компаније *Esri*, овај програм омогућава свеобухватно управљање просторним подацима кроз процесе уноса, анализе, моделовања и визуелизације, што га чини неизоставним алатом у савременом пејзажном и урбанистичком планирању. Коришћењем *ArcGIS*-а, пројектанти могу да интегришу различите изворе просторних информација, укључујући сателитске снимке, демографске податке, топографију и инфраструктуру, како би донели одрживе одлуке у вези са уређењем простора. Програм омогућава рад у 2D и 3D окружењу, подржава напредне методе анализе, као што су анализа приступачности, просторна статистика и симулација утицаја изградње на постојећи екосистем. Значај овог програма нарочито долази до изражаја у пројектима великих размера, где је неопходно сагледати и обрадити сложене просторне односе.



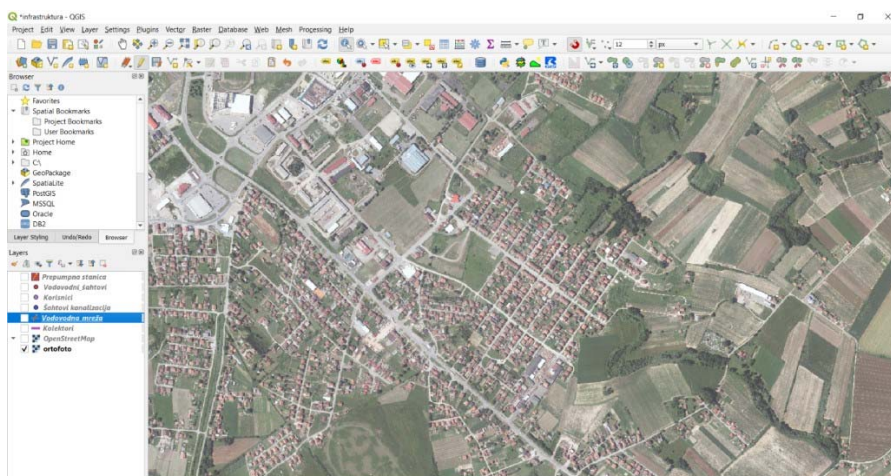
Сл. 5.35. Радно окружење програма ArcGIS

5.4.2. Quantum GIS

QGIS или *Quantum GIS* је слободан програм отвореног кода намењен за управљање и анализу географских података, који представља одрживу алтернативу комерцијалним GIS решењима. Његова главна предност огледа се у доступности и флексибилности, јер пружа широк спектар функционалности без трошкова лиценци, што га чини посебно погодним за образовне и истраживачке институције, као и за мање пројектантске тимове. QGIS омогућава унос, уређивање, анализу и визуелизацију како векторских тако и растерских података, а његова архитектура заснована на додатцима омогућава корисницима да прошире његове могућности у складу са специфичним потребама. Поред тога, програм подржава рад са различитим геопросторним базама података и стандардима, што олакшава интеграцију са другим информационим системима и размену података. За пејзажне дизајнере, знање рада у овом програму

5. Графички програми у пејзажној архитектури

доноси значајне предности у приступу геолокацијским информацијама, анализи простора и изради картографских приказа.



Сл. 5.36. Радно окружење програма *Quantum GIS*

5.4.3. Adobe Creative Suite

Adobe Creative Suite чини скуп професионалних апликација за графички дизајн, обраду фотографија и израду визуелних презентација, које су незаобилазне у раду архитеката и пејзажних дизајнера. Међу најважнијим алатима у овом пакету су *Photoshop*, *Illustrator* и *InDesign*, који заједно омогућавају обимну палету могућности – од детаљног уређивања слика, преко креирања прецизних векторских графика, до дизајнирања сложених докумената и презентација. Интензивна интеграција између ових програма осигурава несметан ток рада и омогућава професионалну припрему визуелних материјала за презентације, конкурсе и маркетиншке сврхе. Савладавање *Adobe Creative Suite*-а даје дизајнерима моћан алат за ефективну комуникацију идеја и значајно повећава квалитет коначних производа.



Сл. 5.37. Радно окружење програма *Adobe Creative Suite*

6. Примена AutoCAD програма у изради техничке документације

6.1. УВОД

Савремени приступ развоја техничких конструкција и других креативних идеја незамислив је без употребе компјутера у свим њиховим фазама развоја. У овом поглављу биће приказана примена компјутера у припреми техничке документације, кроз приказ могућности програма *AutoCAD 2024*. *AutoCAD* је најпопуларнији програмски пакет за 2Д и 3Д пројектовање. Развијан је за рад на персоналним (личним) компјутерима (*PC*), што доприноси његовој широкој употреби. Систем је отворене архитектуре, што значи да се на њега могу инсталирати различите додатне апликације.

Историја *CAD*-а ("Пројектовање подржано компјутером", енг. *Computer Aided Design*) датира из раних седамдесетих година, када су се користили скупи *CAD* системи на радним станицама¹. Са развојем *PC*-а, развијао се и *CAD* софтвер. У почетку, *CAD* софтвер је углавном служио за техничко цртање, замењујући традиционалне табле за цртање. Данас, *CAD* софтвер омогућава просторно моделовање објеката током различитих фаза пројектовања². Осим тога, многи *CAD* системи садрже базе стандардних делова и симбола прилагођених светским и националним стандардима.

¹ Компјутерске радне станице су врста рачунарских система дизајнираних за висококвалитетан рад, брзину и обраду података. Ове радне станице су обично конфигуриране са снажним процесорима, великим количинама РАМ меморије, брзим складиштем података и графичким картицама високих перформанси. Главна сврха компјутерских радних станица је пружање рачунарске снаге и перформанси за захтевне задатке, као што су графички дизајн, инжењерски рад, симулације, анимације, обрада видео материјала и друге креативне или техничке активности које захтевају велике ресурсе рачунарског система.

² *CAD* програми се користе у различитим фазама пројектовања, укључујући:

Концептуална фаза: У овој фази, *CAD* програми се користе за стварање концептуалних скица, цртежа или модела како би се развиле идеје и концепти за нови производ, грађевину или дизајн. Ови концептуални цртежи могу бити брзи нацрти који помажу у визуализацији идеја и преношењу концепата тиму или клијенту.

Прелиминарна фаза: Након што су идеје и концепти развијени, *CAD* се користи за израду прелиминарних цртежа или модела који детаљније дефинишу дизајн. Ови цртежи могу укључивати детаљније информације о димензијама, облицима, материјалима и функционалним захтевима.

Детаљна фаза: У овој фази, *CAD* се користи за стварање детаљних техничких цртежа или модела који прецизно дефинишу све аспекте дизајна, укључујући димензије, толеранције, монтажу, материјале, површинске завршне обраде и друге техничке детаље. Ови цртежи су обично потребни за производњу или изградњу.

Производна фаза: *CAD* се користи за генерисање техничких цртежа, модела или датотека које се користе у производњи производа или делова. Ови цртежи могу укључивати информације о алатима за обраду, машинама, процесима производње и другим детаљима потребним за израду производа.

Тестирање и верификација: *CAD* се такође може користити за симулацију и тестирање дизајна како би се проверила функционалност, издржљивост, перформансе или друге карактеристике производа пре него што се крене у производњу или изградњу.

Модификација и оптимизација: Током различитих фаза пројектовања, *CAD* се може користити за модификацију и оптимизацију дизајна на основу повратних информација, захтева клијената или промена у пројекту. Ови алати омогућавају брзе и прецизне измене дизајна како би се побољшала функционалност, ефикасност или естетика производа.

Електронска припрема техничке документације има низ предности у односу на класичан начин рада. У класичном приступу, измене на цртежу често захтевају израду потпуно новог цртежа. Са CAD-ом, ове промене могу се лако унети у постојећи цртеж, чувајући оригинални и измењени цртеж. Електронски цртежи могу се брзо штампати у потребном броју копија.

Архивирање цртежа у електронском формату омогућава чување стотине или хиљаде цртежа на малом простору величине CD-а или Flash меморије. Без обзира на просторну удаљеност, захваљујући интернету и електронској пошти, размена цртежа постаје скоро тренутна. Насупрот томе, слање цртежа рађених на класичан начин може захтевати дане или чак недеље, посебно када су примаоци на великој просторној удаљености. Ове предности чине електронску припрему техничке документације ефикаснијом и практичнијом у савременом инжењерском окружењу.

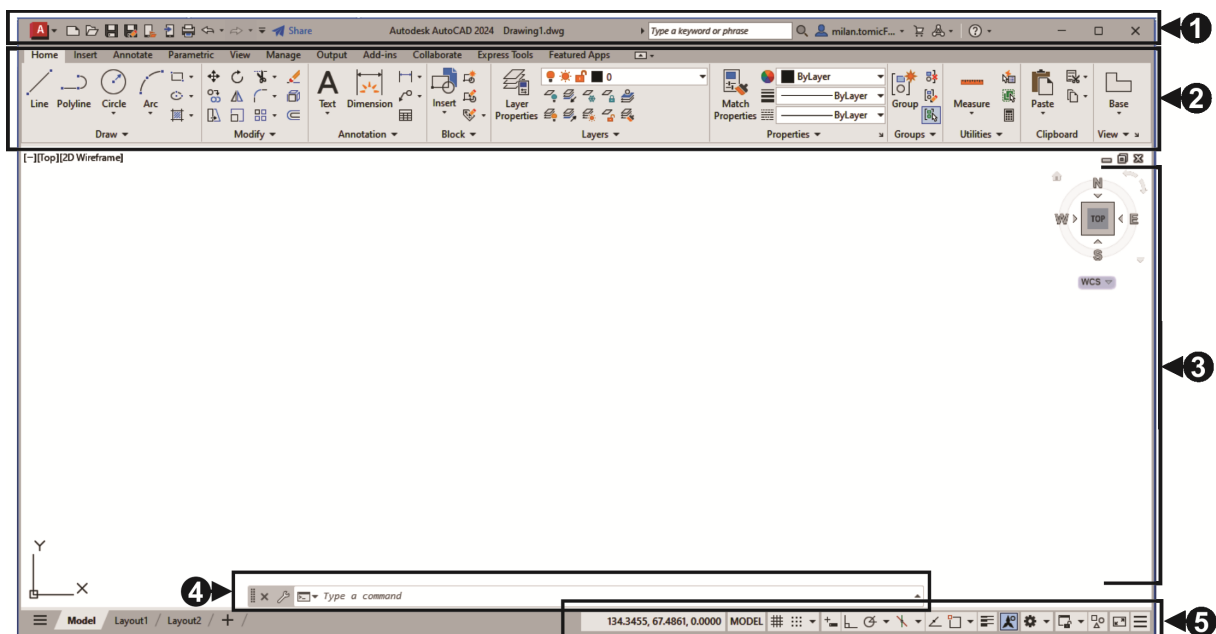
На тржишту постоји низ CAD система као што су *AutoCAD*, *ProEngineer*, *CATIA*, *I-DEAS*, *Mechanical Desktop*, *LandCAD* и други.

Један од најпознатијих и најраширенијих CAD програма на свету је *AutoCAD*. Програм је намењен за 2Д цртање и 3Д моделовање у областима техничког и архитектонског пројектовања. Појава програма *AutoCAD* везује се за 1982. годину, када га је компанија *Autodesk* представила као један од првих CAD програма који су могли да раде на личним рачунарима (*AutoCAD 1.0*). *AutoCAD* је донео револуцију јер је омогућио широку доступност CAD технологије инжењерима, пројектантима и студентима. Даљи развој *AutoCAD-a* представља еволуцију од једноставног 2Д цртачког програма до данас напредног CAD система који интегрише 3Д моделовање, “cloud” сарадњу и елементе вештачке интелигенције.

6.2. РАДНО ОКРУЖЕЊЕ *AUTOCAD 2024*

Изглед радног окружења програма *AutoCAD 2024* могуће је организовати (прилагодити) према потребама корисника. Без обзира на то како је радно окружење организовано, оно се састоји од следећих елемената (сл. 6.1):

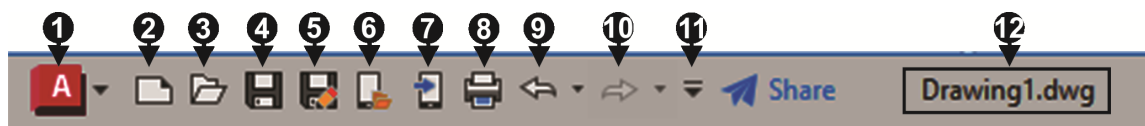
1. основна линија (поз. 1),
2. трака са палетама алата (поз. 2),
3. простор за цртање (поз. 3),
4. командна линија (поз. 4) и
5. статусна линија (поз. 5).



Сл. 6.1. Изглед интерфејса³ (радног окружења) програма AutoCAD 2024

6.2.1. Основна линија (сл. 6.1, поз. 1)

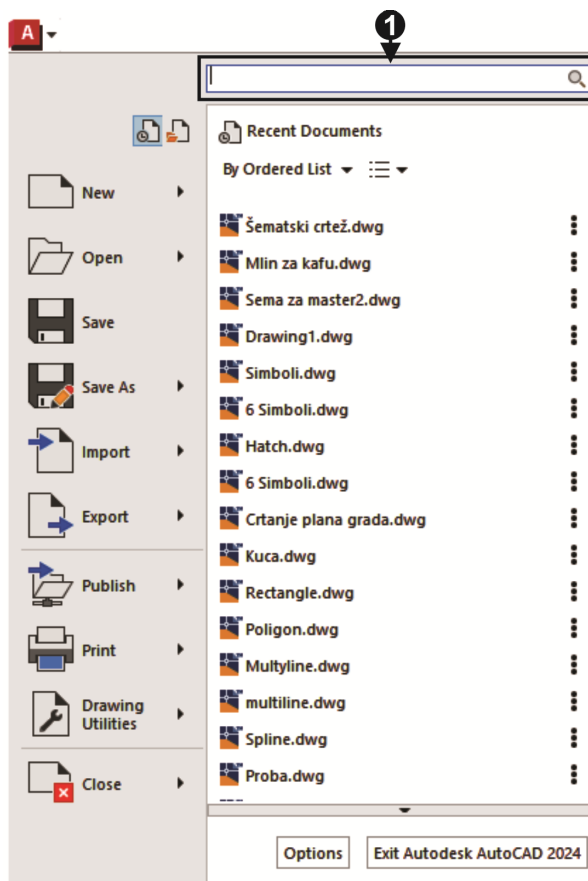
Основна линија садржи најчешће коришћене команде намењене управљању документима (у првом реду њиховом отварању и чувању). У крајњем левом углу основне линије смештено је црвено дугме (у чијем средишту се налази слово А, сл. 6.2, поз. 1), тзв. *Application Menu* или *Application Button*.



Сл. 6.2. Подразумевани изглед основне линије програма AutoCAD 2024

Application Button се користи као основни извор за приступ различитим функцијама програма *AutoCAD*, укључујући отварање нових, чување, отварање постојећих и управљање цртежима, као и приступ опцијама програма и подешавањима корисничког интерфејса. Притиском на ово дугме, отвара се падајући мени који садржи наведене опције, као и неке додатне алате. Ово дугме је централни елемент за управљање цртежима и поставкама у програму *AutoCAD*. Неискусним корисницима значајну помоћ у проналажењу жељене команде може прижити опција за претрагу (енг. *Search*) унутар *Application Menu* (сл. 6.3, поз. 1). Уношењем назива команде у поље за претрагу програм ће аутоматски приказати где се налази тражена команда.

³ Интерфејс (енг. *Interface*) у контексту програма односи се на скуп елемената, команди и дизајна који омогућава корисницима да комуницирају са софтвером или уређајем. Интерфејс чини везу између корисника и система, омогућавајући им да извршавају задатке и користе ресурсе. Дobar интерфејс треба бити интуитиван, лак за коришћење и прилагођен потребама корисника. Квалитетан интерфејс побољшава корисничко искуство и олакшава извршавање задатака.



Сл. 6.3. Application Menu

Поред *Application Button* дугмета, у основној линији су подразумевано смештене следеће команде (сл. 6.2):

New – (*Ctrl+N*)⁴ (поз. 2): омогућава покретање новог (празног) радног налога, документа, коме *AutoCAD* аутоматски додељује генеричко име *DrawingX* (на сл. 6.2, поз. 12, генеричко име је *Drawing1.dwg*).

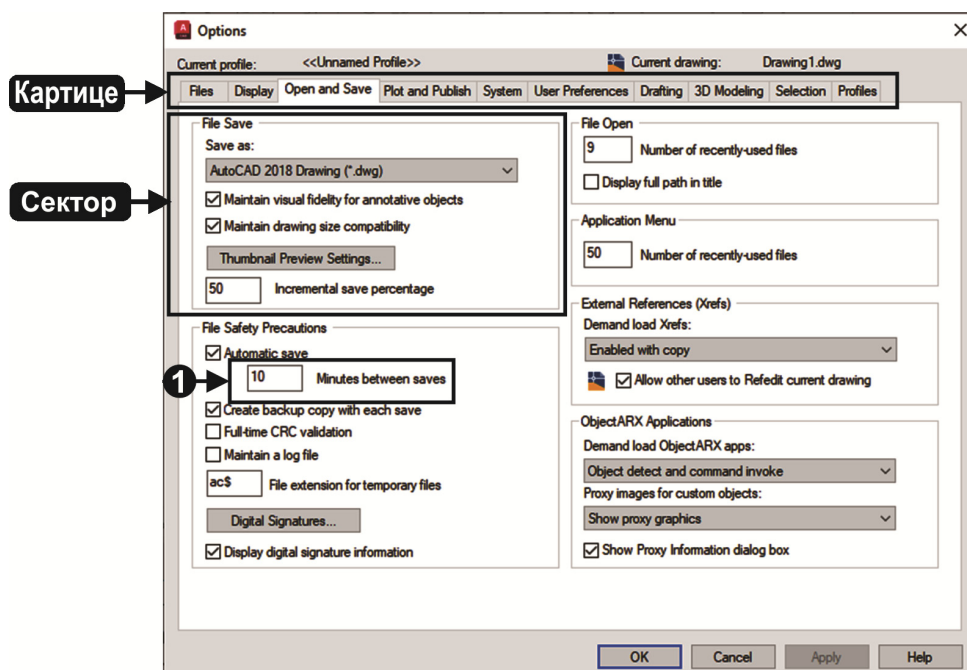
Open – (*Ctrl+O*) (поз. 3): омогућава корисницима да учитају постојеће датотеке или документе у апликацију како би их прегледали или едитовали⁵.

Save – (*Ctrl+S*) (поз. 4): омогућава корисницима да сачувају тренутно стање документа или пројекта. Након иницијалног чувања документа, програм ће аутоматски ажурирати (чувати) настале промене након одређеног временског периода. Овај период је подразумевано подешан на 10 минута, али га је могуће подесити и на неки други период (измену је могуће извршити у сектору *File Safety Precautions*, картице *Open and Save*, прозора *Options*,⁶ сл. 6.4, поз. 1).

⁴ Пречице (или тастатурне пречице) представљају комбинације тастера на тастатури рачунара које се користе за брже извршавање одређених функција или команди у програму. Коришћење тастатурних пречица може знатно повећати ефикасност рада, смањити време потребно за обављање одређених задатака, и олакшати навигацију.

⁵ Едитовати је процес прављења промена, модификација или допуна ради постизања жељених резултата у одређеном садржају или материјалу.

⁶ Команде у Прозорима *AutoCAD*-овог интерфејса су логички распоређене по картицама, а у оквиру картицама по секторима, сл. 6.4



Сл. 6.4. Прозор Options програма AutoCAD 2024

(дијалог се отвара притиском десног тастера миша у моделном простору и одрабиром понуђене опције Options у падајућем менију)

Save As – (*Ctrl+Shift+S*) (поз. 5): омогућава корисницима да сачувају тренутни документ или пројект под новим именом или у другом формату, чиме се креира копија оригиналне датотеке.

Open from Web&Mobile – (поз. 6): омогућава отварање документа који је подразумевано сачуван на корисниковом *AutoDesk* налогу.

Save to Web&Mobile – (поз. 7): омогућава чување документа на корисниковом *AutoDesk* налогу.

Plot⁷ – (*Ctrl+P*) (поз. 8): омогућава конфигурирање поставке за штампу и штампање документа.

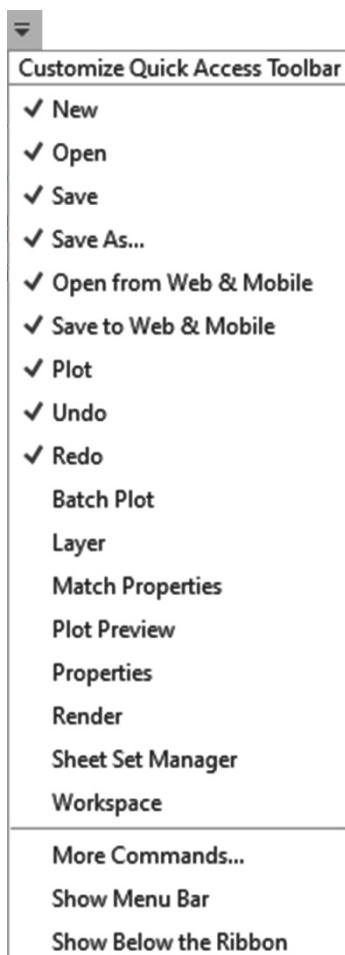
Undo – (*Ctrl+Z*) (поз. 9): омогућава повратак на претходно стање документа или цртежа пре него што су извршене одређене промене (једна или више њих). Важно је напоменути да команда *Undo* обично има ограничени број корака који се могу поништити уназад.

Redo – (поз. 10): команда се користи за поновно извршавање претходно поништених акција коришћењем команде *Undo*. Команда *Redo* ће бити доступна једино у случају да је претходно коришћена комада *Undo*.

Поред наведених команди притиском на стрелицу ▼ (сл. 6.2, поз. 11) отвара се падајући мени *Customize Quick Access Toolbar* (сл. 6.5) који омогућава постављање у

⁷ *Plot* команда је еквивалентна команди *Print* у другим софтверским апликацијама (нпр. *Word*). Плотиери су уређаји који се користе за израду великих формата техничких цртежа, мапа, и других графичких материјала. Они су посебно дизајнирани за прецизно и висококвалитетно штампање. Плотиери се често користе у инжењерским, архитектонским, графичким и другим професионалним областима.

основну линију других у AutoCAD-у доступних команди (поред понуђених унапред дефинисаних команди могуће је одабиром опције *More Command...* одабрати било коју AutoCAD-ову доступну команду). Уколико корисник жели, притиском на понуђену опцију у падајућем менију *Show Menu Bar* испод основне линије може отворити *Menu Bar*. *Menu Bar* омогућава отварање падајућих менија (*File, Edit, View, Insert, Format...*) карактеристичних за *AutoCAD Classic* приказ. У *Menu Bar* могу се наћи све команде доступне у AutoCAD програм.

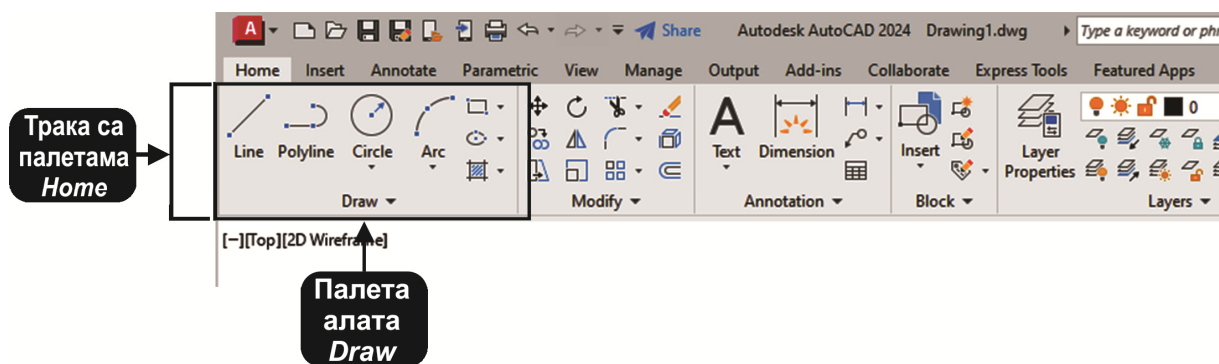


Сл. 6.5. Падајући мени *Customize Quick Access Toolbar*

6.2.2. Трака са палетама алата (сл. 6.1, поз. 2)

Палете које садрже алате смештене су по тракама и груписане по намени. Палете могу бити приказане на различите начине у зависности од жеље корисника. У наредном делу биће приказан различит начин приказа палета без уласка у опис чему поједини алати служе и на који начин се користе (о појединачним алатима касније ће бити више речи).

На слици 6.6. дат је стандардни приказ алата у програм *AutoCAD 2024*. Алата су разврстани у траке (енг. *Ribbons*). Траке се састоје од палета која садржи различите команде, алате и опције. Траке су дизајниране као замена за традиционалне меније и алатне траке а како би олакшали приступ разним функцијама и алатима.

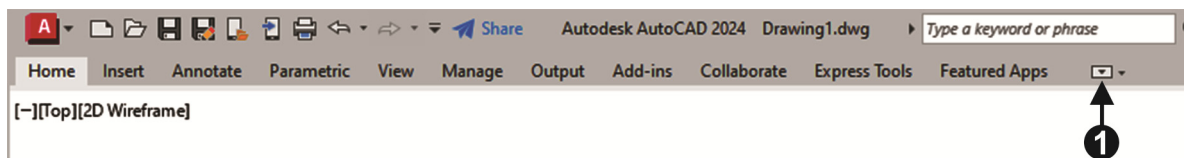


Сл. 6.6. Стандардни приказ алата у логичне групе (Ribbon) у програму AutoCAD 2024

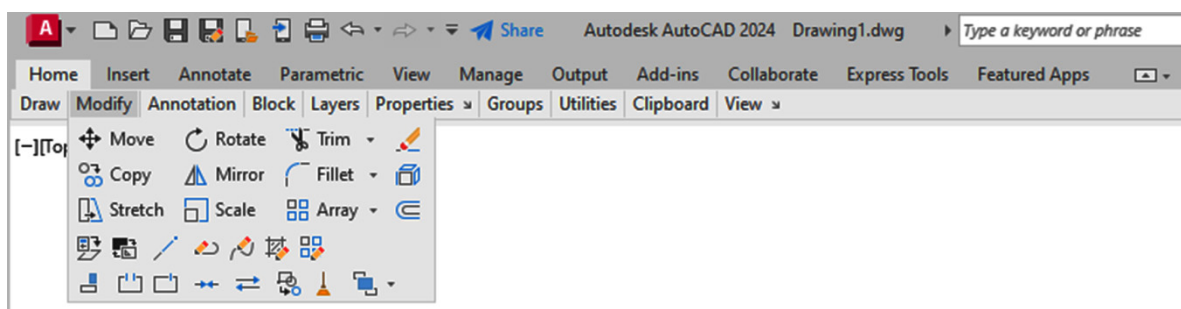
У програму *AutoCAD 2024*, кориснику су стандардно на располагању следеће траке:

- Home** - омогућава приступ често коришћеним командама и алаткама како би корисницима олакшала навигацију и извршавање основних задатака, као што је цртање, модификовање креираних елемената, управљање слојевима и сл. Овде су такође смештени основни алати намењени димензионисању, додавању текстуалних описа и сл.
- Insert** - садржи палете чије алатке и команде омогућавају уметање различитих елемената или објеката у цртеж. Ова трака олакшава додавање различитих компоненти у пројект, било да се ради о блоковима, сликама, или другим врстама објеката.
- Annotate** - садржи палете чије алатке и опције омогућавају корисницима да додају текстуалне описе, ознаке димензија, стрелице, и друге елементе који пружају додатне информације о цртежу.
- Parametric** - садржи алате који омогућавају корисницима да прецизно дефинишу односе и димензије објеката у цртежу, чинећи их параметарски повезаним. Кроз ове команде, корисници могу лако применити ограничења на геометријске елементе, прилагођавати их и одржавати параметре цртежа.
- View** - омогућава корисницима да лако контролишу приказ објеката, промене угла гледања, примене различите режиме приказа и обаве друге операције везане за визуализацију цртежа.
- Output** - садржи алате намењене припреми документа за штампу или експортовању садржаја документа у неки други формат.
- Add-ins** - служи за управљање додацима или проширењима функционалности који су инсталирани и интегрисани у *AutoCAD*. Додаци су софтверски модули који пружају додатне алатке, функционалности или могућности унутар *AutoCAD*-а, обично како би се задовољиле специфичне потребе корисника или индустријски стандарди.
- Collaborete** - у оквиру ове траке налазе се палете чије су команде намењене за дељење информација о дизајну између чланова тима који заједнички раде на пројекту.
- Featured Apps** - у оквиру ове траке могу се наћи информације о новим препорученим апликацијама које нуди *AutoDesk*.

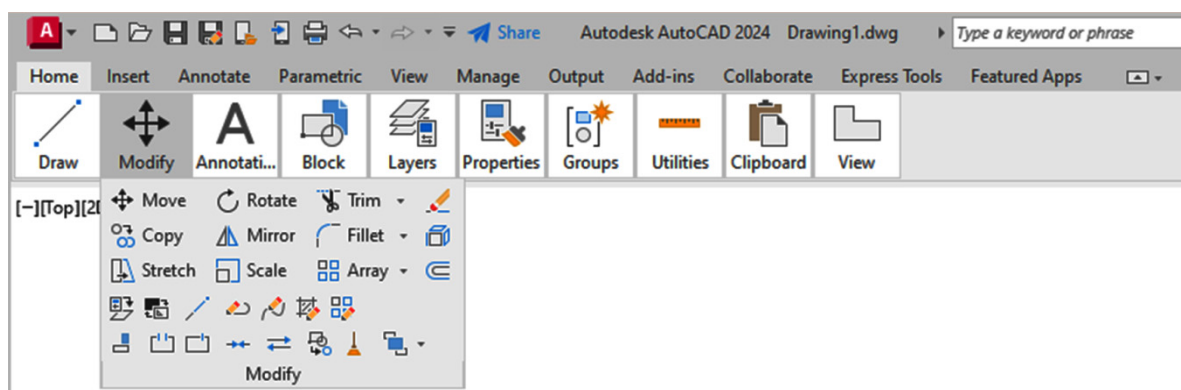
Поред стандардног приказа трака са палетама и алаткама у *AutoCAD* 2024 могуће је одабрати и неки од приказа алата како је дато на сликама у наставку (сл. 6.7 – 6.9):



Сл. 6.7. Приказ са укљученом опцијом *Minimize to Tabs*⁸



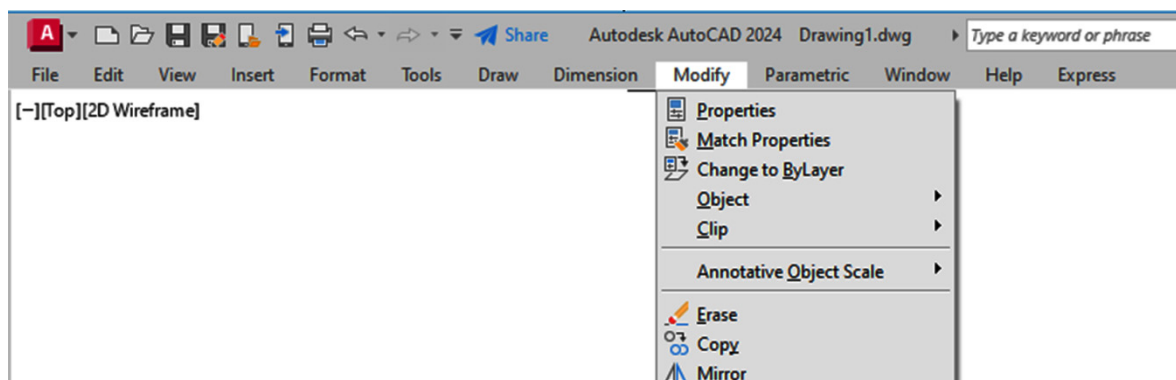
Сл. 6.8. Приказ са укљученом опцијом *Minimize to Panel Titles*



Сл. 6.9. Приказ са укљученом опцијом *Minimize to Panel Buttons*

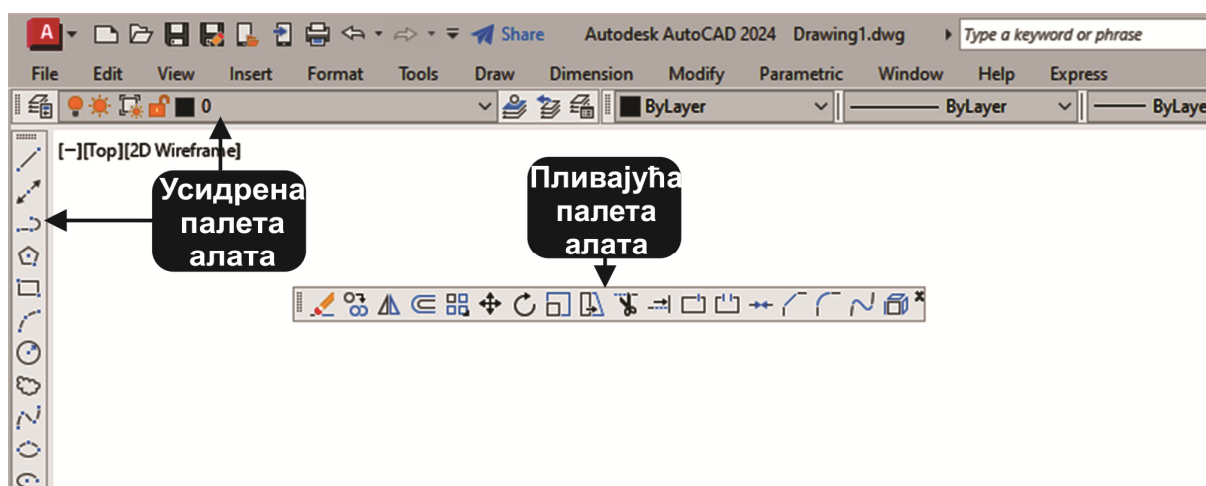
На слици 6.10 дат је приказ распореда команди које су распоређене у падајућим менијим. Овакав приказ распореда команди својствен је старијим верзијама програма *AutoCAD* (верзијама *AutoCAD* 2008 и старијим). Овакав приказ задржан је због старијих корисника а како би се лакше прилагодили новом окружењу. Падајући мени се укључује притиском показивача миша на опцију *Show Menu Bar* у *Customize Quick Access Toolbar* (сл. 6.5).

⁸ Опцију приказа алата могуће је одабрати притиском на стрелицу која се налази и продужетку назива појединих трака (*Home*, *Insert*, *Annotate*...) слика 6.7 поз. 1.



Сл. 6.10. Приказ са укљученом опцијом *Show Menu Bar* (на слици је дат приказ са искљученим *Ribbon barom*; *Tools*→*Palettes*→*Ribbon*)

У класичном приказу алата (*AutoCAD classics*), алати су распоређени по палетама које могу бити пливајуће или усидрене (сл. 6.11). Унутар палета налазе се алати који су груписани према намени (*Draw* алати за цртање у 2Д простору, *Modify* алати за модификовање елемената цртежа у 2Д простору, *Dimension* алати за димензионисање цртежа...). Корисник има могућност да по својим потребама укључи/искључи поједину палету алатки (*Tools*→*Toolbars*→*AutoCAD*)⁹.



Сл. 6.11. *AutoCAD classics* приказ команди након “усидравања” палете

6.2.3. Простор за цртање (сл. 6.1, поз. 3)

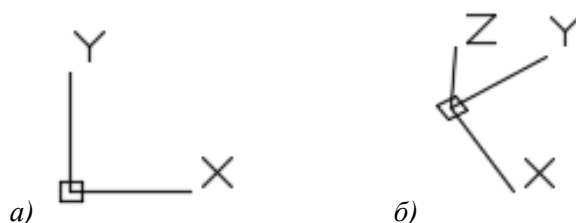
Простор за цртање налази се у централном делу *интерфејса* програма. Ово је главни радни простор где корисници стварају и уређују своје 2Д цртеже или 3Д моделе. Након инсталирања програма овај простор се приказује у црној боји. Црна боја је одабрана како би што мање зрачила и тиме мање оптерећивала очи корисника током

⁹ Након активирања прве палете команди, бржи приступ осталим могуће је остварити притиском десним тастером миша на било коју команду.

дугортајног рада. Из тог разлога препоручљиво је да се корисник навикне на ову боју радног окружења и као такву је користи.¹⁰

Простор за цртање нема фиксне димензије или границе у смислу физичких димензија попут дужине, ширине или висине. Уместо тога, величина овог простора је ограничена ресурсима компјутера, односно доступном меморијом и процесорском снагом. Ово значи да је теоретски могуће креирати и радити на цртежима или моделима било које величине, али ће величина цртежа утицати на перформансе компјутера, посебно ако се ради са врло великим цртежима са пуно детаља. Из практичних разлога могуће је ограничити простор за цртање (о разлозима и начину ограничења моделног простора биће речи у наставку овог уџбеника). Неограничено велики моделни простор омогућава корисницима да све своје замисли (цртеже) представи у размери 1:1 без обзира колико су велики (мали) елементи или на ком формату папира ће касније бити штампани (о јединици цртања и размери штампање биће касније више речи). Међутим, препоручује се разумно управљање величином цртежа и модела како би се осигурале оптималне перформансе компјутера.

У доњем левом углу простора за цртање налази се координатни почетак (сл. 6.12).



Сл. 6.12. Изглед координатног почетка
а) 2Д моделни простор; б) 3Д моделни простор

Координатни почетак може бити приказан у два основна облика у зависности да ли се моделовање врши у 2Д или 3Д простору.

У горњем десном углу простора за цртање налази се *The ViewCube* (сл. 6.13).

¹⁰ На слици 6.1. простор за цртање као и позадина команди приказани су у белој боји. Боја простора за цртање може се променити притиском десним тастером миша у било којој тачки. Након отварања падајућег менија, одабрати опцију *Options...* Прозор *Options...* могуће је отворити и притиском на дугме *Options* у дну *Application Menu* (сл. 6.3). У отвореном прозору *Options* одабрати картицу *Display*, а у сектору *Windows Elements* избором *Color theme* у падајућем менију *Dark* или *Light* могуће је изабрати дали ће позадина палета команди бити тамна (црна) или светла (у сивој боји). Такође, у сектору *Windows Elements* притиском на дугме *Colors...* отвара се прозор *Drawing Window Colors* у коме је могуће одабрати боју простора за цртање или његових елемената. На свим сликама у овој књизи за *2D model space* одабрана је опција бела боја.



Сл. 6.13. The ViewCube

а) у погледу од горе (ортогонална пројекција), б) у погледу с угла (аксонометријски приказ)

ViewCube у *AutoCAD*-у је интерактивни визуелни алат који омогућава једноставно ротирање и оријентацију 3Д модела. Функције и сврха *ViewCube*-а у *AutoCAD*-у обухватају:

- **ротацију модела:** једноставно ротирање приказа 3Д модела како би се модел видео из различитих углова посматрања,
- **оријентација у 3Д простору:** пружа кориснику визуелни приказ о томе где се налази у 3Д простору. Помоћу стрелица и ознака на коцки могуће је прецизно оријентисати поглед према одређеним странама, врховима или угловима модела,
- **брзи прикази:** омогућава брзе приказе стандардних погледа као што су одгоре, лево, десно, однапред, одназад и од доле. Притиском на ове тастере, приказ објекта ће се аутоматски пребацити на одабрани поглед,
- **приказивање перспективе:** омогућава лак прелазак између ортогоналних и аксонометријских приказа 3Д модела.

6.2.4. Командна линија (сл. 6.1, поз. 4)

Командна линија (сл. 6.1, поз. 4) у *AutoCAD*-у је интерактивни алат који омогућује корисницима комуникацију са компјутером. Путем командне линије корисници могу да уносе наредбе (покрећу их), опције и вредности директно помоћу тастатуре рачунара. Налази се при дну простора за цртање.¹¹

Основне функција командне линије су:

1. **Унос наредби:** Корисници могу користити командну линију за унос различитих наредби. На пример, уносом "*LINE*" и притиском на *Enter* корисник покреће наредбу за цртање линије.
2. **Постављање опција наредби:** Након покретања одређене наредбе, командна линија омогућује корисницима постављање различитих опција и параметара те

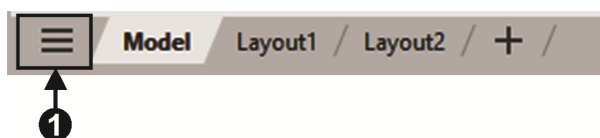
¹¹ У случају да активирањем програма *AutoCAD* није приказана командна линија (искључена је), корисници је могу укључити притиском тастера *CTRL+9* или је пронаћи у падајућем менију *Tools*→*Command line*.

наредбе. То укључује постављање тачака, дужина, углова и других својстава елемената који се стварају.

3. **Приказ порука и упозорења:** Командна линија приказује поруке система, упозорења или обавештења које корисници могу добити током рада у AutoCAD-у.
4. **Праћење статуса наредби:** Командна линија такође пружа информације о статусу активних наредби или операција. На пример, може приказивати упутства или захтеве за додатним корацима који су потребни како би се довршила одређена наредба.

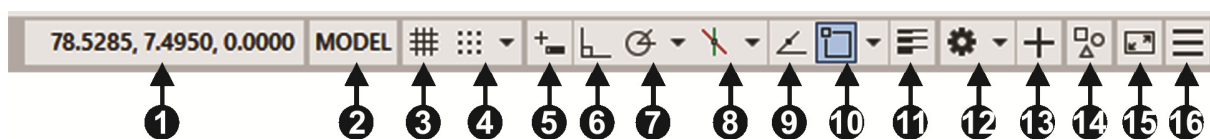
6.2.5. Статусна линија (сл. 6.1, поз. 5)

Статусна линија (или трака статуса) је хоризонтална трака смештена на дну прозора апликације. Са леве стране статусне линије (сл. 6.14) налазе се картице (*Model, Layout1, Layout2...*)¹² чијим одабиром је могуће радити у моделном или папирном простору. Папирни простор намењен је превасходно за припрему штампне цртежа који је моделован у оквиру моделног простора. О начину коришћења папирног простора биће више речи у делу “Припрема за штампу”.



Сл. 6.14. Лева страна статусне линије

Десна страна статусне линије (сл. 6.15) садржи информације о положају (координатама) показивача миша унутар моделног простора (поз. 1), статусу активног простора унутар кога се тренутно ради (моделни или папирни простор, поз. 2) као и низ опција за одабир режима рада.

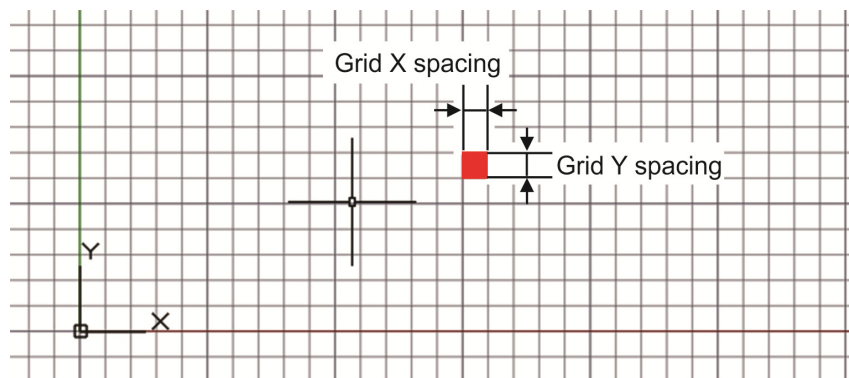


Сл. 6.15. Десна страна статусне линије

Од понуђених опција режима рада корисницима су на располагању:

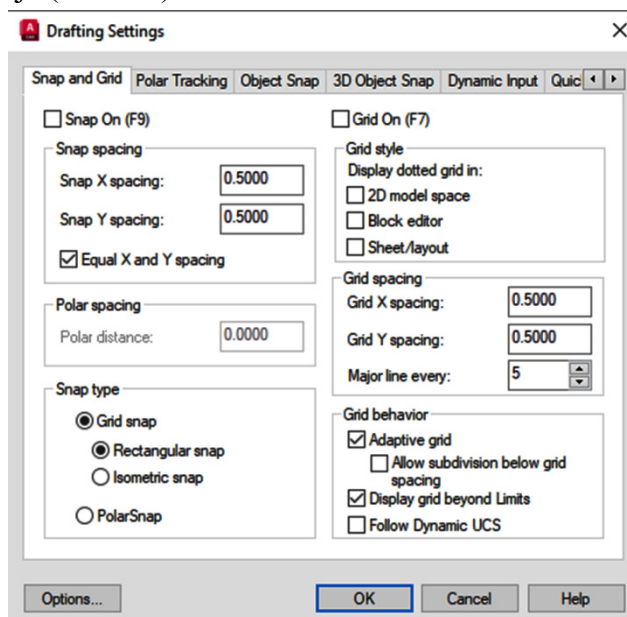
Gridmode (пречица: **F7**) (сл. 6.15, поз. 3) - омогућава корисницима да укључе или искључе приказ мреже (енг. *grid*) на цртежу. Када је *Gridmode* укључен, на екрану се приказује мрежа линија која помаже у постављању и оријентацији објеката у цртежу (сл. 6.16).

¹² Ове картице не морају се обавезно налазити у оквиру статусне линије. Наиме, одабиром одговарајуће опције у менију који се налази испред наведених картица (иконица са три хоризонталне линије, сл. 6.14, поз. 1) могуће је сместити картице изнад статусне линије (*Dock above Status Bar*). Такође, у овом менију могуће је отворити нови папирни простор (*Layout3...*), шаблон или управљати са карактеристикама папирног простора (величина формата, одабир уређаја за штампу, одабир размере штампања, стил штампања итд.)



Сл. 6.16. Приказ мреже (енг. *Grid*) у моделном простору

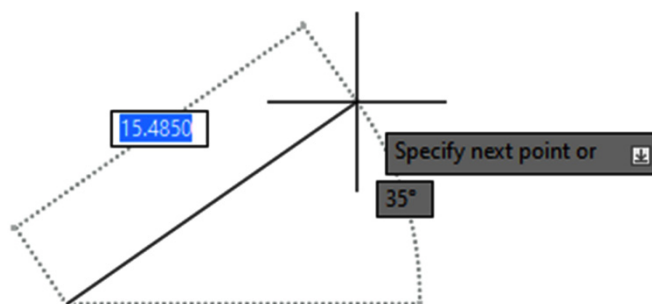
Ова опција је посебно корисна приликом прецизног постављања елемената или када је потребно одржавати одређени распоред објеката у цртежу. Растојање између линија унутар мреже, могуће је подешавати у складу са потребама корисника. Подешавање се врши притиском десним тастером миша на иконицу *Gridmode*. Одабиром понуђене опције *Grid Settings...* отвара се прозор *Drafting Settings*. Унутар овог прозора на картици *Snap and Grid* у сектору *Grid spacing* могуће је одабрати растојање између линија (сл. 6.17).



Сл. 6.17. Прозор “*Drafting Settings*”

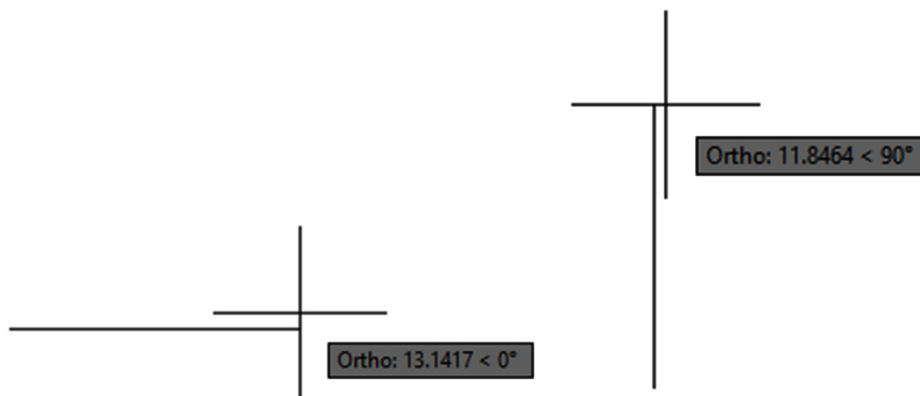
Snapmode (пречица: ***F9***) (сл. 6.15, поз. 4) - омогућава корисницима да укључе или искључе функцију хватања тачака (енг. *snap*) дефинисаних у мрежи (*grid*). Главна сврха опције *Snapmode* је олакшавање прецизног цртања и постављања објеката у цртежу. Омогућава корисницима да лако поравнавају, повезују или постављају објекте на тачно дефинисане тачке или линије, чиме се осигурава да цртеж буде прецизан и тачно израђен према спецификацијама. Тачке хватања могу бити чворови мреже али се могу и разликовати од њих. Растојање између хватања могуће је подесити у прозору *Drafting Settings* (сл. 6.17) у оквиру сектора *Snap spacing*.

Dynmode (пречица: **F12**) (сл. 6.15, поз. 5) - омогућава кориснику да динамички прати параметре цртања (сл. 6.18).



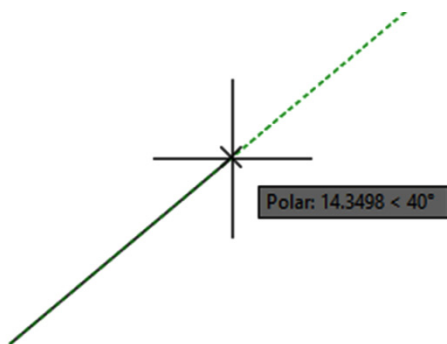
Сл. 6.18. Диманичко праћење параметара цртања применом опције *Dynmode*

Orthomode (пречица: **F8**) (сл. 6.15, поз. 6) - омогућава цртање објеката само дуж хоризонталних или вертикалних линија. Када је *OrthoMode* укључен, цртање је ограничено на правце од 0, 90, 180 и 270 степени у односу на осе X и Y у координатном систему (сл. 6.19).



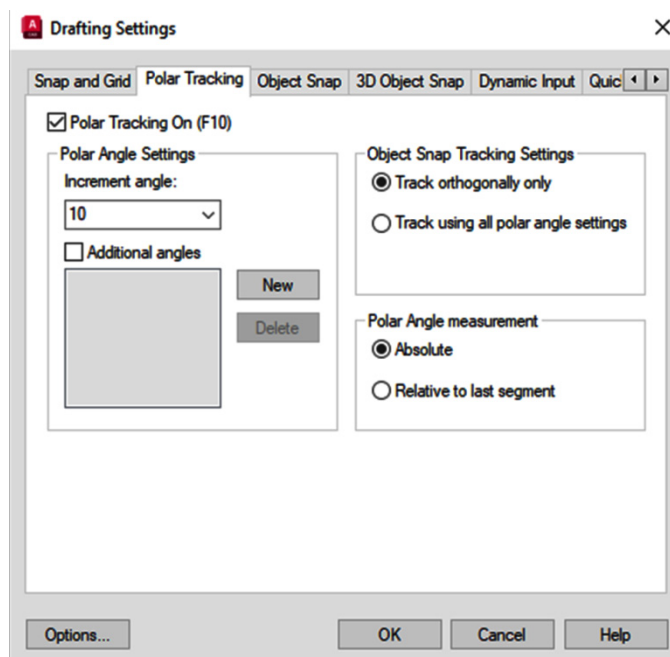
Сл. 6.19. Ограничена могућност цртања на хоризонтални и вертикални правац применом опције *Orthomode*

Polar Tracking (пречица: **F10**) (сл. 6.15, поз. 7) - омогућава цртање линија дуж одређених углова. Када је опција "*Polar Tracking*" активирана, линије које се цртају, привлаче се и аутоматски поравнавају с дефинисаним угловима, који се обично постављају на одређене интервале попут 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90° итд (сл. 6.20).



Сл. 6.20. Цртање линија под одређеним (унапред дефинисаним) углом применом опције *Polar Tracking* (на слици је приказан одабрани угао од 40°)

Одабир жељеног корака изабраних углова могуће је извршити у прозору *Drafting settings* (сл. 6.17), на картици *Polar Tracking* у сектору *Polar Angle Settings* (сл. 6.21).

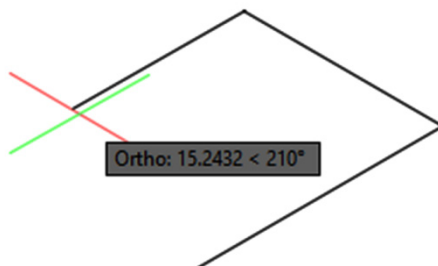


Сл. 6.21. Дијалог за подешавање угаоног поравнавања (притиском на команду *New* у сектору *Polar Angle Settings* омогућено је уношење жељене промене угла цртања линије)

Iso Draft (Isometric Drafting) (сл. 6.15, поз. 8) - омогућава цртање у изометрији.¹³ Када је опција *Iso Draft* активирана, *AutoCAD* аутоматски пребацује цртеж у

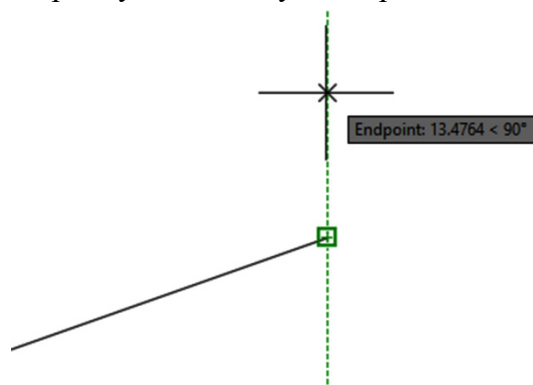
¹³ Изометријска пројекција је начин приказивања тродимензионалних објеката на дводимензионалној површини тако да се свака од три основне димензије (дужина, ширина и висина) представља под једнаким углом, што резултира реалистичнијим приказом. Исометријски приказ олакшава визуализацију како ће објекти изгледати у тродимензионалном простору, што може бити корисно у процесу дизајнирања и планирања.

изометријски приказ. Ово је посебно корисно код цртања објеката који имају тродимензионални облик, попут кутија, цеви или сложених конструкција. Опција *Iso Draft* омогућава цртање у три основна правца (у правцу x, y и z оса).



Сл. 6.22. Цртање у изометрији применом опције *Iso Draft*

AutoSnap (Object Snap Tracking) (пречица: **F11**) (сл. 6.15, поз. 9) - омогућава праћење тачака или објеката на цртежу током цртања или уређивања. Када је ова опција активирана, омогућава корисницима да ухвате и прате одређене тачке или објекте на цртежу, што омогућава прецизно позиционирање објеката.



Сл. 6.23. Праћење правца одабране тачке применом опције *Auto Snap*

OSNAP (Object Snap) (пречица: **F3**) (сл. 6.15, поз. 10) - омогућава хватање тачака објеката на цртежу. Када је активирана, *OSNAP* омогућава брзо и једноставно лоцирање и хватање различитих врста тачака на цртежу, што олакшава прецизно цртање и уређивање објеката.

LWDISPLAY (Show/Hide Lineweight) (сл. 6.15, поз. 11) - омогућава приказ дебљине линија (енг. *line weights*) на цртежу. Када је опција *LWDISPLAY* постављена на *On* (укључено), *AutoCAD* ће приказивати различите дебљине линија које су дефинисане на цртежу, омогућавајући кориснику да визуално разликује линије различитих дебљина.

Workspace Switching (сл. 6.15, поз. 12) - омогућава брзо пребацивање између различитих радних окружења или конфигурација унутар програма. Свако радно окружење може имати своје поставке, алате, палету алата и прилагођене радне процесе, а пребацивање између њих омогућава прилагођавање простора потребама или специфичним задацима корисника.

Annotation Monitor (сл. 6.15, поз. 13) - алат који помаже у одржавању доследности и тачности ознака на цртежу. Ова функција помаже корисницима да идентификују и исправе ознаке које су промењене или преправљене, често служећи као упозорење на потенцијалне проблеме у цртежу који би могли утицати на његов квалитет или интерпретацију.

Isolate Object (изоловање објекта) (сл. 6.15, поз. 14) - омогућава привремено сакривање свих објеката на цртежу изузев једног или више одабраних. Када се користи ова функција, сви остали објекти на цртежу биће привремено скривени, чиме се фокусира пажња корисника само на одабране објекте.

Clean Screen (чист екран) (сл. 6.15, поз. 15) - омогућује максимално искоришћење простора монитора тако што се сакрију све алатне траке, палете и др.

Customization (прилагођавање) (сл. 6.15, поз. 16) – омогућава укључење односно искључење појединих опција на статусној линији у зависности од потреба корисника (сл. 6.24)¹⁴.

¹⁴ У наставку је дато објашњење још неких опција које је могуће одабрати:

Infer Constraints (Применити ограничења) - омогућава аутоматско стварање и примену ограничења (енг. *Constraints*) на објекте цртања. Ова опција користи "инференцију" како би препознала геометријске односе између објеката током цртања и применила одговарајућа ограничења како би одржала њихову геометријску везу.

Transparency (прозирност) - омогућава да објекти буду деломично прозирни или транспарентни. Ова опција омогућава кориснику да прилагоди степен прозирности објеката у цртежу, што може бити корисно за постизање одређених ефеката или за побољшање визуализације цртежа.

Selection Cycling (циклус селекције) - омогућује лако пребацујете између више објеката који се преклапају на истој локацији приликом селекције. Када су објекти преклапајући, сваким притиском мишем на истој локацији, *AutoCAD* ће променити селектовани објект, омогућујући брз одабир жељеног објекта.

3D Object Snap (3Д хватање објекта) - омогућава хватање тачака на тродимензионалним објектима током цртања или уређивања (слично као ОСНАП).

Dynamic UCS (динамички координатни систем) - омогућава аутоматско прилагођавање координатног система (*UCS*) према положају објекта који се тренутно уређује или црта. Ова опција омогућава брз и једноставан рад с објектима у различитим оријентацијама у 3Д простору, без потребе за ручним подешавањем *UCS*-а.

Selection Filtering (филтрирање селекције) - омогућава одабирање објеката или група објеката према одређеним критеријима или параметрима. Ова опција омогућава селектовање само одређене врсте објеката или скупа објеката на цртежу, што је корисно у случају сложених цртежа с много објеката.

Gizmo - је интерактивни алат који омогућава корисницима да брзо и једноставно манипулишу објектима у тродимензионалном простору. То је мали сет алата који се појављује на екрану када се одабере 3Д објекат, омогућавајући кориснику да врши трансформације попут помицања, ротације или скалирања тог објекта.

Annotation Visibility (видљивост анотација) - односи се на могућност контролisaња приказа анотација као што су текстуалне ознаке, димензије, стрелице и слично, на цртежу. Ова опција омогућава корисницима да контролишу када ће се анотације приказати или сакрити на цртежу, што је корисно за побољшање прегледности и читљивости цртежа.

Units (јединице) - односе се на поставке које одређују јединице мере које се користе приликом цртања и димензионисања објеката у цртежу. Ова поставка омогућава корисницима да одаберу жељене јединице мере које одговарају специфичним захтевима пројекта. Могуће је користити јединице као што су милиметри, центиметри, метри, инчи, стопа или друге јединице које одговарају потребама корисника. Осим тога, поставке јединица такође утичу на начин на који се димензије, удаљености, величине и друге мере приказују на цртежу те начин на који се интерпретирају унесене вредности.

Quick Properties (Брзе карактеристике) - је интерактивни прозор који омогућава корисницима да брзо прегледају и уређују основне карактеристике објеката у цртежу. Када је *Quick Properties* омогућен, информације о одабраном објекту аутоматски се приказују у прозору, што омогућава корисницима да брзо прегледају релевантне податке о објекту без потребе за отварањем посебног дијалога својстава.

✓ Coordinates	3D Object Snap
✓ Model Space	Dynamic UCS
✓ Grid	Selection Filtering
✓ Snap Mode	Gizmo
Infer Constraints	Annotation Visibility
✓ Dynamic Input	AutoScale
✓ Ortho Mode	Annotation Scale
✓ Polar Tracking	✓ Workspace Switching
✓ Isometric Drafting	✓ Annotation Monitor
✓ Object Snap Tracking	Units
✓ 2D Object Snap	Quick Properties
✓ LineWeight	Lock UI
Transparency	✓ Isolate Objects
Selection Cycling	Graphics Performance
	✓ Clean Screen

Сл. 6.24. Понуђене додатне опције које је могуће поставити на статусну линију

6.3. КОМУНИКАЦИЈА AutoCAD ПРОГРАМА СА КОРИСНИКОМ

AutoCAD програм комуницира са корисницима на неколико начина, који укључују:

1. Графички кориснички интерфејс (GUI)

AutoCAD има богат графички кориснички интерфејс који омогућава корисницима да користе алатне траке, палету алата и друге визуелне елементе како би приступили различитим функцијама и алатима програма. GUI омогућава интуитивно и визуелно управљање цртежима и алатима. У поглављу 6.2. приказани су карактеристични изгледи корисничког интерфејса прилагођени жељама корисника. Корисници могу прилагодити распоред алатних трака, палета алата, прозора и других елемената интерфејса како би створили радно окружење које одговара њиховим преференцијама и радним навикама.

Lock UI (закључавање корисничког интерфејса) - омогућава корисницима да закључају или откључају кориснички интерфејс како би спречили случајно мењање поставки алатних трака, палета, прозора или других делова интерфејса програма.

2. Командна линија

Главни начин интеракције корисника са *AutoCAD*-ом је путем командне линије. Корисници могу уписивати наредбе, параметре и опције директно у командну линију како би извршили одређене операције, као што су цртање, уређивање или анализа цртежа. У командну линију могуће је унети пун назив команде или њену пречицу. Текст у командној линији *Type a command* означава да тренутно није активирана нити једна команда, односно да програм очекује неку команду.

Уколико корисник жели да изврши неку активност (на пример да нацрта линију) у командну линију пише назив *Line* (или само прво слово команде “*l*”)^{15,16,17} и команду потврђује тастером *Enter*. Након активирања команде, *AutoCAD* наводи корисника путем командне линије шта очекује од њега, нпр. *Дијалог 1*:

ДИЈАЛОГ 1

LINE Specify first point:

Након дефинисања прве тачке (уносом координате тачке или једноставним притиском негде у моделном простору, програм путем командне линије наводи корисника шта даље очекује од њега (*Дијалог 2*):

ДИЈАЛОГ 2

LINE Specify next point or [Undo]:

Програм у загради ([]) нуди расположиве опције дате команде. У горњем примеру (*Дијалог 2*) понуђена је опција враћања један корак у назад и поновно дефинисање почетне тачке. Опцију је могуће активирати притиском левим тастером миша на њу или уношењем у командну линију слова (једног или групе слова) које су у опцији означене великим словом (у горњем примеру то је слово “*U*”).

За излазак из команде довољно је притиснути тастер *Esc* на тастатури компјутера.

3. Изглед показивача миша (“курсора”)

AutoCAD програм са корисником комуницира и путем показивача миша. Наиме, током рада показивач миша има три карактеристична изгледа (сл. 6.25).

Када ни једна команда није активна показивач ће имати изглед крста са квадратом у средини. Овакав изглед указује кориснику да програм очекује неку команду (сл. 6.25а).

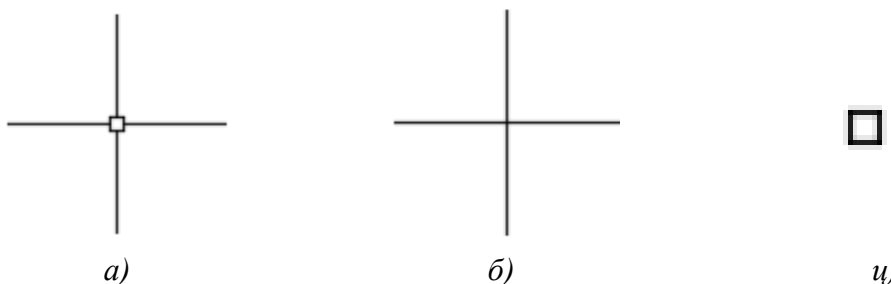
¹⁵ Напомена 1: да би се унела команда у командној линији није потребно притиснути показивачем миша у командну линију. Наиме, све што се пише у *AutoCAD* програму аутоматски се исписује у командној линији.

¹⁶ Напомена 2: уколико корисник није сигуран како се тачно зове (пише) жељена команда, довољно је написати прво слово команде а затим из падајућег менија који се отвара уз командну линију могуће је одабрати жељену команду.

¹⁷ Напомена 3: уколико корисник жели да понови последње коришћену команду довољно је да на тастатури притисне тастер *Enter*.

Уколико је укључена команда (нпр. команда *Line*), код које програм очекује од корисника да дефинише неку тачку у простору (тачка која ће бити почетна или крајња тачка линије; *LINE Specify first point; Дијалог 1*), показивач миша ће имати изглед крста (сл. 6.25б).

Такође, уколико је укључена команда код које програм очекује од корисника да дефинише (селектује) неки постојећи објекат (нпр. код команде *Muve* која је намењена трансляторном померању објекта, програм ће очекивати од корисника да најпре дефинише објекат који жели да помери), показивач ће имати облик квадрата (сл. 6.25ц).



Сл. 6.25. Карактеристични изгледи показивача миша којима AutoCAD комуницира са корисником

а – програм чека команду, *б* – програм очекује од корисника да дефинише тачку у простору, *ц* – програм очекује од корисника да дефинише (одабере) неки објекат

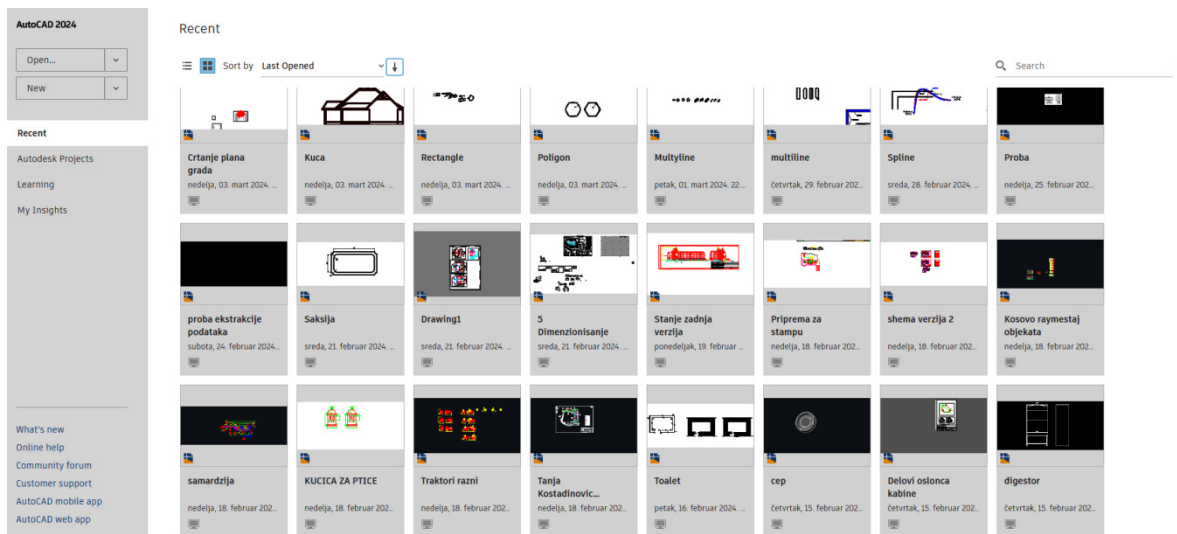
4. Дијалози и прозори

AutoCAD користи различите дијалогне и прозорне за комуникацију са корисницима, као што су дијалози за поставке цртежа, дијалози својстава објеката, дијалози за унос текстуалних наредби, прозори за преглед цртежа и многи други. Ови дијалози омогућавају корисницима детаљније постављање опција и параметара те пружају додатне информације и контроле над радом у програм (нпр. сл. 6.17. Прозор *Drafting Settings*).

Све ове методе комуникације омогућавају корисницима ефикасно и интуитивно коришћење AutoCAD-а како би израдили и уређивали цртеже у складу са њиховим потребама и захтевима пројекта.

6.4. ПОЧЕТАК РАДА

Након стартовања програма AutoCAD 2024 отвара се *Start Up* прозор, који омогућава корисницима да прилагоде подешавања програма пре него што започну рад на својим цртежима. Ова функција је посебно корисна за кориснике који желе да брзо приступе одређеним опцијама или подешавањима. Унутар овог прозора корисник може да одабере да ли жели да ради на новом пројекту (отвара нови радни простор), жели да настави на неком постојећем пројекту (раније сачуваном) или жели да започне рад на новом пројекту али код кога су раније предефинисани радни параметри (тзв. шаблон, енг. *Templates*) (сл. 6.26). Изглед *Start Up* прозора могуће је променити (на располагању су два изгледа) или га чак искључити.



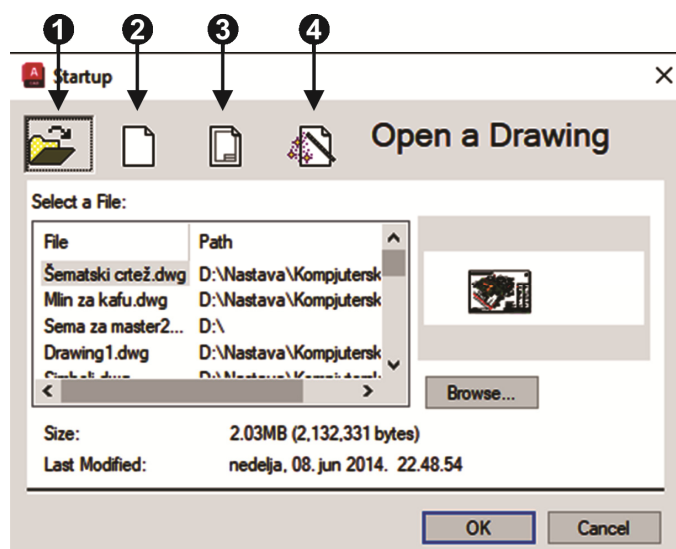
Сл. 6.26. Start Up прозор програма AutoCAD 2024

На слици 6.26, приказан је подразумевани *Start Up* прозор програма *AutoCAD* 2024. Промена изгледа овог прозора могуће је уписивањем команде *Startup* у командној линији. Након активирања команде програм поставља питање кориснику која је нова логичка вредност *Start Up* прозора. Подразумеване вредности су:

- 0 – *Start Up* прозор се неће приказивати приликом следеће стартовања програма,
- 1 – Базни изглед *Start Up* прозора (сл. 6.27),
- 2 – Подразумевани изглед *Start Up* прозора (сл. 6.26).

Искључивање *Start Up* прозора може бити корисно за искусне кориснике који већ добро познају програм и не желе да се сваки пут суочавају са истим прозором при покретању *AutoCAD*-а.

Међутим, за почетнике или кориснике који желе да прилагоде поставке започетог пројекта, задржавање *Start Up* прозора је корисно. Овде се пре свега мисли на базни изглед прозора (сл. 6.27).

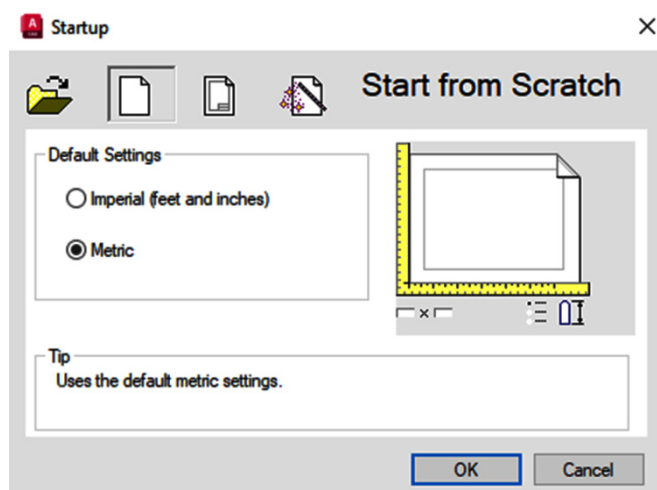


Сл. 6.27. Базни изгледе Start Up прозора

На *Start Up* прозору у *AutoCAD*-у, корисницима се пружа неколико опција за почетак рада (сл. 6.27):

1. Отворити постојећи документ: корисник може отворити већ формиран документ притиском на дугме *Open* (поз. 1).
2. Почети нови цртеж: притиском на дугме *Start from Scratch* (поз. 2), корисник може започети рад на новом радном листу.
3. Користити предложене шаблоне: Дугме *Use a Template* (поз. 3) омогућава кориснику да отвори неки од стандардних или сопствених шаблона.
4. Користити водич за подешавање: Дугме *Use a Wizard* (поз. 4) омогућава кориснику подешавање параметара цртежа помоћу водича.

Одабиром опције отварања новог документа (енг. *Start from Scratch*) *Start Up* прозор добија изглед као на слици 6.28.



Сл. 6.28. Отварање новог документа унутар Стартуп прозора

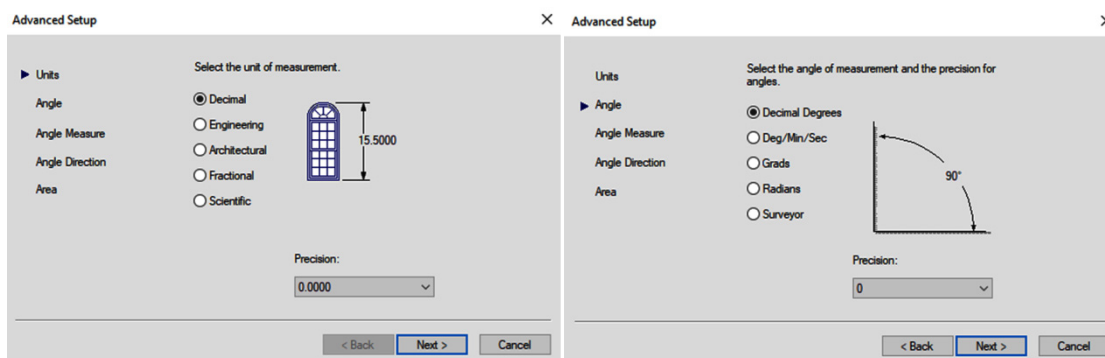
Избором опције *Metric* или *Imperial (feet and inches)* унутар оквира *Default Settings*, корисници могу одабрати јединичне мере које ће *AutoCAD* аутоматски користити за све своје подешавања (сл. 6.28). Ако је окружење правилно подешено према региону (на пример, путем *Windows*-а), *AutoCAD* ће аутоматски одабрати опцију *Metric*.

У оквиру прозора *Advanced Setup* (Напредне поставке), који се отвара избором опције *Use a Wizard* (сл. 6.27, поз. 4), корисницима се пружа могућност да прилагоде неколико кључних параметара везаних за јединице, углове и површину.¹⁸

1. **Units** (Јединице) (сл. 6.29а): Овај сегмент омогућава корисницима да одаберу јединицу дужинских мера из различитих понуђених опција, укључујући милиметре, центиметре или инче. Поред тога, прецизност мерења се може додатно прилагодити избором одређене опције из падајућег менија *Precision*, омогућавајући корисницима да прецизно дефинишу број децималних места за мерења.

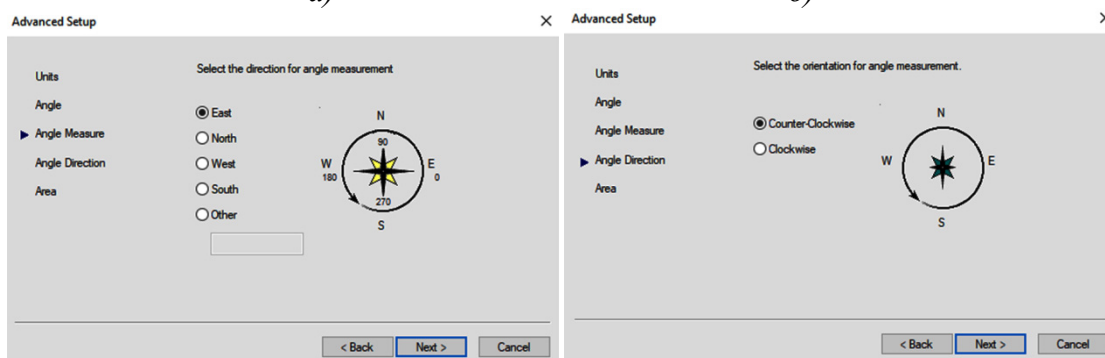
¹⁸ Подешавања наведена у наставку корисник може обавити и у оквиру *Application Menu* (сл. 6.3). Одабиром опције *Drawing Utilitises* → *Unit* отвара се прозор *Drawing units*.

2. **Angle** (Угао) (сл. 6.29б): Овај сегмент пружа корисницима могућност да одаберу јединицу угловних мера из широког спектра понуђених опција, укључујући степене, радиане или градијане. Слично као и код јединица, корисници могу прецизно одабрати број децималних места за мерења углова путем падајућег менија *Precision*.
3. **Angle Measure** (Мерење угла) (сл. 6.29ц): Овај део омогућава корисницима да дефинишу положај почетка мерења углова из различитих понуђених опција.
4. **Angle Direction** (Смер мерења углова) (сл. 6.29д): Овај сегмент омогућава корисницима да одаберу смер мерења угла, избором једне од две понуђене опције (у смеру или супротно смеру окретања казаљке на сату).
5. **Area** (Површина) (сл. 6.29е): омогућава дефинисање расположиве величине радног простора уписивања вредности у поља *Width* (Ширина) и *Length* (Дужина), што пружа могућност прилагођавања димензија радног простора према специфичним захтевима пројекта.



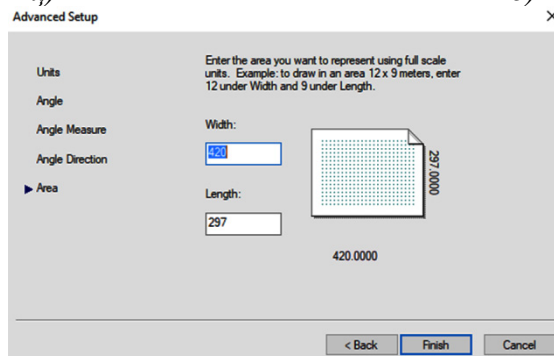
a)

б)



ц)

д)



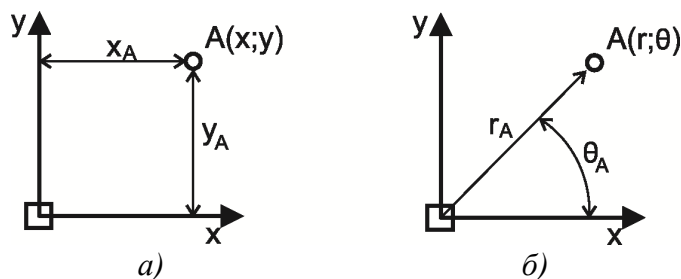
е)

Сл. 6.29. Прозори за напредна подешавања

6.5. КООРДИНАТНИ СИСТЕМ

За дефинисање положаја тачака унутар цртежа, у AutoCAD програму, користе се Декартов (правоугли) и поларни координатни систем (сл. 6.30):

1. **Декартов (правоугли) координатни систем:** У правоуглом координатном систему, положај тачака се одређује помоћу X и Y координата. Овај систем функционише на принципу правоуглог система координата, где су X и Y осе правци који се правоугаоно секу у координатном почетку (сл. 6.30а).
2. **Поларни координатни систем:** Поларни координатни систем се користи за одређивање положаја тачака на основу растојања и угла. Положај тачке се дефинише путем растојања (r) од координатног почетка и угла (θ) који тај правац заклапа са позитивним правцем X осе. Угао θ се обично мери у смеру супротном од смера кретања казаљке на сату (сл. 6.30б).

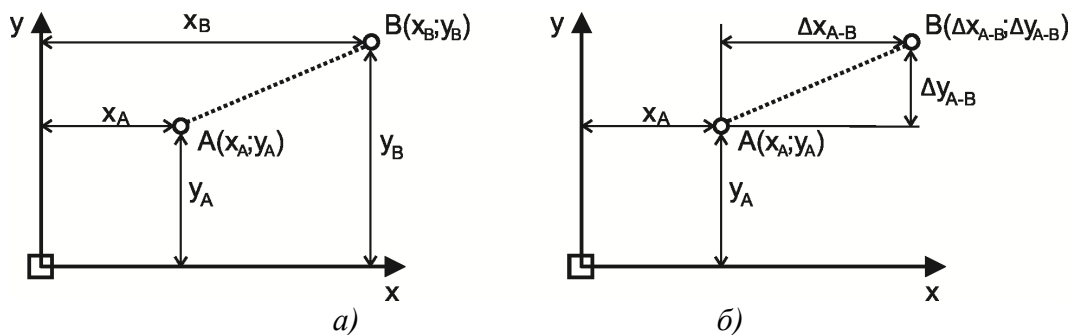


Сл. 6.30. Одређивање положаја тачке применом Декартовог (правоугли) (а) и поларног (б) координатног система

Почетна тачка координатног система обично је смешта у доњи леви угао простора цртања, али је могуће прилагодити његову позицију у складу са потребама цртежа.

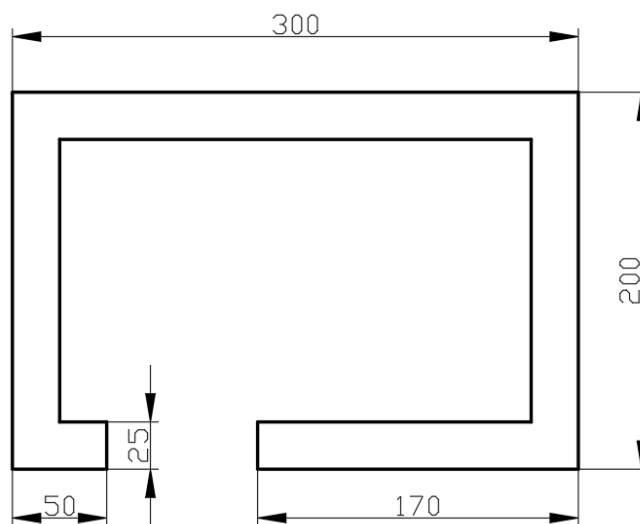
У AutoCAD програму, такође су заступљене апсолутне и релативне координате (сл. 6.31):

1. **Апсолутне координате:** Применом апсолутних координата положај тачака дефинише се у односу на фиксиран координатни почетак (сл. 6.31а).
2. **Релативне координате:** Примена релативних координата омогућава да се положај тачке у простору дефинише у односу на претходно уцртану. У случају примене релативних координата користи се префикс @ (*at*). Употребом префикса @ програм подразумева да се координатни почетак привремено смешта у последње уцртану тачку на цртежу (сл. 6.31б).



Сл. 6.31. Одређивање положаја тачке применом апсолутних (а) и релативних (б) координата тачака

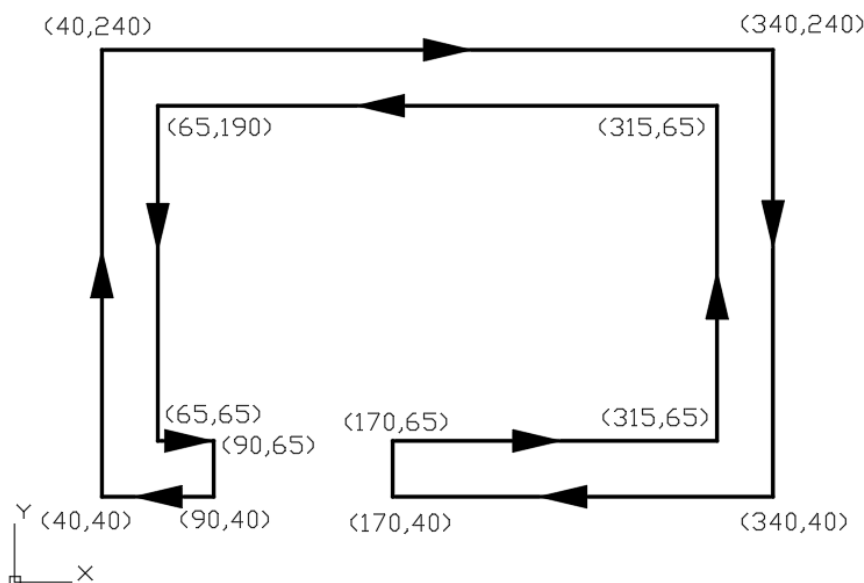
Примена правоугаоног и поларног координатног система, као и апсолутних и релативних координата биће приказана на примеру цртања просторије димензија 300 x 200 и дебљине зидова 25 јединица (сл. 6.32).



Сл. 6.32. Просторија спољних димензија 200 x 300

Да би нацртали просторију са сл. 6.32 користиће се команда *LINE*. Команда *LINE* налази се унутар палете алатки *Draw* (*Home*→*Draw*→*Line* или укуцати у командну линију *Line* + *Enter*).

На сл. 6.33 приказан је метод цртања применом апсолутних координата унутар правоугаоног координатног система. Као почетна тачка у датом примеру одабран је доњи леви угао на координатама (40,40).



Сл. 6.33. Примена апсолутних координата у правоуглом координатном систему

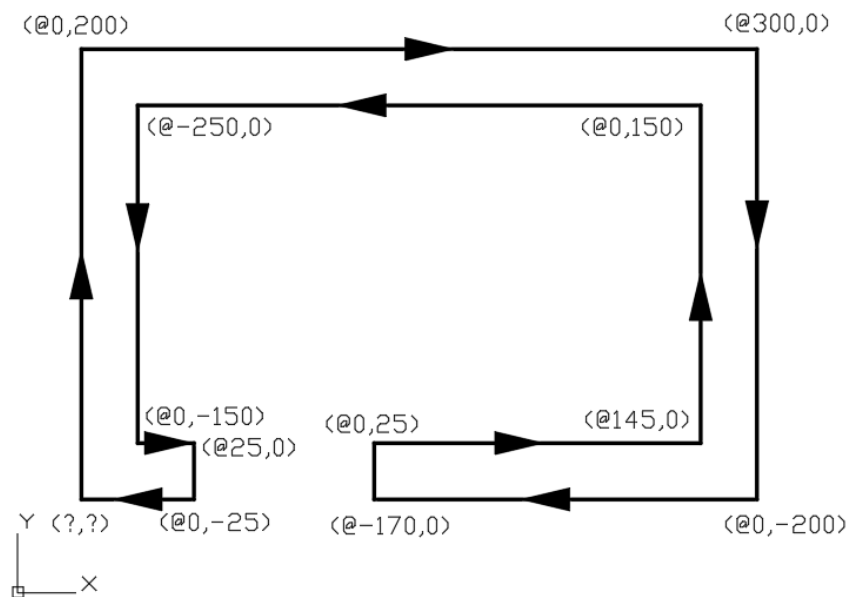
Координате тачака уносе се на начин како је приказано у Дијалогу 3:

ДИЈАЛОГ 3

```
Type a command:
Line [ENTER]
LINE Specify first point: 40,40 [ENTER]
LINE Specify next point or [Undo]: 40,240 [ENTER]
LINE Specify next point or [Undo]: 340,240 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 340,40 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 170,40 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 170,65 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 315,215[ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 65,215 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 65,65 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 90,65 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: 90,40 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: C [ENTER]
```

На овај начин, успешно је нацртана просторија са сл. 6.32 чије је доње лево теме на координатама (40,40) у апсолутном координатном систему.

У следећем примеру приказан је начин цртања просторије са сл. 6.32 без унапред дефинисаног положаја почетне тачке. Почетна тачка у датом примеру биће такође доњи леви угао (сл. 6.34). С обзиром на то да није унапред дефинисана координата почетне тачке користе се релативне координате. У овом случају применом префикса @, координатни почетак се поставља у последњу нацртану тачку.



Сл. 6.34. Примена релативних координата у правоуглом координатном систему

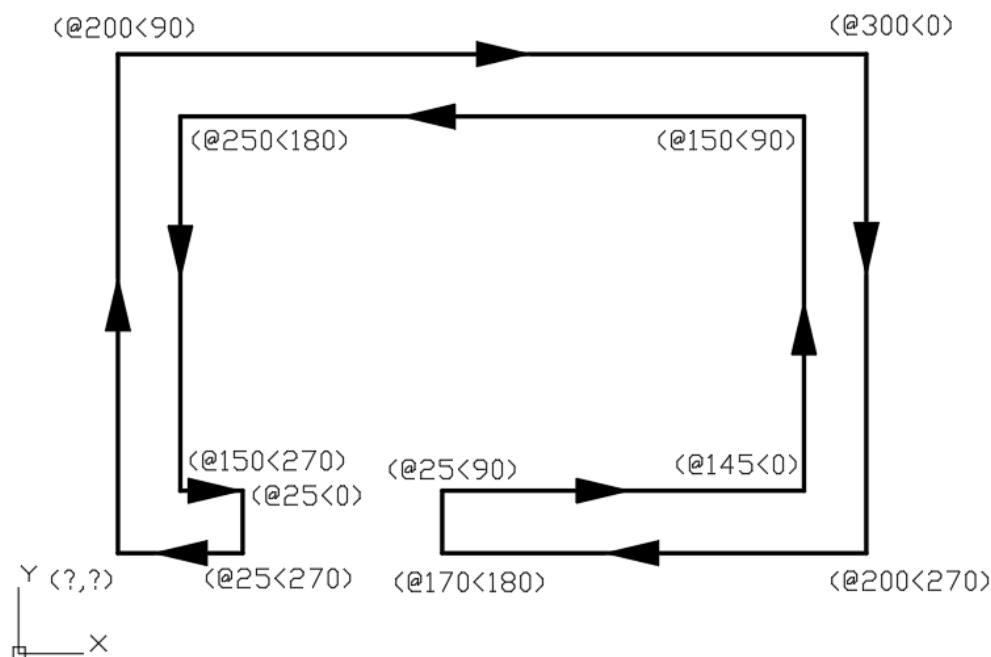
Координате тачака уносе се на начин како је приказано у Дијалогу 4:

ДИЈАЛОГ 4

```
Type a command:
Line [ENTER]
LINE Specify first point: (притиснути леви тастер миша негде у моделни простор)
LINE Specify next point or [Undo]: @0,200 [ENTER]
LINE Specify next point or [Undo]: @300,0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @0,-200 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @-170,0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @0,25 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @145,0[ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @0,150 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @-250,0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @25,0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @0,-25 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: C [ENTER]
```

На овај начин, успешно је нацртана просторија са сл. 6.32 чије је доње лево теме на непознатим координатама у релативном координатном систему.

У следећем примеру приказан је начин цртања просторије са сл. 6.32 без унапред дефинисаног положаја почетне тачке, уз примену поларног координатног система. Почетна тачка у датом примеру такође је доњи леви угао (сл. 6.35). У поларном координатном систему префикс @ поставља координатни почетак у последњу нацртану тачку. Број који следи означава удаљеност тачке у односу на претходно нацртану (r ; сл. 6.30a), а ознака $\langle \theta$, угао који линија заклапа са позитивним правцем X осе.



Сл. 6.35. Примена поларног координатног система

Координате тачака уносе се на начин како је приказано у Дијалогу 5:

ДИЈАЛОГ 5

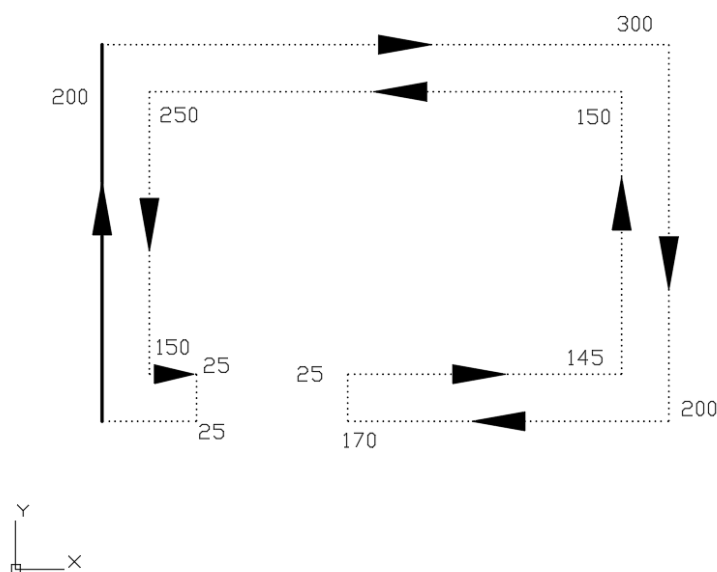
```
Type a command:
Line [ENTER]
LINE Specify first point: (pritisnuti negde u modelni prostor)
LINE Specify next point or [Undo]: @200<90 [ENTER]
LINE Specify next point or [Undo]: @300<0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @200<270 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @170<180 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @25<90 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @145<0[ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @150<90 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @250<180 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @150<270 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @25<0 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: @25<270 [ENTER]
LINE Specify next point or [Close Undo]: C [ENTER]
```

6.6. РАДНИ РЕЖИМ ORTHO

С обзиром на то да линије које чине основне делове простора на слици 6.32 су усмерене паралелно са X и Y осом, најпрактичније је користити *Orthomode* опцију приликом њиховог исцртавања. *Orthomode* опција омогућава цртање објеката (линија) искључиво дуж хоризонталних или вертикалних линија (погледати одељак 6.2.5). Када

је *Orthomode* активиран, цртање је ограничено на правце од 0, 90, 180 и 270 степени. Другим речима, приликом коришћења алата за цртање као што су линије или правоугаоници, линије ће аутоматски бити усмерене тако да се поравнају са овим правцима.

Поступак цртања започиње укључивањем *Orthomoda* у статусној линији или притиском тастера **F8**. Након укључивања команде *Line*, на питање у командној линији **LINE Specify first point:** (Дијалог 6, линија 1) притиснути левим тасером миша у жељену тачку простора за цртање. Затим усмерити показивач миша у жељеном правцу (хоризонталном или вертикалном¹⁹) и смеру (у позитивном или негативном смеру X и Y осе). На питање у командној линији **LINE Specify next point or [Undo]:** унети бројчану вредност која одговара жељеној дужини линије која се исцртава (сл. 6.36).



Сл. 6.36. Примена ORTHO радног режима

Координате тачака уносе се на начин како је приказано у Дијалогу 6:

ДИЈАЛОГ 6

Type a command:

Line [ENTER]

LINE Specify first point: (pritisnuti levi taster miša negde u modelni prostor)

LINE Specify next point or [Undo]: 200 [ENTER] (pokazivač usmeren ka gore)

LINE Specify next point or [Undo]: 300 [ENTER] (pokazivač usmeren u desnu stranu)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 200 [ENTER] (pokazivač usmeren ka dole)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 170 [ENTER] (pokazivač usmeren u levu stranu)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 25 [ENTER] (pokazivač usmeren ka gore)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 145 [ENTER] (pokazivač usmeren u desnu stranu)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 150 [ENTER] (pokazivač usmeren ka gore)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 250 [ENTER] (pokazivač usmeren u levu stranu)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 150 [ENTER] (pokazivač usmeren ka dole)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 25 [ENTER] (pokazivač usmeren u desnu stranu)

LINE Specify next point or [Close Undo]: 25 [ENTER] (pokazivač usmeren ka dole)

LINE Specify next point or [Close Undo]: C [ENTER]

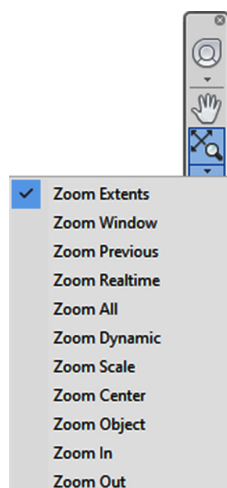
¹⁹ Немогуће је одабрати било који други правац изузев хоризонталног или вертикалног док је укључена опција *ORTHO*.

6.7. АЛАТИ ЗА ЗУМИРАЊЕ И ПРЕГЛЕДАЊЕ ЦРТЕЖА

Током рада у *AutoCAD*-у, често је потребно увећати одређени део цртежа ради прегледа или дораде, или обратно, приказати цео цртеж на екрану.²⁰ У ту сврху, *AutoCAD* пружа корисницима низ различитих алата.

Најчешће кориштен алат за зумирање у програму *AutoCAD* је ролер миша²¹. Корисници могу користити ролер миша за брзо зумирање цртежа. Померањем ролера миша према напред (горе) повећава се приказ, док померањем према назад (доле) умањује приказ²².

Алати намењени увећању или умањењу приказа цртежа на екрану налази се у оквиру тзв. *Navigation Bar* (сл. 6.37). *Navigation Bar* уобичајено се налази са десне стране простора за цртање, а могуће га је отворити на локацији *View*→*Viewport Tools*→*Navigation Bar*.²³



Сл. 6.37. Алати намењени увећању или умањењу приказа цртежа на екрану

²⁰ НАПОМЕНА: Коришћењем команди из групе алата намењених увећању или умањењу приказа цртежа на екрану не увећава/умањује стварне димензије објекта него само њихов приказ на екрану.

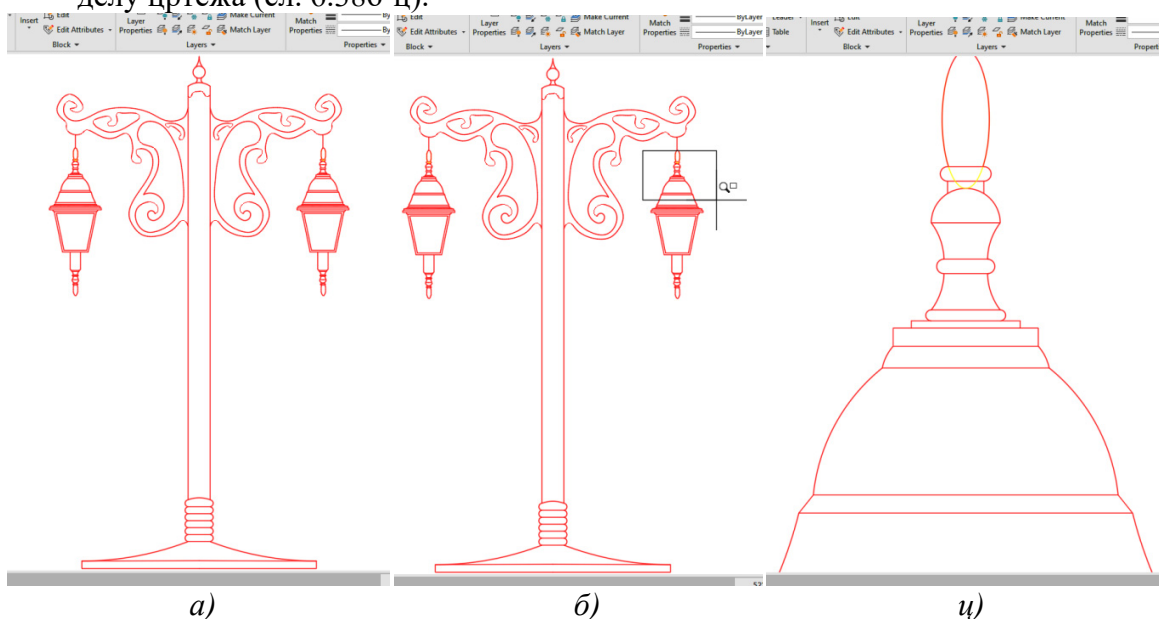
²¹ Ролер миша је компонента стандардног миша која код многих програма омогућава корисницима да померају садржај на екрану вертикално или хоризонтално. Ова компонента се налази између левог и десног тастера миша и може се користити померањем прста горе или доле. Ролер миша омогућава корисницима брзо и једноставно померање кроз документе, веб странице, или било који други садржај који је већи од екрана. У програму *AutoCAD* ролер миша се не користи за померање садржаја него за увећање или умањење његовог приказа. Поред роловања (окретања), ролер миша има функцију тастера (могуће га је притиснути). Притиском ролера у програму *AutoCAD* укључује се алат *Pan* а показивач миша добија облик отворене шаке (алат је укључен онолико дуго колико је ролер притиснут. Отпуштањем ролера функција се искључује). Алат *Pan* омогућава корисницима да транслаторно померају приказ на екрану (напомена: применом алата *Pan* не врши се промена положаја објеката у односу на координатни почетак, него само положај приказа на екрану).

²² Брзину зумирања помоћу роолера на мишу рачунара могуће је подесити активирањем команде *ZOOMFACTOR* (у командној линији). Вредност овог параметра креће се у границама од 3 до 100 (ниже вредности одговарају мањој брзини зумирања). Вредност овог параметра стандардно је подешена на 60.

²³ Старији корисници који су навикли на *AutoCAD classic* приказ команди и даље могу отворити палету *Zoom* притиском десним тастером миша на било којој команди (видети поглавље 6.2.2.).

У оквиру *Navigation Bar* корисницима је на располагању неколико команди за зумирање које се могу користити за подешавање приказа цртежа. Неки од њих су:

- **Zoom Extens:** служи за аутоматско зумирање цртежа тако да приказује цео објекат на екрану, без обзира на његову величину или положај у радном простору. Ова команда је корисна када се жели брзо прегледати целокупан цртеж или када се жели вратити на приказивање целог цртежа након што је приказ зумиран или померен.
- **Zoom Window:** омогућава корисницима да зумирају одређени део цртежа тако што ће одабрати правоугаону област. Ова команда је корисна када се жели увећати само одређени део цртежа ради детаљнијег прегледа или рада на том делу цртежа (сл. 6.38б-ц).



Сл. 6.38. Различити приказ нацртаних објеката применом алата *Zoom*
 а) приказ објекта применом алата *Zoom Extens*; б) одабир детаља објекта применом алата *Zoom Window*; ц) приказ одабраног детаља применом алата *Zoom Window*

- **Zoom Previous:** омогућава корисницима да се врате на претходни ниво увећања или умањења цртежа.
- **Zoom All:** омогућава корисницима да зумирају границе цртежа тако да целокупан цртеж стане у оквир прозора радне површине (уколико објекат излази ван граница цртежа величина приказа ће бити тако подешена да објекти или делови објекта који излазе ван дефинисаних граница цртежа буду видљиви на екрану).
- **Zoom Scale:** омогућава корисницима да зумирају цртеж на одређену скалирану вредност. На пример, ако се жели увећати приказ за двоструку величину, уноси се у командну линију вредност "2", а у случају потребе умањења приказа на половину величине, вредност "0.5".
- **Zoom Center:** омогућава корисницима да зумирају цртеж тако да се одабрана тачка налази у центру екрана. Након одабирања централне тачке програм тражи информацију о висини подручја које ће бити приказано на екрану (**ZOOM Enter magnification or height:**). Уношењем мањих вредности висине приказ ће бити увећан а већих вредности умањен.

- **Zoom Object:** омогућава корисницима да зумирају цртеж тако да одабрани објекат буде у фокусу, тј. да заузима већи део прозора радне површине.
- **Zoom In:** омогућава корисницима да увећају приказ цртежа на екрану са фактором увећања 2.
- **Zoom Out:** омогућава корисницима да умање приказ цртежа на екрану са фактором умањења 2.

Исти алати могу бити доступни корисницима уколико у командну линију укуцају слово *Z* + *Enter*. Програм улази у команду *Zoom* нудећи као подопције горе наведене алате (сл. 6.39).



Сл. 6.39. Алати из палете Zoom доступни путем командне линије

6.8. БИРАЊЕ (СЕЛЕКТОВАЊЕ) ЕЛЕМЕНАТА ЦРТЕЖА

Бирање (селектовање) објеката је основна радња у *AutoCAD*-у и кључна је за ефикасно креирање, уређивање и манипулацију цртежима. Селектовање објеката укључује означавање појединачних елемената цртежа како би се на њих примениле различите расположиве операције попут:

1. **Уређивање објеката:** Селектовање објеката омогућава корисницима да врше различите операције уређивања, као што су подешавања својстава, померање, ротирање, скалирање, брисање, копирање објеката и сл.
2. **Идентификација објеката:** Селектовањем објеката корисници их могу идентификовати и анализирати. На пример, могуће је видети карактеристике објекта у *Properties* прозору након селектовања.²⁴
3. **Груписање објеката:** Селектовањем више објеката истовремено, корисници могу груписати објекте ради лакшег управљања њима или примене операција на целим групама.
4. **Манипулација са слојевима:** Селектовање објеката омогућава корисницима да их поставе на одговарајуће слојеве, што олакшава организацију цртежа и омогућава ефикасније управљање слојевима.

У програму *AutoCAD* објекти се могу селектовати на различите начине, а неки од најчешћих су:

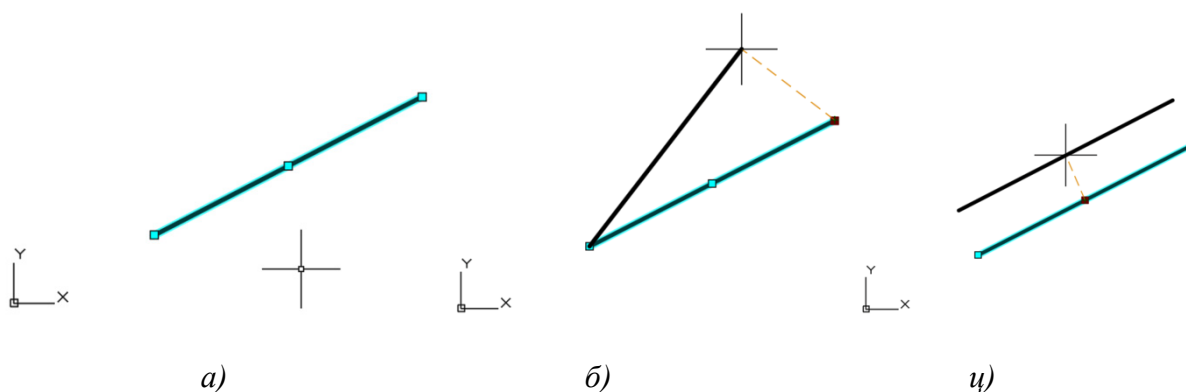
1. **Једноструким кликом:** притиском (“кликом”) левим тастером миша на жељени објекат. Узастопним притиском левим тастером миша на већи број објеката на цртежу селекује се сваки од одабраних објеката.²⁵ Деселектовање свих селектованих објеката врши се притиском тастер *Esc* на тастатури компјутера.

²⁴ *Properties* прозор отвара се притиском десног тастера миша на селектовани објекат а затим из понуђених опција одабира се опција *Properties*. О *Properties* прозору касније ће бити више речи.

²⁵ Одабир различитих опције селектовања објеката могуће је извршити у палети *Options* (сл. 6.4) на картици *Selection* у сектору *Selection modes*.

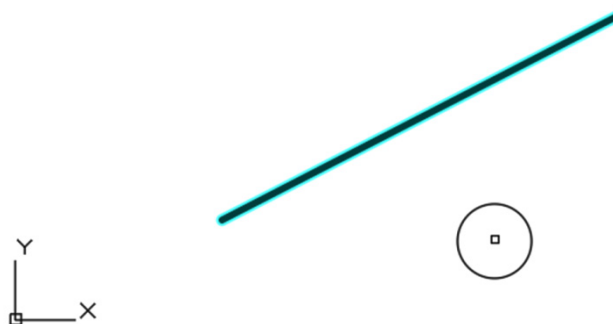
Деселектовање једног од низа селектованих објеката врши се поновним притиском на жељени објекат уз истовремено држање притиснутог тастер *Shift* на тастатури компјутера.

Када није активна (укључена) ни једна команда, тада се одабиром објекта на цртежу објекат селекује (сл. 6.40а) уз добијање три карактеристичне тачке. Одабиром једне од три тачке она постаје тзв. врућа тачка (енг. *Hot point*) и добија црвену боју. Одабир једне од две крајње тачке омогућава ротацију линије око супротне крајње тачке уз могућност промене дужине линије (сл. 6.40б). Одабир средишње тачке омогућава транслаторно померање објекта (сл. 6.40ц).



Сл. 6.40. Селектовање и модификовање објеката када није активна ни једна команда
а) Селектован објекат, б) ротација објекта око супротне крајње тачке, ц) транслаторно померање објекта

Када је активна нека команда (сл. 6.41, активирана је команда *Move* која омогућава транслаторно померање објекта), тада селектовани објекат неће имати три карактеристичне тачке већ ће само променити боју²⁶.



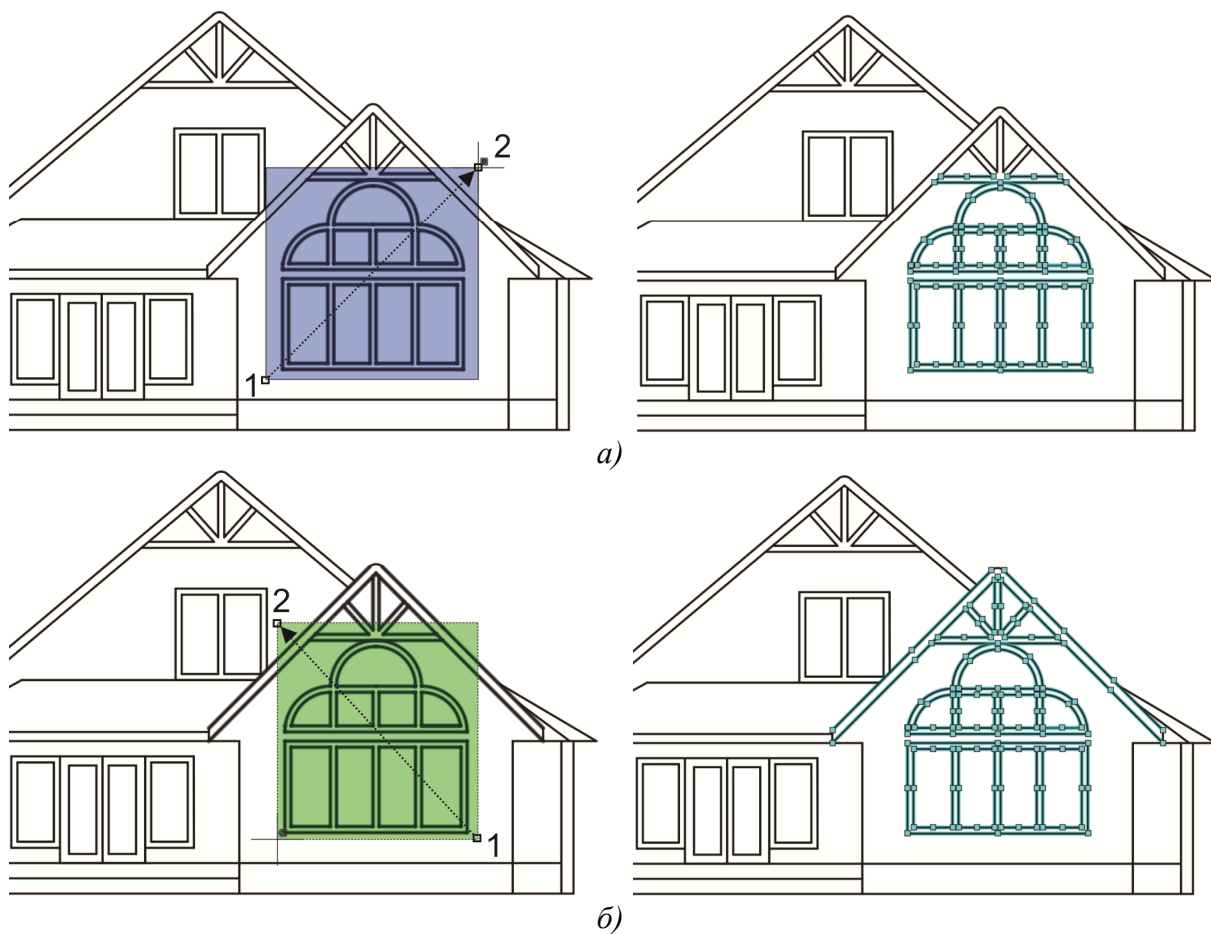
Сл. 6.41. Селектовани објекат након након активирања неке команде^{27;28}

²⁶ Боја селектованог објекта зависиће од системског подешавања у прозору *Options*→*Selection*→*Selection effect color*.

²⁷ Обратите пажњу на изглед показивача миша. Показивач је у облику квадрата јер програм очекује да се селекује још неки објекат на цртежу.

²⁸ НАПОМЕНА: Уколико корисник жели да селекује све објекте (када је укључена нека команда), довољно је да у командну линију упише реч “*ALL*”. Ако жели да деселекује неки селектован објекат (један или више) може да упише слово “*R*” (Уклони, енгл. *Remove*) и да притисне на објекте које жели да

2. **Прозором за селектовање:** Овај начин селектовања користи се за групно селектовање објеката (већег броја објеката истовремено). За дефинисање положаја и величине прозора за избор елемената цртежа, корисник бира две крајње тачке дијагонале правоугаоника на радној површини. Када је положај друге изабране тачке дијагонале десно у односу на прву (сл. 6.42а), тада ће бити изабрани само они елементи цртежа који су потпуно обухваћени правоугаоником²⁹. Насупрот томе, ако је положај друге тачке лево од прво одабране (сл. 6.42б), тада ће и елементи који су делимично обухваћени правоугаоником бити изабрани³⁰.



Сл. 6.42. Прозор за селектовање
а) Window selection; б) Crossing selection

3. **Област за селектовање неправлиног облика:** Овај начин селектовања, такође, се користи за групно селектовање објеката. Држећи притиснут леви тастер миша, превлачењем показивача формира се област за селектовање неправлиног облика (сл. 6.43). Повлачењем показивача у смеру окретања казаљке на сату

деселектује. Насупрот томе ако жели да дода неки објекат међу селектоване, може да упише слово “А” (Додај, енг. Add)

²⁹ Овај прозор се назива *Window selection*. Формирани прозор је плаве боје уоквирен пуном црном линијом.

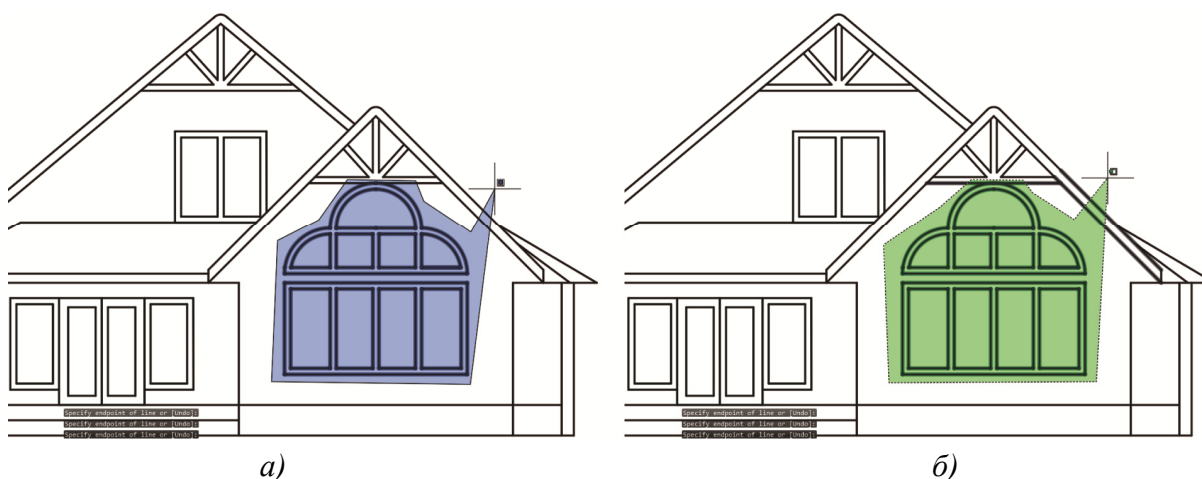
³⁰ Овај прозор се назива *Crossing selection*. Формирани прозор је зелене боје уоквирен испрекиданом црном линијом.

формираће се област која ће селектовати објекте који су у потпуности обухваћени. Насупрот томе, повлачењем показивача у супротном смеру формираће се област која ће селектовати и објекте који су делимично обухваћени.



Сл. 6.43. Област за селектовање неправлиног облика

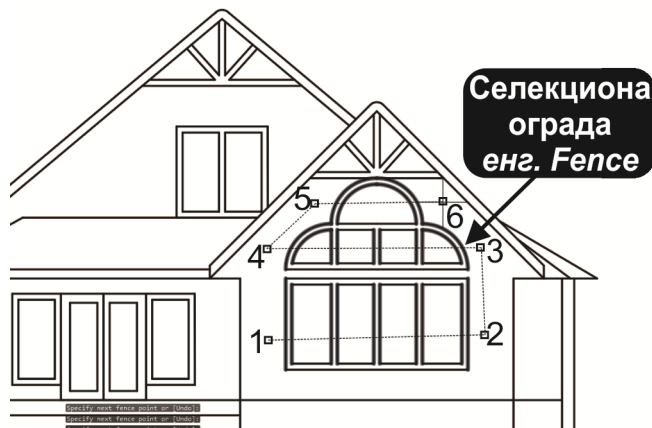
4. **Селектовање преко полигона:** Овај начин селектовања, такође, се користи за групно селектовање објеката. Користи се за селектовање објеката по неком сложеном распореду. За разлику од претходне омогућава прецизније управљање селекционим низом. Могуће га је користити само када је активирана нека команда за модификацију објеката. Полигон за селектовање се укључује одабиром опције *WP* (*Window polygon* - коришћењем ове функције селекују се само објекти који су потпуно обухваћени оквиром, сл. 6.44а) или *CP* (*Crossing polygon* - коришћењем ове функције селекују се и објекти који су делимично обухваћени оквиром, сл. 6.44б).



Сл. 6.44. Селектовање преко полигона
а) *Window polygon*; б) *Crossing polygon*

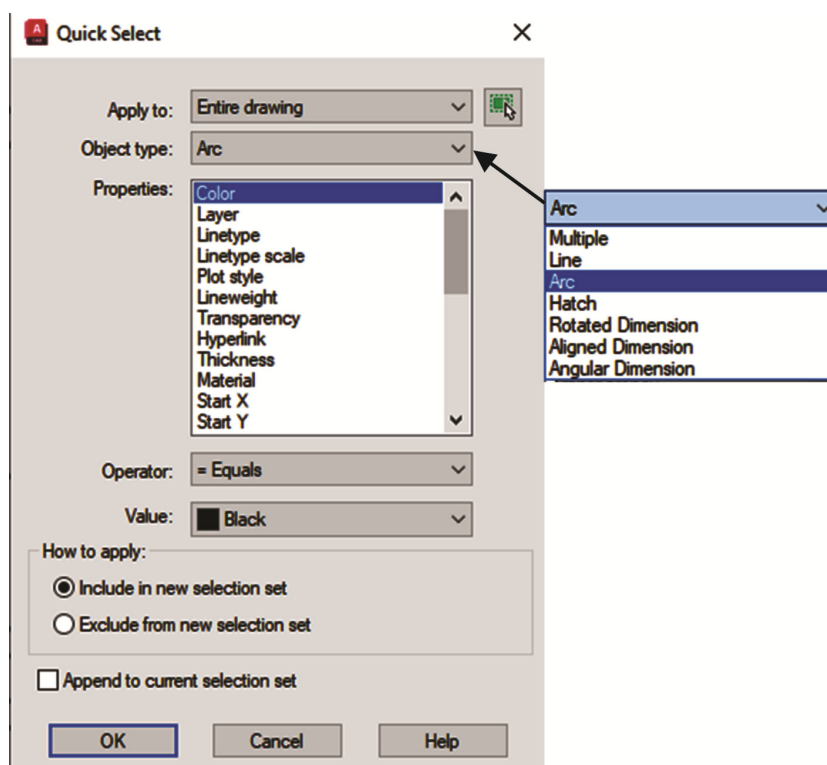
5. **Селектовање путем селективне оградe (енг. *Fence*):** омогућава групно селектовање објеката на основу сложеног распореда. Ова метода је корисна када је потребно изабрати објекте који су распоређени на специфичан начин. Може се

применити само док је активирана команда за модификацију објеката, а активира се одабиром опције "F" у командној линији. Селекциона ограда се приказује као полилинија и бира само објекте кроз које пролази. На слици 6.45 селекциона ограда нацртана је избором 6 тачака.



Сл. 6.45. Селектовање помоћу селективне ограде (енг. Fence)

6. Селектовање преко филтера (*Quick select*): Корисник може групу објеката истих карактеристика брзо селектовати коришћењем филтера за селектовање (*Home*→*Utilities* →*Quick select*). Активирањем ове команде отвара се прозор *Quick select* у ком корисник може одабрати по ком критеријуму жели селектовати објекте (по типу објекта, својству одабраног типа објекта и вредности одабраног својства, сл. 6.46).



Сл. 6.46. *Quick Select* прозор за брзо селектовање објеката



Сл. 6.47. Селектовани кружни лукови по критеријуму тип објекта: *Arc* (кружни лук); карактеристика: *Боја*; вредност одабране карактеристике: *Black* (сл. 6.46)

6.9. АЛАТИ ЗА ЦРТАЊЕ

За цртање различитих геометријских облика корисе се алати који омогућавају цртање основних облика као и алати за цртање сложених контура.

6.9.1. Алати за цртање линија

У програму *AutoCAD* корисити се неколико врста линија. Основне врсте линија су:

- **Дуж** – дефинисана положајем почетне и крајње тачке,
- **Права** – дефинисана тачком кроз коју пролази и правцем простирања (неограничене дужине),
- **Зрак** – дефинисана својим извориштем (почетном тачком) и правцем у којем се простире неограничено,
- **Глатка крива** – има флуидни облик, а дефинисана је својом почетном и крајњом тачком, као и чворним тачкама (тзв. Безијеви чворови) кроз које пролази.

Поред ових основних линија ту су још и:

- **Слободно ручна линија** – дефинисана је положајем сегмената различите дужине, који у основи представљају дужи. Има изглед линије за скицирање.
- **Мултилине линија** – дефинисана је својом почетном и крајњом тачком. Линија се састоји од већег броја међусобно паралелних дужи (на жељеном растојању) које се исцртавају истовремено.

6.9.1.1. Цртање дужи (сл. 6.48а)

За цртање дужи користи се команда *LINE*, која се налази у палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање ове команде је *L+Enter*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај почетне а затим крајње тачке (*Дијалог 7*). Крајња тачка линије уједно је почетна тачка следеће линије.

ДИЈАЛОГ 7

```
Type a command:  
Line [ENTER]  
LINE Specify first point:  
LINE Specify next point or [Undo]:  
LINE Specify next point or [Undo]:  
LINE Specify next point or [Close Undo]:
```

Опција *Undo* враћа корисника један корак уназад, очекујући да поново дефинише положај тачке, а опција *Close* затвара фигуру спајањем крајње тачке, последње нацртаног елемента у низу³¹, са почетном тачком прве нацртане линије у низу³².

6.9.1.2. Цртање праве (сл. 6.48б)

За цртање праве користи се команда *Construction Line (XLINE)*, која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање команде је *XL+Enter*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај тачке кроз коју ће проћи права (*Дијалог 8; линија 1*), а затим да дефинише положај друге тачке кроз коју ће проћи права (*линија 2*):

ДИЈАЛОГ 8

```
Type a command:  
XLine [ENTER]  
XLINE Specify a point or [Hor Ver Ang Bisect Offset]:  
XLINE Specify through point:
```

Понуђене опције (*Дијалога 8; линија 1*) омогућавају цртање само хоризонталне (*Hor*), само вертикалне (*Ver*) праве или праве под жељеним углом (*Ang*). Коришћењем једне од ове три опције потребно је дефинисати само једну тачку кроз коју ће права пролазити.

Опција *Bisect* омогућава креирање праве која дели угао на два једнака дела. Када се користи опција *Bisect*, потребно је изабрати две линије које формирају угао. Затим се аутоматски креира права која дели тај угао на два једнака дела, тј. права дели угао на пола.

Опција *Offset* црта праву на жељеном растојању (*Дијалог 9; линија 2*) паралелну са одабраном линијом (*линија 3*). У четвртој линији *дијалога 9*, програм тражи од корисника да одабере страну у односу на изабрану линију где ће нацртати праву.

³¹ Тачка одабрана у предпоследњој линији *Дијалога 7*.

³² Тачка одабрана у првој линији *Дијалога 7*.

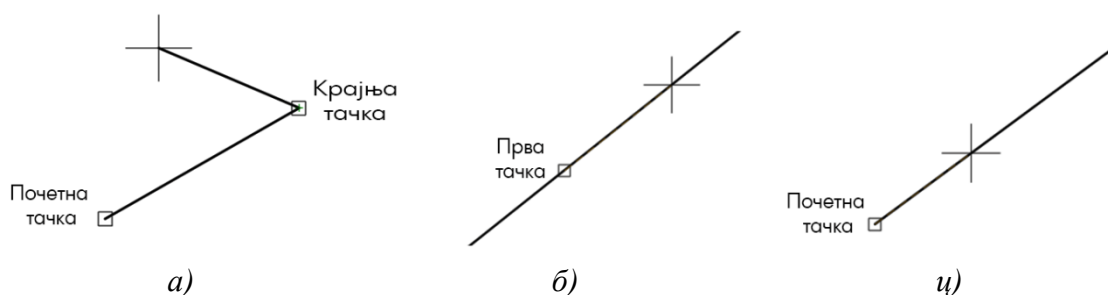
ДИЈАЛОГ 9

Type a command:
XLine [ENTER]
XLINE Specify a point or [H or V or Ang or Bisect or Offset]: Offset
XLINE Specify offset distance or [Through] <50.00>:
XLINE Select a line object:
XLINE Specify side to offset:

Одабиром опције *Through* (Дијалог 9, линија 2) омогућава цртање праве паралелне са одабраном линијом (правом) на растојању које корисник дефинише (одабере) притиском показивача миша на жељено место.

6.9.1.3. Цртање зрака (сл. 6.48ц)

За цртање зрака користи се команда *Ray* која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај почетне тачке зрака (изворишне-полазне тачке), а затим да дефинише положај друге тачке кроз коју ће проћи зрак.



Сл. 6.48. Различите врсте линија
а) дуж, б) права, ц) зрак

6.9.1.4. Цртање глатке криве линије (Spline)

Сплајн линије (енг. *Spline lines*) у *AutoCAD*-у су криве које се користе за креирање глатких кривих линија које нису дефинисане тачно одређеним геометријским правилима. Ове линије омогућавају корисницима да креирају сложене (флуидне) облике који се тешко могу или не могу направити помоћу стандардних геометријских алата.

Сплајн линије се дефинишу помоћу контролних тачака које корисник поставља на цртежу. Постављањем контролних тачака на одговарајућим позицијама и подешавањем њихових својстава, корисници могу контролисати облик и глаткоћу криве коју генерише *AutoCAD*. Ове тачке одређују путању криве и њен облик. Крива може да се креће кроз ове контролне тачке, али и не мора нужно да пролази кроз сваку од њих. Уместо тога, путања се одређује на основу положаја и утицаја сваке тачке у односу на друге.

Ове контролне тачке се називају "Безијеве контролне тачке" или "Безијеви чворови" а криве које се генеришу Безијеве криве. Безијеве криве су врста математички дефинисаних крива које се често користе у рачунарској графичи, *CAD* софтверима

(укључујући AutoCAD) и дизајну. Постоје различите врсте Безијевих кривих, укључујући линеарну, квадратну, кубичну, као и више редове Безијевих кривих (Безијеве криве првог, другог, трећег... реда). Свака од ових крива има различите карактеристике и примене, али све омогућавају флексибилно моделовање глатких континуираних облика.

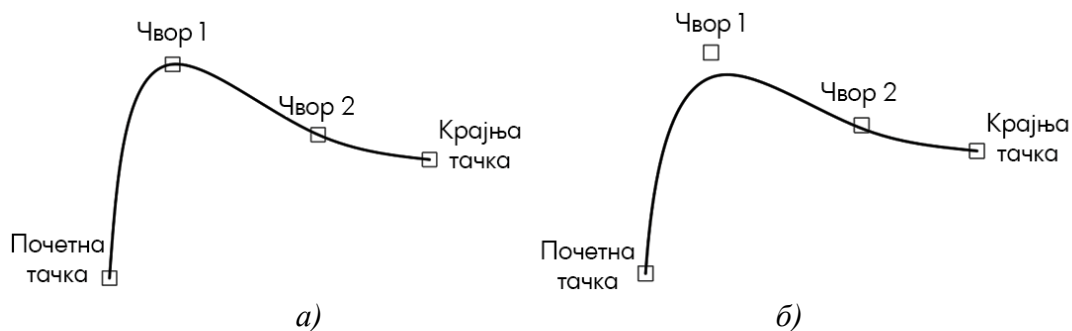
За цртање глатке криве линије користи се команда *Spline*, која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање команде је *SPL+Enter*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај почетне тачке криве (“сплајн линије”) (*Дијалог 10, линија 1*), а затим да дефинише низ наредних тачака (*линије 2-...*):

ДИЈАЛОГ 10

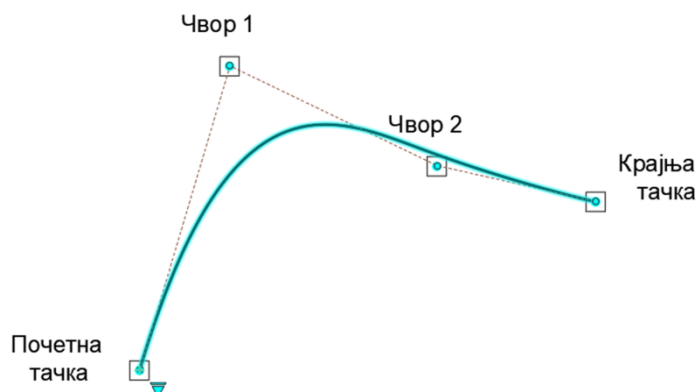
```
Type a command:
Spline [ENTER]
SPLINE Specify first point or [Method Knots Object]:
SPLINE Enter next point or [start Tangency toLerance]:
SPLINE Enter next point or [end Tangency toLerance Undo]:
SPLINE Enter next point or [end Tangency toLerance Undo Close]:
```

У оквиру прве линије *Дијалога 10* корисник има могућност да изабере једну од три понуђене опције:

Method: омогућава избор између две подпоције *Fit* и *CV*. Подопција *Fit* ставара криву трећег степена, омогућавајући кориснику да изабере вредност толеранције. Када је вредност толеранције 0 (нула), тада крива мора пролазити кроз дефинисан чвор (сл. 5.49а). Када је вредности толеранције различит од нуле тада крива мора да се налази унутар дефинисане толеранције удаљености од сваке тачке (сл. 5.49б). Насупрот овоме, подопција *CV* (*Control Vertices*) омогућава прилагођавање облика криве избором линије првог (линеарна), другог (квадратна), трећег (кубина) итд. до десетог степена, омогућавајући корекцију линије померањем контролних тачака (сл. 5.50).

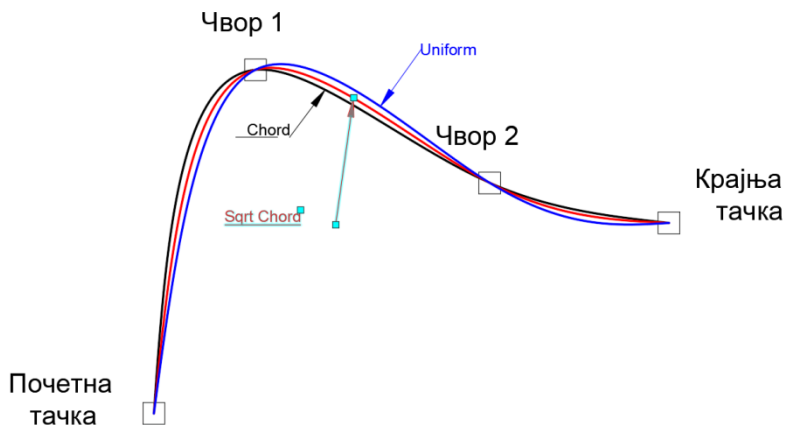


Сл. 6.49. Крива линија (сплине) нацртана методом *Fit*
 а) Толеранција 0 (нула); б) Толеранција 10 (десет)



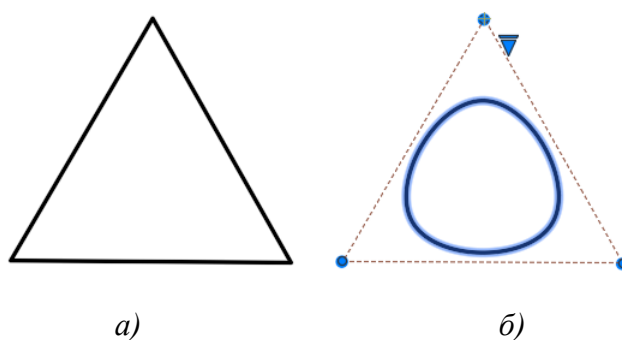
Сл. 6.50. Крива линија (сплине) нацртана методом CV (линија 4 степена)

Knots: омогућава параметризацију чворова применом различитих математичких метода, укључујући *Chord*, *Sqrt Chord* или *Uniform* (сл. 6.51).



Сл. 6.51. Крива линија (сплине) нацртана применом различите вредности Knots

Object: трансформише полилине³³ објекат у сплајн линију другог или трећег степена (сл. 6.52).



Сл. 6.52. Троугао нацртан као полилине објекат (а) трансформисан у сплајн трећег степена (б)

³³ Полилиније (енг. *Polylines*) су континуиране линије које се састоје од низа повезаних дужи или кружних лукова (о полилинијама биће више речи у поглављу 6.9.3)

У другом реду *Дијалога 10*, корисник има опцију да изабере једну од две понуђене могућности:

Start tangency: Дефинише положај тангенте на почетном чвору, што одређује облик почетног дела линије.

Tolerance: Одређује дозвољено одступање криве од дефинисаних чворова. Одабрана вредност толеранције 0 (нула) захтева да резултујућа крива пролази кроз тачке чворова. Толеранција се примењује на све чворове осим почетне и крајње тачке, које увек имају толеранцију од 0.

У трећем реду *Дијалога 10*, корисник има могућност да одабере подопције сличне онима у другом реду, али са додатком опције *End Tangency*. Ова опција одређује облик кривине на крајњем чвору.

У четвртном реду *Дијалога 10*, постоји додатна опција *Close*, која омогућава кориснику да споји прву и последњу тачку, формирајући тако затворену линију.

6.9.1.5. Цртање слободно ручне линије (линије за скицирање)

Слободно ручне линије су одличан начин за брзо визуално изражавање идеја, посебно у почетним фазама дизајна. Оне омогућавају корисницима да брзо генеришу прелиминарне скице или концепте без потребе за детаљним дефинисањем сваке тачке. Овај приступ је посебно користан када је потребно брзо тестирати различите идеје и приступе. Графичка табла пружа додатну практичност при цртању оваквих линија, омогућавајући корисницима да слободно изразе своје креативне замисли. Након што се скица направи, корисник може даље развијати дизајн користећи прецизније алате и команде.

За исцртавање слободно ручно цртаних линија користи се команда **SKETCH** (скицирање). Активира се у 2Д моделном простору уносом назива у командну линију.³⁴ Након активирања команде, корисник може померати мишем по простору за цртање и креирати скицу (*Дијалог 11*).

ДИЈАЛОГ 11

Type a command:

SKETCH [ENTER]

SKETCH Specify sketch or [Type Increment to Lolerance]:

SKETCH Specify sketch:

Расположиве опције унутар ове команде су (*Дијалог 11, линија 1*):

Type: одређује тип линије скице (*Line, Polyline* или *Spline*);

Increment: одређује дужину сегмента слободноручне линије;

Tolerance: дефинише дозвољено одступање тачака слободно ручне линије од дефинисаних чворова. Ова опција се користи само за тип линије скице *Spline*.

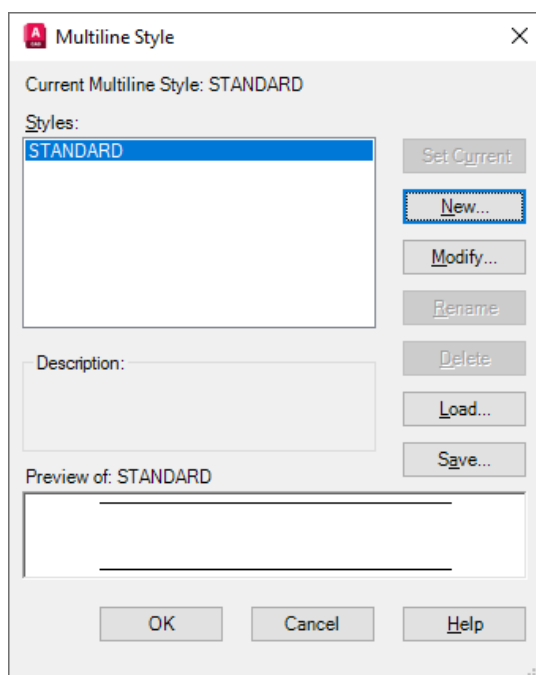
³⁴ У 3Д моделном простору ова команда је саставни део подразумеваних палета алата.

6.9.1.6. Цртање мултилајн линија (енг. *Multiline*)

За цртање мултилајн линија у програму *AutoCAD* користи се команда *Multiline* (*MLINE*). Ова команда омогућава цртање комплексних цртежа који захтевају више паралелних линија (на пример сендвич зид стамбених објеката).

6.9.1.6.1. Креирање стила *Multiline*

Пре почетка коришћења команде “*Multiline*” неопходно је креирати њен стил. За ово се користи команда *MLSTYLE*, коју је неопходно унети у командну линију³⁵. Након активирања команде отвара се прозор *Multiline Style* (сл. 6.53).



Сл. 6.53. Прозор *Multiline Style*

У прозору *Multiline Style*, корисницима су доступни следећи елементи:

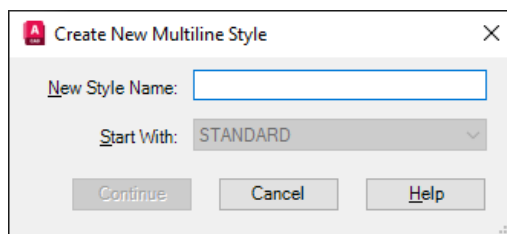
- **Current Multiline Style** (Подразумевани мултилине стил): Стандард - пружа информацију о подразумеваном стилу мултилајн линије (тренутно је доступан само стил *Standard*, те је он подразумеван);
- **Styles** (Стилови): приказује све расположиве стилове;
- **Description** (Опис): пружа опис одабраног стила;
- **Preview of** (Приказ одабраног стила): приказује изглед одабраног (селектованог) стила мултилине.

На десној страни прозора налазе се дугмад са следећим функцијама:

³⁵ Корисници који користе падајуће меније, команду *Multiline Style* могу пронаћи у падајућем менију *Format*.

- **Set Current** (Постави тренутни): Поставља одабрани (селектовани) стил као подразумевани (активни). Када започне поступак цртања, користиће се овај стил;
- **New** (Нови): Омогућава креирање новог стила;
- **Modify** (Измени): Омогућава измену постојећег, одабраног, стила;
- **Rename** (Промени име): Мења име одабраног стила;
- **Delete** (Избриши): Избриши одабрани стил. Системски стил *Стандард* не може бит обрисан. Такође, стилови који су коришћени на цртежу не могу бити избрисани;
- **Load** (Учитај): Омогућава учитавање сачуваног стила са диска рачунара;
- **Save** (Сачувај): Чува одабрани стил на диску рачунара као засебан документ. *AutoCAD* чува мултилине стила у формату *.млн*.

Одабиром опције *New* (сл. 6.53), отвара се прозор *Create New Multiline Style* (сл. 6.54), у оквиру кога је потребно дефинисати име стила (стил може имати име састављено од једне речи – без коришћења *Space*). Падајући мени *Start With* омогућава одабир стила чије подешавање ће бити основа за подешавање новог стила.

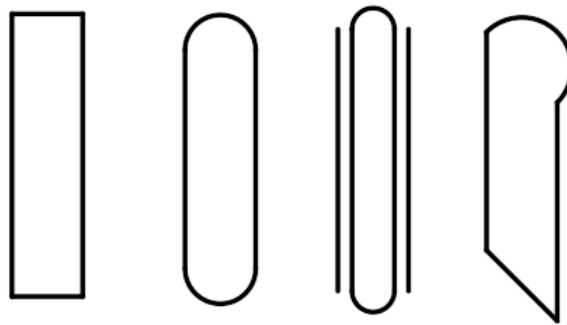


Сл. 6.54. Прозор *Create New Multiline Style*

Након одабира имена новог стила и потврде опције *Continue* отвара се прозор *New Multiline Style*: (сл. 6.56) у коме су могућа следећа подешавања:

- У поље **Description** (Опис) могу се унети детаљи о стилу који ће помоћи кориснику да се касније сети сврхе или намене тог стила.
- У сектору **Caps** корисник има могућност одабрати начин на који се линије у вишелинијском објекту спајају на почетку и на крају. Овде је могуће изабрати опцију затварања (сл. 6.55 и сл. 6.57):
 - *Line* (линијом; сл. 6.55а),
 - *Outer arc* (спољашњим луком; сл. 6.55б) или
 - *Inner arcs* (унутрашњим луком; сл. 6.55ц).

Такође, избором жељеног угла (енг. *Angle*) могуће је затварање под углом (сл. 6.55д).

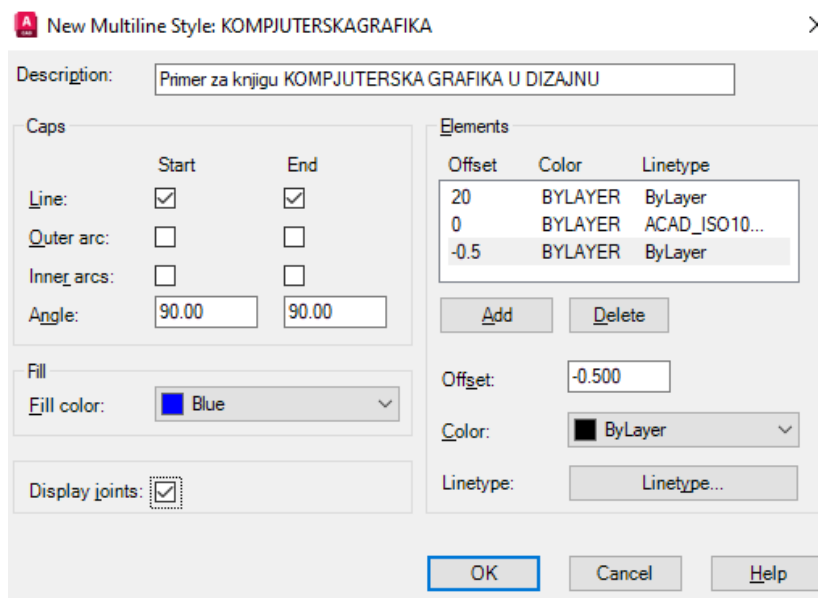


а) б) ц) д)

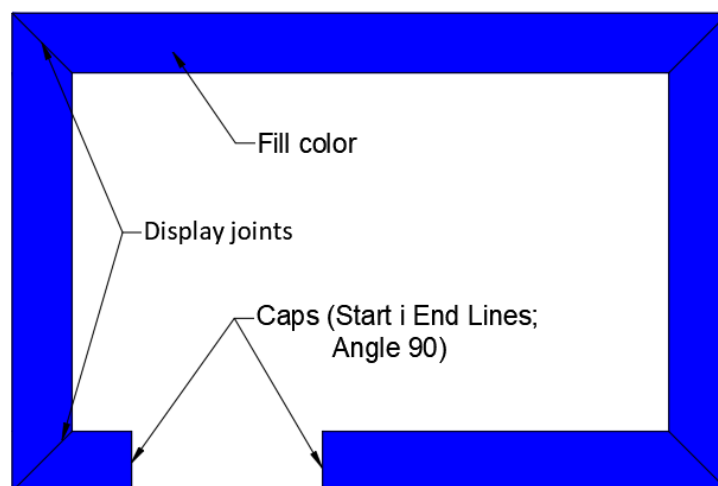
Сл. 6.55. Затварање вишеленијског објекта

а) линијом (угао 90°), б) спољашњим луком, ц) унутрашњим луком, д) комбиновано линијом и спољашњим луком (под углом од 45°)

- Сектор *Fill* омогућава избор боје испуне више линијског објекта (сл. 6.57).
- Избором опције *Display joints*: омогућено је приказивање граничног положаја придруживања сегмента (сл. 6.57).
- У сектору *Elements* врше се подешавања елемената вишеленијског објекта:
 - *Add* (Додати): омогућава додавање линије;
 - *Delete* (Избрисати): омогућава брисање одабране линије;
 - *Offset* (Помак): дефинише међусобни положај линија у вишеленијском објекту;
 - *Color* (Боја): одређује боју одабране линије и
 - *Linetype* (Тип линије): одређује тип линије (континуална, испрекидана, црта тачка...).



Сл. 6.56. Прозор *New Multiline Style*



Сл. 6.57. Просторија са слике 6.32 нацртана командом *Multiline* (подешавање *Multiline Style*, је као на слици 6.56)

6.9.1.6.2. Рад са командом *MLINE*

Команда *MLINE* активира се уносом назива команде у командну линију. Након активирања команде програм очекује од корисника да дефинише почетну тачку, а затим сваку следећу (Дијалог 12).

ДИЈАЛОГ 12

```
Type a command:  
MLINE [ENTER]  
MLINE Specify start point or [Justification Scale STyle]:  
MLINE Specify next point or [Undo]:  
MLINE Specify next point or [Close Undo]:
```

Опцијом *Justification* у првом реду Дијалога 12 корисник бира равани по којој ће се мерити дужина линије. У понуди су три могућности

Top – мерење по линији са највећом вредношћу *Offset* (сл. 6.58),

Zero – мерење по нултој линији (линија која има вредност *Offset=0*) и

Bottom – мерење по линији са најнижом вредношћу *Offset*.



Сл. 6.58. Положај равни опције *Justification*

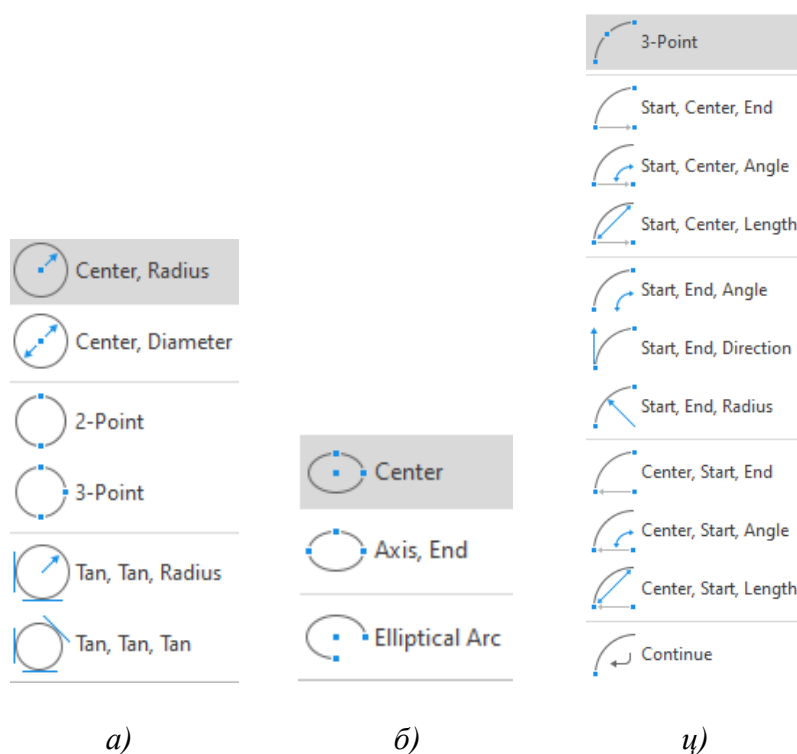
Опција *Scale* омогућава скалирање мултилиније објекта уношењем одговарајућег фактора скалирања, а опција *Style* избор раније формираног стила мултилиније (Дијалог 12, линија 1).

6.9.2. Алати за цртање кругова, елипси и кружних лукова

У техничком цртању, геометријски облици као што су кругови, елипсе и кружни лукови су од великог значаја јер они представљају основне елементе дизајна, архитектонских планова, машинских делова и других техничких цртежа. Кругови су основни геометријски облици који се користе за приказивање цилиндричних или сферичних објеката, као што су точкови, вијци или цеви. Елипсе се користе за представљање елипсоидних или овалних облика, док се кружни лукови користе за приказивање делова кривих или закривљених површина.

У програму *AutoCAD*, цртање кругова, елипси и кружних лукова олакшава се коришћењем одговарајућих алата и команди, омогућавајући корисницима да брзо и прецизно креирају ове геометријске облике у својим техничким цртежима.

Цртање ових елемената врши се избором комбинација параметара који се може извршити путем дијалога у командној линији или одабиром жељене комбинације параметара из падајућих менија у палети алатки *Draw* (сл. 6.59).



Сл. 6.59. Избор комбинација параметара из падајућих менија палета алатки *Draw*
а) Circle, б) Ellipse, ц) Arc

6.9.2.1. Алат за цртање кругова

За цртање кругова користи се команда *Circle*, која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање команде је *C+Enter*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај центра круга (*Дијалог 13*, *линија 1*), а затим да дефинише полупречник круга или избором опције *Diameter* пречник круга (*линија 2*):

ДИЈАЛОГ 13

Type a command:

Circle [ENTER]

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

CIRCLE Specify radius of circle or [Diameter]:

Полупречник (пречник) круга корисник може да дефинише уносом жељене вредности или притиском показивача миша у жељену тачку моделног простора.

Понуђене опције (*Дијалог 13*, *линија 1*) омогућавају цртање круга на основу:

- *три тачке кроз које круг треба да прође (3P)*; на слици 6.60а дат је приказ цртања круга који описује троугао одабиром тачака 1, 2 и 3 у другој, трећој и четвртој линији *Дијалога 14*:

ДИЈАЛОГ 14

Type a command:

Circle [ENTER]

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

CIRCLE Specify first point on circle:

CIRCLE Specify second point on circle:

CIRCLE Specify third point on circle:

- *две тачке које се налазе на пречнику круга (2P)*; на слици 6.60б дат је приказ цртања круга чија је прва крајња тачка на пречнику означена бројем 1 а друга бројем 2 (*Дијалог 15*, *линија 2* и *линија 3*):

ДИЈАЛОГ 15

Type a command:

Circle [ENTER]

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

CIRCLE Specify first end point of circles diameter:

CIRCLE Specify second end point of circles diameter:

- дефинисањем две линије које тангирају жељени круг и његов полупречник (*Ttr*); на слици 6.60ц дат је приказ цртања круга жељеног полупречника (дефинисаног у трећој линији) а чије су тангенте дужи *a* и *b* (*Дијалог 16*, *линија 1* и *линија 2*):

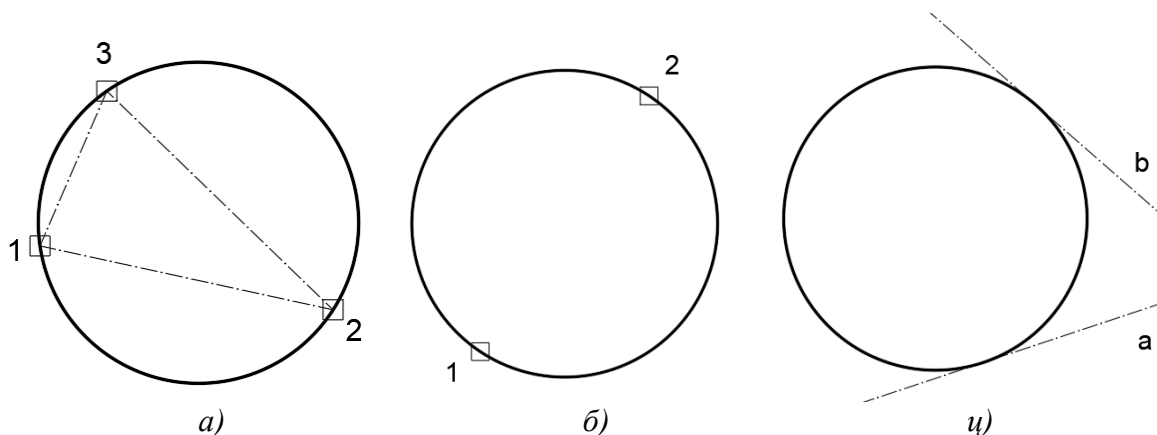
ДИЈАЛОГ 16

Type a command:

Circle [ENTER]

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

CIRCLE Specify point on object for first tangent of circle:
CIRCLE Specify point on object for second tangent of circle:
CIRCLE Specify radius of circle:



Сл. 6.60. Цртање круга применом опција 3P (а), 2P (б) и Ttr (ц)

6.9.2.2. Алат за цртање елипсе

За цртање елипсе користи се команда *Ellipse*, која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање команде је *EL+Enter*. Када се команда активира, програм очекује од корисника да дефинише положај прве крајње тачке на оси елипсе (Дијалог 17, линија 1), затим да прецизира положај друге крајње тачке на истој оси елипсе (линија 2), и на крају тачку на другој полуоси (линија 3) (сл. 6.61а):

ДИЈАЛОГ 17

Type a command:

Circle [ENTER]

ELLIPSE Specify axis endpoint of ellipse or circle or [Arc Center]:

ELLIPSE Specify other endpoint of axis:

ELLIPSE Specify distance to other axis or [Rotation]:

Опције команде (Дијалог 17, линија 1) омогућавају:

- *Arc (лук)*: цртање лука елипсе. Цртање лука елипсе обавља се по корацима којима се црта елипса (Дијалог 18, линија 2, линија 3 и линија 4). Након тога, наставља се дијалог који омогућава кориснику да дефинише почетни и крајњи угао лука елипсе, што чини пету и шесту линију Дијалога 18 (сл. 6.61б):

ДИЈАЛОГ 18

Type a command:

Circle [ENTER]

ELLIPSE Specify axis endpoint of ellipse or circle or [Arc Center]: A

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

ELLIPSE Specify other endpoint of axis:

ELLIPSE Specify distance to other axis or [Rotation]:

ELLIPSE Specify start angle or [Parameter]: 119

ELLIPSE Specify end angle or [Parameter Included angle]: 329

- **Center:** Очекује у првој линији дијалога од корисника да дефинише центар елипсе а затим по једну тачку на полуосама елипсе (сл. 6.61ц).



Сл. 6.61. Цртање елипсе

6.9.2.3. Алат за цртање кружног лука

За цртање кружног лука користи се команда *Arc*, која се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање команде је *A+Enter*. Када се команда активира, програм очекује од корисника да дефинише положај прве тачке кружног лука (*Дијалог 19, линија 1*), а затим друге (*линија 2*) и треће (*линија 3*) (сл. 6.62а):

ДИЈАЛОГ 19

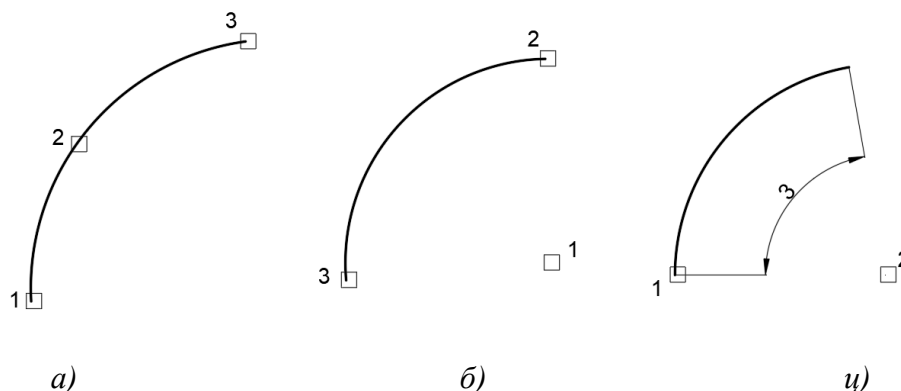
Type a command:

Arc [ENTER]

ARC Specify start point of arc or [Center]:

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

ARC Specify end point of arc:



Сл. 6.62. Примери цртања кружног лука применом различитих комбинација параметара

- а) Три тачке на луку, б) Центар-почетна-крајња тачка лука, ц) Почетна тачка-центар-угао

Поред наведене методе цртања (избором три тачке), одабиром различитих опција могуће је нацртати кружни лук избором следећих комбинација параметара:

- Почетна тачка (*Start*) → Центар (*Center*) → Крајња тачка (*End*)
- Почетна тачка (*Start*) → Центар (*Center*) → Угао (*Angle*) (сл. 6.62ц)
- Почетна тачка (*Start*) → Центар (*Center*) → Дужина кружног лука (*Length*)
- Почетна тачка (*Start*) → Крајња тачка (*End*) → Угао (*Angle*)
- Почетна тачка (*Start*) → Крајња тачка (*End*) → Правац тангент (*Direction*)
- Почетна тачка (*Start*) → Крајња тачка (*End*) → Радијус (*Radius*)
- Центар (*Center*) → Почетна тачка (*Start*) → Крајња тачка (*End*)(сл. 6.62б)
- Центар (*Center*) → Почетна тачка (*Start*) → Угао (*Angle*)
- Центар (*Center*) → Почетна тачка (*Start*) → Дужина кружног лука (*Length*)

6.9.3. Цртање континуираних линија (*Polylines*)

Полилиније (енг. *Polylines*) су континуиране линије које се састоје од низа повезаних дужи или лукова. Ове линије омогућавају да се групишу сегменти линија у један ентитет, што олакшава манипулацију и уређивање цртежа. Предности њиховог коришћења су следеће:

1. **Ефикасност:** Полилиније омогућавају да се више сегмената линија групише у један ентитет, што смањује број појединачних елемената у цртежу и олакшава рад.
2. **Лакше уређивање:** Полилиније се могу лакше уређивати, као што су додавање или уклањање тачака, померање, копирање, ротирање или скалирање.
3. **Мања величина фајла:** Коришћење полилинија може смањити величину фајла цртежа јер се читав ентитет третира као један објекат.

За цртање полилинија користи се алат *Polyline (PLINE)*, који се налази на палети алатки *Draw* на траци *Home*. Пречица за активирање ове команде је *PL+Enter*. Када се команда активира, користи се на сличан начин као цртање дужи коришћењем команде *Line*. Главна разлика је у томе што су сегменти нацртани помоћу команде ***PLINE*** груписани у једну структуру, за разлику од линија нацртаних командом *Line*, где сваки сегмент (дуж) представља засебни елемент.

ДИЈАЛОГ 20

```
Type a command:  
Pline [ENTER]  
PLINE Specify start point:  
PLINE Specify next point or [Arc Halfwidth Length Undo Width]:  
PLINE Specify next point or [Arc Close Halfwidth Length Undo Width]:
```

Поред цртања груписаних дужи, опцијом *Arc (Дијалог 20, линија 2)* се укључује и могућност додавања кружног лука у састав груписане линије. Када се активира

опција *Arc* (Дијалог 21, линија 3), отварају се додатне могућности за цртање кружног лука путем различитих комбинација параметара, како је детаљно објашњено у поглављу 6.9.2.3. *Алат за цртање кружног лука.*

ДИЈАЛОГ 21

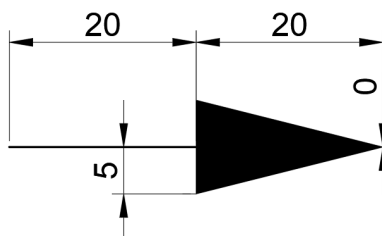
Type a command:
Pline [ENTER]
PLINE Specify start point:
PLINE Specify next point or [Arc Halfwidth Length Undo Width]:
PLINE Specify next point or [Arc Close Halfwidth Length Undo Width]: A
PLINE [Angle CEnter Close Direction Halfwidth Line Radius Second pt Undo Width]:

Опција *Length* омогућава дефинисање дужине сегмента линије.

Коришћењем опције *Width* омогућено је дефинисање дебљине нацртане линије, док опција *Halfwidth* омогућава цртање сегмента линије са варирајућом дебљином у почетној и крајњој тачки (Дијалог 20, линија 2). Када се опција *Halfwidth* активира, дебљина линије се аутоматски прилагођава тако да наведена вредност за почетну и крајњу тачку представља половину дебљине нацртане линије (Дијалог 22). На слици 6.63 приказан је пример стрелице нацртане помоћу команде **PLINE**, уз активирање опције *Halfwidth* и дефинисање одговарајућих параметара као што су приказани у наредном дијалогу.

ДИЈАЛОГ 22

Type a command:
Pline [ENTER]
PLINE Specify start point:
PLINE Specify next point or [Arc Halfwidth Length Undo Width]: L
PLINE Specify length of line: 20
PLINE Specify next point or [Arc Close Halfwidth Length Undo Width]: H
PLINE Specify starting half-width: 5
PLINE Specify ending half-width: 0
PLINE Specify next point or [Arc Close Halfwidth Length Undo Width]: L
PLINE Specify length of line: 20



Сл. 6.63. Стрелица нацртана командом **PLINE**

Често није најефикасније или практично користити команду **PLINE** за цртање полилинија, посебно када линија садржи различите сегменте као што су дужи и кружни лукови. У тим ситуацијама, много је једноставније цртати сваки сегмент засебно, а

затим користити команду **PEDIT** за претварање појединачно нацртаних линија у полилинију.

Команда **PEDIT** налази се у оквиру палете *Modify* на траци *Home*. Корисници који користе команде распоређене у падајуће меније (приказ *AutoCAD classic*) команду могу пронаћи *Modify* → *Object* → *Polyline*. Пречица за активирање ове команде је *PE+Enter*. Када корисник активира команду, програм очекује да одабере полилинију, линију или кружни лук којима ће се придружити додатни елементи (*Дијалог 23, линија 1*). Након потврдног одговора на питање "Да ли желите да обједините објекте у један?" (уношењем *Y* или потврђивањем понуђене опције *<Y>* у другом реду *Дијалога 23*), корисник треба да одабере опцију *Join (линија 3)* и затим да одабере елементе које жели придружити (*линија 4*).

ДИЈАЛОГ 23

```
Type a command:  
Pedit [ENTER]  
PEDIT Select polyline or [Multiple]:  
PEDIT Do you want to turn it into one? <Y>  
PEDIT Enter an option [Close Join Width Edit vertex Fit Spline Decurve Ltype gen Reverse Undo]: J  
PEDIT Select objects:
```

Да би линије могле бити придружене у јединствену полилинију, потребно је да њихове крајње тачке буду у додиру. Међутим, постоји изузетак од овог правила, а то је опција *Multiple (Дијалог 23, линија 1)*. Када корисник изабере опцију *Multiple*, програм очекује да одабере све објекте које жели да удружи у полилинију. Одабране линије ће бити придружене чак и ако им се крајње тачке не додирују, под условом да је растојање између њих мање од унете вредности (енг. *fuzz distance*) у *Дијалогу 24*.

ДИЈАЛОГ 24

```
PEDIT Enter fuzz distance or [Jointype]:
```

6.9.4. Цртање многоугаоника (Polygon)

Многоугаоници (полигони) су геометријске фигуре састављене од страница које се међусобно спајају на крајевима. Основна карактеристика полигона је да им се странице не секу, изузев спајања на крајевима, нити да задиру у унурашњи простор фигуре коју чине. Полигони се могу класификовати према броју страница и облику. Према броју страница, могу бити тространи (троуглови), четворострани (четвороуглови), петострани (петоуглови), шестострани (шестоуглови), и тако даље. Према облику, полигони се могу класификовати као правилни (све странице и углови су једнаки) или неправилни (странице и углови нису једнаки).

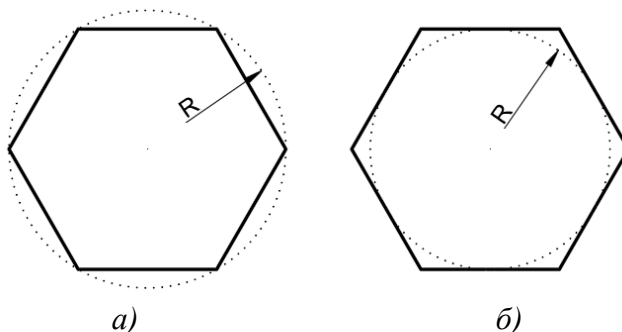
Полигони се често користе у геометрији, математици, архитектури, грађевинарству, као и у рачунарској графици за моделирање различитих објеката. У техничким цртежима, полигони се користе за приказивање различитих елемената, као и за дефинисање геометријских облика и контура.

За цртање правилних полигона користи се алатка **POLYGON**, смештена на палети алатки *Draw* у траци *Home*. Пречица за брзо активирање ове команде је

POL+Enter. Када се команда активира, програм од корисника тражи податак о броју страница полигона (минимум је 3, Дијалог 25, линија 1). Затим, корисник треба да одреди позицију центра полигона (линија 2). Пре него што затражи информацију о полупречнику круга (линија 4), програм од корисника очекује да дефинише да ли ће се полупречник односити на уписан (*Inscribed in circle*) или описан (*Circumscribed about circle*) круг око полигона (линија 3).

ДИЈАЛОГ 25

```
Type a command:
Polygon [ENTER]
POLYGON _polygon Enter number of sides:
POLYGON Specify center of polygon or [Edge]:
POLYGON Enter an option [Inscribed in circle Circumscribed about circle]:
POLYGON Specify radius of circle:
```



Сл. 6.64. Цртање полигона (шестоугаоника)
а) описан круг око полигона, б) уписан круг у полигон

Одабир опције *Edge*, у другој линији Дијалога 26, омогућава кориснику да дефинисањем положаја крајњих тачака једне странице нацрта полигон (линија 3 и линија 4).

ДИЈАЛОГ 26

```
Type a command:
Polygon [ENTER]
POLYGON _polygon Enter number of sides:
POLYGON Specify center of polygon or [Edge]: E
POLYGON Specify first endpoint of edge:
POLYGON Specify first endpoint of edge: Specify second endpoint of edge:
```

6.9.5. Цртање правоугаоника

За цртање правоугаоника користи се алатка **Rectangle (RECTANG)**, смештена на палети алатки *Draw* у траци *Home*. Пречица за брзо активирање ове команде је *Res+Enter*. Након активирања команде потребно је дефинисати положај једног, а затим наспрамног темена правоугаоника. У Дијалогу 27, приказан је пример цртања правоугаоника димензије 60 x 30 са непознатим положајем првог темена.

ДИЈАЛОГ 27

Type a command:

Rectang [ENTER]

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

RECTANG Specify other corner point or [Area Dimensions Rotation]: @60,30

Расположиве опције у првом реду *Дијалога 27* омогућавају подешавање угаоног обарања (*Chamfer*) или заобљења (*Fillet*)³⁶ темена правоугаоника, положај правоугаоника у односу на хоризонталну раван (*Elevation*), ширине линије у правцу Z осе (*Thickness*)³⁷ и дебљине линије (*Width*).

Опције доступне у другом реду *Дијалога 27* (*Area, Dimensions u Rotation*) омогућавају кориснику дефинисање димензија и положаја (ротације) правоугаоника на следећи начин:

- Опција **Area** (Површина) омогућава кориснику да дефинише површину правоугаоника (*Дијалог 28, линија 3*), а затим да одабере дужину (*length*) или ширину (*width*) правоугаоника. Недостајућа димензија се аутоматски прерачунава на основу података о површини и једној познатој димензији.

ДИЈАЛОГ 28

Type a command:

Rectang [ENTER]

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

RECTANG Specify other corner point or [Area Dimensions Rotation]: A

RECTANG Enter area of rectangle in current units:

RECTANG Calculate rectangle dimensions based on [Length Width]: L

RECTANG Enter rectangle length:

- Опција **Dimensions** (Димензија) омогућава кориснику да дефинише најпре дужину (страницу чији се положај поклапа са X осом) а затим ширину правоугаоника (*Дијалог 29, линија 3 и линија 4*). У последњој линији *Дијалога 29* програм очекује од корисника да одабере један од могућих положаја правоугаоника (сл. 6.65):

ДИЈАЛОГ 29

Type a command:

Rectang [ENTER]

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

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

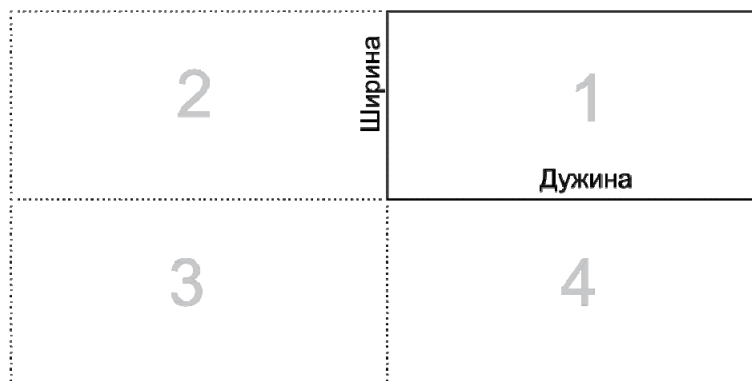
RECTANG Specify length for rectangles:

RECTANG Specify width for rectangles:

RECTANG Specify other corner point or [Area Dimensions Rotation]:

³⁶ О опцијама *Chamfer* и *Fillet* биће више речи у поглављу Алати за модификовање објеката.

³⁷ Параметри опције *Elevation* и *Thickness* користе се у 3Д моделовању.



Сл. 6.65. Могући положај правоугаоника

- Опција **Rotation** (Ротација) омогућава ротацију правоугаоника око почетног темена за одабрани угао или одабиром тачке унутар моделинг простора (*Pick points*), а затим дефинисање наспрамног темена на начин како је претходно описано (сл. 6.66):

ДИЈАЛОГ 30

Type a command:

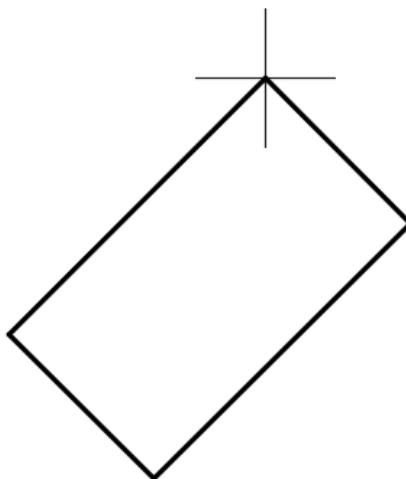
Rectang [ENTER]

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

RECTANG Specify other corner point or [Area Dimensions Rotation]: R

RECTANG Specify rotation angle or [pick points]:

RECTANG Specify other corner point or [Area Dimensions Rotation]:



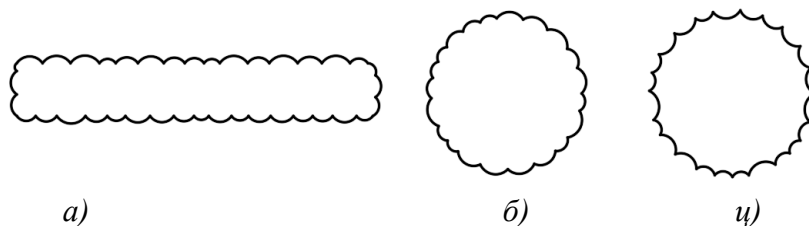
Сл. 6.66. Цртање правоугаоника под углом

6.9.6. Цртање ревизионих облака (енг. *Revision clouds*)

Ревизиони облаци (енг. *Revision clouds*) користе се као алати за означавање промена или ревизија на цртежима. Ови облаци се користе како би се јасно истакле области цртежа које су измењене, додате или уклоњене током процеса ревизије. Када се користи, ревизиони облак креира линију сачињену од низа кружних лукова која обухвата

области цртежа које су подвргнуте променама. То олакшава преглед и идентификацију измена на цртежима, посебно у ситуацијама где је потребно пратити еволуацију цртежа током времена или када је потребно комуницирати са тимом о изменама на цртежима.

Ревизиони облаци имају потенцијал примене у пејзажној архитектури као тип линије који се може користити за шематско приказивање елемената пејзажног простора као што су на пример живе ограде и различите друге биљне врсте (сл. 6.67).



Сл. 6.67. Примери ревизионих облака насталих трансформацијом правоугаоника и круга

За цртање ревизионих облака користи се команда **REVCLUD** која се налази у палети алатки *Draw* у траци *Home*. Након активирања команде (*Дијалог 31*) потребно је дефинисати положај почетног а затим наспрамног темена правоугаоника који ће бити исцртан валовитом линијом (сл. 6.68а).

ДИЈАЛОГ 31

Type a command:

Revcloud [ENTER]

REVCLLOUD Specify first corner point or [Arc length Object Rectangular Polygonal Freehand Style Modify]:

REVCLLOUD Specify opposite corner:

Одабиром доступних опција у првој линији *Дијалога 31*, могуће је:

- *Arc length*: подесити дужину кружног лука сегмента линије;
- *Object*: претходно нацртани објекат (дуж, круг, кружни лук, полуگون или правоугаоник) трансформисати у ревизиони облак. Програм аутоматски преводи одабирани објекат у ревизиони облак, уз додатно питање кориснику, да ли жели променити правац лукова (конвексни или конкавни приказ; *Дијалог 32*; сл. 6.67б и ц);

ДИЈАЛОГ 32

REVCLLOUD Reverse direction [Yes No]:

- *Rectangular*: цртање ревизионог облака у облику правоугаоника;
- *Polygonal*: цртање ревизионог облака као полилинију;
- *Freehand*: цртање ревизионог облака као слободно ручне линије;
- *Style*: избор стила ревизионог облака; овде је кориснику на располагању избор између две могућности *Normal* или *Calligraphy* (сл. 6.68);
- *Modify*: редефинисање нацртеног ревизионог облака; редефинисање постојећег ревизионог облака врши се тако што корисник дефинише једну или више нових

тачака. Када се од корисника затражи да одабере страну коју жели да обрише, део облака ревизије који одабере биће избрисан.



Сл. 6.68. Нормалан и калиографски приказ ревизионог облака

6.9.7. Цртање тачака (енг. *Points*)

Тачке (енг. *Points*) у техничким цртежима користе се као референтне ознаке или маркери за означавање одређених тачака, углова, пресека или других важних локација. Оне пружају прецизне координате тачака на цртежу и помажу у идентификацији специфичних места или елемената.

За цртање тачака у порграму *AutoCAD 2024*, користи се команда ***Multiple Points (POINT)*** који се налази у палети *Draw* траке *Home*. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише положај тачке. Активирањем команде *Point* из палете *Draw*, активира се команда ***Multiple Points*** омогућавајући кориснику да једним активирањем команде унесе већи број тачака. Насупрот томе уколико корисник активира команду уносом њеног назива у командну линију (или њене пречице *PO + Enter*) тада је омогућен унос само једне тачке.

Изглед тачке као и њену величину могуће је изменити избором неке од понуђених опција у прозору *Point Style* који се отвара активирањем команде ***Point Style*** која се налази у палети *Utilities* траке *Home* (видети поглавље 6.19.2. Остали алати палете *Utilities*).

За цртање тачака дуж одабране путање користе се алатке ***Divide*** и ***Measure*** које се налазе у палети *Draw* траке *Home*.

- Команда ***Divide*** омогућава цртање тачака на одабраној путањи које су распоређене тако да путању деле на жељени број делова. Након активирања команде (*Дијалог 33*) програм очекује од корисника да дефинише путању (*линија 1*), а затим да одабере на колико делова жели да подели путању (*линија 2*). Путања на слици 6.69а подељена је на 12 једнаких делова.

ДИЈАЛОГ 33

Type a command:

Divide [ENTER]

DIVIDE Select object to divide:

DIVIDE Enter the number of segments or [Block]:³⁸

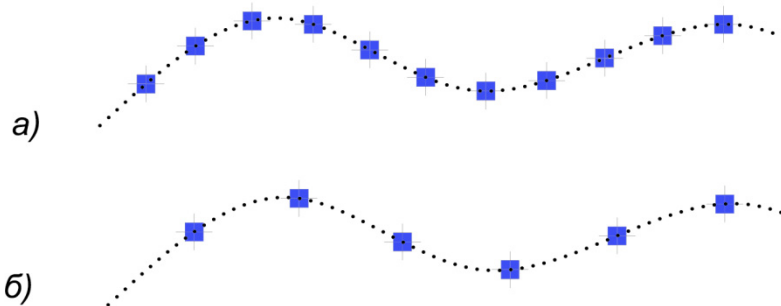
- Команда ***Measure*** омогућава цртање тачака на одабраној путањи које су распоређене на жељеној удаљености. Након активирања команде (*Дијалог 34*)

³⁸ Одабиром опције *Block* омогућено је корисницима да по путањи распореди блокове

програм очекује од корисника да дефинише путању (линија 1), а затим и жељено растојање између тачака (линија 2). Путања на слици 6.69б подељена је тако да је дужина сваког сегмента (растојање између тачака) 15.

ДИЈАЛОГ 34

Type a command:
Measure [ENTER]
MEASURE Select object to measure:
MEASURE Specify length to segment or [Block]:



Сл. 6.69. Цртање тачака на путањи дефинисаној “сплајн” линијом

6.9.8. Креирање “Wipeout” области на цртежу

Команда **Wipeout** омогућава креирање области на цртежу које прекривају друге елементе. Ове области, користе се за сакривање непожељних делова цртежа или за стварање жељених ефекта приказа (додељивајући области жељену транспарентност). На пример, корисник може користити **Wipeout** области да би сакрио делове цртежа који су непотребни или неважни за одређену презентацију или технички цртеж.

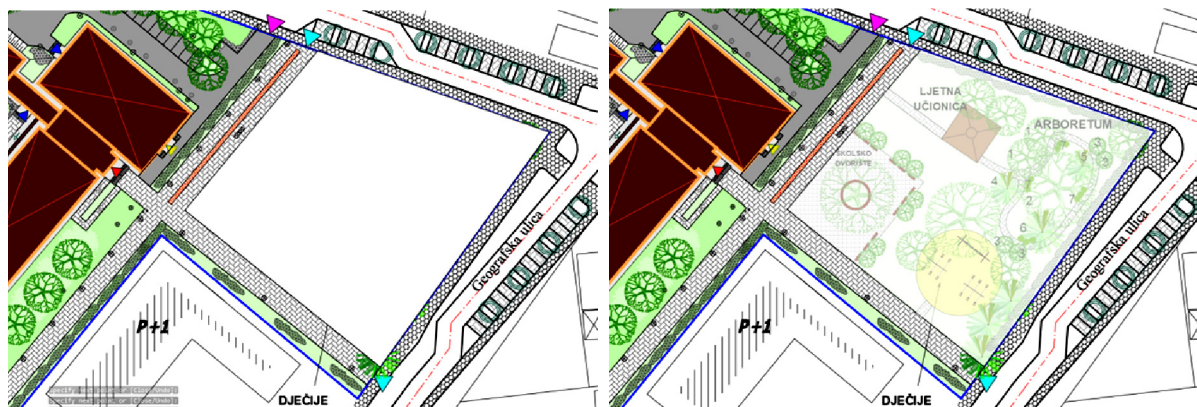
Команда **Wipeout** се налази у палети алатки **Draw** палете **Home**. Након активирања команде (Дијалог 35) програм очекује од корисника да дефинише граничне тачке жељене **Wipeout** области (Линија 1; линија 2...).

ДИЈАЛОГ 35

Type a command:
Wipeout [ENTER]
WIPEOUT _wipeout Specify first point or [Frames Polyline]:
WIPEOUT Specify next point:
...

Одабиром опције **Frames** (Дијалог 35, линија 1) могуће је укључити или искључити приказ оквира (**ON/OFF**) или искључити приказ оквира само током штампе (**Display but not plot**), а одабиром опције **Polyline** трансформисати затворену полилинију у **Wipeout** област.

У **Properties** прозору могуће је доделити **Wipeout** области провидност (енг. **Transparency**) како би се постигао жељени ефекат слике (сл. 6.70).



Сл. 6.70. Део слике сакривен са *Wireout* области (на слици са десне стране *Wireout* област има транспарентност 30%)

6.10. АЛАТИ ЗА ИСПУНУ ЗАТВОРЕНИХ ОБЛАСТИ НА ЦРТЕЖУ

6.10.1. Испуна затворених области шарама (шрафирање)

За испуњавање затворених области на цртежу шарама користи се алатка **HATCH** која се налази у палети *Draw* траке *Home*. Након активирања команде (Дијалог 36), програм од корисника очекује да притисне показивачем миша у област коју жели да испуни шарама. Програм аутоматски детектује унутрашње и спољне границе области³⁹ и испуњава их последње коришћеним типом шаре (сл. 6.71а).

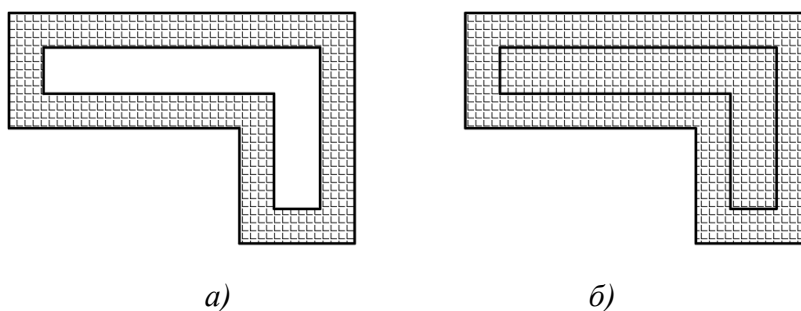
ДИЈАЛОГ 36

Type a command:

Hatch [ENTER]

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

Одабиром опције *Select objects* (Дијалог 36, линија 1) корисник може да одабере објекат чија ће унутрашњост бити испуњена шаром. У овом случају објекат ће у потпуности бити испуњен шаром без обзира на то да ли се унутар њега налази други објекат (сл. 6.71б).

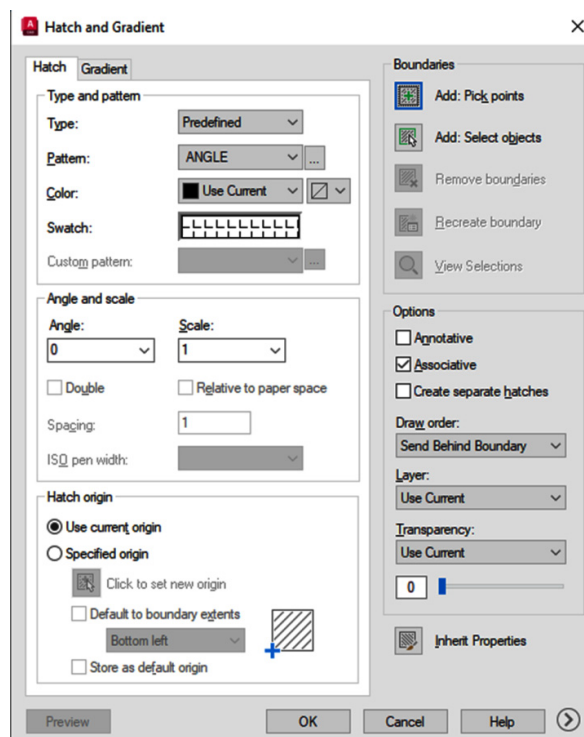


Сл. 6.71. Испуна објекта шаром

³⁹ Област испуне мора бити потпуно затворена.

Одабиром опције *Settings* отвара се прозор *Hatch and Gradient*, који омогућава подешавање стила испуне објекта (сл. 6.72). У оквиру овог прозора корисник има могућност да у сектору *Type and Pattern* одабере:

- *Type* шаре – избором једне од понуђених опција (*Predefined*, *User Defined* или *Custom*) корисник може изабрати да ли жели одабир унапред дефинисаних врста шара; да дефинише сопствени шаблон шаре или користи прилагођене узорке шрафура које повлачи са интернета (*aCAD.pat* или *aCADiso.pat*);
- *Pattern* – избором типа шаре *Predefined* ова опција омогућава избор једне од преко 70 унапред дефинисаних врста шара (*ANSI*, *ISO* или других индустријских стандарда);
- *Color* – омогућава избор боје шаре (леви-шири падајући мени) или позадине шаре (десни-ужи падајући мени);
- *Swatch* – приказ боје и изгледа одабране шаре.



Сл. 6.72. Прозор *Hatch and Gradient* (отворена картица *Hatch*)

Сектор *Angle and scale* омогућава:

- *Angle* - избор угла одабране шаре (избором шаре *ANSI 31* шара је подразумевано под углом од 45° ; подешавањем угла у овом пољу од 45° шара ће бити нацртана вертикалним линијама – 90°),
- *Scale* – омогућава подешавање густине линија унутар шара, чиме се прилагођава величини објекта на цртежу.

Сектор *Boundaries* омогућава избор области која се испуњава шаром (*Add: Pick points*), објекта који се испуњава шаром (*Add: Select objects*) или брисање одабране шаре (*Remove boundaries*).

У оквиру сектора *Options* одабиром опције:

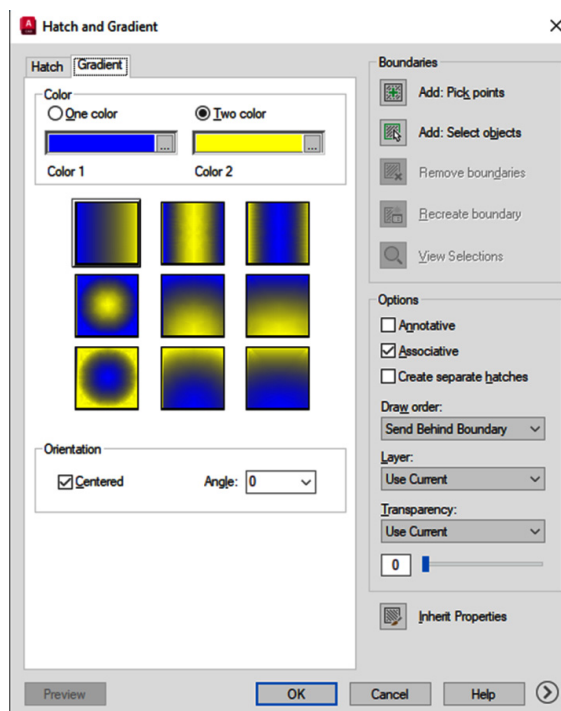
- *Annotative* – шари се даје могућност прилагођавања размери цртања,
- *Associative* – шара се повезује са објектом који се испуњава. Ово значи да уколико корисник транслаторно помера или ротира објекат, аутоматски се и шара прилагођава овој промени (насупротив овоме померањем или ротирањем објекта шара остаје на раније дефинисаном месту).
- *Create separate hatches* – одабиром већег броја објеката који се испуњавају шаром, шара сваког објекта је независна једна од друге (насупротив овоме сви одабрани објекти се испуњавају једном заједничком шаром).

Такође у сектору *Options* у падајућим менијима, могуће је подесити:

- *Draw order* – избор положаја шаре у односу на објекте са којима се прекалпају,
- *Layer* – слој коме шара припада,
- *Transparency* – провидност позадине шаре.

6.10.2. Испуња затворених области бојом

Насупрот претходно описаном, команда **Gradient** се користи за испуњавање објеката бојим или стварање постепених прелаза боја унутар затворених области у цртежу. Ова функција је корисна за означавање нагиба терена, температурних мапа или других визуалних ефеката који захтевају постепено мењање боје или нијансе унутар одређене области. Коришћење команде *Gradient* укључује одабир области за примену прелаза, одабир почетне и крајње боје, као и подешавање правца и интензитета прелаза (сл. 6.73).

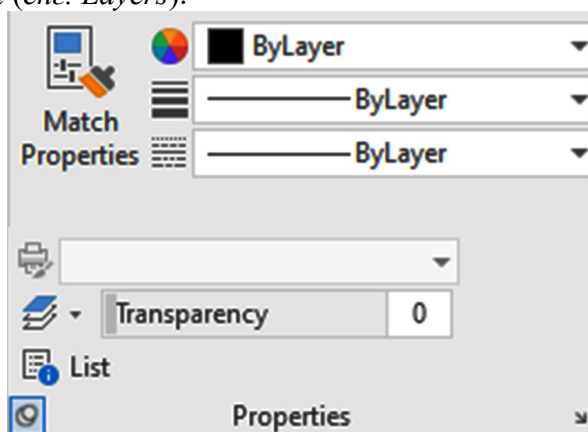


Сл. 6.73. Прозор *Hatch and Gradient* (отворена картица *Gradient*)

6.11. СВОЈСТВА ОБЈЕКТА (*PROPERTIES*)

Додељивање својстава објектима, као што су боја (енг. *Object Color*), тип линије (енг. *Linetype*) и дебљина линије (енг. *Lineweight*), даје кључни допринос визуелној јасноћи цртежа омогућавајући лакше разликовање објеката и олакшавајући њихову интерпретацију. Такође, техничке спецификације захтевају одређене типове линија ради прецизности и стандардизације.

Својства објекта могуће је подесити у оквиру палете *Properties* траке *Home* (сл. 6.74). О подешавању појединих својстава објеката у *AutoCAD* програму биће више речи касније у делу *Слојеви* (енг. *Layers*).⁴⁰



Сл. 6.74. Палета *Properties*

Укључивањем прозора *Properties* у програму *AutoCAD* омогућава се приказивање и приступ различитим својствима и информацијама о селектованим објектима или елементима цртежа (сл. 6.75).

Отварање овог прозора може се обавити на неколико начина:

1. Притиском тастер *Ctrl+I*,
2. Навигацијом кроз мени: *View* → *Palettes* → *Properties*,
3. Притиском показивача на стрелицу у доњем десном углу палете: *Home* → *Properties* или
4. Притиском десног тастер миша на селектовани објекат и одабиром опције *Properties*.

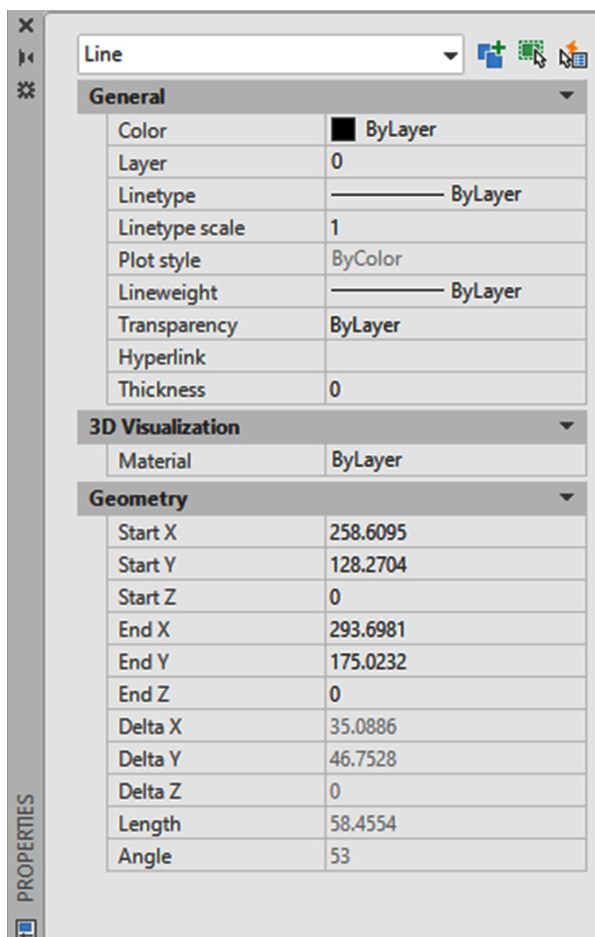
Овај прозор омогућава кориснику да види и уређује различите карактеристике објеката, као што су:

1. *Геометријске карактеристике*: димензије (дужина, ширина, висина, угао), положај у простору (координате карактеристичних тачака: почетна, крајња, центар круга...).
2. *Тип објекта*: да ли је објекат линија, круг, полилинија, блок или неки други тип.
3. *Слојеви*: ком слоју објекат припада и које су карактеристике слоја.
4. *Боје и материјали*: која је боја објекта⁴⁰ и да ли има постављен неки материјал.

⁴⁰ Препорука аутора овог уџбеника јесте да се својства објеката у програму *AutoCAD* подешавају унутар слојева (енг. *Layers*), чиме ће параметри боје, типа линије и дебљине линије остати у палети *Properties* онако како су дефинисани унутар слојева (енг. *By Layer*). Овакав приступ значајно олакшава управљање објектима, посебно у случајевима када цртеж обухвата велики број елемената.

5. *Идентификација*: различите идентификационе ознаке објеката, као што су назив, ознака, ID итд.
6. *Тип линије*: да ли је линија испрекидана, пуна или је неки други тип линије⁴⁰.

Осим тога, *Properties* оквир омогућава приступ и уређивање додатних параметара и особина објеката, у зависности од врсте објекта и поставки цртежа. Ово омогућава корисницима детаљно управљање својствима и карактеристикама сваког објекта унутар цртежа.

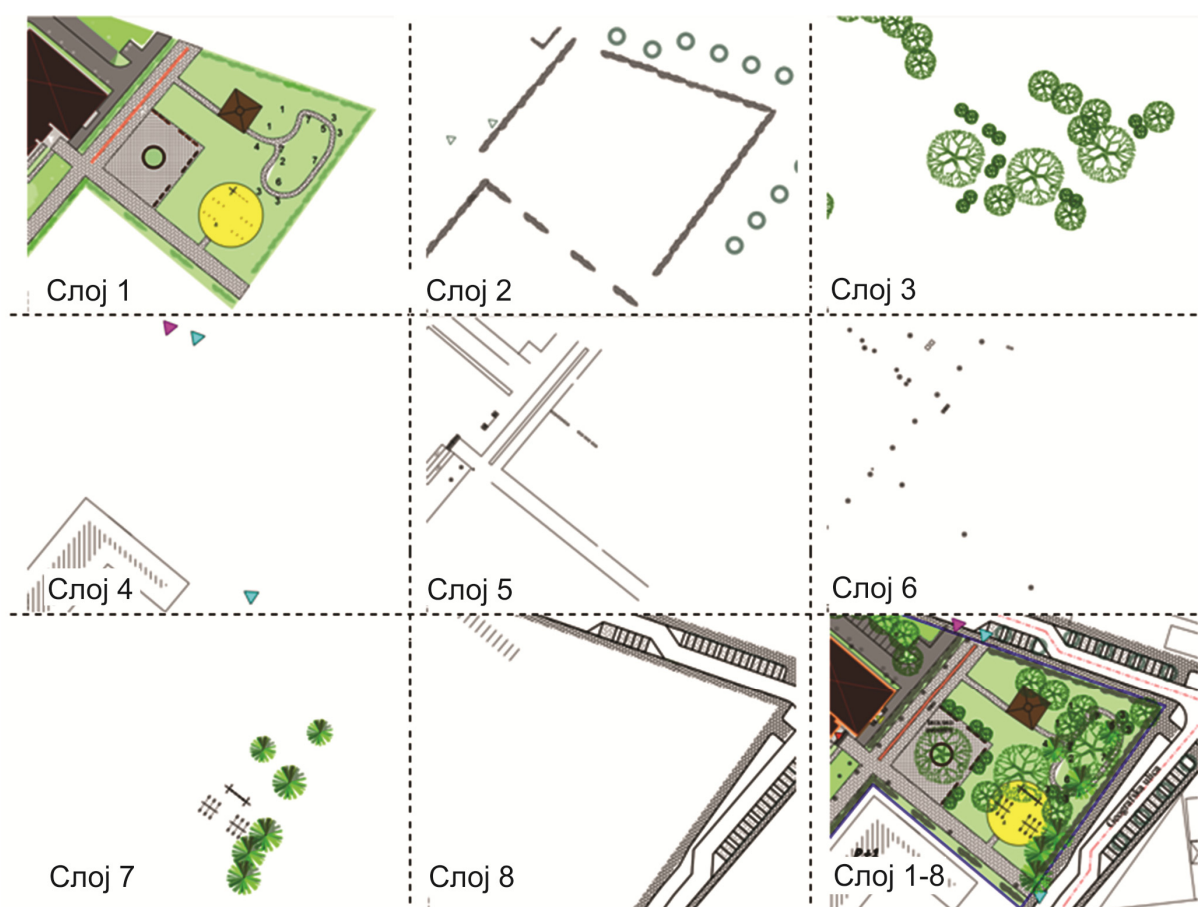


Сл. 6.75. Прозор *Properties*

У палети *Properties*, нека својства не могу се мењати. Она која су приказана сивом бојом не могу се модификовати директно. Уместо тога, ова својства се често модификују променом других параметара. На пример, на сл. 6.75, дужина линије (*енг. Length*) не може се директно мењати. То је зато што се дужина може променити кроз промену координата почетне или крајње тачке (или обе). Стога је потребно *AutoCAD*-у дати информацију која тачка треба да се помера како би се променила дужина линије, односно, дати нове координате почетне (*енг. Start*) или крајње (*енг. End*) тачке.

6.12. УПОТРЕБА СЛОЈЕВА

Слојеви (*енг. Layers*) су организациони елементи који омогућавају груписање сродних објеката у цртежу. У *AutoCAD*-у, концепт "слоја" одговара транспарентним слојевима (некада фолије које су коришћене на графоскопима) на којима се могу цртати претходно дефинисани типови линија са одређеном дебелином и бојом. Када се више оваквих слојева сложи један преко другог, добија се комплетни цртеж са више боја и различитим врстама линија (сл. 6.76). Овакав приступ омогућава детаљно организовање цртежа на екрану, са могућношћу цртања различитих елемената на различитим слојевима. Сваки слој може садржати одређене врсте објеката, као што су линије, кругови, текст или блокови, и може имати дефинисане различите карактеристике попут боје, типа линије, дебелине линије и других својстава. Главна сврха коришћења слојева је организација и контрола визуелног приказа и манипулација елемената цртежа.



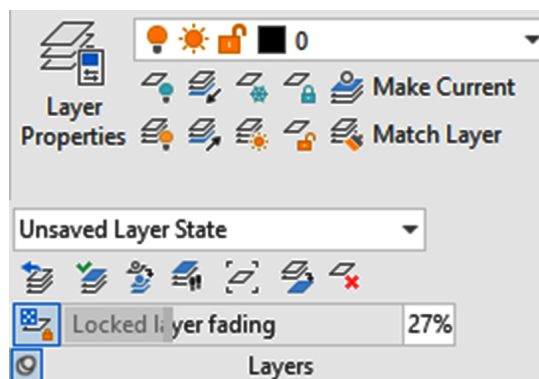
Сл. 6.76. Пример примене слојева

Предности коришћења слојева укључују:

1. **Организација:** омогућавају логичко груписање елемената цртежа према функцији, деловима цртежа или другим критеријумима, што олакшава управљање комплексним цртежима.
2. **Контрола приказа:** сваки слој може имати своје поставке за приказ, укључујући боју, тип линије, дебелину линије и друге визуелне карактеристике. Ово омогућава прецизну и једноставну контролу над изгледом цртежа.

3. **Флексибилност при манипулацији:** могуће је лако сакрити или блокирати одређене делове цртежа ради лакшег прилагођавања или прегледа других делова цртежа (без утицаја на друге елементе).

Управљање слојевима врши се у палети алатки *Layers* траке *Home*. Када се отвори нови документ постоји само један слој који носи системску ознаку “0” (сл. 6.77).



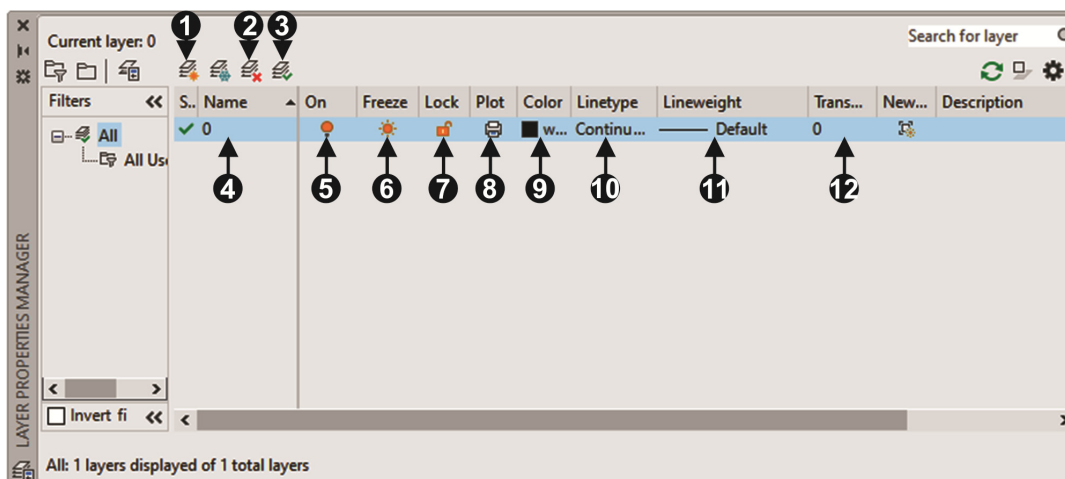
Сл. 6.77. Палета алатки *Layers*

Креирање новог слоја врши се активирањем команде *Layer Properties* (сл. 6.77), чиме се отвара прозор *Layer Properties Manager*. У горњем делу прозора налазе се команде (сл. 6.78):

New Layer (Нови слој): омогућава формирање новог слоја (пречица *Alt + N*; поз. 1);

Delete Layer (Брисање слоја): омогућава брисање постојећег слоја (пречица *Alt + D*; поз. 2);⁴¹

Set Current (Тренутно активни слој): одабрани слој поставља као подразумевани у будућем раду (током цртања објекти се цртају на овом слоју (пречица *Alt + C*; поз. 3).



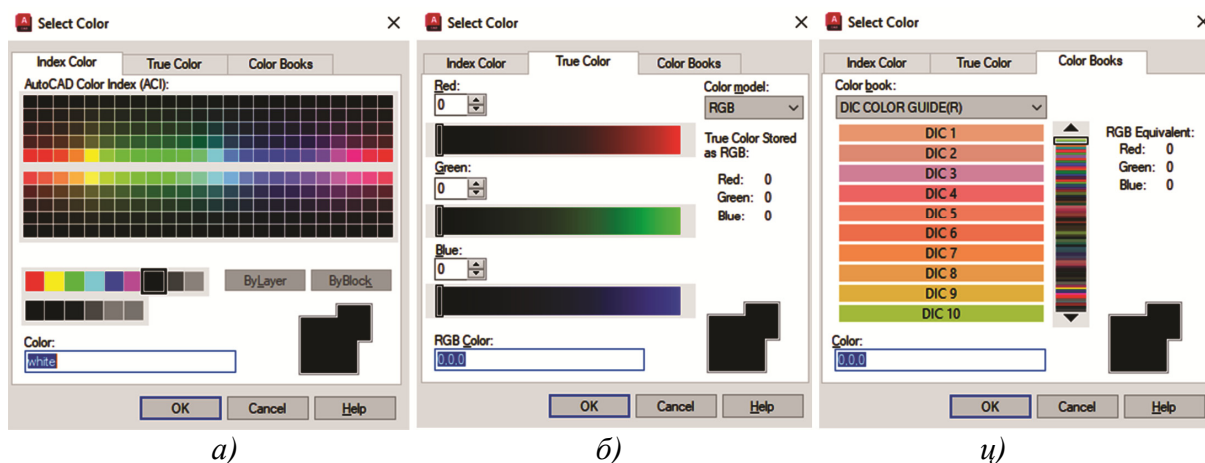
Сл. 6.78. Прозор за управљање слојевима (енг. *Layer Properties Manager*)

⁴¹ Слој је могуће обрисати само када на њему нема објеката.

Први корак након креирање новог слоја је додељивање имена новом слоју (на пример "Осна линија"⁴²; сл. 6.78, поз 4).

Након додељивања имена, следи подешавање параметара слоја:

- **Color** (Боја): за подешавање боје којом ће се цртати на новом слоју, потребно је притиснути показивач миша на узорак боје у реду слоја који се формира (поз. 9), како би се отворио прозор *Select Color* (Изаберите боју; сл. 6.79). Избор боје се врши притиском левим тастером миша на поље са одабраном бојом.



Сл. 6.79. Прозор *Select Color*
а) *Index Color*; б) *True Color*; ц) *Color Books*

У *AutoCAD*-у, *Index Color*, *True Color* и *Color Books* су различити начини дефинисања боја које се користе на цртежима (сл. 6.79). Њихове основне карактеристике и разлике су:

Index Color (Индексна боја): Индексне боје представљају палету боја која се састоји од ограниченог броја унапред дефинисаних нијанси. Свака боја у индексној палети има свој јединствени број који се користи за идентификацију. Овај систем боја користи се за додељивање боја објектима у цртежу, где се сваком објекту придружује одређени број из палете индексних боја (сл. 6.79а).

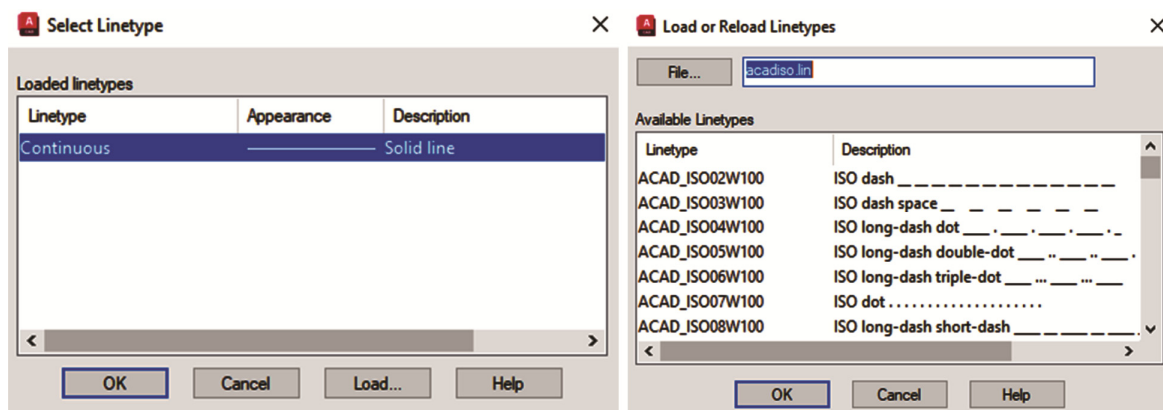
True Color (Права боја): омогућава коришћење пуног спектра боја помоћу *RGB* (Црвена, Зелена, Плава - енг. *Red, Green, Blue*) или *HSL* (Нијанса, Засићеност, Светлина - енг. *Hue, Saturation, Lightness*) вредности. Овај систем боја је флексибилнији и омогућава прецизније дефинисање боја, што је корисно у графичком дизајну и припреми цртежа за штампање (сл. 6.79б).

Color Books (Књиге боја): су колекције стандардизованих боја које се користе у одређеним индустријским стандардима, као што су *Pantone*, *RAL* или *DIC* боје. Ове књиге пружају широк спектар боја са прецизним референцама, што је корисно у

⁴² Име слоја се обично одабира тако да јасно означава елементе цртежа који ће бити смештени на том нивоу. Осне линије су имагинарни линије или равни, које означавају осу симетрије односно указује да је објекат симетричан у односу на њих. Ове линије се цртају линијом типа "Црта-тачка-црта" (енг. *Dash-dot*).

дизајну производа, графичком дизајну и другим областима где је тачност боја кључна. Корисници могу одабрати боје из ових књига за коришћење у *AutoCAD* цртежима како би се осигурало усклађивање са стандардима индустрије или брендирања (сл. 6.79ц).

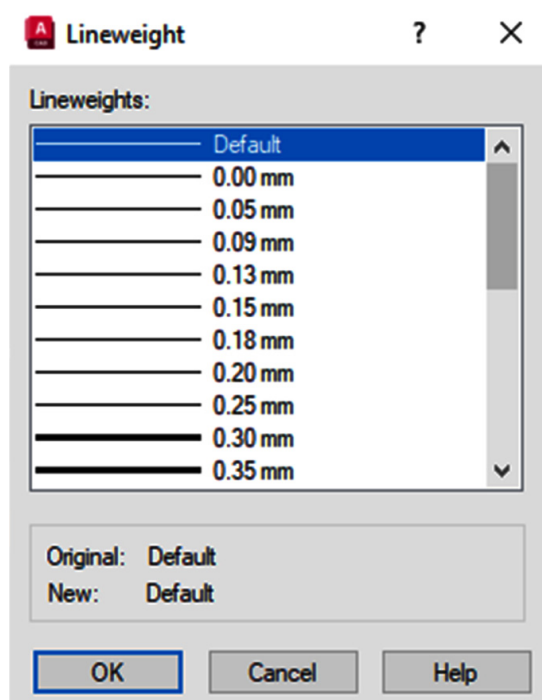
- **Linetype** (тип линије): да би одредио тип линије за цртање на новом слоју, корисник треба да одабере опцију *Linetype* (сл. 6.78, поз. 10), чиме отвара прозор *Select Linetype* (Изабери врсту линије) у којој може изабрати врсту линије која ће бити повезана са слојем (сл. 6.80а). На пример, за слој "Осна линија" препоручује се цртање линијом црта-тачка (енг. *Dash dot*). Међутим, подразумевано подешавање учитава само непрекидну (пуну) линију (енг. *Continuous*). Да би користио друге врсте линија, корисник мора претходно да учита жељени тип линије. За учитавање другог типа линије у прозору *Select Linetype*, притиснути дугме *Load...* (Учитај). Отвара се прозор *Load or Reload Linetypes* (Учитај или поново учитај врсте линија) (сл. 6.80б), где је могуће изабрати жељени тип линије⁴³. Када се листа типова линија у прозору *Select Linetype* допуни, одабиром жељеног типа линије, иста ће бити повезана са слојем.



Сл. 6.80. Прозор за дефинисање типа линије одабраног слоја
а) *Select Linetypes*; б) *Lad or Reload Linetypes*

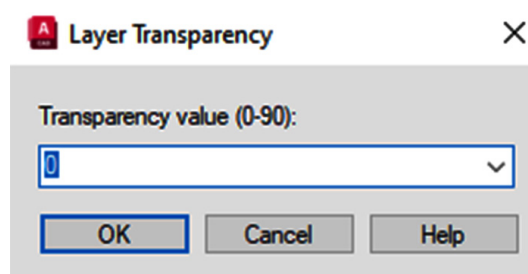
- **Lineweight** (дебљина линије): за дефинисање дебљине линије на новом слоју, корисник треба одабрати опцију *Lineweight* (сл. 6.78, поз. 11), чиме се отвара прозор *Lineweight* (сл. 6.81), где корисник може изабрати дебљину линије која ће бити повезана са слојем.

⁴³ За истовремени одабир више врста линија за учитавање, корисник треба да држи притиснут тастер [CTRL] док притиска левим тастером миша на имена жељених врста линија.



Сл. 6.81. Дијалог за дефинисање дебљине линије (енг. *Lineweight*)

- **Transparency** (прозирност): у прозору слојева (сл. 6.78, поз. 12) омогућава подешавање прозирности објеката на одабраном слоју. Када се примени транспарентност на слој, објекти на том слоју постају делимично провидни, омогућавајући да се виде објекти који се налазе испод њих. Ово може бити корисно када се желе истакнути одређени делови цртежа или када се желе креирати ефекти преклапања. Постављањем веће вредности транспарентности, објекти ће бити мање видљиви, док ће постављањем ниже вредности транспарентности они бити мање провидни (сл. 6.82).



Сл. 6.82. Прозор за дефинисање прозирност објеката на слоју (енг. *Transparency*)

- **Plot**: у дијалогу слојева (сл. 6.78, поз. 8) омогућава кориснику контролу над тим да ли ће објекти на одабраном слоју бити укључени или искључени приликом штампања (плотовања) цртежа. Када је симбол опције *Plot* у облику штампача, објекти на том слоју ће бити штампани (сл. 6.83, одабрани слој “0” ће бити штампан). Насупрот томе, када је у опцији штампач прецртан, објекти на том слоју неће бити штампани, али ће остати видљиви на екрану током рада (сл. 6.83, нови слој “Осна линија” неће бити штампан). Ово је корисно када корисник

жели да привремено искључи одређене делове цртежа приликом штампања, али да их задржи видљивима за даље уређивање или преглед цртежа на екрану.

S..	Name	On	Freeze	Lock	Plot	Color	Linetype	Lineweight	Trans...	New...	Description
✓	0					w...	Continu...	Default	0		
	Osna linija					r...	ACAD_IS...	0.30 mm	0		Osa simetrije

Сл. 6.83. Део прозора слојева са новоформираним слојем “Осна линија”

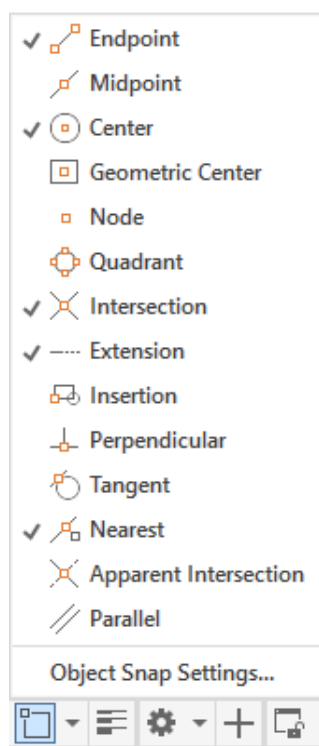
Алати у дијалогу слојева укључено/искључено, замрзнуто и закључано су опције којима се управља током цртања (сл. 6.78).

- **On** (укључено): опција *On* (сл. 6.78, поз. 5) у дијалогу слојева означава да су објекти на том слоју видљиви (жута сијалица, сл. 6.83, слој “0”) или невидљиви (плава сијалица, сл. 6.83, слој “Осна линија”). Ово значи да објекти на видљивом слоју могу бити уређивани и бити приказани на цртежу. Насупрот томе, објекти на невидљивом слоју неће бити приказани на монитору и не могу бити уређивани. Искључивање слоја је корисно када корисник жели привремено сакрити објекте који се налазе на том слоју, али их задржати на цртежу. То може бити корисно ако корисник жели да се фокусира на рад са другим слојевима или да јасно види само одређене делове цртежа без ометања другим објектима. Такође, искључивање слоја може бити корисно када корисник жели да провери изглед цртежа без одређених елемената или када жели да спречи случајно уређивање објеката на том слоју.
- **Freeze** (замрзнуто; сл. 6.78, поз. 6): омогућава кориснику да привремено сакрије објекте на одабраном слоју. Када је опција *Freeze* укључена за одређени слој (сл. 6.83, слој “Осна линија”), објекти на том слоју ће бити невидљиви на цртежу и неће се моћи уређивати. Међутим, корисник може да их поново прикаже тако што ће искључити опцију “Freeze” за тај слој (сл. 6.83, слој “0”). Када се слој замрзне, ефекти који се виде су слични као када се слој искључи. Међутим, разлика је у томе што *AutoCAD*, када се слој замрзне, ослобађа тај слој из меморије. Замрзавањем слоја уместо искључивања, корисник може приметити побољшање перформанси јер програм више не мора да прати тај слој. То значи да ће програм имати више расположиве меморије за друге операције. Поред тога, замрзавањем слоја на коме се налазе објекти који су на неки начин повезани са објектима који су на не замрзнутом слоју у случају неке измене на не замрзнутим објектима, измене ће бити примењене и на повезане замрзнуте објекте. На пример, у случају испуне неке фигуре шрафуром, уколико је шрафура замрзнута све промене које су направљене на фигури (нпр. њена translација) биће примењене и на шрафуру.⁴⁴
- **Lock** (закључано; сл. 6.78, поз. 7): омогућава кориснику да закључа одабрани слој, чиме се спречава могућност уређивања објеката на том слоју (сл. 6.83, слој “Осна линија”). Када је опција *Lock* укључена за одређени слој, објекти на том слоју не могу се померати, брисати или мењати док је слој закључан. Ова опција се користи када корисник жели да заштити одређене делове цртежа од случајних промена или уређивања.

⁴⁴ Уколико је слој искључен коришћењем опције *On* измене се неће односити на угашени слој.

6.13. ИЗБОР OSNAP ТАЧАКА

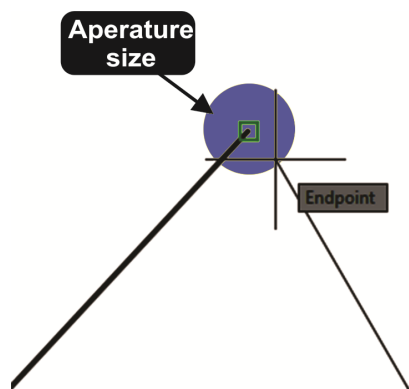
Приликом додавања нових линија, кружница или других елемената у цртеж, кључно је одабрати тачке које се прецизно уклапају са већ постојећим елементима. На пример, када се црта план куће у AutoCAD-у, код додавања зидова, врата или прозора, важно је да се крајеви нових линија тачно поклапају са угловима постојећих зидова или отвора. Ово осигурава да нема празнина или преклапања када се елементи саставе, што би могло довести до нежељених грешака или неправилности у дизајну. Такође, код цртања машинског склопа или компоненте, често је потребно да се нова линија или круг тачно поравна са средиштем рупе или ивицом постојећег дела. Ово је кључно за прецизно позиционирање делова који ће се касније спојити или монтирати заједно. Укратко, одабир одговарајућих OSNAP тачака омогућава прецизно и ефикасно цртање у AutoCAD-у, осигуравајући да се нови елементи савршено уклопе и функционално интегришу са постојећим деловима цртежа. Ове алатке су доступне на палети са алаткама за хватање објеката (OSNAP) (сл. 6.84), а која се налази на статусној линији (сл. 6.15, поз. 10). Укључивање OSNAP опције врши се на статусној линији или притиском тастера F3.



Сл. 6.84. Палета алатки OSNAP

Након укључивања опције OSNAP, при активирању команди за цртање или модификовање објеката на цртежу, приласком показивача миша близу неке од активних OSNAP тачака, појављује се симбол који сигнализује препознавање те тачке и да ће наредна акција бити примењена на ту тачку. При овом процесу, показивач се не

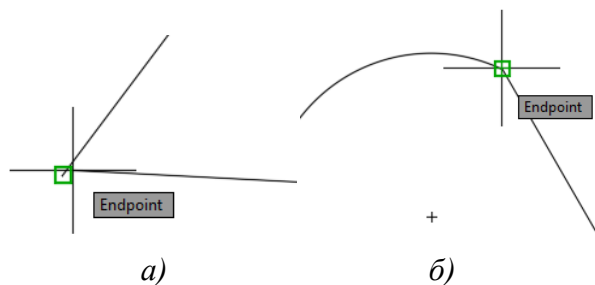
мора тачно поклопити са жељеном тачком, већ је довољно да се та тачка само налази у домету активираних *OSNAP* опције (сл. 6.85).⁴⁵



Сл. 6.85. Удаљеност показивача од жељене *OSNAP* тачке

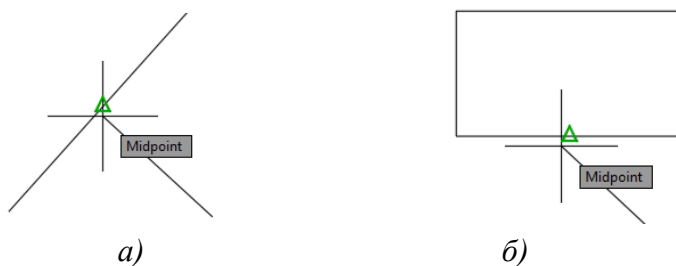
OSNAP тачке које је могуће користити су:

1. **Endpoint** (Крајња тачка): Омогућава хватање крајње тачке објекта, као што су крајеви линија или лукова (сл. 6.86).



Сл. 6.86. Крајња тачка хватања линије (а) и кружног лука (б)

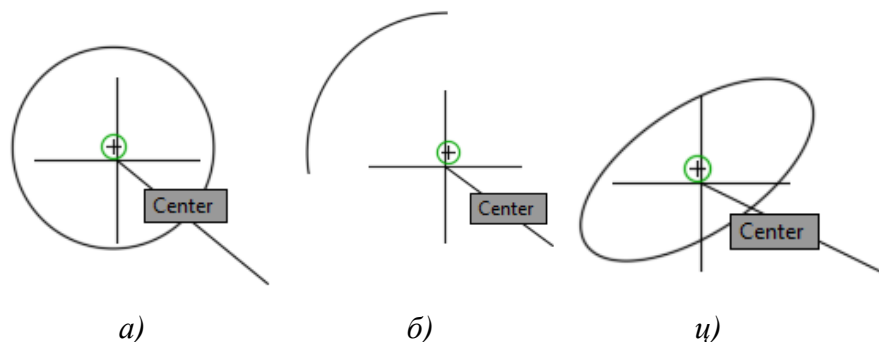
2. **Midpoint** (Средишња тачка): Омогућава хватање средишње тачке објекта, корисно за поравнавање или цртање средишњих тачака линија (сл. 6.87).



Сл. 6.87. Средишња тачка хватања линије (а) и странице правоугаоника (б)

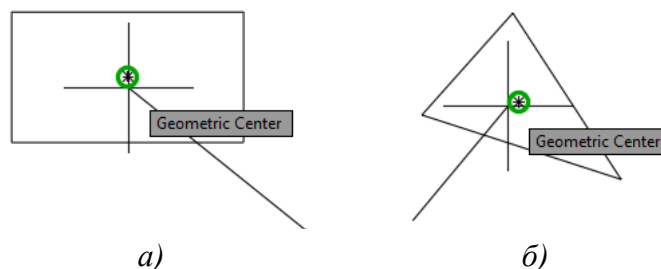
⁴⁵ Корисници могу прилагодити ову удаљеност према својим преференцијама и потребама цртежа. Подешавање се врши у дијалогу *Options* (сл. 6.4) на картици *Drafting*, сектор *Aperture Size*. Померањем клизача у леву страну смањује се потребна удаљеност активирања, док насупротив томе, померањем клизача у десну страну ова удаљеност се повећава.

3. **Center** (Центар): Омогућава хватање центра објекта, попут круга или елипсе (сл. 6.88).



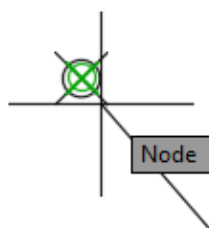
Сл. 6.88. Тачка хватања центра круга (а), кружног лука (б) и елипсе (ц)

4. **Geometric Center** (Геометријски центар): омогућава хватање геометријског центра (центроида) објеката као што су кругови, правоугаоници, полигони или било који други облик који има дефинисану геометријску средину (сл. 6.89).⁴⁶



Сл. 6.89. Тачка хватања геометријског центра правоугаоника (а) и троугла (б)

5. **Node** (чвор): Омогућава хватање објекта који је дефинисан као тачка (поинт, сл. 6.90).

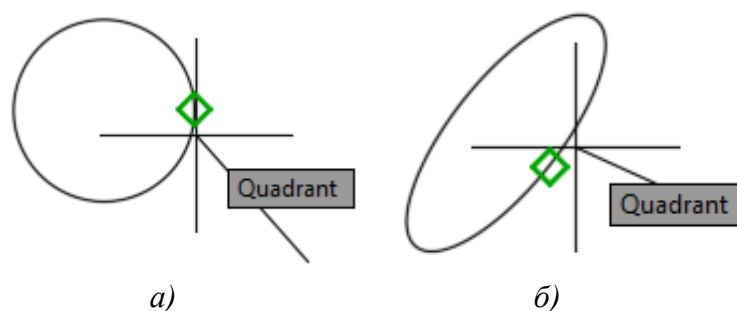


Сл. 6.90. Место хватања геометријског облико тачка (енг. Node)

6. **Quadrant** (квадрант): омогућава хватање тачака које се налазе на квадрантима објеката, као што су кругови или лукови (сл. 6.91).⁴⁷

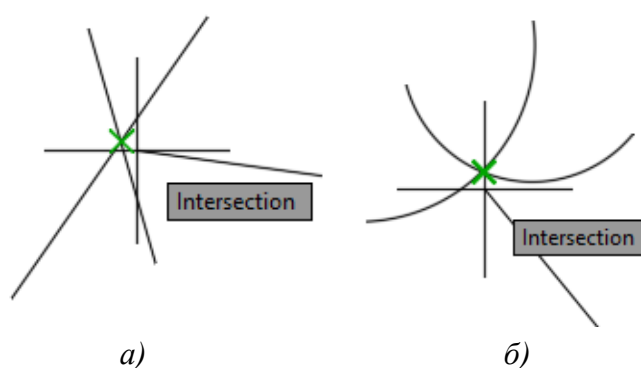
⁴⁶ Геометријски центар је тачка која представља средиште тежишта објекта у односу на његову геометрију.

⁴⁷ Квадранти су четири четвртине које деле круг или лук под углом од 0, 90, 180 и 270°.



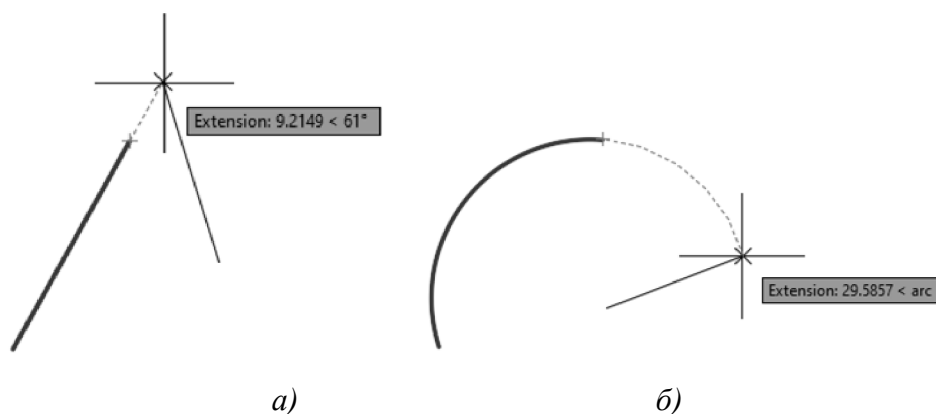
Сл. 6.91. Тачка хватања квадранта круга (а) и елипсе (б)

7. **Intersection** (Пресек): Омогућава хватање тачке пресека двеју или више линија (сл. 6.92).



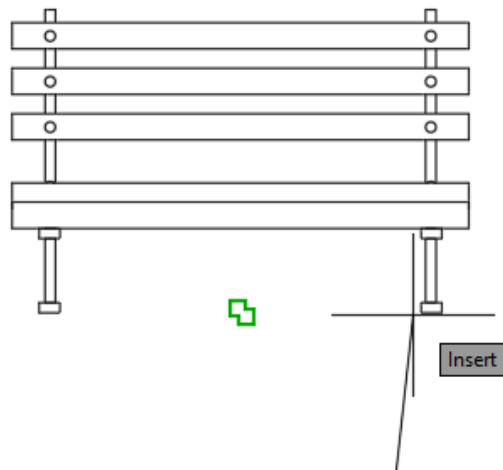
Сл. 6.92. Тачка хватања пресека две линије (а) и два кружна лука (б)

8. **Extension** (Продужетак): Омогућава хватање продужетка линије, корисно за наставак линија изван постојећих објеката (сл. 6.93).



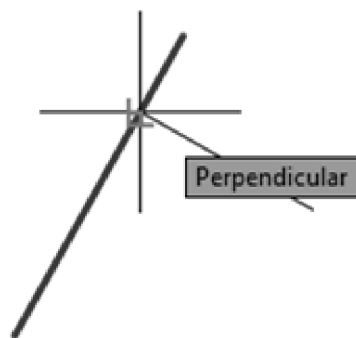
Сл. 6.93. Хватање тачке у продужетку правца линије (а) и кружног лука (б)

9. **Insetrion** (Уметање): Омогућава хватање тачака уградње (енг. *insertion points*) објеката. Уградна тачка је референтна тачка унутар блока или другог објекта који се користи као место за уметање тог блока или објекта у цртеж (сл. 6.94).



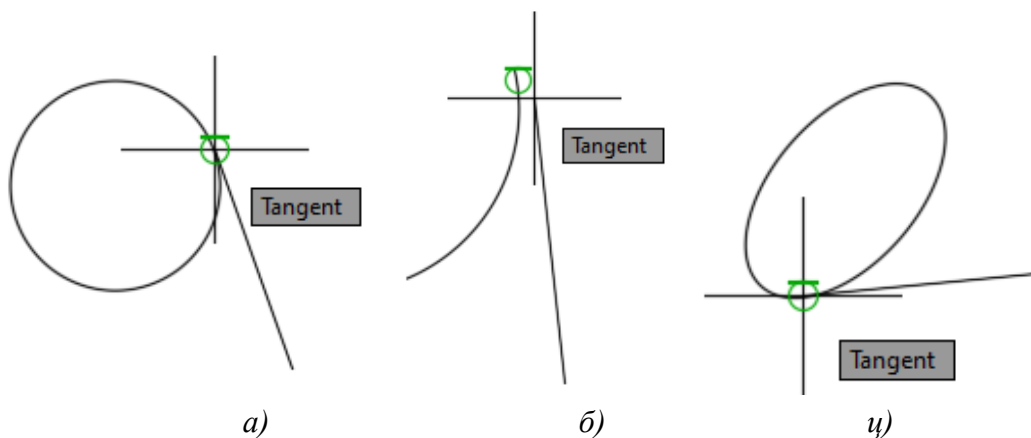
Сл. 6.94. Хватање тачке уметања блока

10. **Perpendicular** (Управно): Омогућава хватање тачке која је управна на одабрани објект (сл. 6.95).



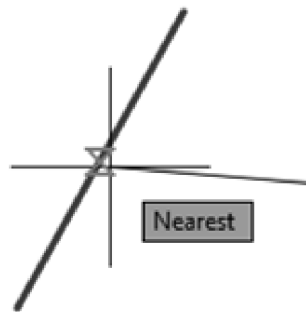
Сл. 6.95. Хватање тачке која је управна на линију

11. **Tangent** (Тангента): Омогућава хватање тачке тангенције на криву или лук (сл. 6.96).



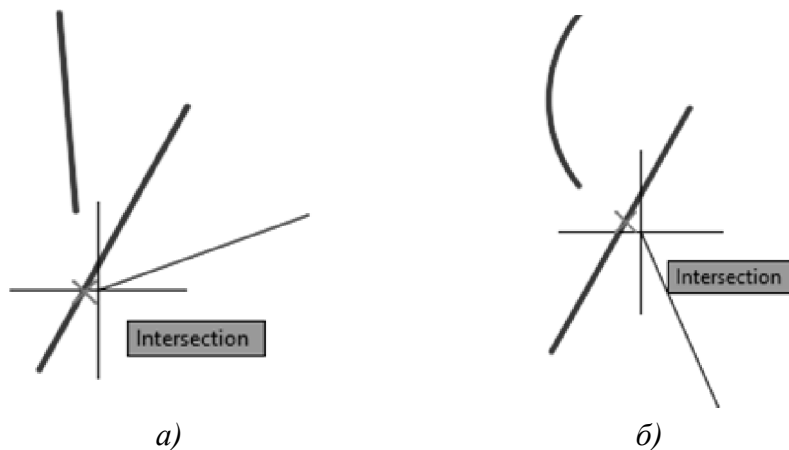
Сл. 6.96. Хватање тачке тангенције на круг (а), кружни лук (б) и елипсу (ц)

12. **Nearest** (Најближа): Омогућава хватање било које тачке на објекту (сл. 6.97).



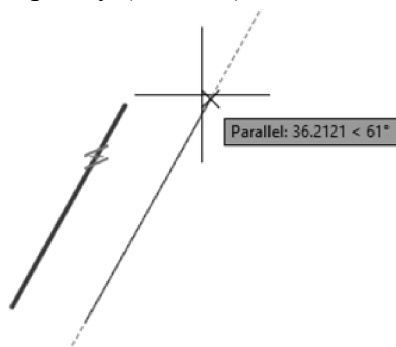
Сл. 6.97. Хватање nearest тачке на линији

13. **Apparent Intersection** (привидне пресеке): Омогућава хватање тачака које представљају привидне пресеке линија, лукова или других објеката на цртежу. Привидни пресеци су места где би се линије или лукови секли када би им се продужили правци (сл. 6.98).



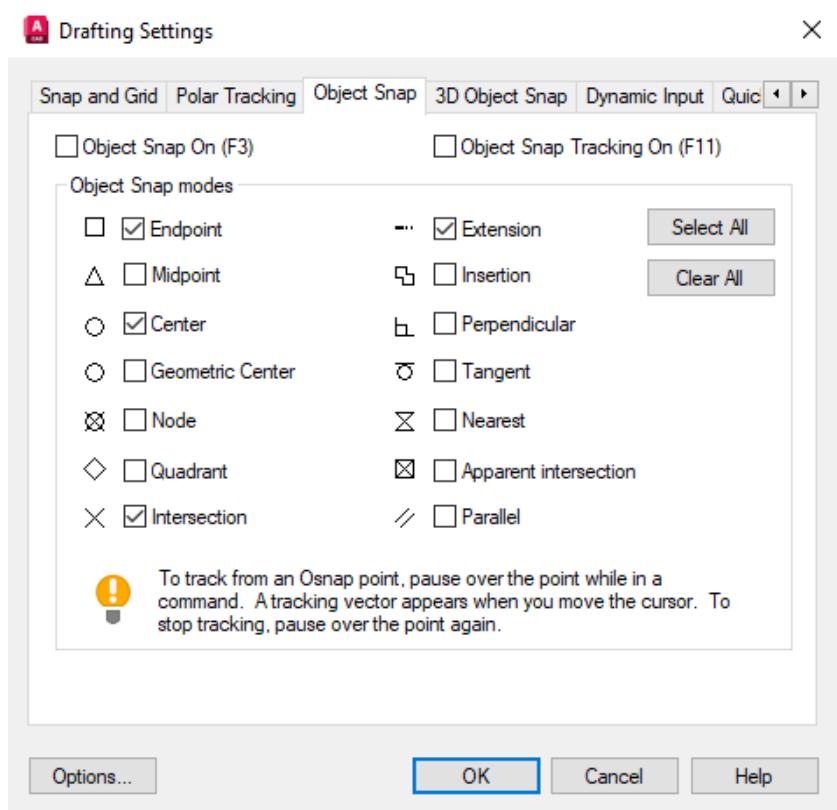
Сл. 6.98. Хватање тачке привидног пресека две линије (а) и линије и кружног лука (б)

14. **Parallel** (паралелно): Омогућава хватање тачака на правцу паралелном са одабраним објектом на цртежу (сл. 6.99).

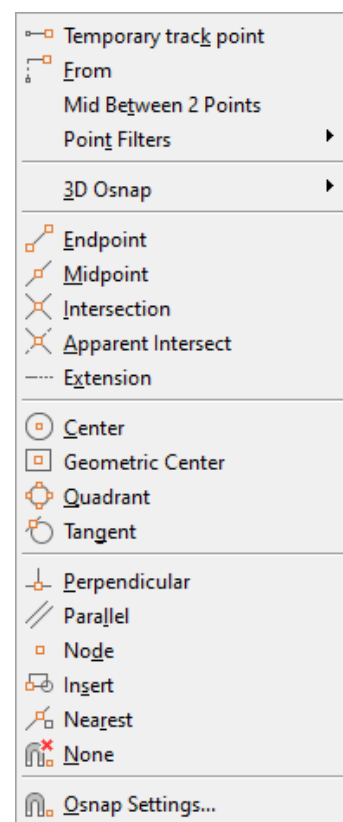


Сл. 6.99. Хватање тачке на правцу паралелном са одабраном линијом

OSNAP тачке које ће бити видљиве приласком показивача миша зависе од избора подразумеваних тачака. Избор подразумеваних оснап тачака врши се у прозору *Drafting Settings* (сл. 6.17) на картици *Object Snap* (сл. 6.100).



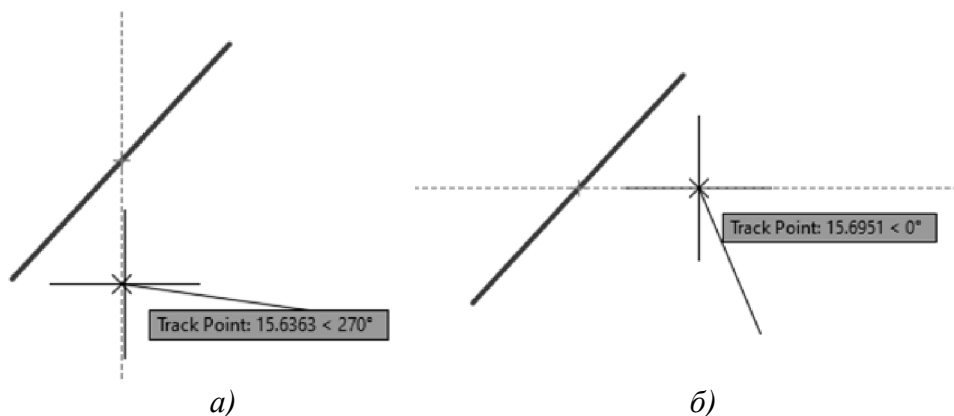
Сл. 6.100. Прозор “Drafting settings”



Сл. 6.101. Падајући мени за брзо укључивање жељене *OSNAP* тачке

Препоручљиво је да се на картици *Object Snap* (сл. 6.100) укључе само оне *OSNAP* тачке које корисник најчешће употребљава. Друге тачке могуће је по потреби брзо укључити држањем притиснутог тастера *Shift* на тастатури компјутера и притиском десног тастера на мишу, чиме се отвара падајући мени (сл. 6.101). Овај мени, такође, садржи додатне *OSNAP* тачке које су на располагању корисницима, а то су: *Temporary track point*, *From*, *Mid Between 2 Points*...

15. ***Temporary track point (привремена тачка праћења)***: омогућава корисницима да користе, привремену тачку праћења. Она функционише као привремено место које се приказује на екрану како би олакшало прецизно позиционирање нових елемената цртежа у односу на већ постојеће. На пример, ако је потребно нацртати линију чија почетна тачка се налази на правцу који пролази кроз средишњу тачку друге линије, тада привремена тачка праћења омогућава кориснику да лоцира ту средину као тачку правца на којем ће почети нова линија (сл. 6.102). Након што је нови елемент нацртан или уређен, привремена тачка праћења више није видљива на екрану.

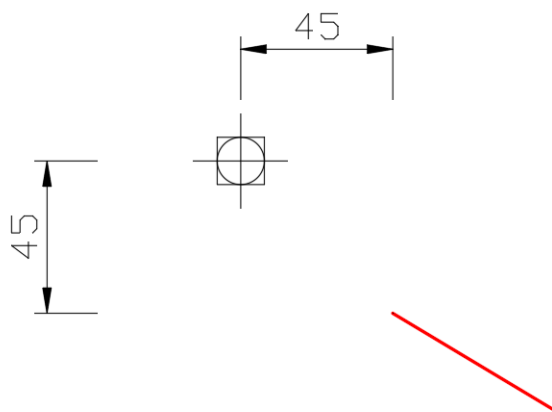


Сл. 6.102. Одређивање положаја тачке која се налази на заједничком верикалном (а) или хоризонталном (б) правцу са средишњом тачком постојеће линије

16. **From (Od):** Омогућава корисницима да дефинишу положај тачке у односу на одабрану референтну тачку. На пример, када је потребно поставити почетак линије у односу на референтну тачку на удаљености (45,-45) (сл. 6.103), поступак је следећи (Дијалог 37): прво се активира команда *Line*, а затим се укључи *OSNAP* опција *From*. Програм од корисника тражи да дефинише референтну тачку (*_from Base point:*), при чему се притиском левог тастера миша одабере жељена тачка. Затим програм тражи унос кордината жељене тачке (*<Offset>: @40,-40*).

ДИЈАЛОГ 37

Type a command:
 Line [ENTER]
LINE Specify first point: *_from Base point: <Offset>: @45,-45*
LINE Specify next point or [Undo]:



Сл. 6.103. Одређивање положаја тачке на некој удаљености од одабране референтне тачке

17. **Mid Between 2 Points** (Средина између 2 тачке): Омогућава корисницима да одаберу тачку која се налази на средини измеђи две тачке. На пример, када је потребно поставити почетак нове линије између две крајње тачке постојећих линија (види слику 6.104), поступак је следећи: прво се активира команда *LINE*, а затим се укључи *OSNAP* опција *Mid Between 2 Points* (Дијалог 38, *_m2p*). Након

тога, програм од корисника тражи да дефинише две тачке између којих ће се налазити жељена тачка, при чему се притиском левог тастера миша одабиру жељене тачке (две крајње тачке постојећих линија; *First point of mid:* и *Second point of mid:*). Затим програм аутоматски поставља почетну тачку на средини правца изабраних тачака.

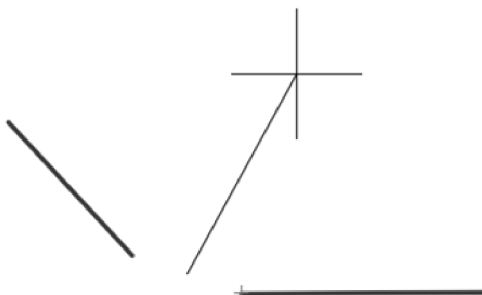
ДИЈАЛОГ 38

Type a command:

Line [ENTER]

LINE Specify first point: _m2p First point of mid: Second point of mid:

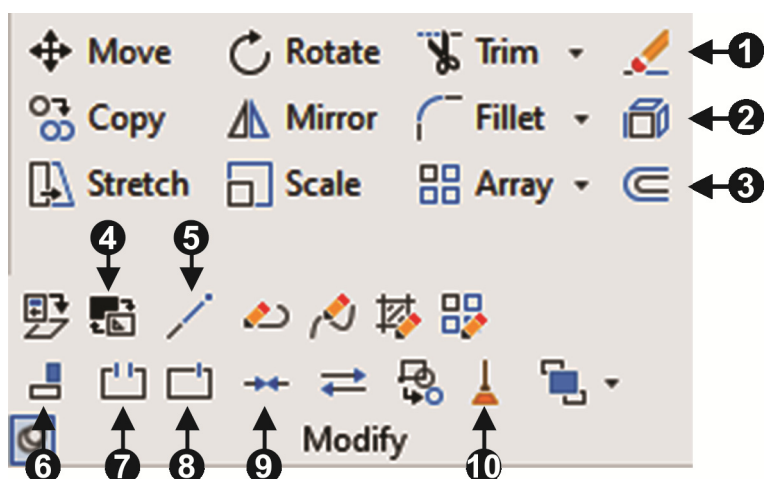
LINE Specify next point or [Undo]:



Сл. 6.104. Одређивање положаја почетне тачке линије која треба да се налази између две крајње тачке постојећих линија

6.14. АЛАТИ ЗА ИЗМЕНУ И МАНИПУЛАЦИЈУ ОБЈЕКТИМА

За модификовање и манипулацију различитих геометријских објеката креираних у програму *AutoCAD* користе се алати из палете *Modify* траке *Home* (сл. 6.105).



Сл. 6.105. Палета алатки Модифу

За модификовање и манипулацију објектима, кориснику су на располагању следеће команде:

- **Move (печица M + Enter)** (сл. 6.105): омогућава транслаторно померање једаног или више одабраних објеката (сл. 6.106). Након одабира жељених објеката (Дијалог 38, линија 1), потребно је дефинисати базну тачку (линија 2), која представља референтну тачку транслације. Базна тачка може бити тачка на одабраним објектима или ван њих. Након одабира базне тачке, дефинишу се координате новог положаја базне тачке (линија 3). Нови положај базне тачке могуће је дефинисати уносом апсолутних или релативних координата или једноставно притиском показивача миша на жељену локацију.

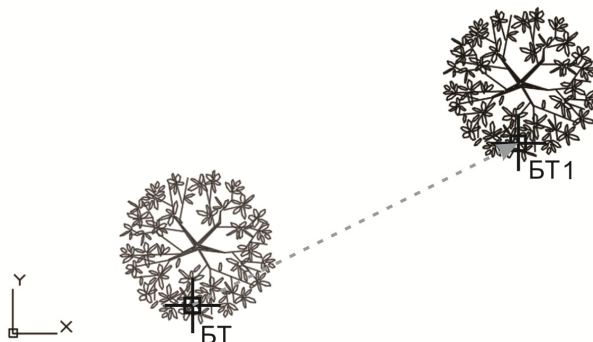
ДИЈАЛОГ 39

Type a command:
Move [ENTER]
MOVE Select objects:
MOVE Specify base point or [Displacement]:
MOVE Specify second point or <use first point as displacement>:

Понуђена опција *Displacement* (Дијалог 39, линија 2), омогућава директан унос жељене вредности за померај у одговарајућим правцима (без дефинисања базне тачке). Наиме, програм тражи од корисника унос вредности за померај у правцу X, Y и Z (за 3Д цртеже) осе (Дијалог 40).

ДИЈАЛОГ 40

MOVE Specify displacement <0.0000, 0.0000, 0.0000>:

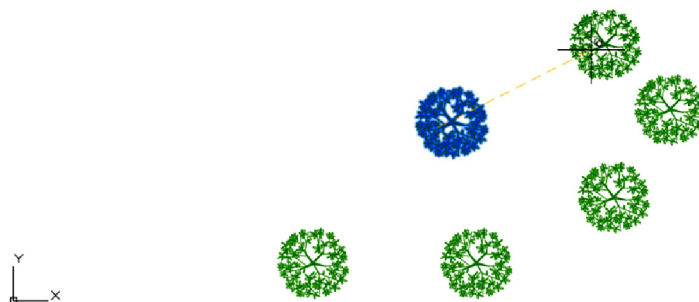


Сл. 6.106. Транслаторно померање одабраног објекта применом команде *Move*

- **Copy (печица CO + Enter)** (сл. 6.105): омогућава копирање једног или више одабраних објеката на истом цртежу (сл. 6.107). Након одабира жељених објеката (Дијалог 41, линија 1) и базне тачке копирања (линија 2), корисник дефинише локацију поставке базне тачке копије одабраних објеката (линија 3).

ДИЈАЛОГ 41

Type a command:
Copy [ENTER]
COPY Select objects:
COPY Specify base point or [Displacement mode]:
COPY Specify second point or [Array]:



Сл. 6.107. Копирање одабраног објекта применом команде *Цопу*

Одабиром опције *mOde* (Дијалог 41, линија 2) врши се избор између две понуђене опције:

- ✓ *Single* прави једну копију или
- ✓ *Multiple* прави више копија одабраних објеката

Опција *Array* (Дијалог 41, линија 3) омогућава прављење шаблонског низа копија одабраних објеката (о овоме ће бити више речи у поглављу “Шаблонско копирање објеката”).

- ***Rotate* (пречица *Ro* + *Enter*)** (сл. 6.105): омогућава ротирање одабраних објеката око дефинисане базне тачке (сл. 6.108). Након одабира жељених објеката (Дијалог 42, линија 1), базне тачке ротације (линија 2), потребно је унети жељени угао ротације или га означити притиском миша на тачку која дефинише угао ротације (линија 3).

ДИЈАЛОГ 42

Type a command:

Rotate [ENTER]

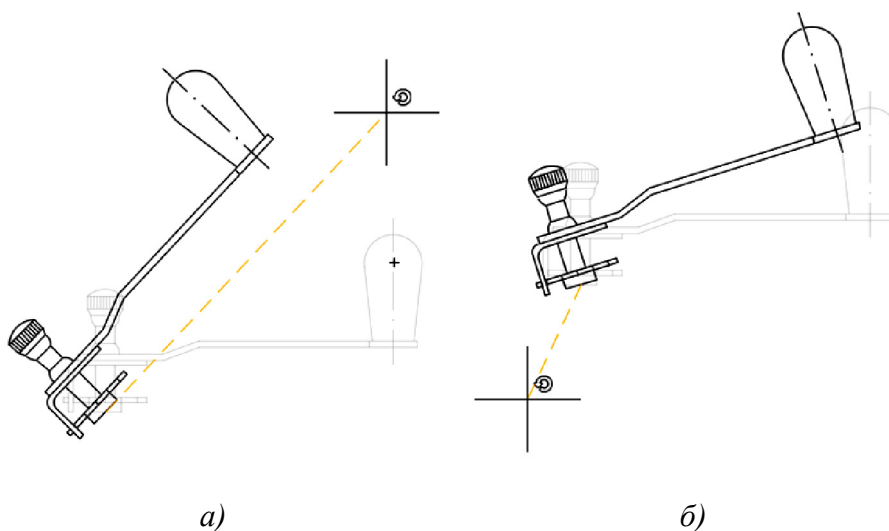
ROTATE Select objects:

ROTATE Specify base point:

ROTATE Specify rotation angle or [Copy Reference]:

Избором опције *Copy* (Дијалог 42, линија 3), ротира се копија одабраних објеката, чиме се задржава оригинални положај објеката и додатно ротира копија.

Опција *Reference* (Дијалог 42, линија 3) омогућава кориснику да одреди тачку која ће се користити као референца за ротирање објекта. Када корисник активира ову опцију, програм тражи да одабере угао или линију која ће бити коришћена као референца за ротацију. Након тога, корисник може одабрати тачку или унети угао ротације референтне линије или тачке.

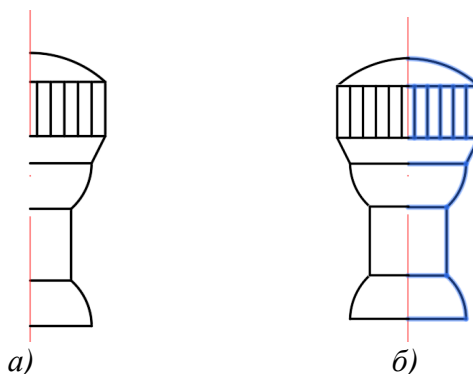


Сл. 6.108. Ротирање одабране групе објеката око жељене тачке
а) уносом угла ротирња, б) коришћењем референтне линије (опција *Reference*)

- **Mirror (пречица *Mi* + *Enter*)** (сл. 6.105): омогућава креирање огледалног одраза одабраних објеката (сл. 6.109). Након активирања команде (*Дијалог 43*), програм од корисника очекује да одабере један или више објеката које жели да огледа (*линија 1*), а затим да дефинише осу огледања одабиром две тачке на оси (*линија 2* и *линија 3*). Након одабира тачака, програм ствара огледални приказ одабраних објеката у односу на одабрану осу уз упит кориснику да ли жели да избрише оригиналне објекте и да их замени новим огледалним приказом (одабиром опције *Но* чува се оригинални приказ и његов одраз у огледалу, *линија 4*).

ДИЈАЛОГ 43

```
Type a command:
Mirror [ENTER]
MIRROR Select objects:
MIRROR Specify first point of mirror line:
MIRROR Specify second point of mirror line:
MIRROR Erase source objects? [Yes No]:
```



Сл. 6.109. Прављење одраза у огледалу одабраних објеката
а) приказ пре примене команде *Mirror*; б) приказ након примене команде *Mirror* али пре одговора на питање да ли желиш да избришеш оригинални приказ

• **Trim (пречица Tr + Enter)**(сл. 6.105): омогућава скраћивање делова линија, лукова или других објеката на основу њиховог пресека са другим објектима (сл. 6.110). Активирањем команде (*Дијалог 44*), програм позива корисника да одабере објекте (један или више) који ће послужити као границе скраћења (*линија 1*), а потом да одреди један или више објеката који ће бити подвргнути скраћивању (*линија 2*)⁴⁸. Притиском десним тастером миша било где у моделном простору или једноставним притиском тастера *Enter* пре одабира било ког објекта као границе скраћења (избором понуђене опције у првом реду дијалога *<select all>*), могуће је аутоматски одабрати све објекте на цртежу као границе скраћења.

ДИЈАЛОГ 44

Type a command:

Trim [ENTER]

TRIM Select objects or [mOde] <select all>:

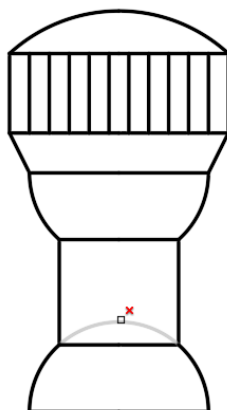
TRIM [cuTting edges Fence Crossing mOde Project Edge eRase Undo]:

Одабиром опција понуђених у дијалгу команде *Trim* омогућено је:

- ✓ *Cutting edges* – поновни одабир границе скраћења;
- ✓ *Fence* – одабир објеката коришћењем оgrade за селектовање (видети поглавље 6.8. *Бирање (селектовање) елемената цртежа*);
- ✓ *Crossing* – одабир наспрамне тачке прозора за селектовање једног или више објеката (видети поглавље 6.8. *Бирање (селектовање) елемената цртежа*);
- ✓ *Mode* – подешавање подразумеваног режима сечања на брзо (*Quick*) који користи све објекте на цртежу као потенцијалне границе скраћења или на стандардни који очекује од корисника да изабере границе сечења. Одабиром брзог режима скраћења, кориснику је доступан мањи број опција (не приказују се опције *Fence*, *Edge* и *Undo*);
- ✓ *Project* – дефинисање опције сечења објеката у 3Д простору;
- ✓ *Edge* – дефинисање опције сечења објеката у 3Д простору;
- ✓ *Erase* – брисање одабране линије⁴⁹;
- ✓ *Undo* – враћање команде један корак уназад.

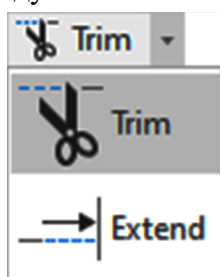
⁴⁸ Системска варијабла **TRIMEXTENDMODE** у програму *AutoCAD* омогућава корисницима да дефинишу како ће команда *Trim* (Скраћивање) да реагује када се користе различите опције у раду са објектима (системска варијабла се уноси у командну линију). Ова варијабла омогућава корисницима да одаберу између два мода рада: *Quick* (Брзи) и *Standard* (Стандардни). Када је **TRIMEXTENDMODE** постављена на 0 (нула), команда *Trim* функционише у стандардном моду, што значи да корисницима пружа комплетну контролу над процесом скраћивања и продуживања објеката, укључујући и могућност одабира граница скраћивања и продуживања. Када је **TRIMEXTENDMODE** постављена на 1, команда *Trim* функционише у Брзом моду. У овом моду, корисницима се пружа бржи рад, јер се аутоматски користи задња опција која је коришћена при тримовању или продуживању објеката, чиме се смањује потреба за поновним бирањем опција. Ова опција је корисна када се често користе исте опције при тримовању или продуживању објеката, чиме се убрзава процес рада.

⁴⁹ Команда *Trim* има могућност скраћивања одабраних објеката, али не и њиховог брисања. Другим речима, ако граница за скраћивање објекта имплицира да ће објекат бити потпуно избрисан са цртежа, *Trim* неће радити. У таквим случајевима, може се користити опција *Erase* која омогућава брисање целокупног објекта.

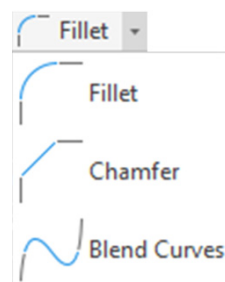


Сл. 6.110. Избор објекта скраћења

• **Extend (печица Ex + Enter):** налази се у заједничком падајућем менију палете *Modify* са командом *Trim* (сл. 5.111). Насупрот претходно описане команде, ова команда омогућава продужавање линије или кружног лука до пресека са одабраним објектом. Слично као код команде *Trim*, након активирања команде одређује се објекат који ће бити граница прогужења, а затим да одреди и објекте који ће бити продужени.



Сл. 6.111. Заједнички падајући мени команди *Trim* и *Extend* у палети алатки *Modify*



Сл. 6.112. Заједнички падајући мени команди *Fillet*, *Chamfer* и *Blend Curves* у палети алатки *Modify*

Команде *Fillet*, *Chamfer* и *Blend Curves* налазе се у заједничком падајућем менију у палети алатки *Modify* траке *Home* (сл. 6.105).

• **Fillet (печица Fil + Enter)**(сл. 6.112): омогућава додавање заобљења између две линије или лука. Након активирања команде (*Дијалог 45*), изабора два објекта, било линије или кружна лука, између којих ће се формирати заобљење (*линија 1* и *линија 2*), програм аутоматски креира заобљење које их повезује.

ДИЈАЛОГ 45

Type a command:
Fillet [ENTER]
FILLET Select first objects or [Undo Polyline Radius Trim Multiple]:
FILLET Select second objects or shift-select to apply corner or [Radius]:

Опције ове команде су:

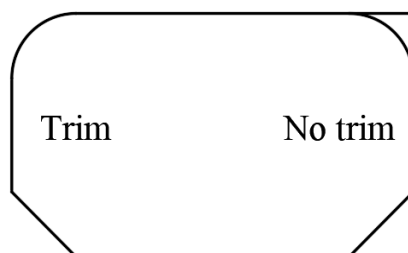
Undo: враћа корак уназад, омогућавајући исправку претходних акција.

Polyline: пружа могућност формирања заобљења између свих повезаних линија унутар одабране полилиније, полигона или правоугаоника.

Radius: омогућава дефинисање жељеног полупречника заобљења.

Trim: избором између понуђених опција (*Trim* или *No trim*), корисник одлучује да ли жели да одсече вишкове оригиналне линије након додавања заобљења (сл. 6.113).

Multiple: пружа могућност узастопног понављања извршења команде без потребе за њеним поновним активирањем, олакшавајући тако процес креирања сложенијих облика.



Сл. 6.113. Додато заобљење и закошење коришћењем опција *Trim* и *No Trim*

- ***Chamfer* (пречица *Cha* + *Enter*)** (сл. 6.112): омогућава додавање закошења између две линије. Када се активира, ова команда тражи да се изабере две линије, између којих ће се формирати закошење. Након избора објеката, програм аутоматски креира закошење које повезује ове две линије (*Дијалог 46*).

ДИЈАЛОГ 46

```
Type a command:  
Chamfer [ENTER]  
CHAMFER Select first line or [Undo Polyline Distance Angle Trim mEthod Multiple]:  
CHAMFER Select second line or shift-select to apply corner or [Distance Angle Method]:
```

Опција ове команде су:

Undo: враћа се корак уназад, омогућавајући исправку претходних акција.

Polyline: пружа могућност формирања закошења између свих повезаних линија унутар одабране полилиније, полигона или правоугаоника.

Distance: дефинише жељено растојање закошења (најпре на једној а затим и на другој линији).

Angle: дефинише угао закошења и растојања по првој одабраној линији.

Trim: избором између понуђених опција (*Trim* или *No Trim*), корисник одлучује да ли жели да одсече вишкове оригиналне линије након додавања закошења (сл. 6.113).

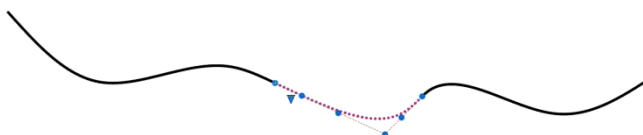
Method: омогућава избор методе цртања закошења између две понуђене опције: *Distance* или *Angle*.

Multiple: пружа могућност узастопног понављања извршења команде без потребе за његовим поновним активирањем, олакшавајући тако процес креирања сложенијих облика.

- **Blend Curves (BLEND)** (сл. 6.112): омогућава повезивање две криве линије (*Spline*, сл. 6.114). Након активирања команде, потребно је изабрати две криве између којих се поставља трећа која их повезује (Дијалог 47, линија 1 и линија 2). Опције *Continuity* (линија 1) омогућава кориснику да одабере да ли ће додатна крива бити трећег (*Tangent*) или петог (*Smooth*) степена.

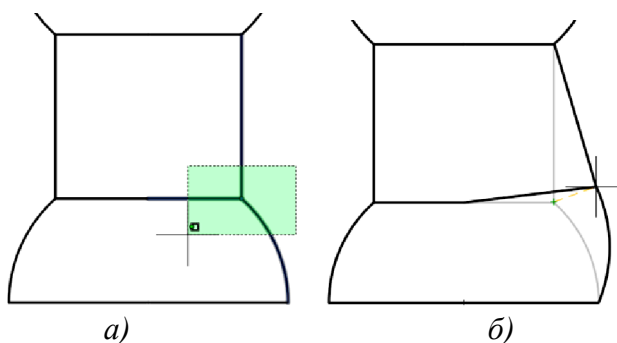
ДИЈАЛОГ 47

Type a command:
Blend [ENTER]
BLEND Select first object or [CONtinuity]:
BLEND Select second object:



Сл. 6.114. Две *splajn* линије повезане са трећом коришћењем команде *Blend Curves*

- **Stretch (пречица *Str* + *Enter*)** (сл. 6.105): омогућава померање или измену облика селектованих објеката на цртежу. Користи се за модификацију постојећих објеката, омогућавајући кориснику да селектује део или више делова објеката и затим их транслаторно помера (растеже у жељеном правцу). Ова команда је корисна када је потребно прилагодити облик или димензије објеката без потребе за креирањем нових. Након активирања команде, корисник селектује објекте које жели да модификује (применом прозора за селектовање формираног сдесна на лево, *Crossing selection*), а затим дефинише тачку чијим померањем ће део објеката бити померан или растегнут. Након тога, корисник одређује крајњу тачку померања или растезања (сл. 6.115).



Сл. 6.115. Примена команде *Stretch*

а) селектовање објекта; б) растезање објекта у одабраној тачки

- **Scale (пречица Sc + Enter)** (сл. 6.105): омогућава сразмерну промену величину одабраног објекта. Након одабира једног или више објеката (Дијалог 48, линија 1), корисник се упућује да одреди базну тачку скалирања (линија 2)⁵⁰ а затим фактор скалирања (линија 3)⁵¹.

ДИЈАЛОГ 48

Type a command:

Scale [ENTER]

SCALE Select objects:

SCALE Specify base point:

SCALE Specify scale factor or [Copy Reference]:

Одабиром опције *Copy* (Дијалог 48, линија 3) скалирана ће бити копија одабраних објеката (задржавајући објекте оригиналне величине), а одабиром опције *Reference* омогућено је скалирање објекта на основу референтне дужине и одређене нове дужине (на пример: уколико је нека димензија на објекту 11 а корисник жели да је нова вредност 8, довољно је да за референтну дужину унесе вредност 11 а нову 8, програм аутоматски прерачунава колика је вредност фактора скалирања $8/11=0,727272\dots$).

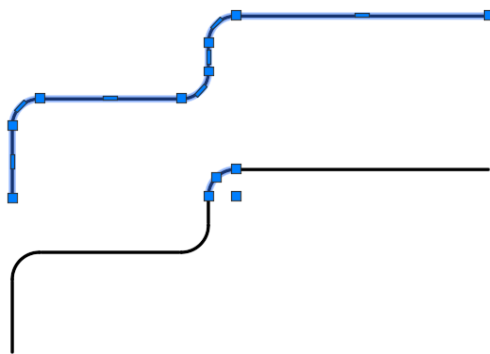
- **Erase (пречица E + Enter)** (сл. 6.105, поз. 1): је AutoCAD-ова команда за брисање одабраних објеката.⁵² Након активирања команде, корисник одабира један или више објеката који ће након притиска тастера *Enter* бити обрисани.

- **Explode** (сл. 6.105, поз. 2): се користи за разбијање комплексних објеката на једноставне елементе, као што су линије и лукови. Када корисник примени ову команду на одређени објекат или групу објеката, они "експлодирају" и претварају се у основне геометријске елементе који их чине. На пример, ако корисник примени команду *Explode* на полилинију која садржи линије и лукове, она ће бити разбијена на низ линија и лукова који чине ту полилинију (сл. 6.116). Ова команда је корисна када корисник жели да модификује или манипулише деловима сложених објеката или када жели да прилагоди одређене сегменте цртежа на другачији начин. Након примене команде *Explode*, делови објекта постају независни и могу се даље уређивати независно од остатка цртежа. Након активирања команде корисник треба само да одабере један или више објеката које жели да разложи и потврди избор тастером *Enter*.

⁵⁰ Базна тачка остаје на свом месту и након скалирања док се положај осталих тачака на објекту мењају (удаљавају или приближавају) у зависности од тога да ли се објекат умањује или увећава.

⁵¹ Фактор скалирања множи димензије изабраних објеката. Фактор скалирања већи од 1 увећава објекте. Фактор скалирања између 0 и 1 смањује објекте.

⁵² Ово је замена за *Windows-ову* команду *Delete*. Наиме, корисник може обрисати објекат његовим одабиром а затим притиском тастера *Delete* на тастатури компјутера.



Сл. 6.116. Полилинија пре и након примене команде Explode

• **Offset (пречица O + Enter)** (сл. 6.105, поз. 3): служи за стварање паралелних копија линија, лукова или других геометријских облика на одређеној удаљености од оригиналних објеката (сл. 6.117). Након активирања команде (Дијалог 49) и уноса жељене удаљеност између оригиналног објекта и његове копије (линија 1), програм од корисника очекује да одабере објекат који ће паралелно копирати (линија 2), а затим и страну оригиналног објекта са које жели да се направи копија (линија 3).

ДИЈАЛОГ 49

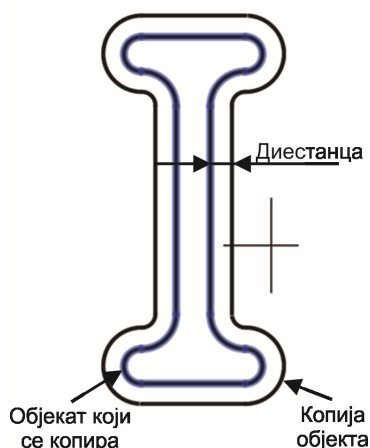
Type a command:

Offset [ENTER]

OFFSET Specify offset distance or [Through Erase Layer]:

OFFSET Select object to offset or [Exit Undo]:

OFFSET Specify point on side to offset or [Exit Multiple Undo]:



Сл. 6.117. Паралелно копирање *polilajn* линије на жељеној удаљености са спољне стране

Опције ове команде су:

Trough: креира објекат који пролази кроз одабрану тачку. Када се одабере ова опција, програм прескаче захтев за унос удаљености копирања и уместо

тога тражи од корисника да одреди објекат који ће бити копиран, а затим и тачку кроз коју ће копија проћи;

Erase: брише оригинални објекат и задржава само копију нацртану на жељеној удаљености;

Layer: омогућава кориснику да одреди да ли ће се копије објекта креирати на тренутном (подразумеваном) слоју (*Current*) или на слоју изворног објекта (*Source*).

- **Join (пречица J + Enter)** (сл. 6.105, поз. 9): омогућава спајање два објекта у један јединствени. Након активирања команде програм од корисника тражи да дефинише изворни објекат (објекат коме се придружују други објекти) а затим један или више објеката који се придружију. Овде је неопходно знати нека основна правила придруживања, и то:

- Дужи се могу придружити само друге дужи које су међусобно колинеарне, али не морају бити спојене (могу имати празнину између њих); добијени објекат је дуж;
- Кружном луку се могу придружити само други кружни лукови који имају исти центар и исти полупречник; лукови се спајају у смеру супротном од кретања казальке на сату почевши од изворног лука; добијени објекат је кружни лук;
- *Poliline* линијама се могу придружити линије и кружни лукови; сви објекти морају бити међусобно повезани (компланарни); добијени објекат је *poliline*;
- *Spline* линији се могу придружити линије, кружни лукови и *poliline* објекти који међусобно морају бити компланарни; добијени објекат је *spline* линија.

- **Break (пречица BR + Enter)** (сл. 6.105, поз. 7): користи се за прекид линија или *poliline* на одређеним тачкама. Када користи ову команду, корисник може одабрати линију коју жели да прекинете (тачка на линији коју притисне када бира објекат је уједно почетна тачка прекида, Дијалог 50, линија 1), а затим одредити тачку која ће представљати другу тачку прекида (линија 2). Ово омогућава да се подели линија на два дела.

ДИЈАЛОГ 50

Type a command:

Break [ENTER]

BREAK Select object:

BREAK Specify second break point or [First point]:

Одабир опције *First point* (Дијалог 50, линија 2) омогућава поновни изабор почетне тачке прекида.

- **Break at point** (сл. 6.105, поз. 8): омогућава прекид линије у једној тачки делећи линију на два дела.

ДИЈАЛОГ 51

Type a command:

Breakatpoint [ENTER]

BREAKATPOINT Select object:

BREAKATPOINT Specify break point:

- **Lengthen** (сл. 6.105, поз. 5): омогућава промену дужине објекта (линије, *poliline* или кружног лука). Након активирања ове команде (*Дијалог 52*), кориснику се нуде различите опције за промену дужине (*линија 1*):

Delta: омогућава кориснику да промени дужину линије за одређени износ, мерен од ближе крајње тачке одабраног објекта. Када се користи код промене дужине кружног лука, подопција *Аngle* (*линија 2*) омогућава дефинисање угла измене дужине. Позитивне вредности параметра *Delta* повећавају дужину објекта, док негативне вредности узрокују његово скраћивање.

Percent: омогућава промену дужине објекта на одређени проценат његове тренутне дужине.

Total: продужује дужину објекта на тачно одређену вредност.

Dynamic: омогућава динамичку промену дужине објекта. Дужина одабраног објекта се мења превлачењем једног од његових крајева, док други крај остаје фиксан.

ДИЈАЛОГ 52

Type a command:

Lengthen [ENTER]

LENGTHEN Select an object to measure or [Delta Percent Total DYnamic]: T + enter

LENGTHEN Specify total length or [Angle]:

LENGTHEN Select an object to change or [Undo]:

- **Align** (сл. 6.105, поз. 6): омогућава поравнавање одабраних објеката са осамом или дужима. Након активирања команде (*Дијалог 53*) програм од корисника очекује да одабере објекте које жели да поравна (*линија 1*, сл. 6.118б). Затим је потребно дефинисати тачке поравнавања (једну, две или три, сл. 6.118ц и 6.118д). На крају програм очекује од корисника да одабере да ли жели да објекат поравнавања скалира на основу одабраних тачака поравнавања (*линија 7*).

ДИЈАЛОГ 53

Type a command:

Align [ENTER]

ALIGN Select objects:

ALIGN Specify first source point:

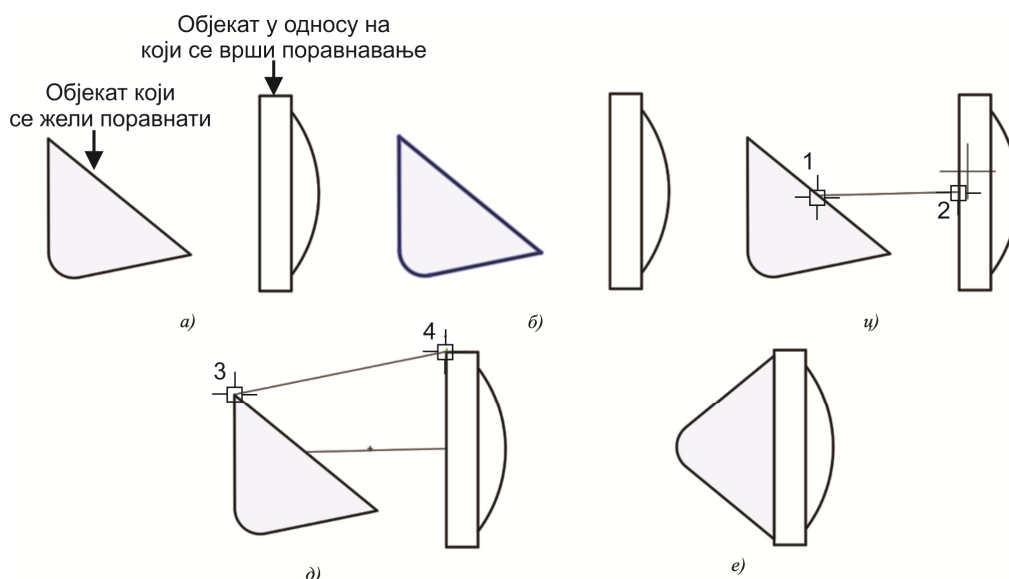
ALIGN Specify first destination point:

ALIGN Specify second source point:

ALIGN Specify second destination point:

ALIGN Specify third source point or <continue>:

ALIGN Scale objects based on alignment points? [Yes/No] <N>:



Сл. 6.118. Примена команде *Align*

- **Change Space** (сл. 6.105, поз. 4): омогућава промену простора у коме ће бити постављени одабрани објекти избором између моделног и папирног простора. Ова команда је доступна само у папирном простору (*Layout*)⁵³.

- **Delete Duplicat Objects** (сл. 6.105, поз. 10): служи за идентификацију и брисање дупликата објеката унутар цртежа. Када се користи ова команда, *AutoCAD* претражује цртеж како би пронашао објекте који су идентични у својим карактеристикама, као што су положај, облик, величина и оријентација. Ова команда је корисна јер помаже у уклањању вишеструких копија истих објеката које су можда случајно (ненамерно) направљене током процеса цртања. На пример, ако је нацртана линија случајно копирана неколико пута на исто место, ова команда ће помоћи да се идентификују те копије и избришу, чиме ће се очистити цртеж и смањити могућност грешака.

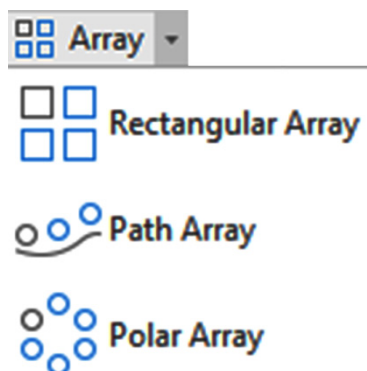
6.15. ШАБЛОНСКО КОПИРАЊЕ ОБЈЕКТА

Шаблонско копирање објеката у програму *AutoCAD* омогућава корисницима вишеструко копирање изабраних елемената (објеката), тако да буду распоређени у правоугаони низ, кружни низ или низ дуж неке 2Д криве или путање. За шаблонско копирање објеката користи се команда **Array** (сл. 6.105), која се налази у палети алатки *Modify* траке *Home*. Отварањем падајућег менија ове команде (кликом на стрелицу постављену уз икону), кориснику је омогућен избор методе копирања (сл. 6.119)⁵⁴:

- *Rectangular Array*;
- *Polar Array* и
- *Path Array*.

⁵³ О папирном простору ће бити више речи у поглављу *Припрема за штампу*.

⁵⁴ Команду је могуће покренути уносом у командну линију *Array* (пречица *Ar + Enter*). Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише објекте које ће паралелно копирати, а затим да одабере и метод копирања.



Сл. 6.119. Команде намењене шаблонском копирању објеката

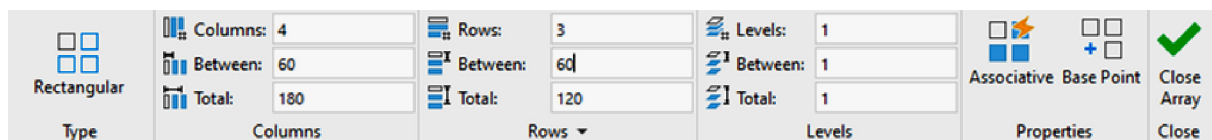
6.15.1. Rectangular Array

Команда **Rectangular Array** омогућава правоугаоно шаблонско копирање, прављењем низа одабраних елемената у жељеном броју редова и колона. Активирањем команде **Rectangular Array**, програм од корисника очекује да селектује један или више објеката који ће образовати елемент низа шаблонски копираних објеката, формирајући подразумевану матрицу објеката. Прилагођавање формиране правоугаоне матрице објеката врши се у аутоматски отвореној траци *Array Creation* (сл. 6.120).

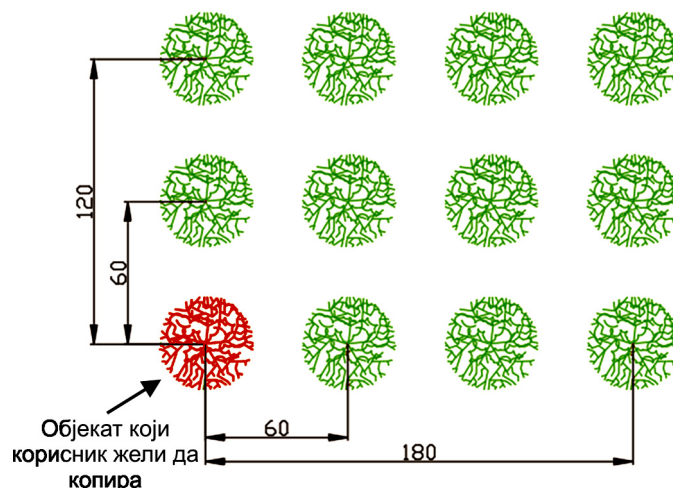
Трака *Array Creation* прилагођена формирању правоугаоног низа подељена је у неколико палета:

- *Type*: омогућава идентификацију типа метода копирања (*Rectangular*, *Polar* или *Path*).
- *Columns*: дефинише број колона, размак између колона (укључујући ширину објекта) или укупну ширину низа.
- *Rows*: дефинише број редова, размак између редова (укључујући висину објекта) или укупну висину низа.
- *Levels*: дефинише број објеката распоређених на различитим нивоима (у правцу *Z* осе), растојање између нивоа или укупну висину објеката распоређених по нивоима (користи се код 3Д моделовања).
- *Properties*: садржи две команде: *Associative* (која омогућава здруживање формираног низа као јединственог *Array* објекта или појединачно представљање сваког објекта у низу) и *Base Point* (за промену положаја базне тачке формирања низа).
- *Close*: затвара команду *Array*.

При уношењу растојања између редова и колона (сл. 6.120, *Between*) у команди **Rectangular Array**, важно је пажљиво одабрати смер у којем се жели формирати правоугаони низ у односу на оригинални елемент. Када се кретање врши надесно, уноси се позитивна вредност за растојање између колона. Супротно томе, ако формирано низ треба да се креће улево, користе се негативне вредности. Исти принцип важи и при кретању нагоре и надолу - за растојање између редова користи се позитивна вредност када се кретање обавља нагоре, док се негативна вредност уноси ако се низ креће надолу.



Сл. 6.120. Трака команди *Array Creation* (команде *Rectangular Array*)



Сл. 6.121. Правоугаони низ стабала дрвета подешених у складу са параметрима у траци приказаној на слици 6.120

6.15.2. *Polar Array*

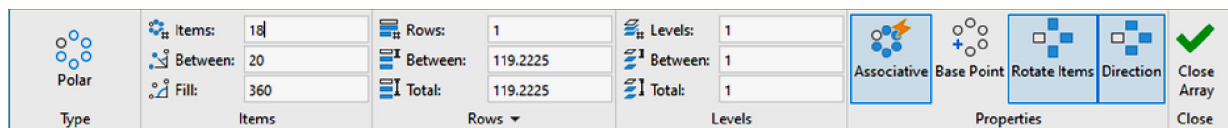
Команда *Polar Array* омогућава поларно шаблонско копирање, прављењем кружног низа одабраних елемената. Активирањем команде *Polar Array*, програм од корисника очекује да селекује један или више објеката који ће чинити низ поларно копираних објеката, а затим да дефинише центар око кога ће се правити поларни низ. Прилагођавање формираног поларног низа објеката врши се командама смештемин у аутоматски отвореној траци *Array Creation* (сл. 6.122).

Трака *Array Creation* прилагођена креирању поларног низа подељена је у неколико палета:

- *Type*: омогућава идентификацију типа метода копирања (*Rectangular*, *Polar* или *Path*).
- *Items*: дефинише број елемената поларног низа, угао између елемената поларног низа или укупан угао који треба да формира поларни низ.
- *Rows*: дефинише број редова поларног низа, размак између редова поларног низа (укључујући висину објекта) или укупну висину поларног низа.
- *Levels*: дефинише број нивоа поларног низа, растојање између нивоа или укупну висину објеката распоређених по нивоима (користи се код 3Д моделовања).
- *Properties*: садржи четири команде: *Associative* (омогућава здруживање формираног низа као јединственог *Array* објекта или појединачно представљање сваког објекта у низу), *Base Point* (промену положаја базне тачке формирања

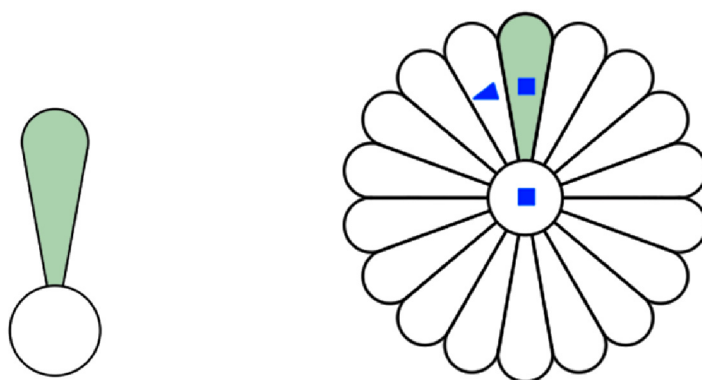
низа), *Rotate Items* (врши одабир да ли се објекат током ротирања закреће или задржава оригинални положај) и *Direction* (избор смера ротирања објеката).

- *Close*: затвара команду *Array*.



Сл. 6.122. Трака команди *Array Creation* (команде *Polar Array*)

На слици 6.123. приказан је цвет нацртан применом поларног низа, а за параметре како је приказано на слици 6.122.



Сл. 6.123. Поларни низ латица цвета подешених у складу са параметрима у траци приказаној на слици 6.122

6.15.3. Path Array

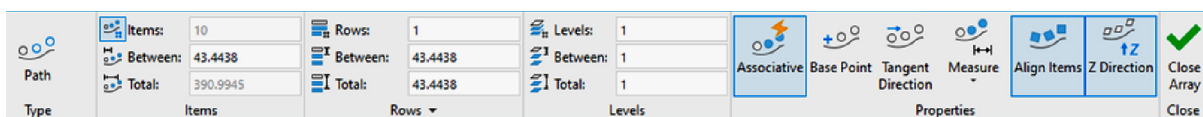
Команда *Path Array* омогућава шаблонско копирање елемената по одабраној путањи. Активирањем команде *Path Array*, програм од корисника очекује да селектује један или више објеката који ће чинити низ копираних објеката, а затим да дефинише објекат чији ће правац представљати путању по којој ће се паравити низ. Прилагођавање формираног низа објеката врши се командама смештемин у аутоматски отвореној траци *Array Creation* (сл. 6.124).

Трака *Array Creation* прилагођена креирању низа по путањи подељена је у неколико палета:

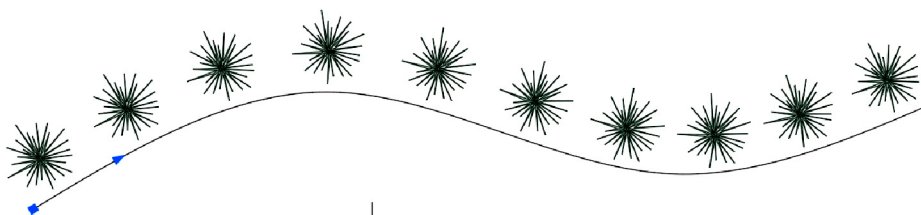
- *Type*: омогућава идентификацију типа метода копирања (*Реџтангулар*, *Полар* или *Патх*).
- *Items*: дефинише број елемената у низу, растојање између елемената низа или укупна дужина формираног низа.
- *Rows*: дефинише број редова низа, размак између редова низа (укључујући висину објекта) или укупну висину низа.
- *Levels*: дефинише број нивоа низа, растојање између нивоа или укупну висину објеката распоређених по нивоима (користи се код 3Д моделовања).
- *Properties*: садржи шест команди:

- *Associative*: омогућава здруживање формираног низа као јединственог *Array* објекта или појединачно представљање сваког објекта у низу,
- *Base Point*: промену положаја базне тачке формирања низа,
- *Tangent Direction*: омогућава избор две тачке на објекту или ван њега чији ће правац пратити правац путање,
- *Measure/Divide*: користи се за контролу дистрибуције објеката дуж путање: *Measure* - дистрибуира објекте дуж путање у одређеним интервалима, а *Divide* - распоређује одређени број објеката на равномерном одстојању дуж путање,
- *Align Items*: дефинише да ли да се објекти у низу закрећу (прате путању) или задржавају оригинални положај и
- *Z Direction*: контролише да ли да се задржи оригинални *Z* правац објеката или да се објекти слажу дуж 3Д путање.).

- *Close*: Затвара команду *Array*.



Сл. 6.124. Трака команде *Array Creation* (команде *Path Array*)

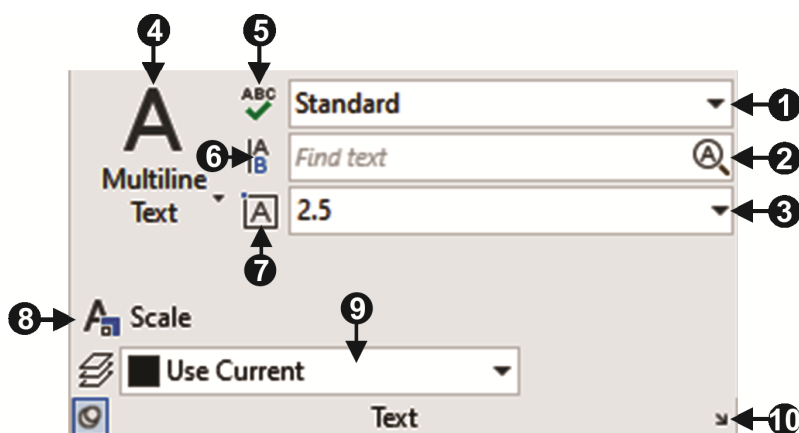


Сл. 6.125. Низ цветова подешених у складу са параметрима у траци приказаној на слици 6.124

6.16. УНОШЕЊЕ ТЕКСТА У ПРОСТОР ЗА ЦРТАЊЕ

Текст у *AutoCAD* цртежима има вишеструки значај и користи се за различите сврхе. Користи се за давање ознака и објашњења делова цртежа, као што су називи делова, идентификациони бројеви или описи неких карактеристика. Такође, текст се користи и за означавање димензија, постављање наслова цртежа, наслова секција или описа који помажу у идентификацији и организацији цртежа. Текст се уноси у табеле и легенде на цртежу ради организовања информација или приказивања података. Коначно, текст се користи и за постављање инструкција, упутстава или напомена које могу бити корисне приликом коришћења цртежа.

Команде намењене форматирању и уносу текста у програму *AutoCAD* 2024 налазе се у оквиру палете *Text* траке *Annotate*.⁵⁵



Сл. 6.126. Палета алатки *Text*

6.16.1. Подешавање стила текста

Подразумевани стил текста коришћен у програму *AutoCAD* карактерише једноставност и примарни фокус је на функционалности уместо естетици. Овај стил обухвата основни *txt.shx* фонт, који се данас сматра прилично застарелим у поређењу са модерним типографијама (сл. 6.127).

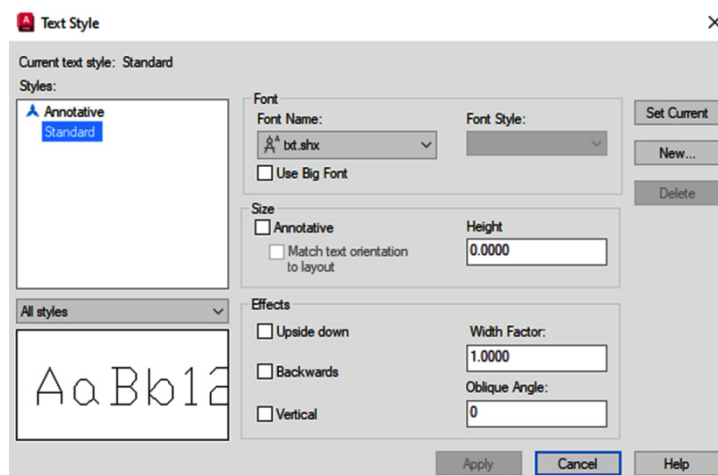
PEJZAŽNA ARHITEKTURA

Сл. 6.127. Текст исписан стандардним *txt.shx* фонтом

Основна карактеристика овог фонта јесте његова структура која се састоји од правих линија, што је одговарало некадашњим могућностима графичких процесора. Међутим, са напретком технологије графичких процесора, појавили су се и нови стилизовани фонтови. Данас, корисници *AutoCAD*-а имају приступ широком спектру фонтова и алата за обликовање текста, што омогућава креирање цртежа са текстом који је не само функционалан, већ и естетски привлачан.

Креирање и модификација стила текста врши се у оквиру прозора *Text style* (сл. 6.128) који се отвара притиском левим тастером миша на стрелицу у десном доњем углу палете *Text* траке *Annotate* (сл. 6.126, поз. 10).

⁵⁵ Најчешће команде из палете *Text* налазе се на траци *Home*→*Annotation*



Сл. 6.128. Прозор *Text Style* намењен креирању стила текста

У прозору *Text Style*, доступни елементи подешавања стила распоређени по секторима *Styles*, *Font*, *Size* и *Effects*.

Сектор *Styles* садржи елементе:

- **Current text style** (Тренутни стил текста): пружа информацију о подразумеваном стилу текста (тренутно је доступан само стил *Standard*, те је он подразумеван);
- **Styles** (Лево средишње поље): приказује све расположиве стилове текста (у датом приказу нису формиран новии стилови текста осим подразумеваног *Standard*);
- **List** (Листа): падајући мени омогућава одабир стилова који ће бити приказани у горњем пољу (сви расположиви или само они који су коришћени на цртежу);
- **Поље у левом доњем углу** приказује изглед одабраног (селектованог) стила текста.

Сектор *Font* садржи следеће елементе:

- **Font Name** (Име фонта): пружа списак расположивих фонтова;
- **Font style** (Стил фонта): омогућава избор између опција *Regular*, *Bold*, *Italic* и *BoldItalic*;
- **Annotative** (Забелешке): избором ове опције текст добија способност аутоматског прилагођавања величини и изгледу при промени размере цртежа;
- **Height** (Висина): поставља висину текста на основу унете вредности. Унос висине веће од нула (0) аутоматски поставља висину текста за овај стил. Уносом вредности нула, висина текста се подразумевано поставља последњу коришћену вредност.

Сектор *Effects* садржи елементе:

- **Upside Down** (Наопако): приказује текст наопако;
- **Backwards** (Уназад): приказује текст уназад;

- **Vertical** (Вертикално): поставља слова вертикално поређана (једно испод другог);
- **Width Factor** (Фактор ширине): сужава или проширује текст;
- **Oblique Angle** (Коси угао): поставља коси текст (до $\pm 85^\circ$).

На десној страни дијалога налазе се команде са следећим функцијама:

- **Set Current** (Постави тренутни): Поставља одабрани (селектовани) стил текста као подразумевани (активни);
- **New** (Нови): Омогућава креирање новог стила котирања. Одабиром ове опције програм нуди кориснику да одабере име за нови стил текста;
- **Delete** (Избриши): Брише одабрани стил текста.

У дну дијалога налази се команда *Apply* (примени) које омогућава задржавање измена одабраног стила текста, затим команда *Cancel* (одустани) и *Help* (помоћ).

6.16.2. Команде за једнолинијски и вишеллинијски текст

Текстуалне информације у AutoCAD-у могуће је додати на два начина (сл. 6.126, поз. 4):

- коришћењем једнолинијског текста помоћу алата **Single Line Text** или
- коришћењем вишеллинијског текста помоћу алата **Multiline Text**.

Single Line Text је алат који омогућава унос текста у једном реду. Овај алат је користан за додавање кратких напомена, ознака или назива на цртежу. Након активирања команде и одабера почетне тачке исписивања текста (*Дијалог 54, линија 1*), потребно је унети жељену висину текста (*линија 2*) и угао под којим ће текст бити написан (*линија 3*).

ДИЈАЛОГ 54

Type a command:

Text [ENTER]

TEXT Specify start point of text or [Justify Style]:

TEXT Specify height <2.5000>:

TEXT Specify rotation angle of text <0>:

У првом реду *Дијалога 54* понуђене су две опције:

Justify (Поравнавање): намењена избору начина поравнавања текста у односу на изабрану почетну тачку.

Style (Стил): избор жељеног раније форматираног стила који ће се применити приликом уноса текста.

Притиском тастера *Enter* након исписивања жељеног текста, показивач миша прелази у нови ред, пружајући на тај начин могућност кориснику да испише текст у новом реду. Исписивањем текста на овај начин добијају се два реда независна један од другог (сл. 6.129).

Pejzažna arhitektura

Kompjuterska grafika u dizajnu

Сл. 6.129. Два реда текста исписана *Singl Line* текстом

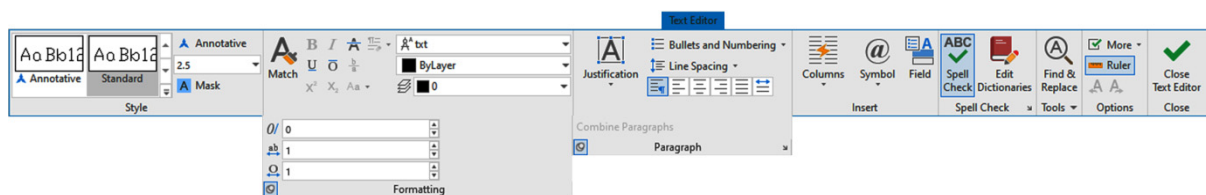
Насупрот претходној команди, **Multiline Text** омогућава креирање и уређење вишелинијског текста унутар цртежа. Ова команда омогућава додавање текста који се протеже кроз више редова, што је корисно за унос дужих текстова.

Када се активира команда **Multiline Text**, потребно је најпре дефинисати наспрамна темена правоугаоног прозора унутар кога ће се исписивати текст (*Дијалог 55*), након чега се отвара прозор у који је могућ уносити текста.

ДИЈАЛОГ 55

Type a command:
MText [ENTER]
MTEXT Specify first corner:
MTEXT Specify opposite corner or [Height Justify Line spacing Rotation Style Width Columns]:

Иако је могуће унапредити уређивање текста одабиром неких опција као што су *Height*, *Justify*, *Line spacing* (*Дијалог 55*, линија 2), нове верзије програма нуде интуитивније методе за ово. Када се отвори прозор за унос вишелинијског текста, трака са опцијама се трансформише у *Text Editor* траку (сл. 6.130). Ова трака обухвата различите палете као што су *Style*, *Formatting*, *Paragraph*, *Insert*, *Spell Check*, *Tools*, *Options* и *Close*, а у свакој од њих се налазе команде које олакшавају формирање текста према потребама корисника. То укључује промене фонта, величине, боје и поравнања текста. Након уноса жељеног текста, корисник може потврдити унос притиском левим тастером миша у произвољну тачку моделног простора или одабиром опције за завршетак уноса текста (енг. *Close Text Editor*).



Сл. 6.130. Трака са палетама алатки намењених уређењу *Multiline* текста

У наставку ће бити приказане неке могућности прилагођавања текста применом команди различитих палета алата траке *Text Editor*. Неће се улазити у детаље о употреби појединачних команди, будући да су оне сличне онима у другим програмима за обраду текста, попут *MS Word-a*. Доступне команде у оквиру појединачних палета омогућавају следеће:

- **Style:** избор неког од раније форматираниог стила текста (видети поглавље 6.16.1. *Подешавање стила текста*).
- **Formatting:** подешавање различитих карактеристика везаних за стилове текста, као што су: избор жељеног фонта, стил фонта (подебљавања, коришћење курзива, подвучено, надвучено, прецртано), одабир боје текста, слоја на коме

се текст пише, подешавање висине и ширине текста, нагињање текста под одређеним углом, писање текста у индексу и експоненту, промена великих слова у мала и обрнуто.

- **Paragraph:** подешавање различитих параметара везаних за формирање параграфа. Ово укључује: одабир жељеног размака између редова текста, поравнавање текста са леве или десне стране, центрирање или прилагођавање ширини, подешавање маргине, размака између параграфа и набрајања.
- **Insert:** уметање додатних елемената у текст. Ово укључује: уметање симбола (математички симболи, специјални знакови или симболи валуте), организовање текста у две и више колона и сл.
- **Spell Check:** приступ алатима и опцијама за проверу правописа унутар текста.
- **Tools:** проналажење текста и његову измену новим текстом.
- **Options:** додатни алати као што су алати за укључивање лењира, *undo* и *redo* опција, избор језика и сл.
- **Close** секција омогућава прихватање измена и излазак из текст едитор.

6.16.3. Остале команде за унос текста у палети алатки „Text“

Остали алати из палете алатки *Text* намењени су превасходно за уређење текста писаног у формат *Singleline*. Кориснику су на располагању следеће команде:

- **Text style** (сл. 6.126, поз. 1) – омогућава избор стила текста који се уноси или промену стила раније унетог текста.
- **Find text** (сл. 6.126, поз. 2) – служи за претрагу текста унутар цртежа или документа. Када корисник активира ову команду, отвара се дијалог или прозор у који корисник може унети текст који жели пронаћи. Након уноса траженог текста, програм ће претражити све текстуалне елементе у цртежу и лоцирати све инстанце унетог текста. Ове инстанце текста биће означене или приказане на екрану. Када корисник пронађе тражени текст, може предузети одговарајуће акције, као што су измене текста, брисање или додавање нових елемената.
- **Annotation Text Height** (сл. 6.126, поз. 3) – служи за подешавање висине текстуалних елемената који су означени као анотативни.
- **Check Spelling** (сл. 6.126, поз. 5) – у палети алатки служи за проверу правописа унетог текста на цртежу. Ова команда омогућава брзу и ефикасну проверу правописних грешка или неправилности унутар текстуалног садржаја на цртежу. Када корисник активира команду, програм аутоматски пролази кроз сав унети текст на цртежу и идентификује речи које нису препознате или које се не подударaju са речницима унутар програма. Након што се провера заврши, кориснику се приказује извештај са наведеним правописним грешкама, где свака грешка обично долази са сугестијама за исправку. Корисник може прегледати листу правописних грешака које је програм идентификовао и одабрати опцију за аутоматску исправку или ручно исправити сваку грешку. Након што се правописне грешке исправе, корисник може затворити прозор са извештајем и наставити са радом на цртежу.

- **Text Align** (сл. 6.126, поз. 6) – омогућава поравнавање текстуалних објеката. Када корисник активира команду, најпре одабира текстуални објекат у односу на који жели да поравна остале *Singline* текстове, а затим тачку која ће послужити као референтна тачка за поравнање текста. Ово се обично постиже одабиром тачке или линије на цртежу. Након што се одреди референтна тачка, корисник може одабрати жељени начин поравнања текста. Опције поравнања укључују хоризонтално поравнање (лево, центар, десно) и вертикално поравнање (горе, центар, доле). Када се одаберу жељена подешавања поравнања, текст ће се аутоматски преместити и поравнати у складу са одабраним опцијама.
- **Scale** (сл. 6.126, поз. 8) – служи за промену величине текста или анотативе објеката.
- **Text Layer Override** (сл. 6.126, поз. 8) – омогућава промену слој на којем се налази текст.

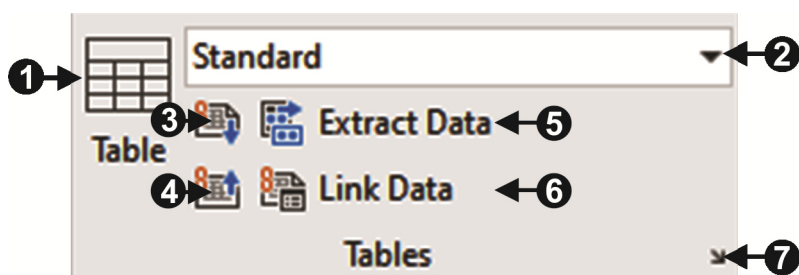
6.17. ЦРТАЊЕ ТАБЕЛА У ПРОГРАМУ *AutoCAD*

Табеле су кључни део техничког цртежа јер омогућавају прегледно организовање информација које се односе на димензије, спецификације делова, материјале, толеранције и друге релевантне податке.

Табеле су важне за креирање заглавља техничких цртежа и саставница. Заглавље, смештено у доњем десном углу цртежа, обухвата битне информације за идентификацију и употребу цртежа, које су како техничке, тако и правне природе. Различити цртежи могу имати различита заглавља, прилагођена њиховој сврси, врсти и месту употребе. Могу бити прилагођена потребама произвођача, образовних институција и других корисника.

За склопове и саставне цртеже, посебно се користи заглавље које се назива саставница. Саставница је проширење заглавља цртежа, обично смештено на истом формату са самим цртежом, или може бити посебан документ, посебно када се користи као део процеса наручивања или производње.

Алати за цртање табела, у програму *AutoCAD 2024*, налазе се на траци *Annotate* у оквиру палете *Tables* (сл. 6.131).



Сл. 6.131. Палета алатки *Tables* траке *Annotate*

6.17.1. Подешавање стила табеле

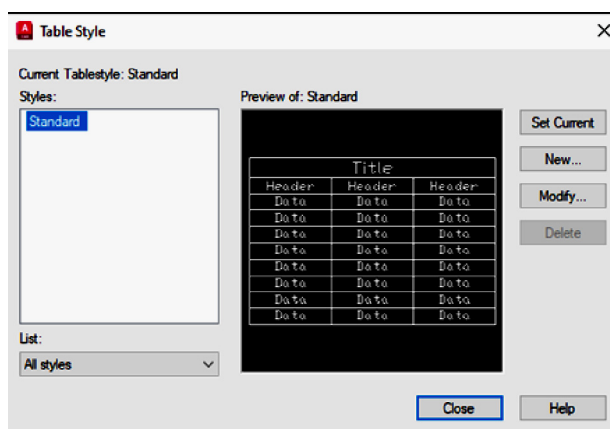
Подешавање стила табеле врши се у прозору *Table Style*, који се отвара притиском левог тастера миша на стрелицу у десном доњем углу палете *Tables* (сл. 6.131, поз. 7). Прозор *Table Style* (сл. 6.132) пружа информације о:

- подразумеваном стилу табеле (*Current Tablestyle:*),
- списку расположивих стилова (на сл. 6.132 то је само стил *Standard*) и
- изглед одабраног стила табеле (*Preview of:*).

Поред наведених информација у дну овог прозора са леве стране налази се падјући мени *List* који омогућава одабир стилова табела приказаних у списку расположивих (сви расположиви или само оних коришћених на цртежу).

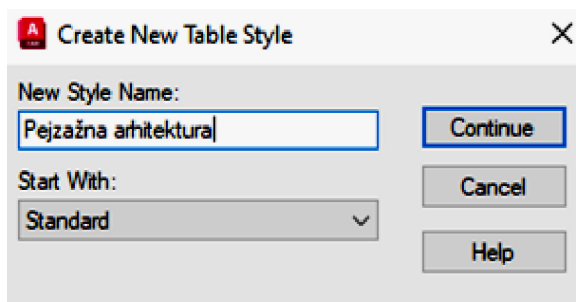
Са десне стране прозора налазе се команде које омогућавају:

- постављање одабраног стила као подразумеваног (*Set Current*),
- кеирање новог стила (*New*),
- измену постојећег стила (*Modify...*) и
- брисање одабраног стила (*Delete*).



Сл. 6.132. Прозор *Table Style*

Креирање новог стила табела почиње додељивањем жељеног имена и одабиром стила који ће бити основа за његово подешавање (сл. 6.133).



Сл. 6.133. Прозор *Create New Multileader Style*

Након одабира опције *Continue* (сл. 6.133), отвара се прозор *New table Style: Naziv Stila* (сл. 6.134), у оквиру кога се налазе поставке за креирање новог стила табеле. Поставке су организоване у оквиру три сектора: *Starting table, General u Cell styles*.

Опције расположиве у оквиру сектора *Starting table* омогућавају избор или уклањање постојеће табеле у оквиру цртежа као основе за подешавање новог стила.

У оквиру сектора *General* дефинише се смер простирања табеле, избором једне од две понуђене опције:

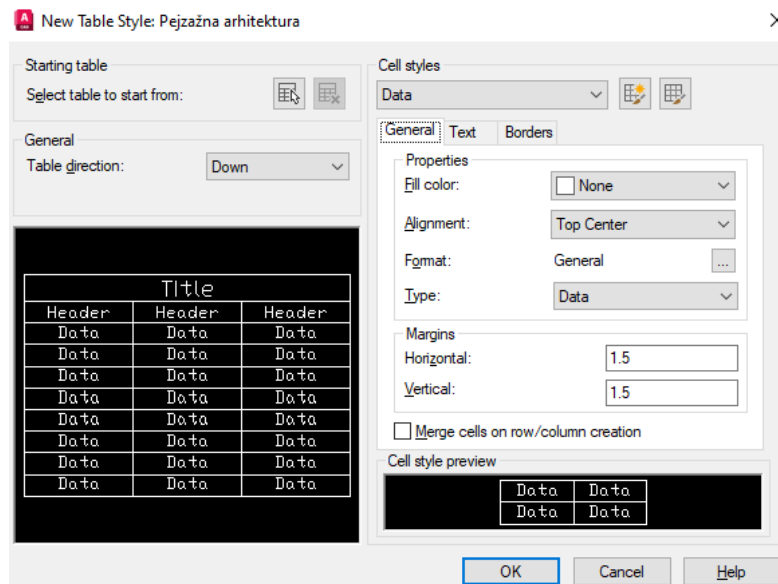
- **Down** (Доле): ред са насловом и заглављима колоне ће се налазити на врху табеле. Уметањем новог реда избором опције *Below* (изнад) нови ред ће бити уметнут изнад одабраног реда;
- **Up** (Горе): ред са насловом и ред са заглављима колоне се налази на дну табеле. Уметањем новог реда избором опције *Below* (изнад) нови ред ће бити уметнут испод одабраног реда.

Сектор *Cell Styles* омогућава дефинисање новог и подешавање постојећих стилова ћелија (*Title, Header, Data*). Параметри ћелија којима се управља у оквиру овог сектора груписани су у три картице (*General, Text и Borders*).

Картица *General* користи се за подешавање следећих параметара:

- *Fill color*: боја позадине ћелије;
- *Alignment*: поравнавање текста унутар ћелије; поравнавање текста унутар ћелије врши се избором једне од понуђених опција (*Top Left, Top Center, Top Right, Middle Left..., Bottom Left...*);
- *Format*: постављање типа и формата података унутар ћелија; одабир типа података избором једног од понуђених (*Angle, Currency, Date, Decimal Number, General, Percentage, Point, Text ili Whole Number*) као и формат њиховог приказивања у ћелији (на пример угао – *енг. Angle* могуће је представити у једном од понуђених формата (*Decimal degrees, Deg/min/sec, Grads, Radians или Surveyors units*);
- *Margins*: величина хоризонталне и вертикалне удаљености граница ћелије од текста.

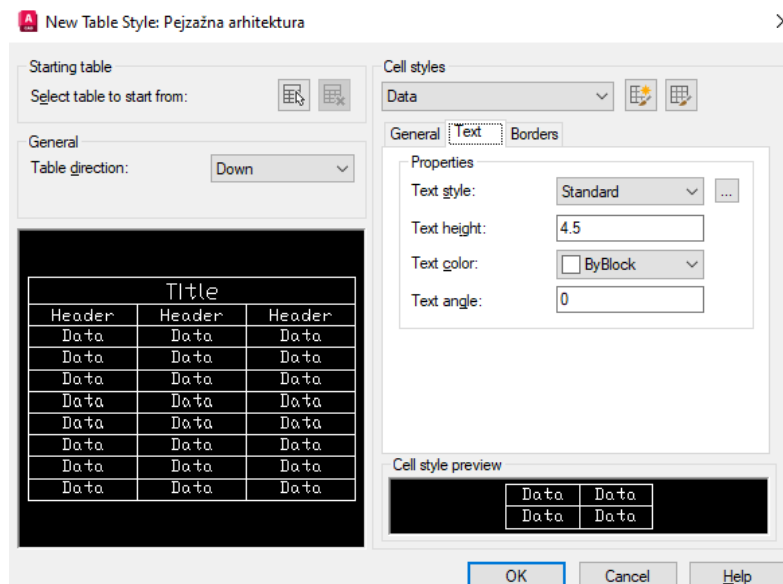
Одабиром опције *Merge cells on row/column creation* омогућено је повезивање свих ћелија новог реда или колоне у једну ћелију.



Сл. 6.134. Прозор *New Table Styles* са отвореном картицом *General*

У оквиру картице *Text* могуће је подесити (сл. 6.135):

- *Text style*: жељени стил текста;
- *Text height*: висину текста;
- *Text color*: боју текста и
- *Text angle*: угао закошења текста.



Сл. 6.135. Прозор *New Table Styles* са отвореном картицом *Text*

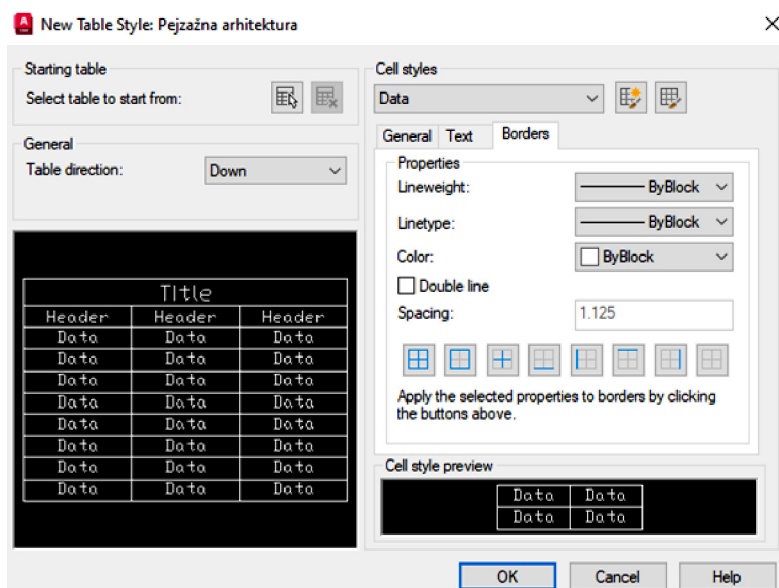
Картица *Borders* (сл. 6.136) омогућава подешавање параметара граничних линија ћелија, и то:

- *Lineweight*: дебљина линија;
- *Linetype*: тип линије;

- *Color*: боје линије.

Одабиром опције *Double line* граничне линије ћелија ће бити приказана као дупла линија међусобног одстојања дефинисаног параметром *Spacing*.

Избором одређене комбинације дугмади на дну ове картице одабирају се граничне линије ћелија на које ће се применити усвојена подешавања (*All Borders*, *Outside Border*, *Inside Border*...)



Сл. 6.136. Прозор *New Table Styles* са отвореном картицом *Borders*

6.17.2. Креирање табеле

Табеле се у програму *AutoCAD 2024* креира коришењем команде *Table* смештене на траци *Annotate* и палети *Tables* (сл. 6.131, поз. 1). Након активирања команде *Table* отвара се прозор *Insert Table* (сл. 6.137).

Предефинисане параметре изгледа табеле могуће је одабрати избором жељеног стила из падајућег менија *Table style*.

У оквиру сектора *Insert options* одабиром једне од понуђених опција могуће је:

- креирање празне табеле одабиром опције *Start from empty table*,
- креирање табеле на основу спољних података одабиром опције *From a data link* или
- креирање табеле на основу података доступних на цртежу *From object data in the drawing (Data Extraction)*.

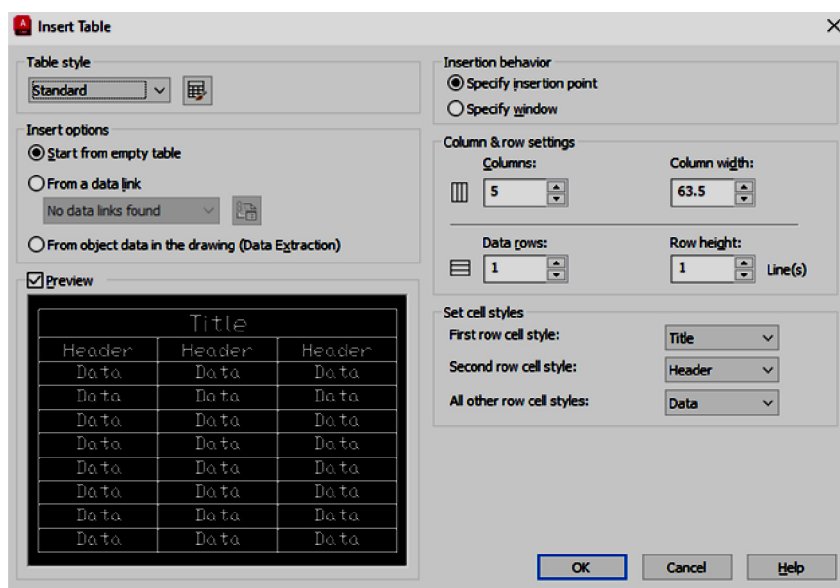
Локација уметања табеле одређује се избором две понуђене опције у оквиру сектора *Insertion behavior*:

- Избором тачке уметања (*Specify Insertion Point*): Место уметања у табели варира у складу са одабраним стилем табеле. На пример, ако је изабрана опција смера

од врха ка дну, тачка уметања биће у горњем левом углу, док ће, ако је смер од дна ка врху, тачка уметања бити у доњем левом углу.

- Постављањем величине прозора унутар којег треба да се смести табела (*Specify Window*): Када је ова опција активирана, избор у сектору *Column & Row Settings* ограничен је на број редова и колона или на ширину колоне и висину реда.

У сектору *Column & Row Settings* могуће је изабрати број и ширину колона, као и број и висину редова. Док се у делу *Set Cell Styles* може одабрати који елементи табеле (наслов, заглавље и подаци) ће бити садржани у ћелијама првог, другог и осталих редова.

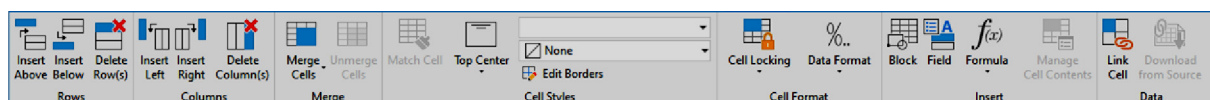


Сл. 6.137. Прозор *Insert Table*

Унос жељеног садржаја у појединачне ћелије започиње двоструким притиском у њих левим тастером миша. Тада се трака са командама аутоматски трансформише у траку *Text Editor*, омогућавајући уређивање текста у ћелијама (погледати поглавље 6.16.2 *Команде Single и Multiline tekst*).

6.17.3. Прилагођавање уметнуте табеле

За прилагођавање уметнуте табеле у програму *AutoCAD 2024* корисницима су на располагању разни алати. Они постају доступни након што корисник селекује једну или више ћелија (притиском левим тастером миша на било коју ћелију). Тада се трака са командама аутоматски мења у траку за уређивање ћелија табеле (*Table Cell*, сл. 6.138). Ова трака обухвата следеће палете алата: *Rows*, *Columns*, *Merge*, *Cell Styles*, *Cell Format*, *Insert* и *Data*.



Сл. 6.138. Трака са командама *Table Cell*

У палети *Rows* налазе се алати за уметање или брисање редова. Команде *Insert Above* и *Insert Below* додају један ред изнад или испод реда селектоване ћелије, док команда *Delete Row(s)* уклања селектоване редове.

Палета *Цолумнс* садржи алате за уметање или брисање колона. Команде *Insert Left* и *Insert Right* додају једну колону лево или десно од колоне селектоване ћелије, док команда *Delete Column(s)* брише селектоване колоне.

Алати палете *Merge* омогућавају спајање више суседних ћелија у једну, без обзира на то да ли је спајање хоризонтално или вертикално. Команда *Unmerge Cells* раздваја претходно спојене ћелије, враћајући их у првобитно стање. Ове акције се примењују на претходно селектоване ћелије.

Алати који се налазе у оквиру палете *Cell Styles* омогућавају:

- копирање свих својстава изабране ћелије на друге одабране ћелије (*Match Cell*). Ова команда омогућава корисницима да одаберу ћелију чија својства желе да копирају, активирају команду, а затим изаберу једну или више ћелија на које желе применити та својства.
- одабир положаја текста унутар одабраних ћелија,
- одабир предефинисаног стила ћелија (*Table Cell Styles*),
- одабир боје позадине ћелије (*Table Cell Background Color*),
- изменити својства граничних линија одабраних ћелија (*Edit Borders*).

Палета *Cell Format* садржи алат чије понуђене опције *Unlocked*, *Content Locked*, *Format Locked*, *Content and Format Locked* служе за управљање закључавањем садржаја и формата у ћелијама табела. Тако опција:

- *Unlocked* откључава ћелију, омогућавајући корисницима да мењају и садржај и формат у њој.
- *Content Locked* закључава само садржај ћелије, спречавајући кориснике да мењају унесени текст или вредност, али им дозвољава да мењају формат.
- *Format Locked* закључава само формат ћелије, чиме се спречава кориснике да мењају стилове, боје или друге форматне карактеристике, али им дозвољава да мењају садржај.
- *Content and Format Locked* закључава и садржај и формат ћелије, спречавајући кориснике да мењају било који део или аспект ћелије.

У оквиру палете *Cell Format* налази се такође и *Data Format* падајући мени у оквиру кога се дефинише формат садржаја ћелије избором једне од понуђених опција *Angle*, *Currency*, *Date...*

Палета *Insert* садржи алате намењене уметању блокова, формула (*Sum*, *Average*, *Count*, *Cell*, *Equation*) и других информација у ћелију табеле.

6.18. УМЕТАЊЕ РАСТЕР СЛИКЕ У AutoCAD ДОКУМЕНТ

Постоји пуно случајева у којима је потребно уметнути растер слику у AutoCAD-ов документ, а неки од њих су:

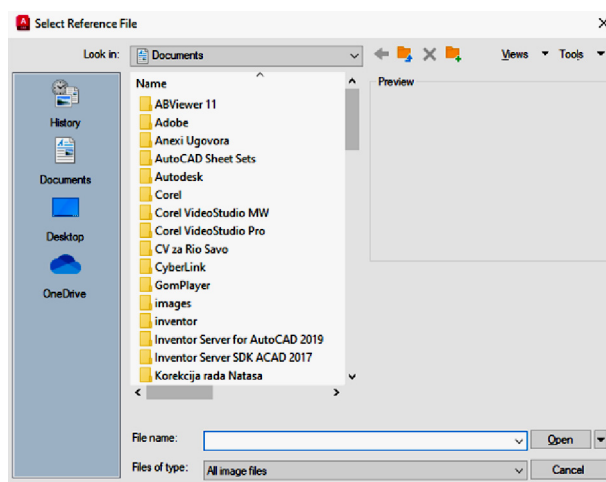
- додавање контекста цртежу, као што су географске карте или сателитски снимци подручја ради лоцирања објеката попут зграда или различитих природних карактеристика,
- пружање инспирација дизајнерима нових елемената,
- илустровање цртежа како би био лакше разумљив,
- убрзавање процеса дизајнирања кроз употребу већ постојећих визуалних ресурса...

AutoCAD подржава формате датотека слика који се користе у главним областима техничког сликања: рачунарска графика, управљање документима, инжењеринг, картирање и системи географских информација (ГИС). Сlike могу бити битоналне, 8-битне сиве, 8-битне у боји или 24-битне у боји. Сlike са дубином боје од 16 бита нису подржане од стране програма.

6.18.1. Алат за уметање растер слике у AutoCAD

Уметање слике у AutoCAD-ов документ врши се командом *IMAGEATTACH*. Ова команда се не налази у оквиру команди које су саставни део подразумеваних палета. Активација команде врши се укуцавањем назива у командну линију или уметањем њене иконе у основну линију (види поглавље 6.2.1). Корисници који користе команде распоређене у падајуће меније (види поглавље 6.2.2) ову команду могу наћи у *Insert*→*Raster Image Reference*.

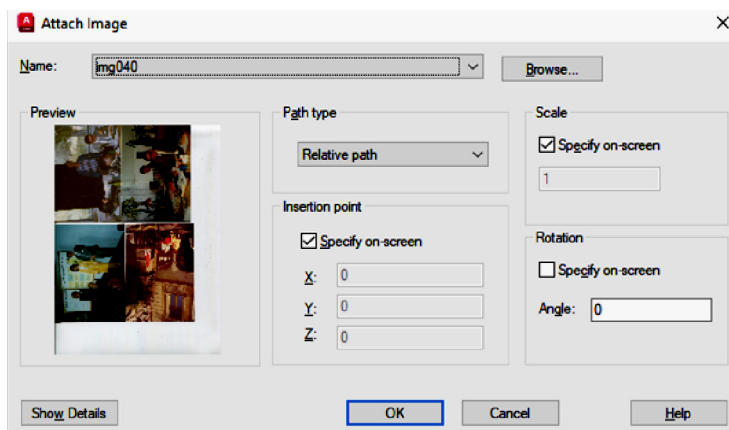
Након активације команде отвара се прозор *Select Reference File* који омогућава избор жељеног растер документа (сл. 6.139).



Сл. 6.139. Прозор *Select Reference File*

Након одабира жељеног растер документа, отвара се прозор *Attach Image* (сл. 6.140). У горњем делу прозора може се изменити одабрани растер документ притиском на команду *Browse*. Даље, у оквиру овог прозора могу се подешавати следећи параметри:

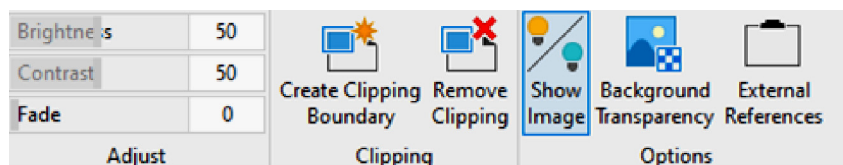
- **Path type** (тип путање): Овде је важно напоменути да уметањем растер слике у *AutoCAD*-ов документ, она неће постати део документа, већ ће бити само приказана. То значи да преносом на други компјутер *AutoCAD*-овог документа који садржи растер слику, неопходно је пренети и оригиналну слику. Из тог разлога, избор путање је од кључног значаја како би програм могао правилно лоцирати слику. На располагању су три опције:
 - ✓ **Full path** (пуна путања): ова опција омогућава чување комплетне адресе где се слика налази (на пример: *C:\Korisnici\tomic.milan\Dokumenti\Pejzažna arhitektura\Primer putanje.jpg*). Уколико програм не пронађе на овој адреси тражени документ, уместо слике ће бити приказана само пуна адреса.
 - ✓ **Relative path** (релативна путања): избором ове опције, програм ће створити релативну путању, која ће садржати поред имена документа, само име фолдера у којем је слика смештена (на пример: *.\Pejzažna arhitektura\Primer putanje.jpg*). Релативна путања омогућава да растер слике које треба да буду део *AutoCAD*-овог документа буду смештене у посебан фолдер.
 - ✓ **No path** (без путање): избором ове опције, програм ће задржати само информацију о називу слике (на пример: *\Primer putanje.jpg*). Приликом отварања на другом компјутеру, програм ће потражити слику само унутар фолдера у којем се налази сам *AutoCAD*-ов документ. Ако документ са истим именом не постоји у том фолдеру, уместо слике ће бити приказано само њено име.
- **Insertion point** (тачка уметања): омогућава дефинисање координате тачке у коју ће бити уметнута слика. Потврђивањем опције *Specify on-screen* омогућен је избор тачке уметања на монитору компјутера. Тачка уметања на слици је доњи леви угао.
- **Scale** (скалирање слике): омогућава кориснику да уношењем жељеног фактора скалирања увећа или умањи приказану димензију слике. Потврђивањем опције *Specify on-screen* омогућено је скалирање слике одабиром величине прозора на монитору компјутера.
- **Rotation** (ротација слике): омогућава избор угла ротације слике. И овде потврђивањем опције *Specify on-screen* омогућено је ротирање слике одабиром њеног положаја на монитору компјутера.



Сл. 6.140. Прозор *Attach Image*

6.18.2. Алат за едитовање растер слике у AutoCAD

Након одабира (селектовања) слике у програму *AutoCAD*, отвара се нова трака са палетама команди намењених едитовању слика *Image* (сл. 6.141). Команде у траци *Image* су развртане у три палете *Adjust*, *Clipping* и *Options*.



Сл. 6.141. Трака команди *Image*

У оквиру палете *Adjust* налазе се контроле које омогућавају подешавање осветљења (*Brightness*), контраста (*Contrast*) и замућења (*Fade*).

Команде у оквиру палете *Clipping* користе се за одсецање дела растер слике како би се уклонили непотребни делови или како би се слика прилагодила облику или величини објекта на цртежу. Након активирања команде *Create Clipping Boundary* (креирати границу одсецања), потребно је означити (селектовати) слику која се жели одсећи (*Дијалог 56. Линија 1*).

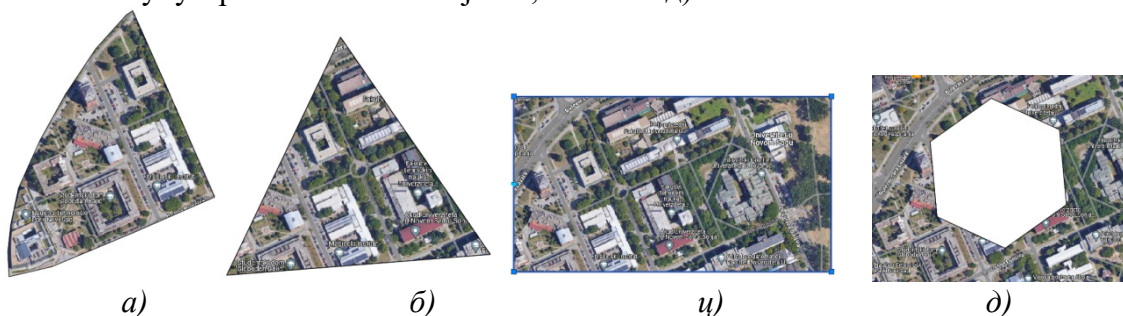
ДИЈАЛОГ 56

Type a command:
Imageclip [ENTER]
IMAGECLIP Select image to clip:
IMAGECLIP [Select polyline Polygonal Rectangular Invert clip] <Rectangular>:

Након селектовања жељене слике, корисник се упућује да одабере начин одсецања, избором једне од понуђених опција (*линија 2*):

- *Select polyline*: селектовањем жељеног *Polyline* објекта (*polyline* објекат потрено је претходно нацртати; сл. 6.142a);

- *Polygonal*: селектовањем полигона (полигон се исцртава дефинисањем појединачних тачака на растер документу; сл. 6.142б);
- *Rectangular*: селектовањем правоугаоника (правоугаона површина као граница одсецања дефинише се током итвршења команде; сл. 6.142ц) или
- *Invert clip*: инвертним одсецањем (избором ове опције програм ће уклонити део слике унутар селектованог објекта; сл. 6.142д).

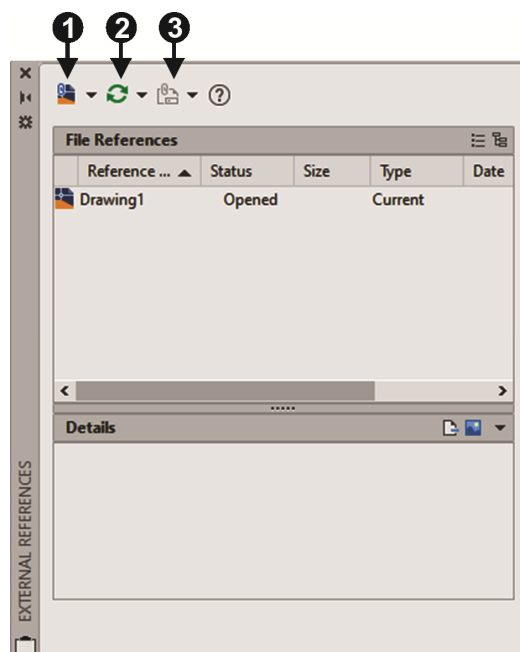


Сл. 6.142. Примена различитих објеката као границе одсецања растер документа
а - *polyline*, б - полигона, ц - правоугаоника, д-инверзно одсецање

Команда **Remove Clipping** палете *Clipping* омогућава кориснику да уклони ефекат одсецања слике. Важно је напоменути да је ово могуће учинити у било ком тренутку, јер слика заправо није трајно одсечена, већ је само њен приказ у *AutoCAD*-овом документу ограничен.

У палети *Options* налазе се команде:

- **Show image** (прикажи слику): ова команда омогућава приказ (*ON*) или сакривање (*OFF*) приказа слике на цртежу.
- **Transparency** (прозирност): команда омогућава уклањање позадине слике како би се видели објекти који се налазе иза слике. Ова команда је доступна за слике у *GIF* формат.
- **External references** (екстерне референце): активирањем команде отвара се палета *External references* (сл. 6.143), која организује, приказује и управља спољним фајловима у оквиру *AutoCAD* документа.



Сл. 6.143. Палета *External reference*

У оквиру палете *External references* налазе се команде (сл. 6.143):

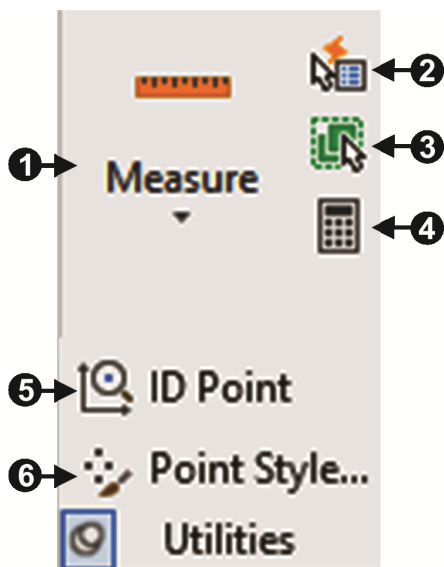
- **Attach** (прикачи): приказује дијалог за избор спољног документа (*DWG, Image, DWF, DNG, PDF...*) и качи га на тренутни цртеж (поз. 1).
- **Refresh** (освежи): освежава приказ листе или поново учитава све референце како би приказао евентуалне промене које су се могле десити у референтним документима (поз. 2).
- **Change Path** (промени путању): мења путању изабраног документа избором између опција *No path, Relative Path* и *Full Path* (поз. 3).

У пољима *File References* и *Details* приказује се структура повезаних докумената и њихови параметрици (сл. 6.143).

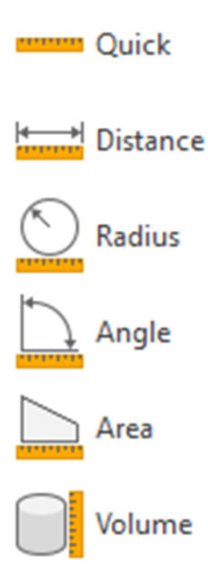
6.19. МЕРЕЊЕ РАСТОЈАЊА, УГЛОВА, ПОВРШИНА И ЗАПРЕМИНА У ПРОГРАМУ *AutoCAD 2024*

Мерење растојања две тачке, угла две дужи, површине равни или запремине тела су кључне функције које омогућавају корисницима да прецизно измере, анализирају и планирају простор унутар својих цртежа.

Сва наведена мерења обављају се применом алата који су смештени у оквиру палете *Utilities* која се налази на траци *Home* (сл. 6.144).



Сл. 6.144. Палете Utilities траке Home



Сл. 6.145. Падајући мени Measure

6.19.1. Алати из падајућег менија Measure

Мерење растојања, углова, површина и запремина врши се коришћењем команде *Measure* (сл. 6.144, поз. 1). Притиском левог тастера миша на стрелицу која се налази у дну ове комаде отвара се падајући мени у оквиру ког је могућ изабор различитих команди (*Quick*, *Distance*, *Radius*, *Angle*, *Area* и *Volume*) (сл. 6.145):

- **Quick (MEASUREGEOM):** омогућава кориснику брз приказ дужине линије и углова између њих. Активирањем ове команде програм од корисника тражи да помера показивач миша по цртежу (Дијалог 57).

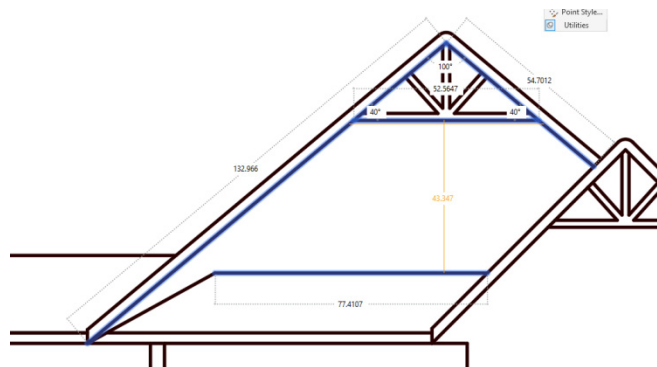
ДИЈАЛОГ 57

Type a command:

Measuregeom [ENTER]

MEASUREGEOM Move cursor or [Distance Radius Angle Area Volume Quick Mode eXit] <eXit>:

Приближавајући показивач миша различитим зонама цртежа, програм детектује линије исписујући њихову дужину и угао између суседних линија (сл. 6.146).



Сл. 6.146. Приказ димензија линија на цртежу применом команде *Quick*

Избором различитих опција у оквиру команде *MEASUREGEOM* корисник има могућност да:

- измери растојање између две тачке (*Distance*),
 - измери полупречник круга или кружног лука (*Radius*),
 - измери угао (*Angle*),
 - израчуна површину равни (*ARea*),
 - израчуна запремину тела (*Volume*),
 - одабере брзи приказ (*Quick*),
 - изабере да ли жели да сваки пут када активира ову команду подразумевана опција буде *Quick (Mode)* и
 - напусти команду (*Exit*).
- ***Distance (MEASUREGEOM)***: омогућава кориснику да измери растојање између две одабране тачке у моделном простору. За разлику од команде *Quick* која приказује дужину појединих линија, команда *Distance* омогућава приказ растојања између две тачке које се могу али не морају налазити на заједничкој дужи. Након активације команде, програм очекује од корисника да дефинише прву тачку мерења а затим другу (*Дијалог 58*).

ДИЈАЛОГ 57

Type a command:

Measuregeom [ENTER]

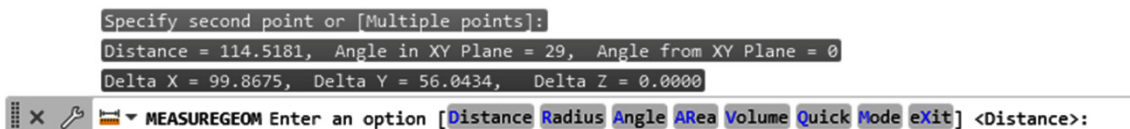
MEASUREGEOM Move cursor or [Distance Radius Angle Area Volume Quick Mode eXit] <eXit>: D

MEASUREGEOM Specify first point:

MEASUREGEOM Specify second point or [Multiple points]:

Након одабира друге тачке, програм изнад командне линије приказује (сл. 6.147):

- апсолутну раздаљину одабраних тачака (*Distance*),
- угао између правца одабраних тачака и X осе (*Angle in XY Plane*),
- угао између правца одабраних тачака и XY равни (*Angle from XY Plane*),
- растојање између тачака у правцу X осе (*Delata X*),
- растојање између тачака у правцу Y осе (*Delata Y*) и
- растојање између тачака у правцу Z осе (*Delata Z*).

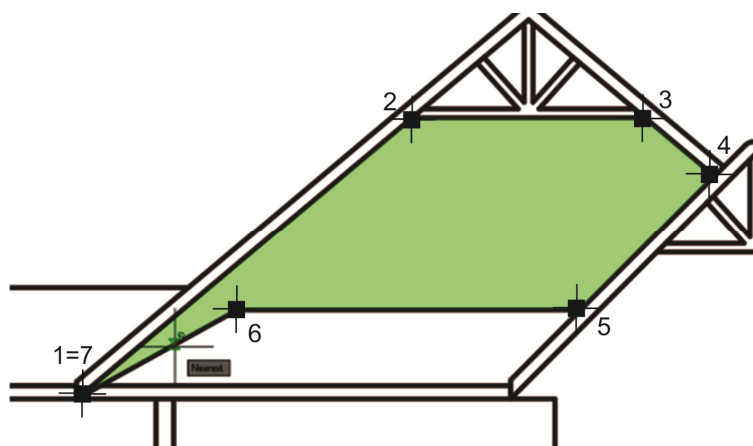


Сл. 6.147. Приказ измереног растојања применом команде *Distance*

- ***Radius (MEASUREGEOM)***: омогућава кориснику приказ полупречника и пречника кружног лука или круга. Након активирања команде, програм тражи од корисника да изабере кружни лук или круг, након чега изнад командне линије приказује измерене вредности.
- ***Angle (MEASUREGEOM)***: омогућава кориснику да измери угао између две одабране дужи. За разлику од команде *Quick* која приказује угао између

суседних линија, ова команда омогућава приказ угла између две линије које могу али не морају бити суседне.

- **Area (MEASUREGEOM):** омогућава израчунавање површине одабране равни. Након активирања команде програм од корисника очекује да дефинише темена равни чију површину жели да израчуна. Након избора жељених тачака (тачке 1-7; сл. 6.148), програм изнад командне линије обавештава корисника о површини (*Area*) или обиму површине (*Perimeter*).



Сл. 6.148. Одређивање темена равни чију површину корисник жели да израчуна

- **Volume (MEASUREGEOM):** омогућава израчунавање запремине тела. Активирањем ове команде корисник најпре дефинише раван доњег базиса тела а затим његову висину (Дијалог 59).

ДИЈАЛОГ 57

Type a command:

Measuregeom [ENTER]

MEASUREGEOM Move cursor or [Distance Radius Angle Area Volume Quick Mode eXit] <eXit>: V

MEASUREGEOM Specify first corner point or [Object Add volume Subtract volume eXit] <Object>:

MEASUREGEOM Specify next point or [Arc Length Undo]:

MEASUREGEOM Specify next point or [Arc Length Undo]:

...

...

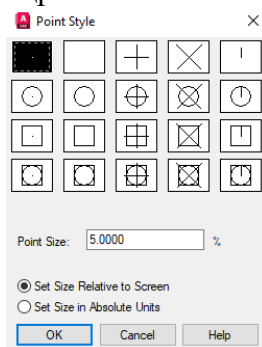
MEASUREGEOM Specify height:

6.19.2. Остали алати палете Utilities

Остали алати из палете *Utilities* пружају додатне функционалности који олакшавају рад корисницима. Ту спадају команде:

1. **Quick Select** (Брзи избор) (сл. 6.144, поз. 2): омогућава брзо селектовање објеката на основу различитих критеријума, као што су слојеви, боје или типови објеката (видети поглавље 6.8., слика 6.46),
2. **Select All** (Селектовати све) (поз. 3): селектује све објекте на цртежу (пречица *Ctrl+A*),
3. **Quick Calculator** (Калкулатор) (поз. 4): отвара прозор калкулатора,

4. **ID Point** (поз. 5): омогућава корисницима да идентификују тачку на цртежу. Када се користи ова команда, корисник може притиснути показивачем миша у било коју тачку на цртежу, а *AutoCAD* ће приказати координате те тачке у односу на координатни почетак.
5. **Point Style** (Стил тачке) (поз. 6): омогућава корисницима да прилагоде стил приказа тачака које се користе на цртежима, избором различитих понуђених симбола и њихове величине (сл. 6.149). У зависности од избора опције *Set Size Relative to Screen* или *Set Size Absolute Units* величина тачке ће бити исказана у процентима или јединицама цртања.



Сл. 6.149. Прозор Point Style

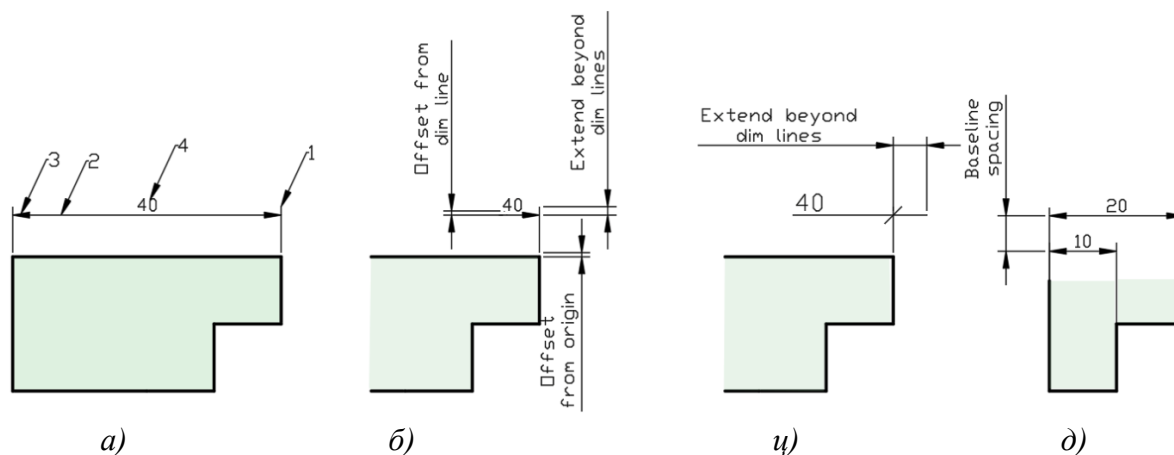
6.20. КОТИРАЊЕ (ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ) ЦРТЕЖА

Котирање (димензионисање) у *AutoCAD*-у представља кључни корак у процесу цртања, омогућавајући прецизно означавање димензија објеката на цртежу. Овај процес пружа корисницима могућност да јасно дефинишу величину, удаљеност и геометријске карактеристике објеката, што је од суштинског значаја у архитектури, машинству, грађевинарству и другим областима.

Да би се извршило котирање у *AutoCAD*-у, корисници могу користити алате који омогућавају постављање различитих типова димензија, као што су: линеарне или угловне димензије, показне линије и сл. Корисници могу прилагодити стилове димензија како би одговарали специфичним захтевима пројекта или стандардима индустрије. То укључује подешавање фонта, величине стрелица, положаја текста и других параметара. Поред тога, *AutoCAD* омогућава аутоматско ажурирање димензија приликом измене цртежа, што олакшава одржавање доследности и тачности димензионисања током развоја пројекта.

6.20.1. Подешавање стила котирања

Процес котирања у *AutoCAD* програму почиње подешавањем стила котирања у складу са захтевима пројекта или важећим стандардима. Котирање цртежа подразумева коришћење различитих елемената као што су помоћне котне линије, главна котна линија, котни завршеци и котни број (сл. 6.150а). Поред ових елемената, могу се користити и додатни као што су показне линије, почетни кружићи, тачке и цртице.

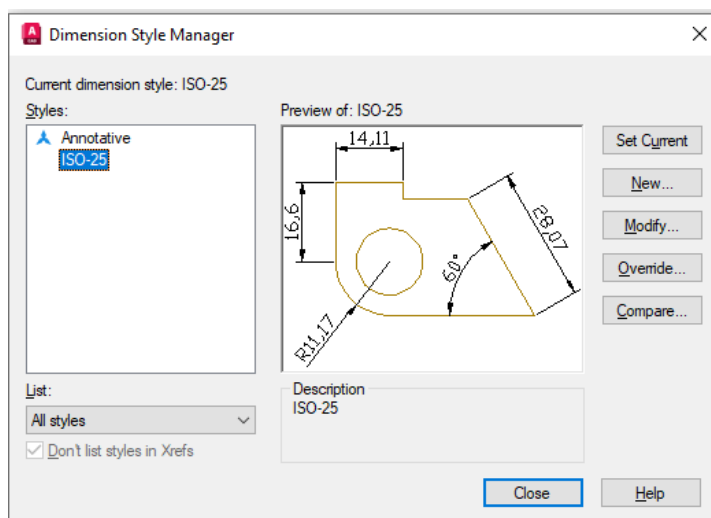


Сл. 6.150. Основни елементи коте

1) помоћна котна линија; 2) главна котна линија; 3) котни број; 4) котни завршетак

Да би се правилно формирали ови елементи, неопходно је солидно познавање правила техничког цртања. У овом уџбенику, неће се разматрати правила котирања, с обзиром да се претпоставља да читаоци већ имају адекватно предзнање о овој теми.

Креирање и модификација стила котирања врши се у прозору *Dimension Style Manager* (који се отвара притиском левим тастером миша на стрелицу у десном доњем углу палете *Dimensions* траке *Annotate* (сл. 6.162, поз. 20).



Сл. 6.151. Почетни дијалог намењен креирању сила котирања

У прозору *Dimension Style Manager* корисницима су доступни следећи елементи (сл. 6.151):

- **Current dinesions style** (тренутни стил димензионисања): пружа информацију о подразумеваном стилу котирања (тренутно је доступан само стил ИСО-25, те је он подразумеван);
- **Styles** (лево средишње поље): приказује расположиве стилове котирања (у тренутном приказу нису формиран нове стилови котирања осим подразумеваног ИСО-25);

- **List** (листа): падајући мени омогућава корисницима да одаберу који стилови ће бити приказани у горњем пољу (сви расположиви или они који су коришћени на цртежу);
- **Preview of** (десно средишње поље): приказује изглед одабраног (селектованог) стила котирања;
- **Description** (опис): пружа детаљан опис одабраног стила котирања.

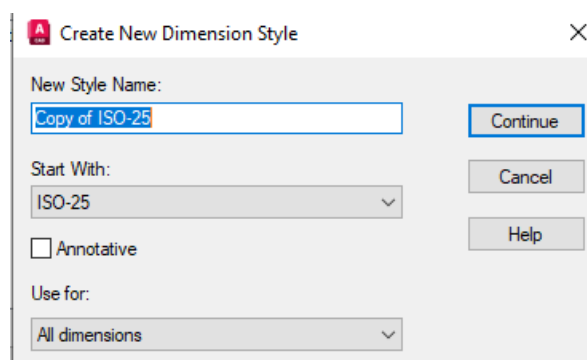
На десној страни прозора налазе се команде са следећим функцијама (сл. 6.151):

- **Set Current** (постави као подразумевани)⁵⁶: поставља одабрани (селектовани) стил котирања као подразумевани (активни). Када започне поступак котирања, користиће се овај стил;
- **New** (нови): омогућава креирање новог стила котирања;
- **Modify** (измени): омогућава измену постојећег стила котирања;
- **Compare...** (упореди...): омогућава упоређивање разлика између два одабрана стила котирања.

Креирање новог стила котирања (*New*, сл. 6.151) почиње уношењем жељеног имена новоформираног стила котирања у поље *New Style Name* у прозору *Create New Dimension Style* (сл. 6.152). У оквиру овог прозора могуће је подесити још и следеће параметре:

Start With: падајући мени омогућава избор постојећег стила котирања од чијих поставки ће почети креирање новог стила. Ова опција је корисна јер омогућава корисницима да искористе постојеће поставке у раније креираном стилу котирања и измене само жељене поставке.

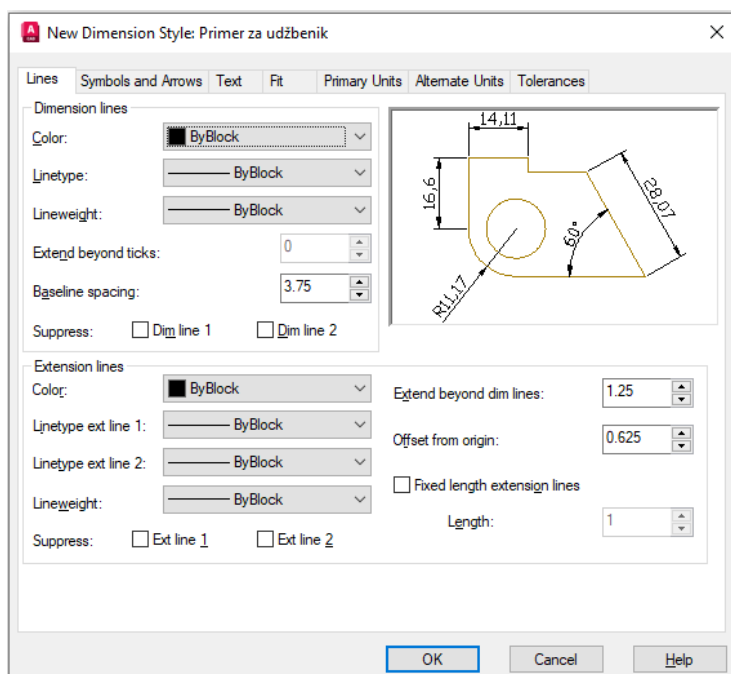
Use for: падајући мени омогућава избор врсте кота (све коте, линеарне коте, угловне коте, коте радијуса, коте пречника...) на које се нови стил односи. Одабир врсте коте одређује које ће опције бити понуђене у даљем процесу креирања стила (у даљем приказу биће одабрана опција *All dimensions* - Све коте, како би биле приказане све расположиве поставке).



Сл . 6.152. Прозор *Create New Dimension Style*

⁵⁶ Обратите пажњу да се код назива свих поставки у менију појављује једно слово које је подвучено. То слово показује која је расположива пречица за активирање дате команде (Alt+x). На пример, пречица за команду *Set Current* је Alt+u

Након притиска команде *Continue* (сл. 6.152) отвара се прозор *New Dimension Style*: у оквиру кога се налазе расположиве поставке за креирање стила котирања (сл. 6.153). Поставке су логично распоређене у седам картица: *Lines*, *Symbols and Arrows*, *Text*, *Fit*, *Primary Units*, *Alternate Units* и *Tolerances*.



Сл. 6.153. Прозор *New Dimension Style*: (картица *Lines*)

На картици *Линес* (Линије) (сл. 6.153) подешавају се параметри *Dimension lines* и *Extension lines*.

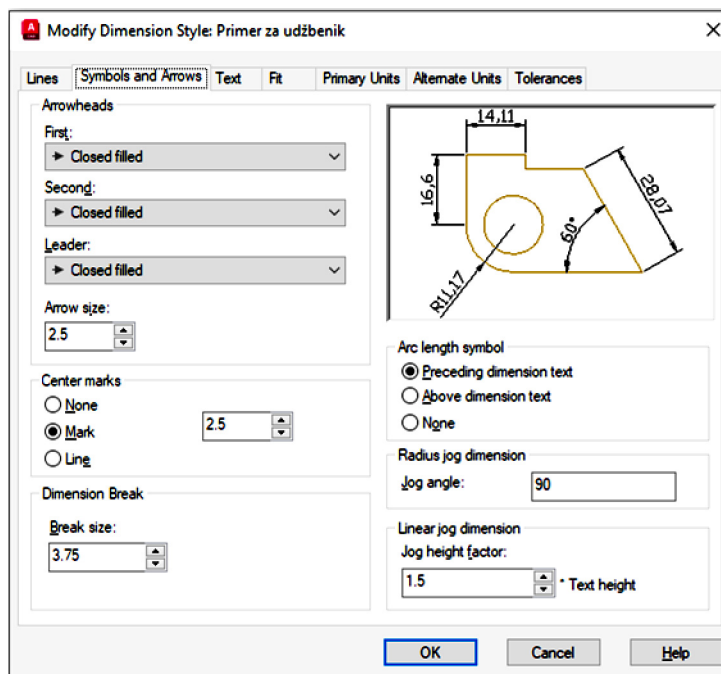
У оквиру сектора *Dimension lines* могуће је параметре главне котне линије:

- **Color** (боја): одабир боје линије,
- **Linetype** (тип линије): одређује тип линије (пуна, испрекидана, црта-тачка...),
- **Lineweight** (дебљина): прилагођава дебљину линија,
- **Extend beyond ticks** (проширење преко котних завршетака): дефинише дужину главне котне линије изван помоћних линија, када је котни завршетак постављен као коса црта (сл. 6.150ц),
- **Baseline spacing** (размак међулинија): поставља удаљеност између главних котних линија код паралелног котирања (сл. 6.150д),
- **Suppress** (потискивање): омогућава скривање дела главне котне линије.

Сектор *Extension lines* пружа могућност прилагођавања истих параметара повезаних с помоћним котним линијама. Осим тога могуће је подесити:

- **Extend beyond dim lines** (Проширење преко димензионих линија): одређује колико помоћне линије излазе изнад главне котне линије (сл. 6.150б).

- **Offset from origin** (померај од почетка): дефинише удаљеност помоћне линије од објекта на који се односи (сл. 6.150б).
- **Fixed length extending lines** (фиксна дужина помоћних линија): даје помоћним линијама фиксну дужину, која се дефинише у пољу *Length* (Дужина).



Сл. 6.154. Прозор *New Dimension Style*: (картица *Symbols and Arrows*)

На картици *Symbols and Arrows* (Симболи и Стрелице) (сл. 6.154) у сектору *Arrowheads* врши се избор типа котних завршетака главних котних и показних (*eng. Leader*) линија, као и подешавање величине стрелице (*eng. Arrow size*).

У сектору *Center marks* врши се одабир ознаке центра кругова или радијуса, а у сектору *Dimension Break* величину прекида котне линије када сече контуру објекта.

Параметри сектора *Arc length symbol* омогућавају дефинисање положаја симбола за дужину кружног лука, избором једне од три понуђене опције:

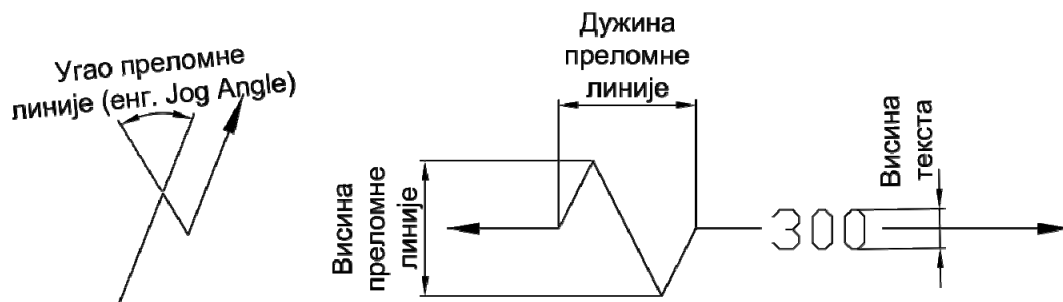
- испред котног броја (*eng. Preceding dimension text*),
- изнад котног броја (*eng. Above dimension text*) или
- без ознаке (*eng. None*).

У секторима *Radius jog dimension* и *Linear jog dimension* подешавају се параметри овог типа кота. Наиме, *Radius jog* коте⁵⁷ дефинише угао преломне линије (сл. 6.155а), а *Linear jog* коте⁵⁸ висину преломне линије у функцији висине текста (сл. 6.155б)⁵⁹.

⁵⁷ *Radius jog* је врста коте која се користи за означавање радијуса на цртежу где се због ограниченог простора или естетских разлога не може користити стандардни начин димензионасања.

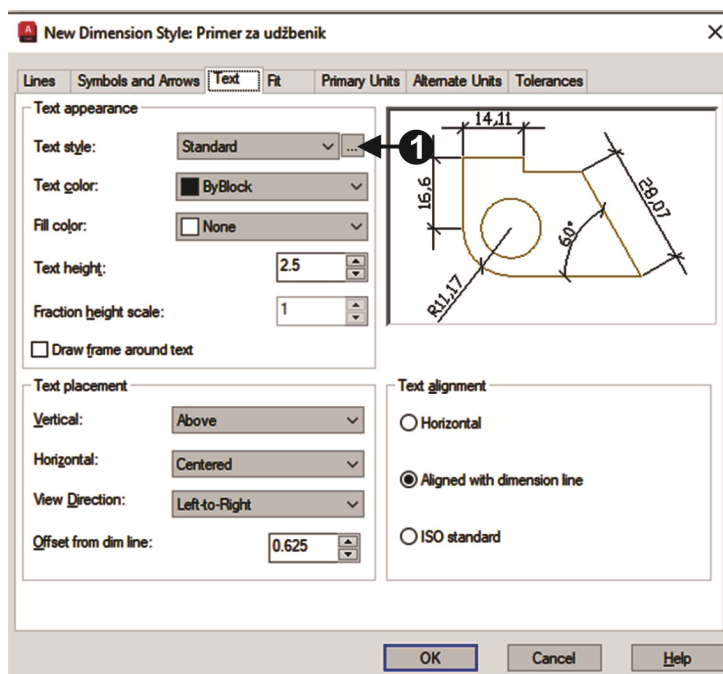
⁵⁸ *Linear jog* је врста коте која се користи за означавање линеарних сегмената на цртежу који су због ограниченог простора или из естетских разлога прекинути, због чега се не може користити стандардни начин димензионасања.

⁵⁹ Висина преломне линије једнака је производу висине текста (*eng. Text height*, сл. 6.156) и *Jog Height factor*-а (сл. 6.154)



Сл. 6.155. Карактеристичне димензије коте типа Jog

На картици *Text* дијалога за модификовање стила котирања у *AutoCAD*-у могу се подесити различите карактеристике текста који се користи за означавање димензија (сл. 6.156).



Сл. 6.156. Картица *Text* дијалога за подешавање стила котирања

У сектору *Text appearance* ове картице могуће је дефинисати:

- *Text style* (стил текста),
- *Text color* (боју текста),
- *Fill color* (боју испуне позадине текста),
- *Text height* (висину текста) и
- *Fraction height scale* (висину разломка)⁶⁰.

Потврђивањем понуђене опције *Draw frame around text* котни број ће бити уоквирен правоугаоним оквиром.

⁶⁰ Ова опција је доступна када се димензије прикажу као разломци (формат јединице *Architectural*).

Подразумевани текстуални стил долази са једном унапред дефинисаном опцијом названом "Standard". Међутим, ако корисник није задовољан овим стандардним изгледом текста, има могућност да прилагоди сопствени стил. То се постиже притиском на квадратно дугме са три тачке, смештено у продужетку падајућег менија *Text style* (сл. 6.156, поз. 1).

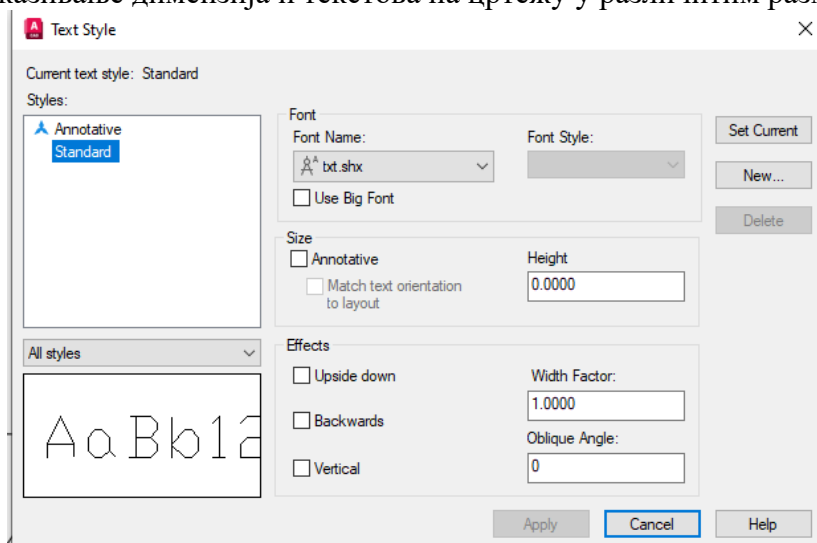
У новоотвореном дијалогу за форматирање стила текста (сл. 6.157) корисник може да изабере:

- *Font name*: фонт текста који се користи за димензионисање,
- *Font Style*: стил фонта (избор између опција *Regular*, *Bold*, *Italic* и *BoldItalic*) и
- *Height*: висину текста⁶¹.

Затим има могућност да контролише:

- *Width factor*: ширину слова у тексту пропорционално висини текста,
- *Oblique angle*: угао нагињања текста под одређеним углом (енг.), као и
- да избором одговарајуће опције омогући постављење текста *Upside down* (наопако), *Backwards* (уназад) или *Vertical* (у вертикалном положају).

Избором опције *Annotative* текст добија способност аутоматског прилагођавања величини и изгледу при промени размере цртежа, чиме је омогућено конзистентно и прецизно приказивање димензија и текстова на цртежу у различитим размерама.



Сл. 6.157. Прозор *Text Style* намењен форматирању текста кота

Подешавањем карактеристика у сектору "*Text Placement*" (сл. 6.156), корисник може контролисати:

- позицију текста у односу на главну котну линију (изнад, испод или у равни) или
- у односу на помоћне котне линије (у центру, ближе једној или другој помоћној котној линији).

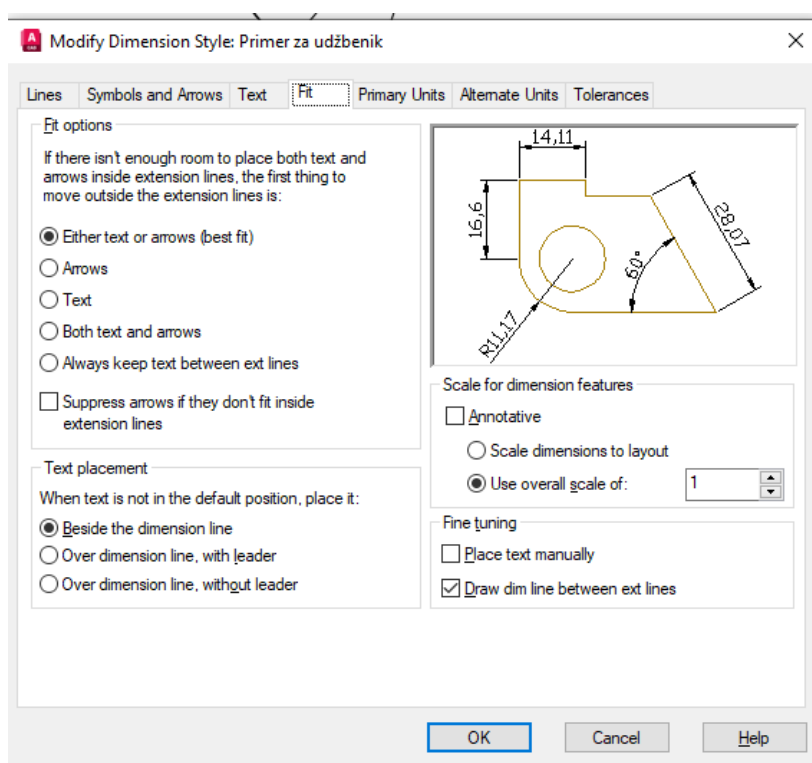
⁶¹ Препорука је да вредност овог параметра буде 0 (нула), а да се висина текста подешава на картици *Text* дијалога за подешавање стила котирања (сл. 6.156). Наиме, уколико вредност висине текста у прозору *Text Style* (сл. 6.157) буде било која вредност различита од нуле, тада ће то бити подразумевана вредност и неће се мењати без обзира на друга подешавања.

Уношењем одговарајуће вредности у поље “*Offset from dim line*” корисник контролише удаљеност текста у односу на главну котну линију (сл. 6.150б).

У сектору *Text alignment* (поравнавање текста) подешава се пложај текста избором једне од понуђених опција (сл. 6.156):

- *Horizontal*: текст је увек хоризонталан,
- *Alignment with dimension line*: текст прати главну котну линију или
- према ИСО стандарду.

На картици *Fit* (сл. 6.158) могу се подесити различите карактеристике које утичу на прилагођавање положаја димензионисаних елемената у односу на објекте или елементе цртежа.



Сл. 6.158. Картица *Fit* дијалога за подешавање стила котирања

У *Fit options* сектору доступне су опције за одређивање приоритета приликом прилагођавања котних елемената унутар помоћних линија уколико не постоји довољно простора. Корисници могу изабрати следеће опције:

- Текст или стрелица у зависности од тога шта даје боље резултате (енг. *Ether text or arrows-best fit*);
- Прво стрелице (енг. *Arrows*);
- Прво текст (енг. *Text*);
- Текст и стрелице (енг. *Both text and arrows*) и
- Увек задржи текст између помоћних линија (енг. *Allways keep text between ext lines*).

У истом сектору, такође, постоји могућност избора да се стрелица не прикаже уколико нема довољно простора између помоћних котних линија (потврђивањем понуђене опције - *Suppress arrows if they don't fit inside extension lines*).

У сектору *Text placement* картице *Fit* (сл. 6.158), корисник може одабрати алтернативне локације за постављање текста. Наиме, уколико текст не може стати на подразумевану позицију између помоћних котних линија, постоје три алтернативне опције:

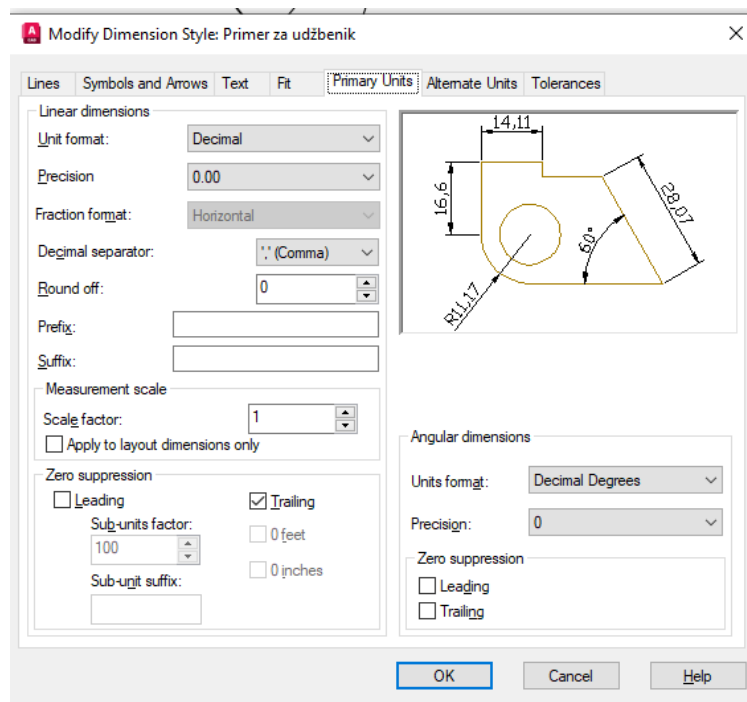
- Постављање текста поред главне котне линије (енг. *Beside the dimension line*)
- Постављање текста преко главне котне линије са показном линијом (енг. *Over dimension line, with leader*)
- Постављање текста преко главне котне линије без показне линије (енг. *Over dimension line, without leader*)

Поставке у сектору *Scale for dimension features* на картици *Fit* омогућавају подешавање укупне вредности скале димензија или скалирање у простору папира. Ове поставке омогућавају корисницима да контролишу како се димензије приказују у односу на величину цртежа или простор у коме се цртеж налази.

У сектору *Fine tuning*, пружају се напредне опције за прецизно подешавање положаја текста димензије. Ова подешавања омогућавају игнорисање уобичајених поставки хоризонталног поравнања текста и омогућавају кориснику да ручно одреди позицију текста, без обзира на задате параметре поравнања (енг. *Place text manually*). Такође, корисник може изабрати да ли да се црта главна котна линија чак и ако су стрелице постављене изван помоћних котних линија (енг. *Draw dim line between ext lines*).

На картици *Primary Units* могу се подесити различите карактеристике које се односе на приказивање јединица мере (сл. 6.159). Ови параметри омогућавају прилагођавање начина на који се димензије приказују у цртежу, укључујући јединице мере, тачност, префиксе и начин форматирања. На овој картици издвојене су две главне групе јединица мере, и то:

- јединице дужинских мера (*Linear dimensions*) и
- угаоних мера (*Angular dimensions*).



Сл. 6.159. Картица *Primary Units* дијалога за подешавање стила котирања

У сектору *Linear dimensions*, корисник може дефинисати приказ јединица мере, као што су:

- *Decimal*,
- *Architectural*,
- *Fractional*,
- *Scientific* и др.

Такође, могуће је одредити:

- прецизност мерења,
- избор сепаратора за формат *Fractional*, као и
- сепаратор децималних вредности (тачка,arez или празно место).

Опција *Round off* омогућава кориснику да постави жељену вредност заокруживања, док опције *Prefix* и *Suffix* омогућавају додавање ознаке испред или иза димензионе вредности, попут мерних јединица.

У сектору *Measurement scale* (сл. 6.159), корисник има могућност да дефинише фактор скалирања, што директно утиче на вредност котног броја. Ова опција је корисна када корисник црта објекте у различитим размерама у односу на њихове стварне димензије, као што су цртежи који су у мањем или већем односу од стварне величине. На тај начин, котне вредности могу бити приказане у складу са стварним димензијама објекта. Опција *Apply to layout dimensions only* омогућава примену фактора скалирања искључиво на коте које су унете у папирном простору.

Сектор *Zero suppression* омогућава корисницима да дефинишу како ће се нуле третирају у димензионисању. На пример, могуће је поставити да се нуле приказују или игноришу у котама. Ово је корисно ако корисник жели да избегнете приказивање нула које немају значење у димензионисању, као што су нуле на крају децималних места (енг. *Trailing*) или нуле испред прве цифре (енг. *Leading*). На пример уколико котни

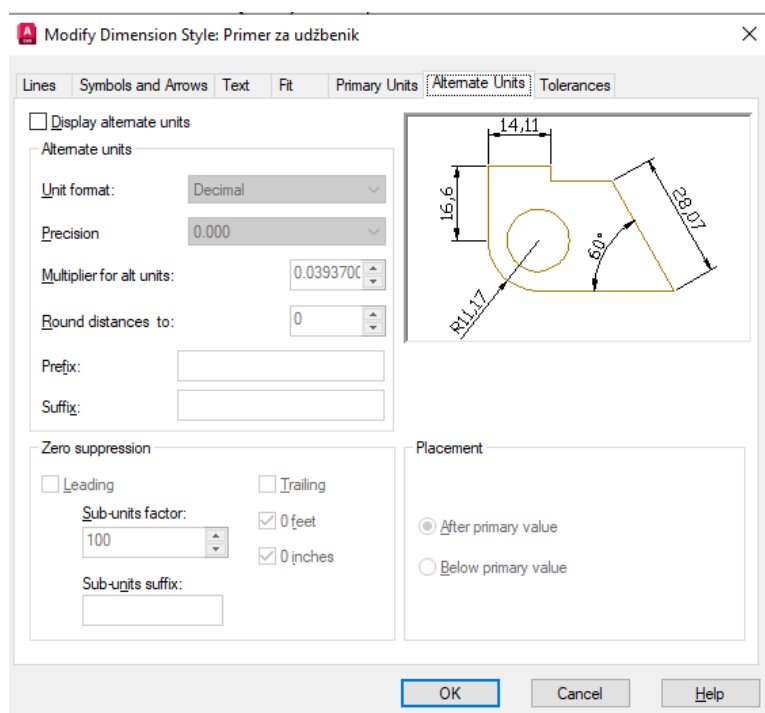
број има вредност 0,50 тада одабиром опције *Trailing* вредност ће бити написана као 0,5⁶². Насупрот томе одабиром опције *Leading* вредност ће бити исписана као ,50.

У сектору *Angular Dimensions*, корисник може подешавати јединице за мерење углова, изражене у:

- децималним степенима;
- степенима, минутама и секундама;
- градијанима и радијанима,

Такође, може дефинисати прецизност мерења. Поред овога, постоји опција за игнорисање нула путем опција *Leading* и/или *Trailing*.

На картици *Alternate Units* могу се подесити карактеристике везане за приказивање алтернативних јединица (сл. 6.160). Алтернативне јединице приказују се заједно са примарним. Након потврде опције *Display alternate units* могуће је извршити избор формата приказа алтернативних јединица мере, као што су *Decimal*, *Architectural*, *Fractional*, *Scientific* итд. Затим је могуће дефинисати прецизност приказа алтернативних јединица, односно број децимала или других јединица тачности.



Сл. 6.160. Картица *Alternate Units* дијалога за подешавање стила котирања

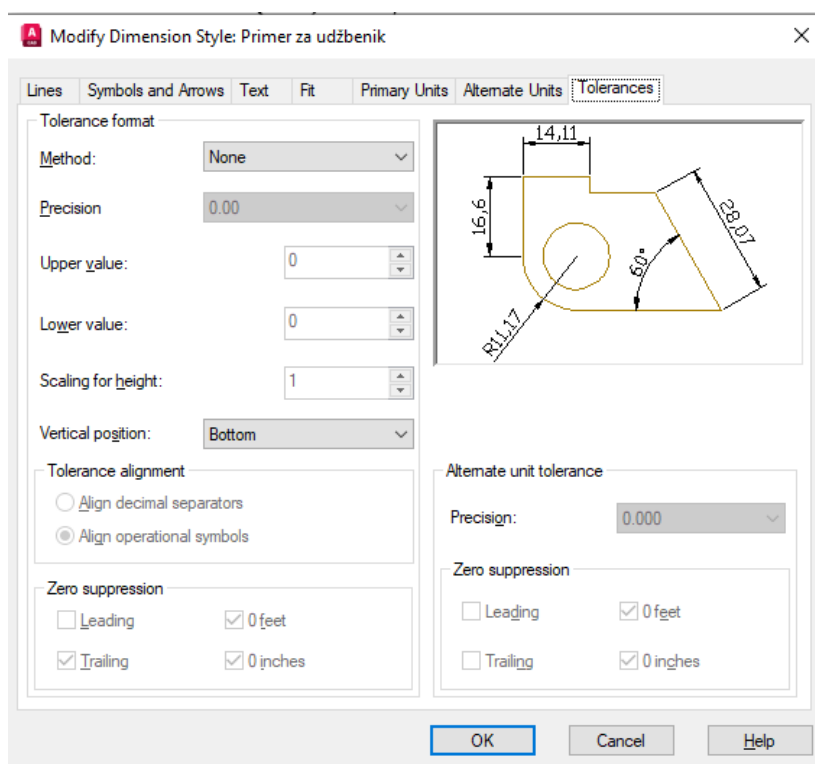
Фактор конверзије између примарне и алтернативне јединице могуће је унети у опцију *Multiplier for alt units*. На пример да би се извршила конверзија вредности

⁶² Нула на крају децималних вредности у математичком контексту може се сматрати неважном и често се занемарује. Међутим, у метролошком смислу, та нула може бити од суштинског значаја јер указује на очекивану тачност израде.

изражена у инчима у алтернативну јединицу изражену у милиметрима потребно је поставити фактор конверзије 25,4.

Такође, опција *Round distances to* омогућава кориснику да постави жељену вредност заокруживања, док опције *Prefix* и *Suffix* омогућавају додавање ознаке испред или иза димензионе вредности, попут мерних јединица.

Опције понуђене у оквиру сектора *Zero suppression* и овде омогућавају корисницима да дефинишу како ће се нуле третирати у димензионисању, а опција сектора *Placement* место постављања алтернативне вредности (*After*-после или *Below*-испод примарне вредности).



Сл. 6.161. Картица *Tolerances* дијалога за подешавање стила котирања

На картици *Tolerances* могу се подесити карактеристике везане за толеранције димензија (сл. 6.161). Ова подешавања су кључна у техничком цртању, јер омогућавају дефинисање дозвољеног прага одступања (дозвољене толеранције).

На овој картици, одабиром између понуђених опција у падајућем менију *Method*:

- *Symmetrical*⁶³,
- *Deviation*⁶⁴,
- *Limits*⁶⁵ и

⁶³ Креира симетричну толеранцију око неке средње вредности (на пример 25 ± 0.15)

⁶⁴ Креира различиту горњу и доњу граничну вредност (на пример $25^{+0.25}_{-0.12}$)

⁶⁵ Приказује толеранцију кроз крајње граничне вредности (за претходни пример $\frac{25,25}{24,88}$)

➤ *Basic,*

корисници могу изабрати одговарајући метод приказа толеранције. Након тога, могу одабрати прецизност приказа толеранције, и у зависности од одабраног метода, горњу и/или доњу границу дозвољеног одступања.

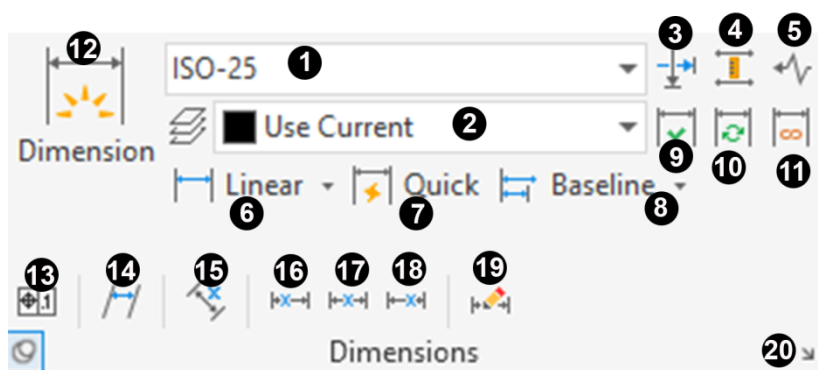
Висина текста толеранције се подешава избором одговарајуће вредности *Scaling for height*, док се положај вредности главног котног броја подешава одабиром одговарајуће опције у падајућем менију *Vertical position* (поравнање са горњом вредношћу толеранције, доњом или средњом).

Опције сектора *Zero suppression* омогућавају корисницима да дефинишу како ће се нуле третирају у димензионисању.

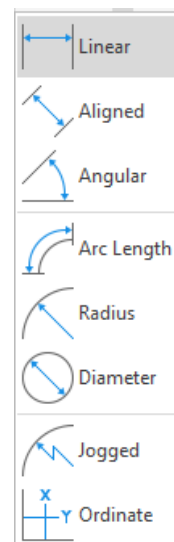
Када је укључена опција приказивања алтернативних јединица на картици *Alternate Units*, доступан је приказ толеранција за њих (сл. 6.161). У сектору *Alternate unit tolerance* корисници могу изабрати прецизност приказа толеранције алтернативне јединице, као и могућност дефинисања третмана нула. Остале параметре програм усваја онако како је корисник дефинисао за толеранцију примарне јединице.

6.20.2. Алати из палете алатки *Dimensions*

Алати намењени котирању објеката на цртежу налазе се на палети *Dimensions* која се налази на траци *Annotate* (сл. 6.162).⁶⁶ У централном делу палете алатки *Dimensions* налазе се два падајућа менија. Горњи омогућава одабир претходно дефинисаног стила котирања (сл. 6.162, поз. 1), а доњи одабир слоја на којем ће се приказивати котне линије (поз. 2).



Сл. 6.162. Палета алатки *Dimensions*



Сл. 6.163. Падајући мени са основним командама за котирање

⁶⁶ Најчешће коришћене команде из палете *Dimensions* налазе се на палети *Annotation* траке *Home*

6.20.2.1. Основни алати за котирање

Основни алати намењени котирању у програму *AutoCAD 2024* налазе се унутар падајућег менија (слици 6.162, поз. 6). У падајућем менију је истакнута последње коришћена команда из листе основних димензионих команди (на слици је то команда *Linear*). Притиском левим тастером миша на стрелицу који се налази уз ову команду отвара се падајући мени основних команди за котирање *Linear, Aligned, Angular, Arc length, Radius, Diameter, Jogged* и *Ordinate* (сл. 6.163).

Поступак котирања је потпуно аутоматизован коришћењем било које команде. Вредности кота се аутоматски мере и исписују на котној линији. Располиживе коменде су:

- **Linear** (DIMLIN): команда је намењена за котирање хоризонталних и вертикалних дужинских мера. Када се ова команда активира, отвара се једноставан дијалог у командној линији који олакшава дефинисање димензија (Дијалог 58):

ДИЈАЛОГ 58

Type a command:

Dimlinear [ENTER]

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

DIMLINEAR Specify second extension line origin:

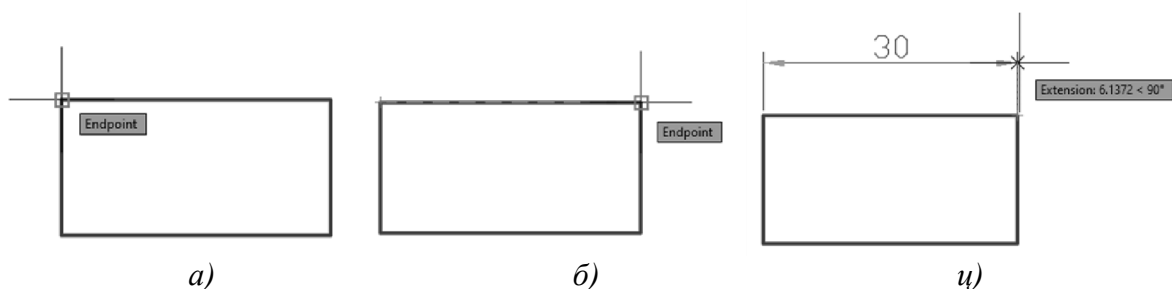
DIMLINEAR [Mtext Text Angle Horizontal Vertical Roteted]

Извршавањем команде команде *Linear*, прва линија Дијалога 58 корисника позива да одабере почетну тачку на правцу котирања (сл. 6.164 а), а друга линија крајњу тачку (сл. 6.164б). У трећем реду дијалога, корисник има могућност да одреди положај главне котне линије, односно њену удаљеност од објекта који се котира (сл. 6.164ц).

Уколико је предмет котирања нека линија, довољно је само притиснути тастер *Enter* унутар прве линије дијалога како би се прихватила опција <*select object*>, а затим селектовати жељену линију.

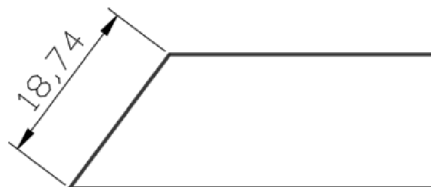
Додатно, у трећем реду дијалога корисник има низ опција које му омогућавају додатну прилагодљивост:

- *Mtext*: омогућава писање текста на коти у више редова;
- *Text*: пружа могућност избора жељеног садржаја текста;
- *Angle*: дефинише угао под којим ће текст бити исписиван;
- *Horizontal*: омогућава котирање растојања у хоризонталном правцу;
- *Vertical*: омогућава котирање растојања у вертикалном правцу и
- *Roteted*: дозвољава цртање котних линија под жељеним углом.



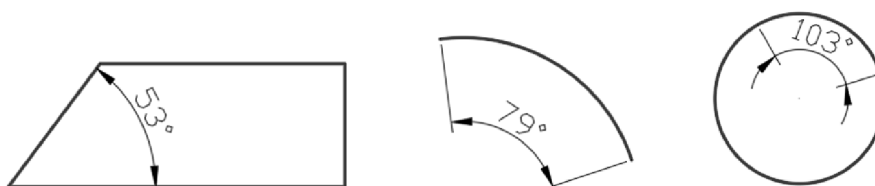
Сл. 6.164. Поступак котирања применом команде *Linear*

- **Aligned (DIMALI):** команда намењена је котирању дужинских мера чији правац се не поклапа са хоризонталним или вертикалним правцем (сл. 6.165). Након активирања ове комаде, отвара се дијалог који је идентичан дијалогу команде *Linear* (Дијалог 58). Разлика у односу на претходни дијалог једино је број понуђених подопција у трећем реду. Овде су доступне подопције *Mtext*, *Text*, *Angle* а чије значење је идентично претходном.



Сл. 6.165. Дуж котирана комадом *Aligned*

- **Angular (DIMANG):** команда намењена је котирању угаоних мера. Када се ова команда активира, отвара се дијалог (Дијалог 59) који кориснику омогућава да котира угао између две линије, угао кружног лука или угао између две одабране тачке на кругу (сл. 6.166).



Сл. 6.166. Углови котирани комадом *Angular*

ДИЈАЛОГ 59

Type a command:

Dimangular [ENTER]

DIMANGULAR Select arc, circle, line, or <specify vertex>:

DIMANGULAR Select second line:

DIMANGULAR Specify dimension arc line location or [Mtext Text Angle Quadrant]:

У првој линији Дијалога 59 програм корисника позива да одабере кружни лук (енг. *Arc*), круг (енг. *Circle*) или линију (енг. *Line*). Након селектовања прве линије која образује котирани угао (сл. 6.166а), у другој линији програм очекује избор друге линије. У трећој линији дијалога, корисник има могућност да одреди положај главне котне линије.

У трећем реду дијалога корисник има низ опција које му омогућавају додатну прилагодљивост: *Mtext*, *Text*, *Angle*, *Quadrant*. Опција *Quadrant* омогућава одређивање квадранта или четвртине у којој се налази мерени угао.

- **ArcLength (DIMARC)**: команда омогућава котирање дужина кружног лука (сл. 6.167). Након активирања команде програм од корисника очекује да селектује кружни лук, а затим одреди положај главне котне линије у односу на лук који се котира. Подопција *Partial* омогућава котирање дужине једног дела одабраног кружног лука (сл. 6.167б).

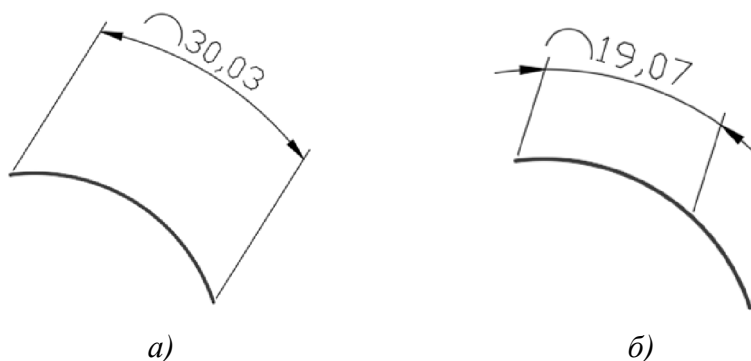
ДИЈАЛОГ 60

Type a command:

Dimarc [ENTER]

DIMARC Select arc or polyline arc segment:

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



Сл. 6.167. Котирање дужине кружног лука

Radius (DIMRAD) и **Diameter (DIMDIA)**: су команде намењене котирању: прва радијуса (полупречника) круга или кружног лука, а друга њиховог пречника (Сл. 6.168). Дијалог код ових команди је идентичан изузев назива комаде (Дијалог 61).

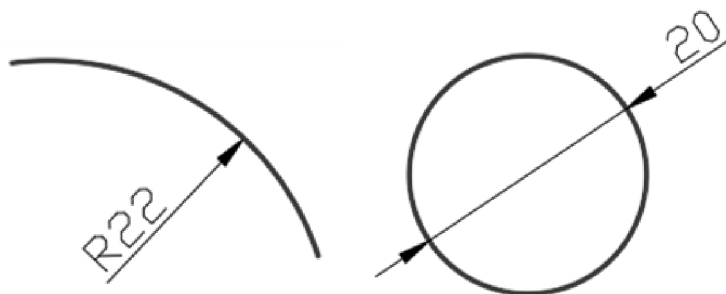
ДИЈАЛОГ 61

Type a command:

Dimradius (Dimdiameter) [ENTER]

DIMRADIUS (DIMDIAMETER) Select arc or circle:

DIMRADIUS (DIMDIAMETER) Specify dimension line location or [Mtext Text Angle]:



Сл. 6.168. Котирање радијуса и пречника

- **Jogged (DIMJOGGED):** команда је намењена котирању кружних лукова чији су радијуси великих димензије (центар кружног лика се не налази на цртежу или је јако удаљен), што отежава примену стандардних метода котирања (сл. 6.169). Након активирања ове команде (*Дијалог 62*) и одабира кружног лука (*линија 1*), потребно је одабрати тачку која ће представљати "лажни" центар радијуса (*линија 2*).

ДИЈАЛОГ 62

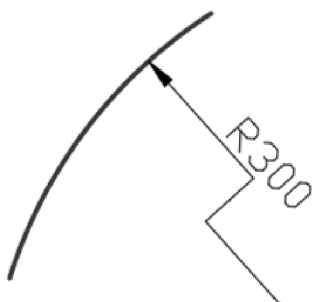
Type a command:

Dimjogged [ENTER]

DIMJOGGED Select arc or circle:

DIMJOGGED Specify center location override:

DIMJOGGED Specify dimension line location or [Mtext Text Angle]:



Сл. 6.169. Котирање кружних лукова великих радијуса

- **Ordinate (DIMORD):** команда је намењена котирању тачака на цртежу у односу на одређену референтну тачку или линију. Ова команда омогућава котирање координата тачака (сл. 6.170). Када корисник одабере тачку у првом реду дијалога (*Дијалог 63*, *линија 1*), следећи корак је дефинисање положаја показне линије. Понуђене опције у другом реду дијалога *Xdatum* и *Ydatum*, омогућавају кориснику да ограничи избор координате на X или Y осу, што убрзава котирање.

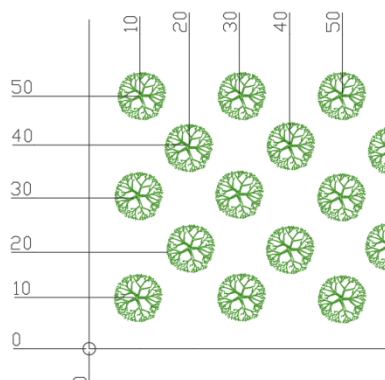
ДИЈАЛОГ 63

Type a command:

Dimordinate [ENTER]

DIMORDINATE Specify feature location:

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



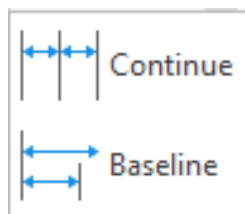
Сл. 6.170. Котирање положаја тачака применом команде *Ordinate*

6.20.2.2. Алати за редно и паралелно котирање

Начин на који се котирају објекти на цртежу зависи од различитих фактора, укључујући конструктивни дизајн предмета, начин израде, његову функцију унутар склопа, као и тачности израде. Постоје различити приступи котирања, али се могу сврстати у три основна типа: редно, паралелно и комбиновано.

При редном котирању, коте се постављају једна за другом у низу, чинећи таковзвани ланац кота. Код паралелног котирања, појединачне коте се дају у односу на одређену површину објекта која се назива базом.

У AutoCAD програму постоје алати намењени редном и паралелном котирању (сл. 6.162. поз. 8), смештене у заједничком падајућем менију (сл. 6.171). Да би се користили ови алати неопходно је најпре поставити једну коту.



Сл. 6.171. Команде намењене редном и паралелном котирању

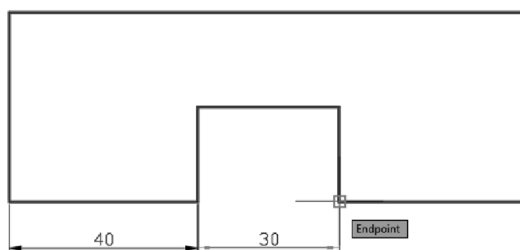
- **Continue** (DIMCONTINUE): омогућава редно котирање (сл. 6.172). Након активације ове команде, програм аутоматски бира другу помоћну линију последње унете коте (Дијалог 58, линија 2), као почетну тачку нове коте, а затим очекује од корисника да дефинише положај друге помоћне линије кота које се цртају (Дијалог 64, линија 1):

ДИЈАЛОГ 64

Type a command:

Dimcontinue [ENTER]

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



Сл. 6.172. Редно котирање објекта

Када корисник не жели да редно котирање започне од последње унете коте, избором опцијом *Select* (Дијалог 64) програм ће затражити дефинисање коте од које жели да настави редно котирање (Дијалог 65):

ДИЈАЛОГ 65

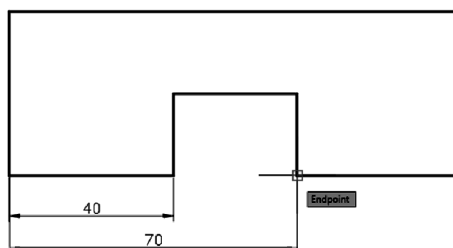
DIMCONTINUE Select continued dimension:

Након што корисник одабере жељену коту, програм аутоматски препознаје другу помоћну котну линију, користећи је као почетну тачку за редно котирање. Супротно томе, ако је линеарно котирање извршено селектовањем објекта (линије), програм ће користити као другу помоћну котну линију ону која се налази на другој тачки котиране линије (крајњој тачки)⁶⁷.

- **Baseline** (DIMBASALINE): користи се за паралелно котирање објеката (сл. 6.173). Након активације ове команде, програм аутоматски бира прву помоћну линију последње унете коте (Дијалог 58, линија 1), као базну тачку, а затим очекује од корисника да дефинише положај друге помоћне линије кота које се цртају (Дијалог 66):

ДИЈАЛОГ 66

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



Сл. 6.173. Паралелно котирање објекта

У случају да корисник не жели да паралелно котирање почне од последње унете коте, опцијом *Select* програм ће затражити дефинисање коте од које жели да настави редно котирање:

ДИЈАЛОГ 67

DIMBASALINE Select base dimension:

Растојање између котних линија се дефинише опцијом *Baseline Spacing* на картици *Lines* прозора *Dimension Style* (сл. 6.153).

6.20.2.3. Алати за уређење кота

- **Break** (DIMBREAK) (сл. 6.162, поз. 3): омогућава прекидање котних линија (главних или помоћних) како би се избегло преклапање са другим елементима цртежа. На пример, команда DIMBREAK може да се котисти за прекид димензионе линије тамо где се сусреће са другим елементима цртежа или на одређеној удаљености од објекта који се димензионише. Овај алат олакшава прилагођавање кота и побољшава читљивост цртежа.

ДИЈАЛОГ 68

Type a command:

Dimbreak [ENTER]

DIMBREAK Select dimension to add/remove break or [Multiple]:

DIMBREAK Select object to break dimension or [Auto Manual Remove] <Auto>:

⁶⁷ Када кориснику не одговара крајња тачка на котираној линији као место наставка котирања он може променити положај почетне и крајње рачке коришћењем команде *Reverse* палете *Modify* траке *Home*.

Након активирања команде (*Дијалог 68*), корисник одабира коту на којој ће применити функцију (*линија 1*). Одабиром опција *Multiple*, омогућен је одабир већег броја кота. У другом реду *Дијалога 68* корисник одабира линију око које ће се направити прекид на коти.

Одабиром опције *Auto*, програм ће аутоматски лоцира место где треба направити прекид и одређује дужину прекида према подешавањима у опцији *Break Size* картице *Symbols and Arrows* прозора *Dimension Style* (сл. 6.153). Насупрот томе, одабиром опције *Manual*, корисник ће бити наведен да сам дефинише почетну и крајњу тачку прекида. Ово омогућава кориснику већу контролу над процесом прављења прекида на коти.

ДИЈАЛОГ 69

Type a command:

Dimbreak [ENTER]

DIMBREAK Specify first break point:

DIMBREAK Specify second break point:

Одабиром опције *Remove* (*Дијалог 68*, *линија 2*), програм ће поништити претходно направљене прекиде.

- ***Adjust space*** (DIMSPACE) (сл. 6.162, поз. 4): омогућава уједначавање размака између главних котних линија на цртежу. Када се активира овај алат, корисник најпре бира базну коту (коту у односу на коју се врши поравнавање), а затим одабира коте између којих жели поставити размак (*Дијалог 70*, *линија 1* и *линија 2*). Након одабира кота, програм омогућава кориснику да дефинише жељени размак или да користи аутоматско постављање размака⁶⁸ (*линија 3*).

ДИЈАЛОГ 70

Type a command:

Dimspace [ENTER]

DIMSPACE Select base dimension:

DIMSPACE Select dimensions to space:

DIMSPACE Enter value or [Auto] <Auto>:

- ***Dimension Dimjogline*** (DIMJOGLINE) (сл. 6.162, поз. 5): користи се за креирање изломљене линије на дужинским котама, скраћених погледа. Ова команда омогућава додавање или уклањање изломљене линије дуж линеарних димензија, што резултира скраћивањем котне линије и олакшава приказ на цртежима ограниченог формата. Примена алата *DIMJOGLINE* се односи на већ постојећу коту на цртежу. Након активирања овог алата, корисник прво одабере коту коју жели претворити у *Dimjogline* (*Дијалог 71*, *линија 1*), а затим и њено место на цртежу (*линија 2*). Коришћењем опције *Remove* у првој линији дијалога, одабрана раније креирана *Dimjogline* се враћа у облик обичне линеарне димензије.

ДИЈАЛОГ 71

Type a command:

Dimjogline [ENTER]

DIMJOGLINE Select dimension to add jog or [Remove]:

DIMJOGLINE Specify jog location (or press ENTER):

⁶⁸ Програм аутоматски поставља размак између кота дупло већи од висине текста подешеног у опцији *Text height* картице *Text* прозора *New Dimension Style* (сл. 6.156)

- **Oblique** (DIMEDIT) (сл. 6.162, поз. 14): омогућава закретање помоћних котних линија једне или више одабраних кота под жељеним углом (*Дијалог 72*).

ДИЈАЛОГ 72

Type a command:

Dimedit [ENTER]

DIMEDIT Select objects:

DIMEDIT Enter obliquing angle (press ENTER for none):

- **Text angle** (DIMTEDIT) (сл. 6.162, поз. 15): омогућава закретање текста одабране коте под жељеним углом.

ДИЈАЛОГ 73

Type a command:

Dimtedit [ENTER]

DIMTEDIT Select dimension:

DIMTEDIT Specify angle for dimension text):

- **Left Justify, Center Justify u Right Justify** омогућавају поравнавање текста одабране коте са леве (сл. 6.162, поз. 16), у средини (поз. 17) или са десне стране (поз. 18).

6.20.2.4. Остали алати из палете *Dimensions*

- **Quick** (QDIM) (сл. 6.162, поз. 7): омогућава брзо и једноставно додавање дужинских кота објеката на цртежу. Када се активира, корисник може једноставно одабрати један или више објеката или линија на цртежу које жели да котира, а затим програм аутоматски додаје коте на одабране делове цртежа. Ова команда је посебно корисна када је потребно брзо котирати више елемената или када је потребно додати основне димензије без детаљног подешавања. Након што се команда QDIM активира, корисник обично бира тип коте коју жели да додаје (на пример, линеарне димензије или димензије пречника), а затим једноставно притисне на елементе које жели да котира.
- **Inspect** (DIMINSPECT) (сл. 6.162, поз. 9): има за сврху додавање информација о периодичности контроле одређене димензије у серијској и масовној производњи, са циљем одржавања високог нивоа квалитета у производњи. Ова команда омогућава унос таквих информација директно на димензијске линије. На пример, уколико је нека димензија од кључног значаја за производ и потребно је периодично контролисати, овом командом се означава потреба за контролом на одређеном процентуалном узорку производа.
- **Update** (DIMSTILE) (сл. 6.162, поз. 10): омогућава ажурирање одабране једне или више кота у складу са тренутно активним стилем димензионих линија.
- **Reassociate** (DIMREASSOCIATE) (сл. 6.162, поз. 11): омогућава повезивање или поновно повезивање одабране котне линије са жељеном тачком објекта на цртежу. Након активације ове команде и одабира жељене коте, програм омогућава кориснику да одабере две тачке на цртежу. Тада ће аутоматски одабрана кота бити повезана са овим тачкама. Ако корисник након активирања

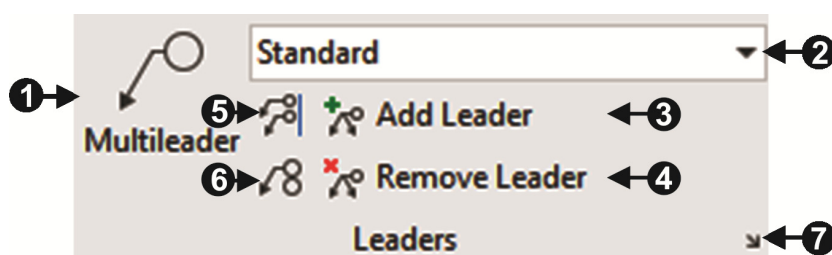
команде и одабира коте значи једну помоћну линију одабране коте, програм ће обавестити корисника да ли је она повезана са неком тачком на објекту или не. Уколико је повезана, тачка ће бити означена са X уоквирен квадратом, док ће у супротном бити приказан само X. Уколико корисник значи тачку на објекту након што је означио једну помоћну котну линију, програм ће аутоматски повезати ту котну линију са одабраном тачком.

- **Dimension** (DIM) (сл. 6.162, поз. 12): служи за додавање кота на цртежу. Ова команда обједињује команде описане у поглављу 6.20.2.1. *Основни алати за котирање* и 6.20.2.2. *Алати за редно и паралелно котирање* пружајући кориснику могућност да путем различитих опција користи наведене алате. Када се активира, корисник може да одабере жељени тип димензије (као што су линеарне димензије, пречници, углови, редно или паралелно котирање итд.) из понуђених опција. Затим, корисник бира тачке или објекте на цртежу које жели котирати. Након додавања димензија, корисник може додатно прилагодити изглед текста према својим потребама.
- **Tolerance** (сл. 6.162, поз. 13): омогућава дефинисање толеранција за облик и положај. Када се користи ова команда, отвара се дијалог *Geometric Tolerance* где корисник бира симболе и дефинише различите вредности толеранција за облик и положај.

6.20.3. Цртање показних линија (енг. Leaders)

Leaders (Показне линије) су линије или стрелице које се користе да би се указало на одређене делове цртежа, објашњења или ознаке. Оне се често користе у техничким цртежима, дијаграмима, плановима и другим техничким документима како би се нагласиле одређене тачке или области.

У програму *AutoCAD 2024* алати намењени цртању показних линија смештени су на траци *Annotate* на палети *Leaders* (сл. 6.174).



Сл. 6.174. Палета алатки *Leaders*

6.20.3.1. Подешавање стила показних линија

Подешавање стила показних линија врши се у прозору *Multileader Style Manager*, који се отвара притиском левог тастера миша на стрелицу у десном доњем углу палете *Leaders* (сл. 6.174, поз. 7). Овај прозор пружа информације о (сл. 6.175):

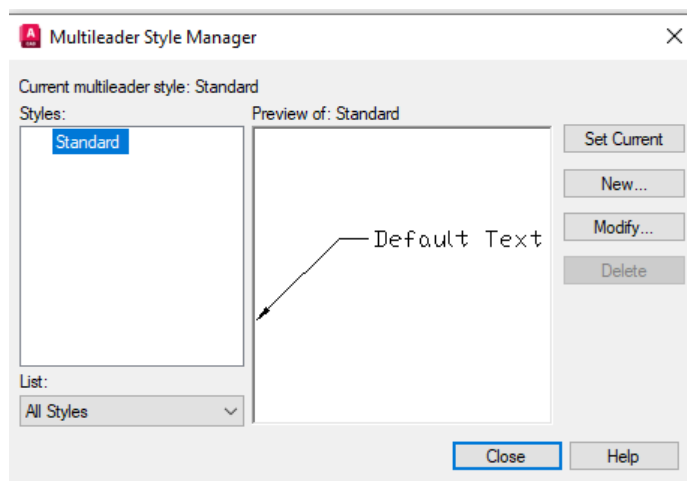
- подразумеваном стилу показних линија (*Current multileader style*);
- списку расположивих стилова (на сл. 6.175 то је само стил *Standard*) и

- изглед одабраног стила показне линије (*Preview of:*).

Поред наведених информација у дну овог прозора са леве стране налази се падјући мени *List* који омогућава одабир стилова показних линија приказаних у списку расположивих (сви расположиви или само коришћени на цртежу).

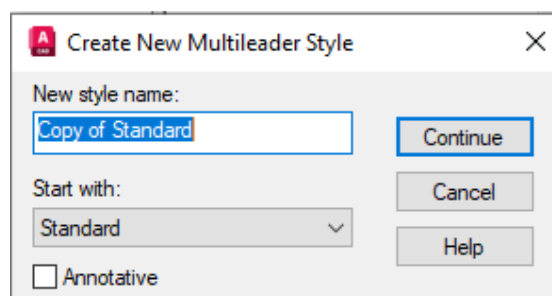
Са десне стране прозора налазе се команде:

- *Set Current*: постављање одабраног стила као подразумеваног;
- *New*: креирање новог стила;
- *Modify...*: измену постојећег (одабраног) стила и
- *Delete*: брисање одабраног стила.



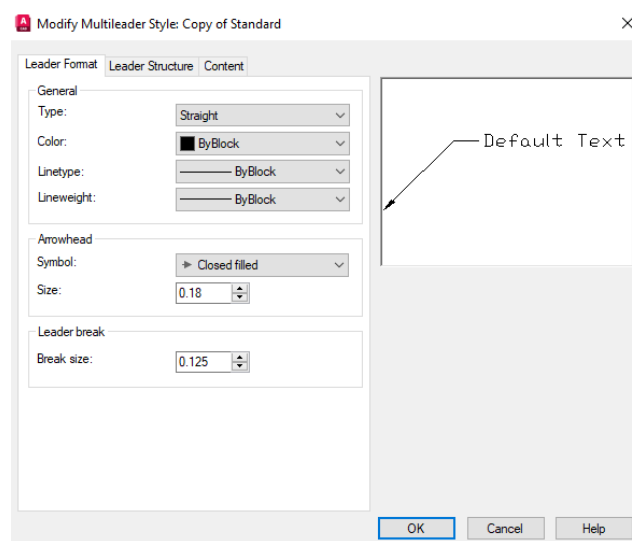
Сл. 6.175. Прозор *Multileader Style Manager*

Креирање новог стила показних линија започиње додељивањем жељеног имена и одабиром стила који ће бити основа за извођење модификације (сл. 6.176).



Сл. 6.176. Прозор *Create New Multileader Style*

Након одабира опције *Continue* (сл. 6.176), отвара се прозор *Modify Multileader Style*, у оквиру кога се налазе поставке за креирање новог стила показне линије. Поставке су организоване у оквиру три картице: *Leader Format*, *Leader Structure* и *Content* (сл. 6.177).



Сл. 6.177. Прозор Modify Multileader Style са отворениом картицом Leader Format

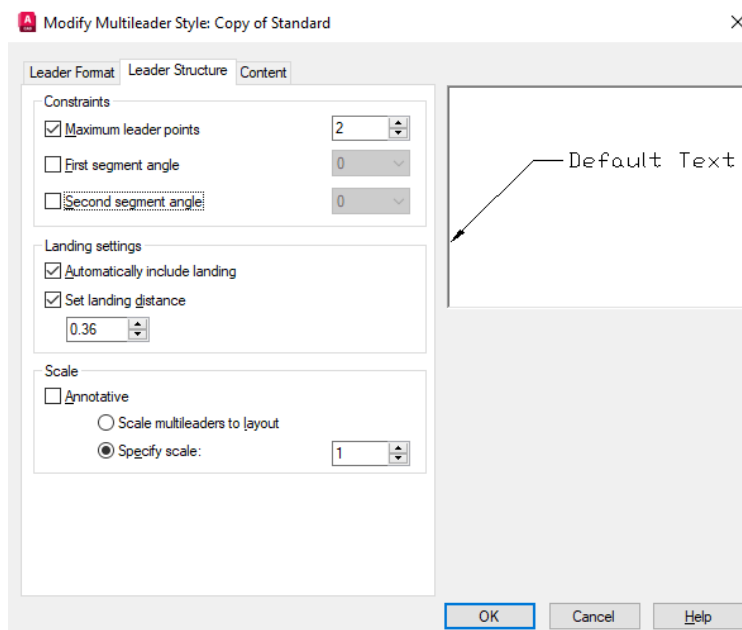
На картици *Leader Format* (формат показне линије) (сл. 6.177) у оквиру сектора *General* могуће је одабрати:

- *Type*: тип показне линије - избором између понуђених опција:
 - ✓ *Straight*: права линија;
 - ✓ *Spline*: глатка крива и
 - ✓ *None*: без приказа линије.
- *Color*: боју линије,
- *Linetype*: врсту линије – избором пуне, испрекидане, црта-тачка-црта линије и сл. и
- *Lineweight*: дебљину показне линије.

У оквиру сектора *Arrowhead* (врх) могуће је подесити тип завршетка (*Symbol*) и величину завршетка (*Size*), а у сектору *Leader break* величину прекида показне линије.

На картици *Leader Structure* (структура показне линије) у сектору *Constraints* (ограничења) могуће је подесити следеће параметре (сл. 6.178):

- *Maximum leader points*: максималан број тачака показне линије - омогућава подешавање максималног броја тачака у структури показне линије.
- *First segment angle*: угао првог сегмента показне линије - омогућава одабир корака подешавања угла првог сегмента показне линије и
- *Second segment angle*: угао другог сегмента - омогућава одабир корака подешавања угла другог сегмента показне линије (да би овај параметар био смислен неопходно је да *Maximum leader points* има минималну вредност 3).



Сл. 6.178. Прозор Modify Multileader Style са отворениом картицом Leader Structure

Сектор *Landing settings* (подешавање показне линије, сл. 6.178) картице *Leader Structure* омогућава кориснику:

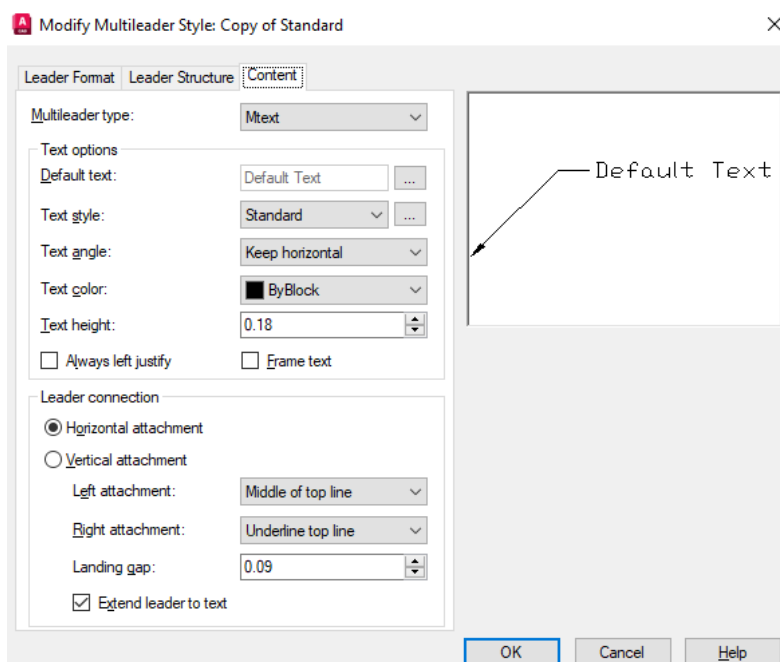
- одабир опције аутоматског укључивања хоризонталног завршетка показне линије (*Automatically include landing*) и
- подешавање дужине хоризонталног завршетка показне линије (*Set landing distance*)

Опције расположиве у сектору *Scale*, исте картице, омогућавају контролу скалирања показне линије.

На картици *Content* (садржај) потребно је најпре одабрати тип показне линије (*Multileader type*) у смислу њеног садржаја, а бирајући између понуђених опција (сл. 6.179):

- текст (*Mtext*) – исписује жељени текст на крају показне линије,
- блок (*Block*) – креира блок унутар кога исписује жељени текст и
- ништа (*None*) – креира показну линију без било каквог текстуланог садржаја.

У зависности од одабране опције *Multileader type*, мења се садржај параметара које је могуће контролисати на картици *Content*.



Сл. 6.179. Прозор *Modify Multileader Style* са отвореним картицом *Content*
(изабрана опција *Multileader type: Mtext*)

А) Одабиром опције *Mtext*, омогућено је контролисање следећих параметара организованих у два сектора (*Text options* и *Leader connection*) (сл. 6.179). У оквиру сектора *Text options* (опције текста) могуће је подесити следеће параметре:

- Унос подразумеваног текста уз показну линију (*Default text*). Притиском тастера са три тачке уз ову опцију, програм спушта прозор очекујући од корисника да у моделном простору унесе садржај подразумеваног текста. Након уноса текста, притиском левог тастера миша поново се активира прозор *Modify Multileader Style* а у простору опције као и у прозору за приказ изгледа показне линије биће приказан подразумевани текст.
- Избор стила текста (*Text style*). Притиском тастера са три тачке уз ову опцију, отвара се прозор *Text Style* (видети поглавље 6.16.1. *Подешавање стила текста*).
- Подешавање угла текста (*Text angle*) одабиром једне од понуђених опција:
 - ✓ Задржати хоризонтални положај текста (*Keep horizontal*);
 - ✓ Поставити текст у правцу показне линије (*As Inserted*) – поставље текст закрнут под углом под којим је и показна линија. Уколико је угао показне линије већи од 90° , тада ће текст бити написан наопако;
 - ✓ Поставља текст у правцу показне линије (*Always right – reading*) – текст ће бити постављен у правцу показне линије али увек окренут тако да буде читљив (код углова изнад 90° текст ће бити окренут тако да буде читљив).
- Одабир боје текста (*Text color*).

- Поравнавање текста са леве стране (*Always left justify*).
- Нацртати оквир око текста (*Frame Text*).

У оквиру сектора *Leader connection* врши се одабир начина повезивања показне линије са текстом. У оквиру овог подешавања могућ је избор поставке показне линије са:

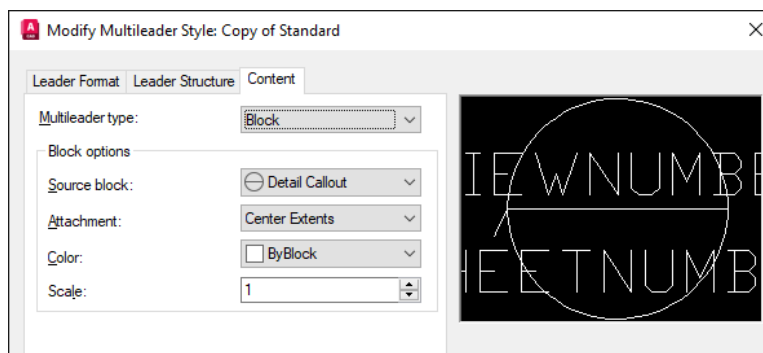
- леве или десне стране текста (*Horizontal Attachment*) или
- испод или изнад текста (*Vertical Attachment*).⁶⁹

Одабиром једне од понуђених поставки могуће је прецизно изабрати поставке показне линије уз специфичну тачку текста (у равни горње, средње или доње линије текста и сл).

Опција *Landing gap* истог сектора омогућава подешавање удаљености текста од краја показне линије.

В) Одабиром опције *Block* за тип показне линије (*Multileader type*) омогућено је контролисање следећих параметара (сл. 6.180):

- Избор блока (*Source block*);
- Место повезивања показне линије са блоком (*Attachment*);
- Боју блока (*Color*) и
- Скалирање величине блока (*Scale*) – омогућава усклађивање величине блока у зависности од величине цртежа. Наиме, уколико је блок кружног облика, пречника 20 мм, одабиром фактора скалирања 0,5 блок ће бити нацртан диманзија 10 мм.



Сл. 6.180. Прозор *Midify Multileader Style* са отворениом картицом *Content*
(изабрана опција *Multileader type: Block*)

⁶⁹ Постављање текста са леве или десне стране односно испод или изнад текста зависи од тога да ли је показна линија усмерена у леву или десну страну односно на горе или на доле.

6.20.3.2. Команде из палете алатки *Leaders*

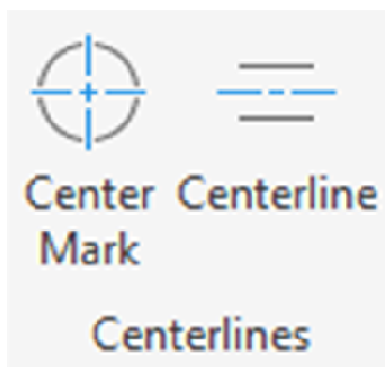
Алати за кретирање и уређивање показних линија налазе се у палети *Leaders* (сл. 6.174). Палету чине команде:

- **Multileader** (MLEADER) (поз. 1): омогућава креирање показне линије. Након активирања команде програм очекује од корисника да дефинише положај прве крајње тачке показне линије (тачке на чијем крају се налази одговарајући завршетак, на пример стрелица), а затим друге крајње тачке показне линије.
- **Multileader style** (поз. 2): омогућава избор креираног стила показне линије.
- **Add Leader** (AIMLEADEREDITADD) (поз. 3): омогућава додавање нових показних линија постојећим, стварајући тзв. *Multileader*. Ова команда је корисна када је потребно додати показну линију како би се указало да се нека показна линија односи и на другу тачку или други објекат на цртежу. Након активирања команде, програм очекује од корисника да дефинише показну линију којој ће се придружити нова, а затим да дефинише тачку или објекат на цртежу на који се нова показна линија односи.
- **Remove Leader** (AIMLEADEREDITREMOVE) (поз. 4): уклања додатне показне линије из *Multileader*-а. Након активирања команде програм очекује од корисника да дефинише *Multileader*, а одмах након тога и показне линије које је потребно уклонити.
- **Align** (MLEADERALIGN) (поз. 5): омогућава поравнавање одабраних показних линија. Након активирања команде потребно је одабрати показне линије које је потребно поравнати, а затим и показну линију у односу на коју се врши поравнавање. Након одабира показне линије у односу на коју се врши поравнавање програм нуди опцију кориснику да дефинише правац линије поравнања (хоризонтлан, вертикалан или неки произвољан).
- **Collect** (MLEADERCOLLECT) (поз. 6): омогућава сажимање већег броја показних линија типа *Block* повезивањем у једну.

6.20.4. Цртање симетралних линија (енг. *Centerlines*)

Симетралне линије (енг. *Centerlines*) су линије које се користе за означавање централне осе или средишта геометријског облика објекта. Оне се користе како би се јасно приказала централна позиција или симетрија објекта. Према домаћем стандард (СРПС) ове линије се цртају типом линија црта-тачка-црта (енг. *ISO dash dot*).

У програму *AutoCAD 2024* алати за цртање симетралних линија налазе се у палети *Centerlines* траке *Annotate* (сл. 6.181).



Сл. 6.181. Палета алатки Centerlines

Корисницима су на располагању две команде:

- **Center Mark** (CENTERMARK): команда је намењена цртању симетралних линија кругова и кружних лукова. Након активирања команде програм од корисника очекује да селекује круг или кружни лук у чији центар аутоматски смешта симетралне линије.
- **Centerline** (CENTERLINE): команда је намењена цртању оса симетрија између две линије. Након активирања команде, програм од корисника очекује да селекује две симетричне линије између којих аутоматски смешта осу симетрије.

6.21. ПРИПРЕМА ЗА ШТАМПУ ДОКУМЕНАТА У AutoCAD 2024

Штампање у AutoCAD-у игра кључну улогу у преносу техничких цртежа и планова на папир ради прегледа, анализе или дистрибуције. Припрема цртежа за штампу захтева пажљиво планирање и подешавање како би се осигурала тачност, јасноћа и квалитет штампе. Кључне тачака на које треба обратити пажњу током припреме цртежа за штампу су:

- **Поставке странице:** Одабир одговарајућег формата папира и оријентације (вертикално или хоризонтално) у складу са садржајем цртежа.
- **Маргине:** Оставити довољно простора на ивицама папира како би се избегло сечење или преклапање садржаја приликом штампе.
- **Размере:** Проверити да ли су све димензије и пропорције исправне и да ли ће се цртеж јасно приказати на папиру.
- **Стилови штампе:** Одабир одговарајућег стила штампе који ће дефинисати изглед линија, боја и дебљина линија, као и друге карактеристике цртежа.
- **Величина фонтова:** Осигурати да је сав текст и све ознаке на цртежу довољно велике и читљиве када се одштампају.
- **Детаљи цртежа:** Проверити да ли су сви детаљи цртежа прецизно нацртани и да нема непотребних елемената који би могли отежати разумевање цртежа.
- **Провера пре штампе:** Пажљиво прегледати цртеж и извршити проверу свих елемената пре него што се пошаље на штампу како би се избегле грешке и нежељени резултати.

Након што се све ове тачке пажљиво размотре и примене, цртеж ће бити спреман за штампу, а резултат ће бити јасан, прецизан и професионалан документ који може бити користан у даљој обради или дистрибуцији.

6.21.1. Простор за штампу

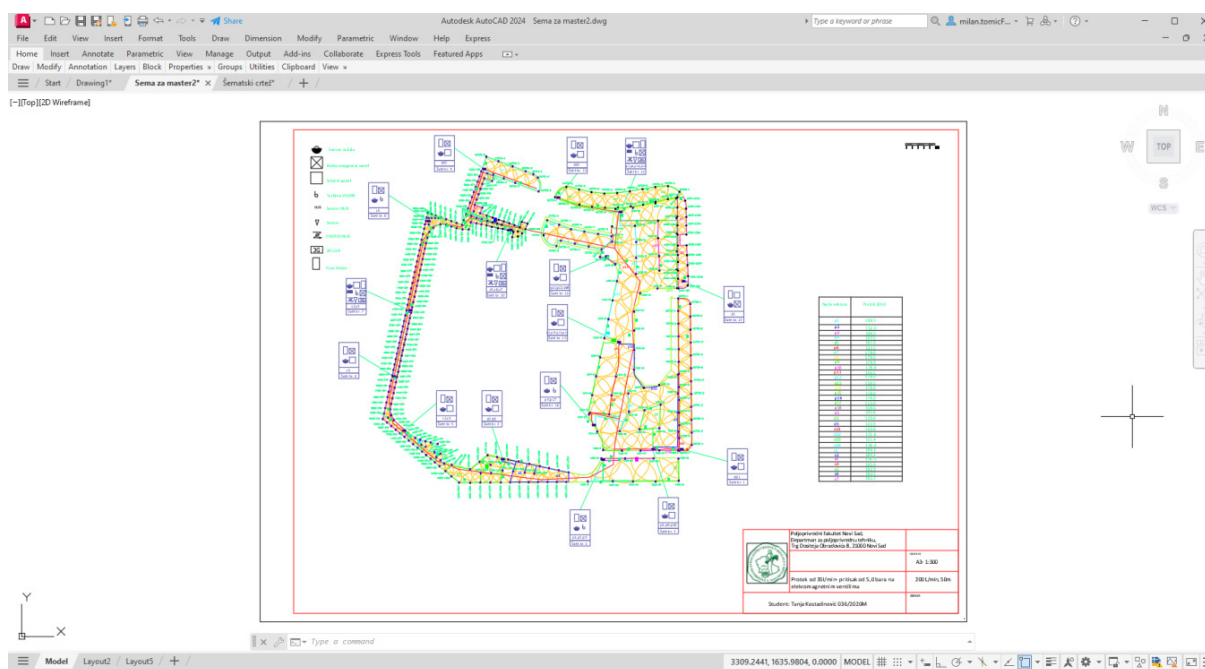
У програму *AutoCAD* постоје два простора:

1. Моделни и
2. Папирни (*Layout*).

У суштини, моделни простор представља место где се цртеж ствара, а папирни простор место где се цртеж припрема за штампу и организује на листу папира. Међутим, важно је напоменути да ова подела није строга, јер је могуће штампати директно из моделног простора. Такође, корисник може користити све команде за цртање и модификовање објеката и у папирном простору.

6.21.1.1. Штампанье цртежа из моделног простора

Када се штампа из моделног простора, цртеж се након штампе приказује онако како је приказан на екрану, са свим детаљима и пропорцијама, уз могућност подешавања стила штампе (боје, дебљине, типа линија...). На слици 5.182 дат је цртеж припремљен за штампу у моделном простору.



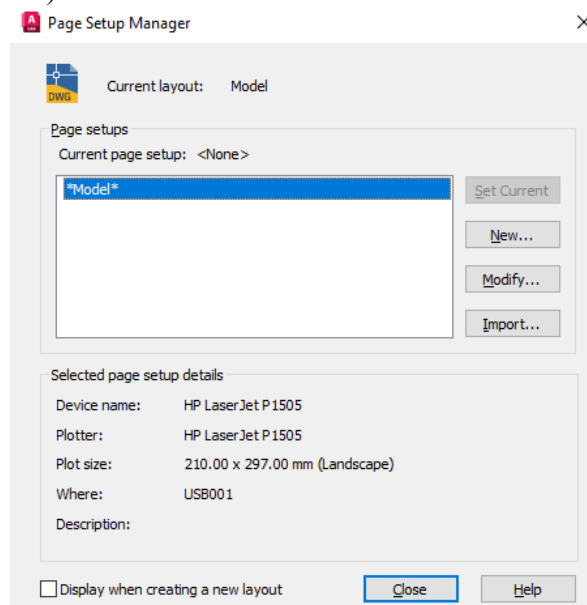
Сл. 6.182. Цртеж припремљен за штампу у моделном простору (извор: Костадиновић Т. Даљинско и аутоматско управљање системом за парковско наводњавање, мастер рад, Пољопривредни факултет Нови Сад, 2023.)

За штампање цртежа користи се команда **Print (Plot)**, која се налази на *Application Button* → *Print* (печица *Ctrl + P*). Када се активира команда *Print (Plot)*,

отвара се прозор *Plot – Model*⁷⁰, где корисник може подешавати параметре штампе. Како би се избегла потреба за поновним подешавањима параметара штампе (у случају поновљене штампе истог документа), корисник може унапред дефинисати простор за штампу и стил штампе, те их примени приликом поновљене штампе.

6.21.1.1.1. Подешавање простора за штампу

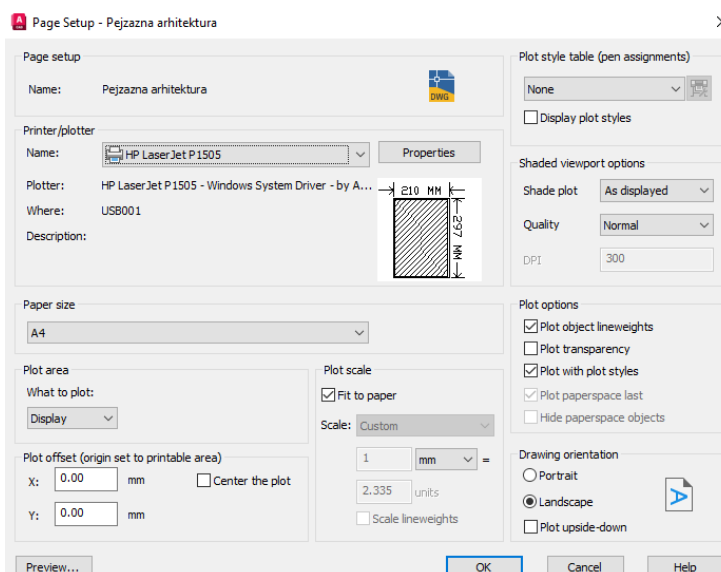
Подешавање простора за штампу врши се у оквиру прозора *Page Setup Manager* који се отвара активирањем команде *Application Button → Print → Page Setup (PAGESETUP)* (сл. 6.183).



Сл. 6.183. Прозор *Page Setup Manager*

Активирањем команде *New* отвара се прозор *New Page Setup* у оквиру кога је потребно дефинисати назив новог подешавања простора за штампање, након чега се отвара прозор *Page Setup* (сл. 6.184).

⁷⁰ Прозор је идентичан прозору *Паге Сетуп* приказан на слици 6.184.



Сл. 6.184. Прозор Page Setup

У оквиру прозора *Page Setup – Naziv* расположиве опције су подељене у секторе, у оквиру којих је могуће подесити следеће:

- **Page setup:** преглед назива подешавања.
- **Printer/plotter:** избор штампача (плотера) за штампање и врши подешавање параметара одабраног штампача (притиском команде *Properties*). Такође, у оквиру овог сектора приказује се формат одабраног папира за штампу, као и информација да ли одабрана област штампе и њена размера одговарају изабраном формату папира. Ако неки део одабране области за штампу прелази димензије папира, појавиће се црвена линија у том делу приказа.
- **Paper size:** бира се формат папира на коме ће се вршити штампање.
- **Plot area:** омогућава избор области коју корисник жели одштампати. Корисник може изабрати једну од четири понуђене опције:
 - *Display:* Током штампе ће бити одштампани објекти или делови објекта који су видљиви у тренутном приказу моделног простора.
 - *Extents:* Током штампе ће бити одштампани сви објекти који постоје у моделном простору и који се уклапају у одабрани формат папира.
 - *Limits:* Током штампе ће бити одштампан лимитирани простор, као и објекти или делови објекта који се налазе унутар тог ограниченог простора.
 - *Window:* Током штампе ће бити обухваћени објекти или делови објекта који су обухваћени дефинисаним прозором⁷¹.
- **Plot offset:** омогућава подешавање положаја области за штампу у односу на доњи леви ћошак одабраног формата папира. Опција *Центер тхе плот* омогућава центрирање области за штампу у средину папира.

⁷¹ Одабиром опције штампе *Window*, програм привремено затвара прозор *Page Setup*, очекујући од корисника да дефинише наспрамна темена правоугаоника у оквиру кога се налазе објекти које жели да одштампа. Одабиром другог, наспрамног темена правоугаоника, аутоматски се поново појављује прозор *Page Setup*.

- **Plot scale:** ова опција омогућава дефинисање размера приказа одабране области за штампу на папиру. Корисник може изабрати стандардне размере попут 1:1, 1:2, 1:4, 1:5, или унети жељене вредности директно у поља испод. Одабиром опције *Fit to paper*, програм ће аутоматски прилагодити размеру штампе тако да одабрана област у потпуности заузме жељени формат папира.
- **Plot style table:** изабор жељеног стила штампе за одабрану област. Одабиром стила штампе *Monochrome* без обзира на боју објеката на цртежу све линије ће бити одштапане црном бојом. Детаљније ћемо се бавити стиловима у поглављу *Подешавање стила штампе*.
- **Shaded viewport options:** омогућава корисницима да изаберу начин приказа објеката који су моделовани у 3Д простору, као и квалитет приказа.
- **Plot options:** корисник може одабрати различите опције за штампање, као што су приказивање унапред дефинисаних дебљина линија (*Plot object lineweights*), транспарентност објеката (*Plot transparency*) или примена одабраног стила штампе (*Plot with plot styles*).
- **Drawing orientation:** омогућава избор оријентације папира, између понуђених опција *Portrait* (вертикално) или *Landscape* (хоризонтално). Опција *Plot upside down* омогућава корисницима да обрну излаз штампе вертикално, што значи да ће цртеж или документ бити штампани наопако⁷².

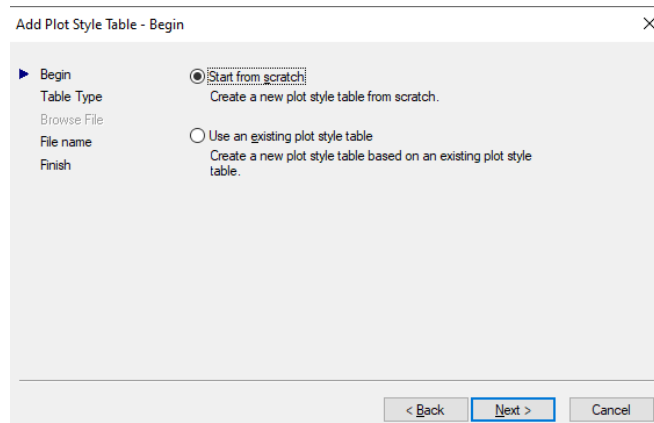
6.21.1.1.2. Подешавање стила штампе

Подешавање стила штампе у *AutoCAD* програму омогућава корисницима да дефинишу како ће њихови цртежи изгледати приликом штампања или креирања ПДФ-а. Ово је важно јер стил штампе утиче на начин приказа линија, боја, дебљине линија, транспарентности и других карактеристика објеката у цртежу. У суштини, подешавање стила штампе омогућава корисницима да контролишу изглед својих цртежа како би били функционални, естетски прихватљиви и у складу са специфичним захтевима или стандардима.

Прилагођавање стила штампе врши се активирањем команде *Application Button* → *Print* → *Manage Plot Styles*.

Активирање команде *Manage Plot Styles* отвара прозор *Windows Explorer*-а који води до локације где се налазе унапред дефинисани стилови штампе. Притиском на опцију *Add-A-Plot Style Table Wizard*, отвара се прозор *Add Plot Style Table* који упозорава корисника на кораке креирања новог стила штампе. Након тога, притиском на опцију *Next*, отвара се прозор *Add Plot Style Table-Begin*, где корисник може изабрати да ли жели да направи потпуно нови стил штампе или да користи поставке неког од претходно креираних стилова као основу (сл. 6.185).

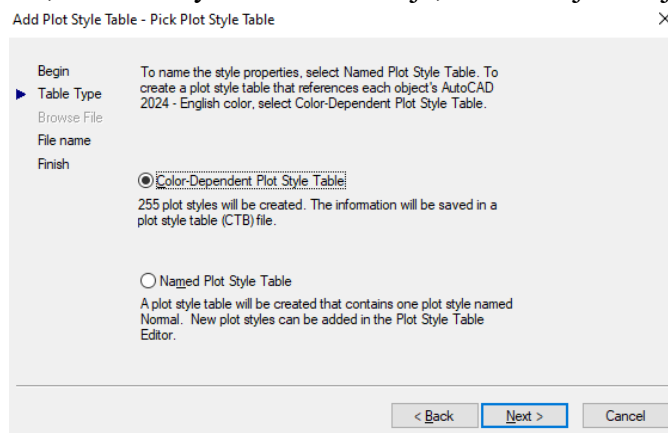
⁷² Ово може бити корисно у случајевима када је потребно штампати на посебним медијима или када је потребно обрнути оријентацију цртежа ради правилног постављања на одређени материјал или површину. На пример, када се ради са специфичним материјалима попут прозирних филмова или трансфер папира, може бити потребно да се цртеж обрне како би се правилно пренео на циљани материјал.



Сл. 6.185. Прозор дијалога *Add Plot Style Table - Begin*

Одабиром опције *Start from scratch* (формирање потпуно новог стила штампе), а затим опције *Next*, отвара се прозор *Add Plot Style Table – Pick Plot StyleTable* (сл. 6.186) у којој корисник може да одабере једну од две понуђене опције:

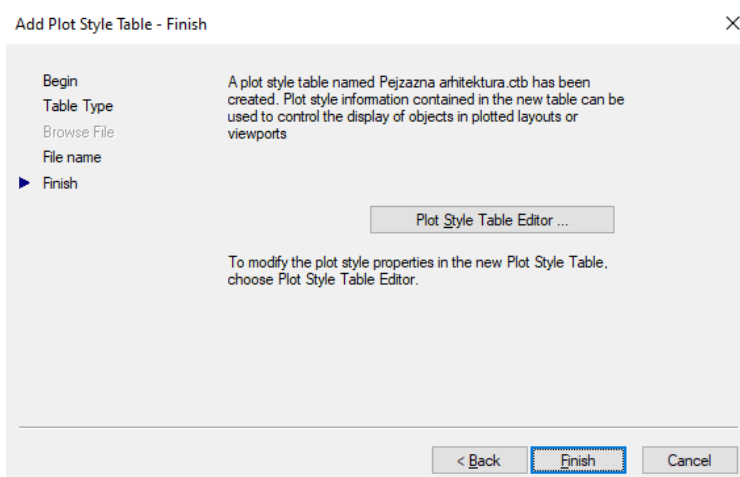
- *Color-Dependent Plot Style Table* (Табела стила штампе зависна о боји): Ова опција користи информације о боји објеката у цртежу како би одредила како ће се они одштапати. Сваки тип боје у цртежу се мапира на одређени стил линије, дебљину или боју при штампању.
- *Named Plot Style Table* (Табела стила штампе са именима): Ова опција користи предефинисане стилске поставке које се примењују на објекте у цртежу на основу њихових атрибута. Сваки стил има своје име и дефинисане карактеристике, као што су дебљина линије, тип линије и боја⁷³.



Сл. 6.186. Прозор дијалога *Add Plot Style Table – Pick Plot StyleTable*

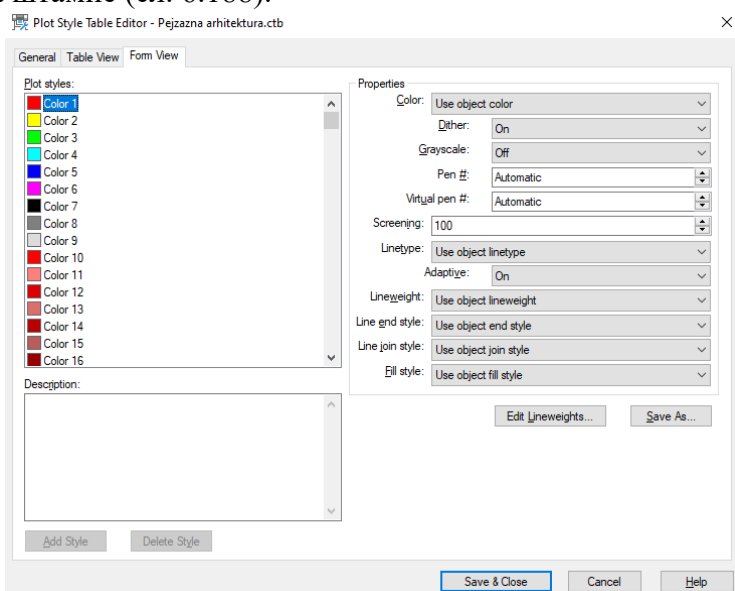
Након одабира жељене опције и притиска тастера *Next*, отвара се прозор са захтевом да се дефинише назив новог стила штампе *Add Plot Style Table – File name*, а затим прозор *Add Plot Style Table – Finish* (сл. 6.187).

⁷³ Поставка *Named Plot Style Table* може се користити једино уколико корисник приликом отварања новог документа (Ctrl + N) одабере темплате документ који има у називу *Named Plot Style*.



Сл. 6.187. Прозор дијалога *Add Plot Style Table – Finish*

У оквиру прозора *Add Plot Style Table – Finish* избором опције *Plot Style Table Editor...* отвара се прозор у оквиру кога је могуће извршити подешавање жељених параметара стила штампе (сл. 6.188).



Сл. 6.188. Прозор дијалога *Plot Style Table Editor*

Са леве стране картице *Form View* прозора *Plot Style Table Editor - ...* (сл. 6.188) налази се сектор *Plot styles* у оквиру кога је приказ 255 узорака боје чијим одабиром је могуће објектима који су на цртежу приказани у одабраној боји доделити атрибуте штампе. Доступни атрибути штампе налазе се са десне стране прозора (сектор *Properties*):

- **Color** – дефинише жељену боју штампе објекта (нпр. сви објекти који су на цртежу приказани црвеном бојом, *Color 1*, могу бити одштампани у истој боји, подразумевана опција *Use object color*, или у некој другој боји, одабраној у падајућем менију);

- **Dither** – омогућава укључење дитеринга⁷⁴;
- **Grayscale** – конвертује боје у нијансе сиве; светле боје, као што је жута, исцртане су светлосивим вредностима, а тамне боје су исцртане са тамно сивим вредностима;
- **Pen #** - опција одређује оловку која се користи током штампе; вредности се крећу у границама 1-32; додељивањем вредности овог параметра 0 поље се ажурира и носи вредност *Automatic* (програм одређује оловку најближе боји објекта који се штампа);
- **Virtual pen #** - одређује број виртуалне оловке између 1 и 255⁷⁵; вредност 0 овог параметра омогућава ажурирање овог параметра на вредност *Automatic* и наводи програм на коришћење боја из палете *Index color*;
- **Screening** – одређује поставку интензитета боје, која одређује количину мастила која се ставља на папир током цртања. Избором 0 боја се смањује на белу. Избором 100 боја се приказује пуним интензитетом. Опција *Enable Dithering* мора бити изабрана за скрининг;
- **Linetype** – омогућава одабир типа линије током штампе;
- **Adaptive** – подешава размеру типа линије;
- **Lineweight** – омогућава дефинисање дебљине линије током штампе;
- **Line end style** – омогућава избор начина завршавања краја линија (ово долази до изражаја код коришћења линија велике дебљине);
- **Line join style** – омогућава избор начина приказивања споја две линије;
- **Fill style** – дефинише начин попуњавања области унутар линија, као што су попуњавање бојом, шрафуром или другим текстурама.

Команда *Edit Lineweights...* омогућава додавање жељених дебљина линија у падајући мени атрибута *Lineweight* сектора *Properties*.

6.21.1.2. Штампање цртежа из папирног простора (*Layout*)

У папирном простору могуће је поставити више цртежа на један лист папира, организовати их по потреби и поставити додатне информације као што су оквири, наслови, легенде итд. Када се цртеж штампа из папирног простора, премају се поставке папирног простора, укључујући и подешавања размере и оквира.

Папирни простор се отвара одабиром картице у дну простора за цртање под називом *Layout1*; *Layout2...*⁷⁶ Пре почетка припреме за штампу, неопходно је

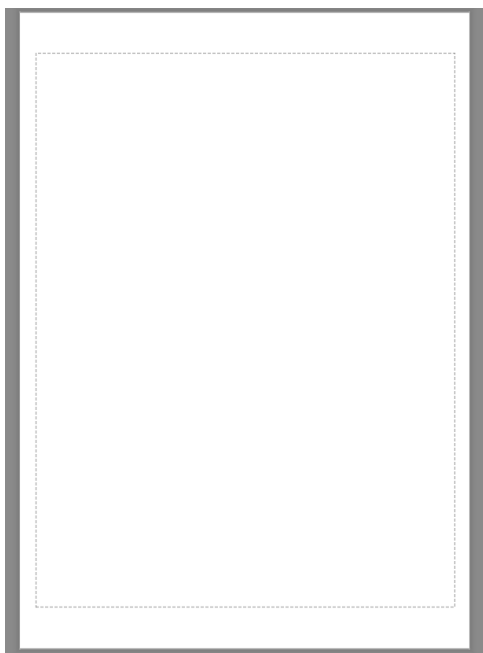
⁷⁴ *Dithering* је техника која се користи у дигиталној графичи и при обради слике како би се симулирали тонови или боје које монитор или штампач не може директно репродуковати. Ова техника се користи када је потребно приказати више нијанси или боја него што је доступно у палети боја уређаја. Када се користи дитхеринг, пиксели се користе на начин који визуелно ствара илузију додатних нијанси или боја.

⁷⁵ Неки штампачи без оловке имају могућност да симулирају рад штампача са оловком користећи виртуалне оловке. Подешавање виртуалне оловке користи се за рад са штампачима без оловке и само ако су конфигурисани за виртуалне оловке.

⁷⁶ Отварање новог листа папира врши се притиском команде + која се налази уз картице *Layout* или одабиром опције *New Layout* из падајућег менија који се отвара притиском десног тастера миша на назив картице.

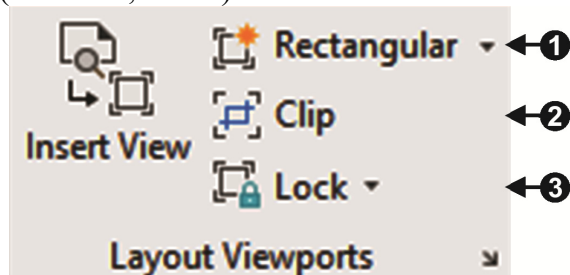
форматирати величину папира, као и одабрати штампач на коме ће бити цртеж штампан. Форматирање величине папира, типа штампача и осталих параметара штампе папирног простора врши се у оквиру прозора *Page Setup Manager* који се отвара активирањем команде *Application Button* → *Print* → *Page Setup (PAGESETUP)* (сл. 6.183 и сл 6.184⁷⁷).

Након одабира величине папира, типа штампача, оријентације папира (*Portrait* или *Landscape*) на монитору рачунара се приказује папир као на слици 5.189. Оквир унутар папирног простора представљен испрекиданом линијом је граница штампе која је дефинисана техничким могућностима уређаја за штампу. Сви елементи цртежа који се налазе ван овог оквира неће бити штампани.



Сл. 6.189. Папирни простор

Да би цртеж нацртан у простору модела био приказан у простору папира потребно је активирати команду *Viewports (VPORIS)* са палете алатки *Layout Viewports* траке *Layout* (сл. 6.190, поз. 1).

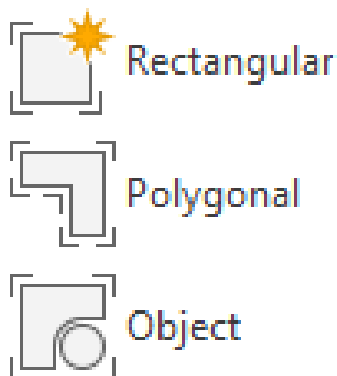


Сл. 6.190. Палета алата *Layout Viewports* траке *Layout*

⁷⁷ Параметри подешавања су идентични са параметрима подешеним приликом штампе из моделног простора.

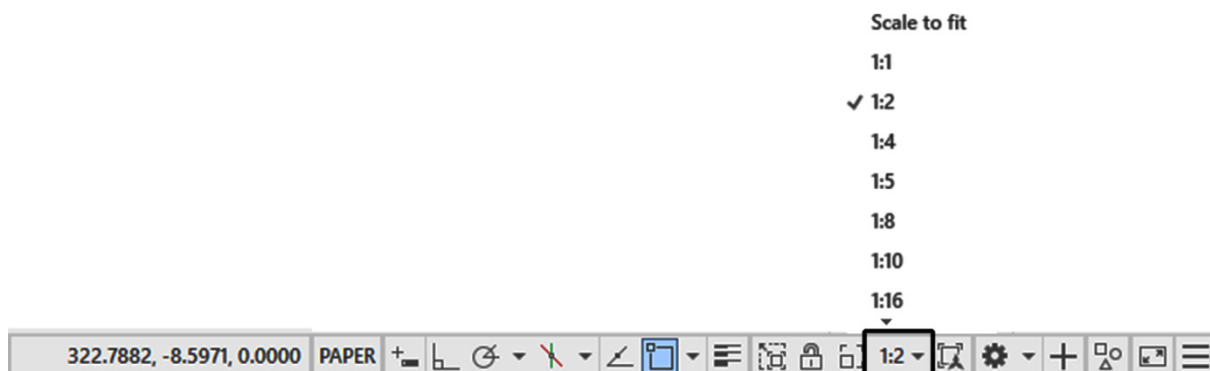
Команда *Viewports* садржи три команде постављене у падајући мени (сл. 6.191):

- **Rectangular** - отвара прозор правоугаоног облика унутар којег се приказује све што је нацртано у простору модела; положај и величина правоугаоног прозора дефинише се избором крајњих тачака једне од дијагонала правоугаоника.
- **Polygonal** – отвара прозор неправилног облика унутар којег се приказује све што је нацртано у простору модела; положај, облик и величина прозора дефинише се избором темена полигона.
- **Object** – трансформише одабрани објекат нацртан у папирном простору у виешпорте унутар којег се приказује све што је нацртано у простору модела.



Сл. 6.191. Команде *Viewports*

Након отварања прозора (енг. *Viewport*) у простору папира потребно је извршити подешавање размере приказа објеката. Прозор се претходно изабере тако што се притисне левим тастером миша на граничну ивицу прозора, а затим се одабере жељена размера у падајућем менију статусне линије (одабиром жељеног виешпорта аутоматски се укључује приказ размере у статусној линији програма, сл. 6.192)⁷⁸.



Сл. 6.192. Размера приказа објеката у одабраном *Viewport*-у

На слици 6.193 и слици 6.194 приказан је пример припреме за штампу објекта који је нацртан у моделном а затим припремљен за штампу у папирном простору са наведеним свим потребним додатним информацијама.

⁷⁸ВАЖНА НАПОМЕНА: Када штампате из папирног простора, обавезно подесите размеру штампе у прозору *Plot* (исти прозор као на слици 6.184) на вредност 1:1. У супротном, цео папир ће бити одштампан у одабраној размери, што може довести до непожељних резултата.

Процес издвајања детаља подразумева отварање новог прозора (*viewport*) и исцртавање објекта који ће послужити као граница за издвајање (сл. 6.195). Детаљи се обично приказују унутар прозора кружног облика, а као граница се често користи кружница. За издвајање детаља користи се команда **Clip** из палете алатки *Layout Viewports* (слика 6.190, поз. 2).



Сл. 6.195. Приказ детаља применом команде *Clip*

Како би се спречила нежељена промена размере приказа унутар *Viewports*, користи се алат **Lock** из палете алатки *Layout Viewports*. Ово осигурава да се размера приказа детаља не мења ненамерно (сл. 6.190, поз. 3).

7. Литература

1. Ashleigh Congdon-Fuller, Antonio Ramirez, Douglas Smith Technical Drawing 101 with AutoCAD 2024, SDC Publications, 2023.
2. David J. Eck: Introduction to Computer Graphics, Hobart and William Smith Colleges, on-line book: <http://math.hws.edu/graphicsbook/>, 2023.
3. Jaiprakash Pandey, Yasser Shoukry: Praktičan Autodesk AutoCAD 2023 i AutoCAD LT 2023, Vodič za početnike za 2D crtanje i 3D modelovanje pomoću programa Autodesk AutoCAD, Kompjuter biblioteka, 2023.
4. James A. Leach, Shawna Lockhart: AutoCAD 2024 Instructor, SDC Publications, 2023.
5. John F. Hughes, Andries Van Dam, Morgan Mcguire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner, Kurt Akeley: Computer Graphics Principles and Practice, Third Edition, Pearson Education, Inc. ISBN 978-0-321-39952-6, 2014.
6. Mark Dix, Paul Riley, Lee Ambrosius: Discovering AutoCAD® 2024, Pearson Education Inc. ISBN 10: 0-13-823237-7, 2024.
7. Michael Ashikhmin, Michael Gleicher, Naty Hoffman, Garrett Johnson, Tamara Munzner, Erik Reihard, Kelvin Sung, William Thompson, Peter Willemsen, Brian Wyvill: Fundamentals Of Computer Graphics (3rd Edition), CRC Press Taylor & Francis Group, 2019.
8. Samir Lemeš: Računarska grafika i geometrijsko modeliranje, Univerzitet u Zenici, Politehnički fakultet, Zenica 2017.
9. Samit Brattacharya: Computer Graphics, Oxford University Press, on-line book: <https://iitg.ac.in/samit/Computer%20Graphics.pdf>, 2015.
10. Selma Rizvić, Vensada Okanović: Osnovni principi kompjuterske grafike, TDP Sarajevo, ISBN 978-9958-553-38-7, 2017.
11. Tanasić R, Bajkin A: Grafički programi u pejzažnoj arhitekturi, Savremena poljoprivredna tehnika, 33: 3-4, (2007) p. 149-156
12. Tanasić R, Zoranović M, Bajkin A: Kompjuterska grafika zelenih površina u pejzažnoj arhitekturi, Savremena poljoprivredna tehnika, 32: 1-2, (2006) p. 103-108