

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Марина Д. Стојковић

**Методологија за решавање проблема
визуелизације у техничком цртању**
завршни рад

Крагујевац, 2012.

Универзитет у Крагујевцу

Факултет инжењерских наука у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство-стари наставни програм

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције са механизацијом

Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком

Број индекса: 105/2007

Марина Д. Стојковић

Методологија за решавање проблема визуелизације у техничком цртању

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Лозица Ивановић, ванр. професор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да проучи домаћу и страну литературу из области проблема визуелизације делова. На основу прикупљених и систематизованих података треба да размотри све аспекте потребне за дефинисање проблема визуелизације делова. Посебну пажњу треба обратити на методе за повећање квалитета дидактичких и едукативних активности у циљу лакшег савладавања просторног разумевања делова и њиховог графичког представљања.

Препоручена литература:

- [1] Sierra Uria, Egoitz, Master in Engineering DSign Graphic Education, 2006.
- [2] Мирко Бабић, Љиљана Бабић, Техничко цртање, скрипта, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2004.
- [3] CATIA® - Virtual Product
- [4] AutoCAD LT® 2D
- [5] Лозица Ивановић, Техничко цртање са компјутерском графиком, скрипта, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2008.

Крагујевац, 2012.

Ментор:

Др Лозица Ивановић, ванр. професор

Резиме рада: Завршни рад је посвећен основној методологији за решавање проблема визуелизације у техничком цртању, односно дефинисања различитих врста погледа на машинске делове и њихових приказа на техничком цртежу. Такође је дат и сликовни приказ одређених техничких операција, пресека, размера, изгледа физичких и виртуалних делова. У раду су описани и програми и типови активности са скицама. На крају је дата и примена визуелизације у системима за аутоматизацију пројектовања производа и резултати анализе.

Кључне речи: методологија, визуелизација, техничко цртање, техничке операције, пројекције, размера.

Summary of work: The final elaborate is devoted to the basic methodology for solving the visualization problems in technical drawing, or by defining different kinds of machine parts views and their views on the technical drawing. It gives a pictorial representation of the specific technical operations, intersections, scope, outlook physical and virtual parts. This elaborate describes the types of programs and activities with drawings. Finally, it gives an application of visualization systems for the automation of product design and analysis results.

Keywords: methodology, visualization, technical drawing, technical operations, projections, scale.

САДРЖАЈ:

1. Увод	7
1.1 Пројекције	7
Аксонетријски цртеж	7
Ортогнални цртеж	10
1.2 Техничко писмо и линије	13
1.3 Пресеци	15
1.4 Размера техничког цртежа	17
2. Визуелизација	19
3. Дидактички оквири и истраживања	21
3.1 Дидактички оквири	23
3.2 Коришћени алати	23
Анимација путем слајдова	23
Виртуелни модели	24
Физички модели	25
4. Методологија за решавање проблема визуелизације дела, разумевање индикатора и програм активности	26
4.1 Индикатори за схватање	28
4.1.1 Основе репрезентативних система	28
4.1.2 Услови или правила за усаглашеност	29
4.1.3 Типови равни и карактеристике њихових пројекција	30
4.1.4 Типови основних чврстих облика и карактеристике њихових пројекција	31
4.1.5 Тангентност и пресеци међу површинама	31
4.1.6 Основи креирања шупљине материјала	32
4.1.7 Булове операције	32
4.1.8 Основе пресека и различити типови равни пресека	33
4.1.9 Основе карактеристичних индустријских моделских форми	33
4.1.10 Основе скицирања (скица)	34
4.1.11 Методологија решавања проблема визуелизације и стратегије	34
4.2 Просторна визуелизација	35
5. Програм активности	36
6. Примена визуелизације у системима за аутоматизацију пројектовања производа	39

7. Резултати анализе	41
8. Закључци	43
9. Литература	44

1

УВОД

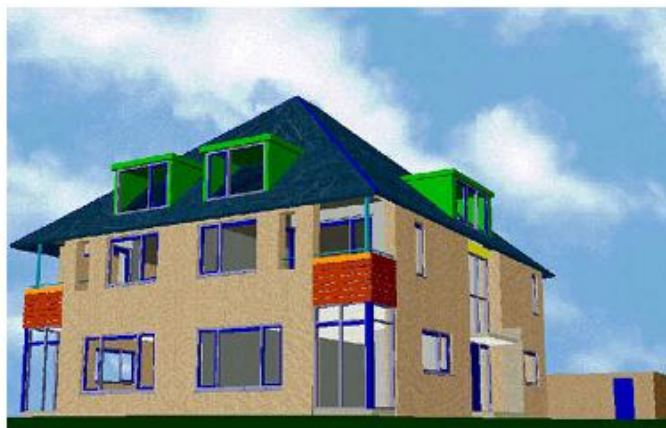
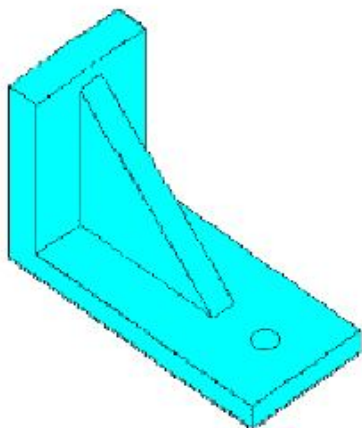
Техничко цртање је техничка дисциплина која служи за приказивање предмета из стварне околине на цртежу. Предмети из стварне околине дефинисани су са три димензије, а технички цртеж је у једној равни. Техничко цртање служи за једнозначну инжењерску комуникацију. То значи, ако је цртеж правилно нацртан, може бити протумачен на само један начин. Правила техничког цртања дефинисана су међународним стандардима ИСО из којих су преузета у националне стандарде. Због тога се каже да је техничко цртање “интернационални језик” комуникације. Наравно, додатне информације на цртежу су на националним језицима, али свим технички образованим лицима облик и димензије нацртаног дела су јасни. Основа техничког цртања је нацртна геоматерија, која је посебни део геометрије, односно математике. [2]

1.1 Пројекције

Облик и димензије предмета могу се представити на два начина:

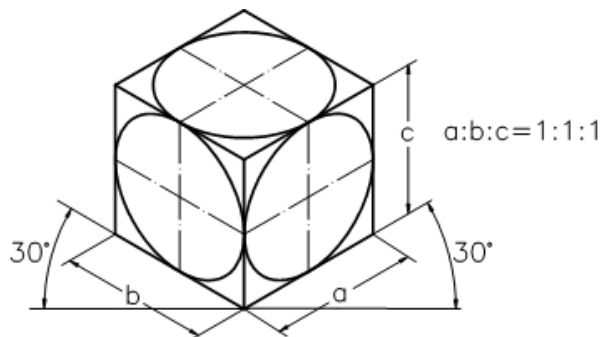
1. Аксонометријским цртежом и
2. Ортогоналним цртежом.

Аксонометријски цртеж је онај на коме је виде све три карактеристичне димензије предмета. Тај начин цртања сличан је слици коју види наше око при посматрању предмета (сл. 1.1).



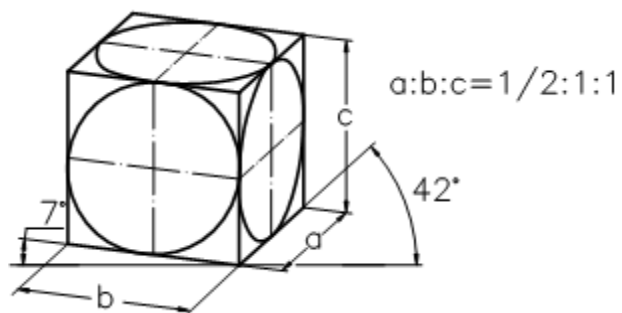
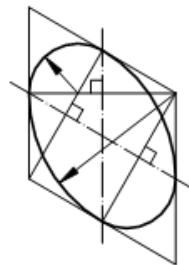
Слика 1.1. Аксонометријски цртежи [2]

Овај начин цртања погодан је за просторно разумевање облика предмета. Међутим, има недостатке у погледу представљања стварних димензија. Постоји више типова аксонометријских приказа (сл. 1.2).

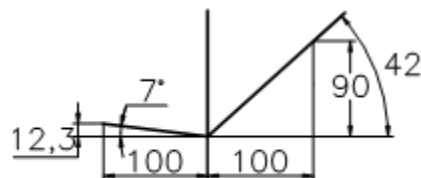


Изометријска пројекција

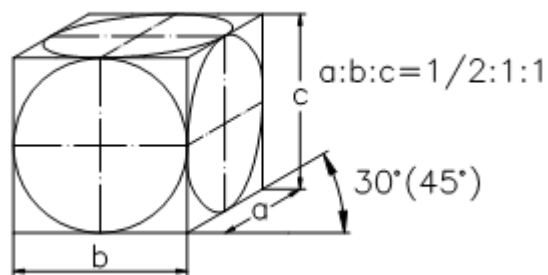
Поједностављено цртање
кривница



Диметријска пројекција



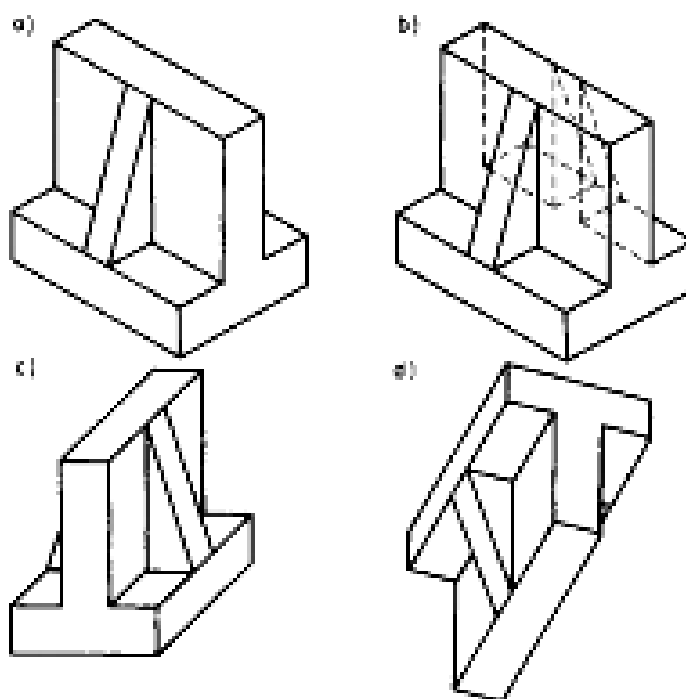
Слика 1.2. Планови димензија и помоћне конструкције код аксонометријских приказа [5]



Коса пројекција

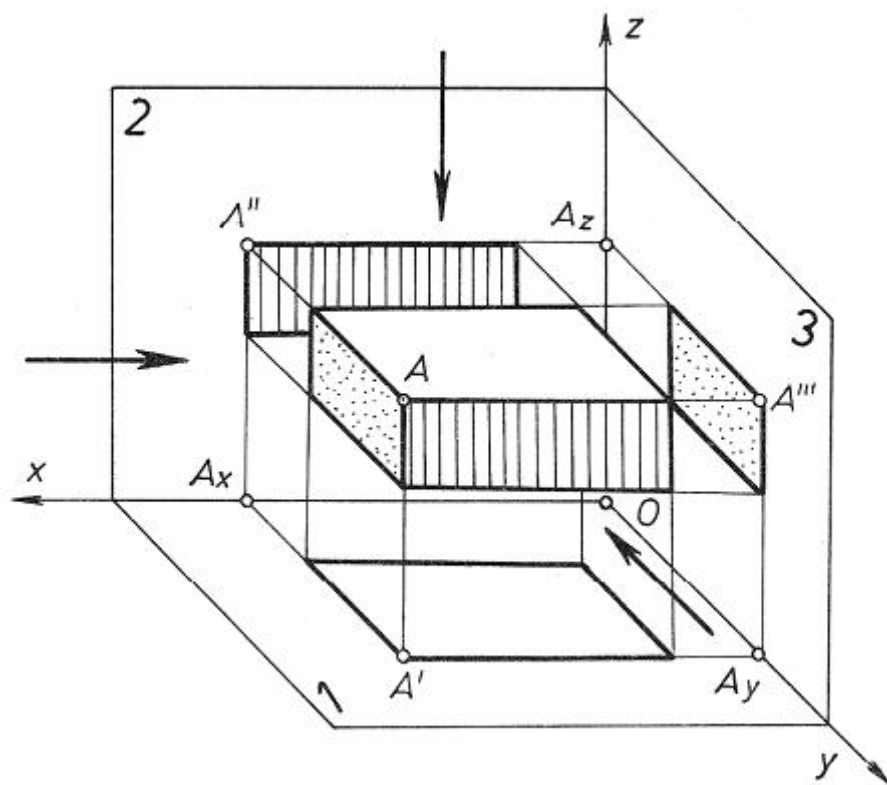
Слика 1.2. (наставак) Планови димензија и помоћне конструкције код аксонометријских приказа [5]

Аксонометријски цртежи (слика 1.3) се мање употребљавају у машинству и грађевинарству. Њихова употреба је најзначајнија у архитектури.



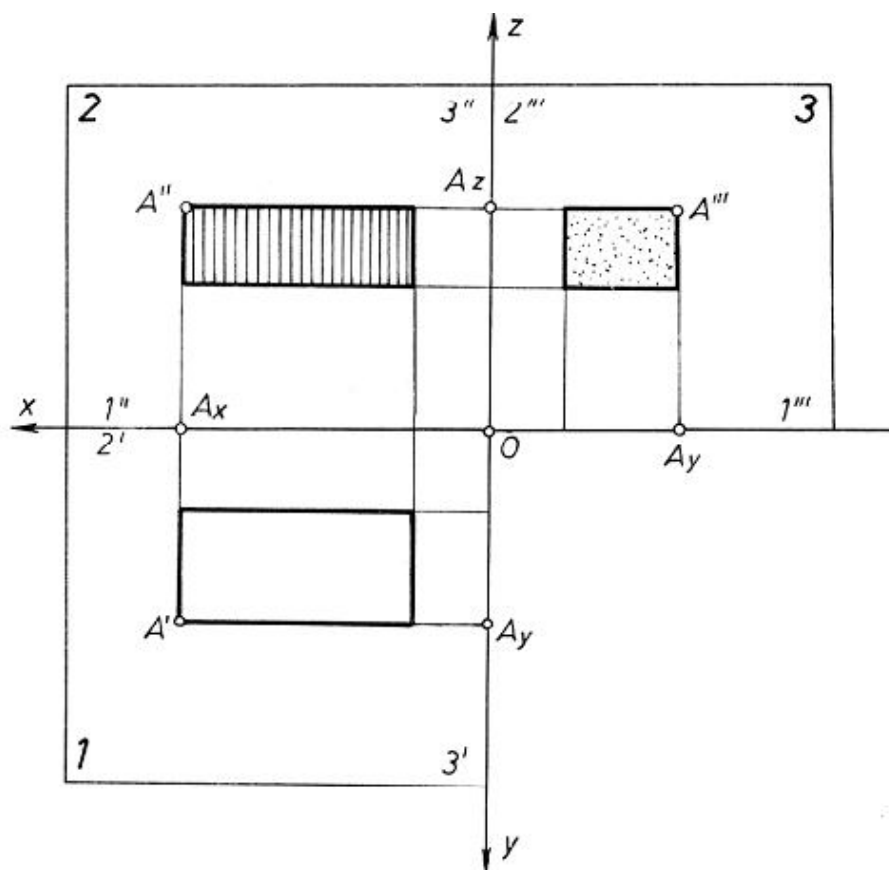
Слика 1.3. Различити типови аксонометријских цртежа [2]

Ортогонални цртеж је базиран на посматрању предмета са свих страна. Предмет се “посматра” такозваним паралелним зрацима, а тако уочена слика се пројектује на раван која је нормална на зраке посматрања (сл. 1.4).



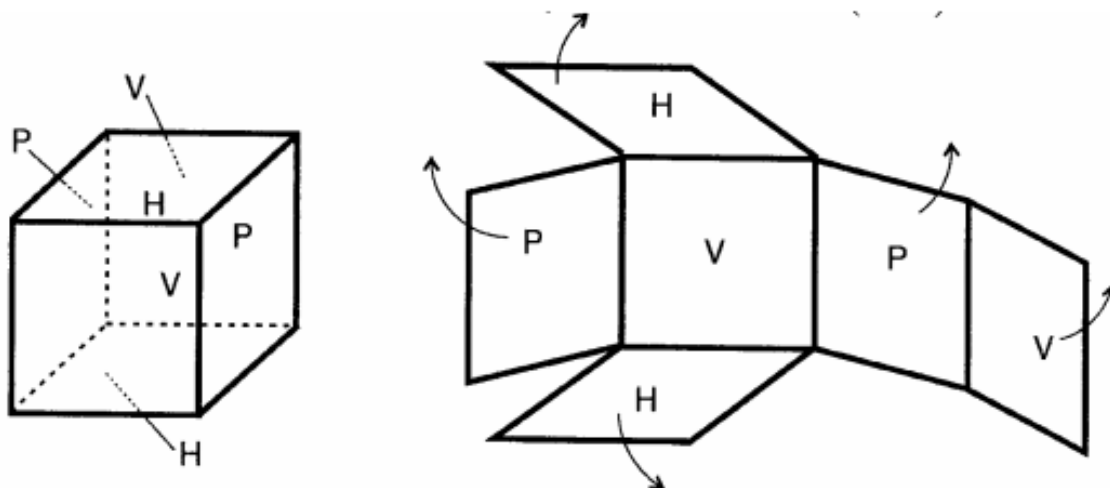
Слика 1.4. Поступак добијања ортогоналних пројекција (Декартов координатни систем) [5]

У овом делу техничког цртања је повезаност са нацртном геометријом. Наиме, предмет који се жели нацртати у ортогоналним пројекцијама налази се у првом октанту правоуглог координатног система. Паралелним зрацима који полазе са предње стране добија се поглед спреда. Тај поглед се црта у вертикалној равни $x-z$. Посматрањем предмета са горње стране добија се поглед одозго, који се црта у хоризонталној равни $x-y$. Посматрањем предмета са леве стране добија се пројекција која се црта у бочној или профилној равни $y-z$. Ова пројекција назива се поглед слева. Пошто је циљ техничког цртања да се све што се црта представи у једној равни (на папиру), након оваквог пројектовања хоризонтална раван се обара наниже, а профилна раван се закреће улево. На тај начин се добије равански цртеж (сл. 1.5). Са тог цртежа уклањају се помоћне линије (пројектни зраци, осе и др), тако да остану само линије које приказују облик и димензије нацртаног предмета.

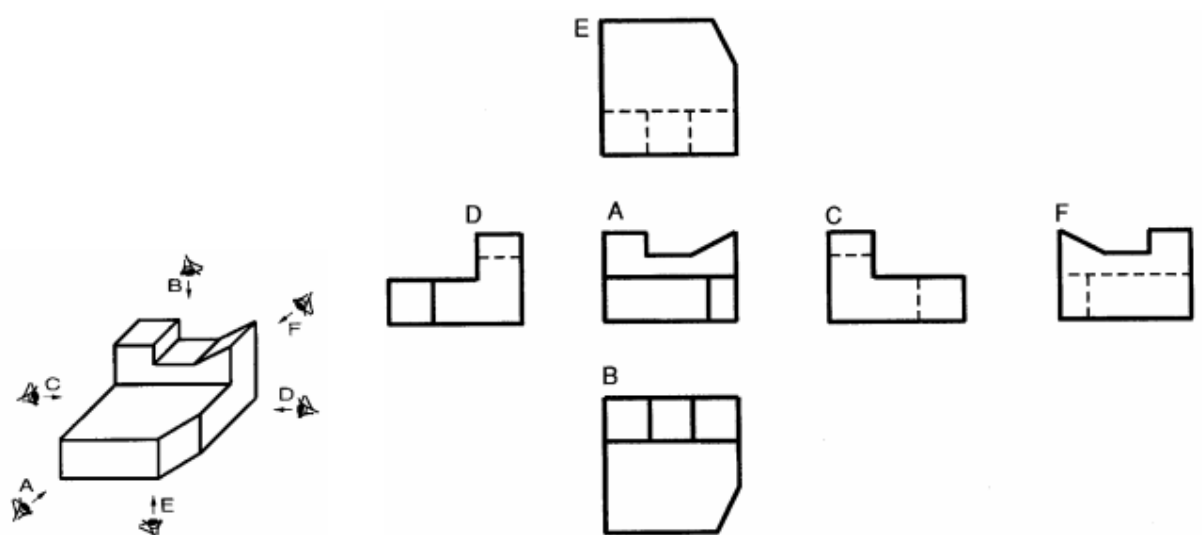


Слика 1.5. Ортогоналне пројекције након заокретања равни [5]

Понекад је потребно предмет посматрати са свих страна. То значи да се може користити пројекција поглед с десна која се налази на левој профилној равни. Поред тога постоје погледи одоздо и отпозади који се цртају на одговарајуће равни. Може се замислити да се предмет постави у коцку и пројектује се на странице те коцке (сл.1.6). Након пројектовања по прописаној процедури закрећу се равни (странице коцке) на начин како је то приказано на слици (сл. 1.6). Овако “размотан” цртеж свих погледа сада се налази у једној равни (сл.1.7).



Слика 1.6. Све пројекције равни у коцки и поступак заокретања страница коцке [2]



Слика 1.7. Све основне ортогоналне пројекције [2]

Скоро никада се на цртежу не цртају сви погледи. Црта се онолико погледа колико је довољно да се потпуно дефинишу облик и димензије предмета. С обзиром да у стандардизованим правилима техничког цртања постоје многа поједностављења и додатна означавања, понекад је довољна и једна пројекција.

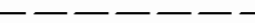
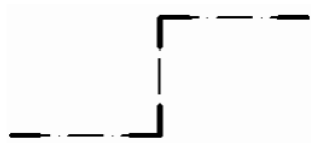
1.2 Техничко писмо и линије

Да би све што је означено речима и бројевима били читко и јасно стандарди су дефинисали техничко писмо. У техничким цртежима обавезно је коришћење техничког писма.

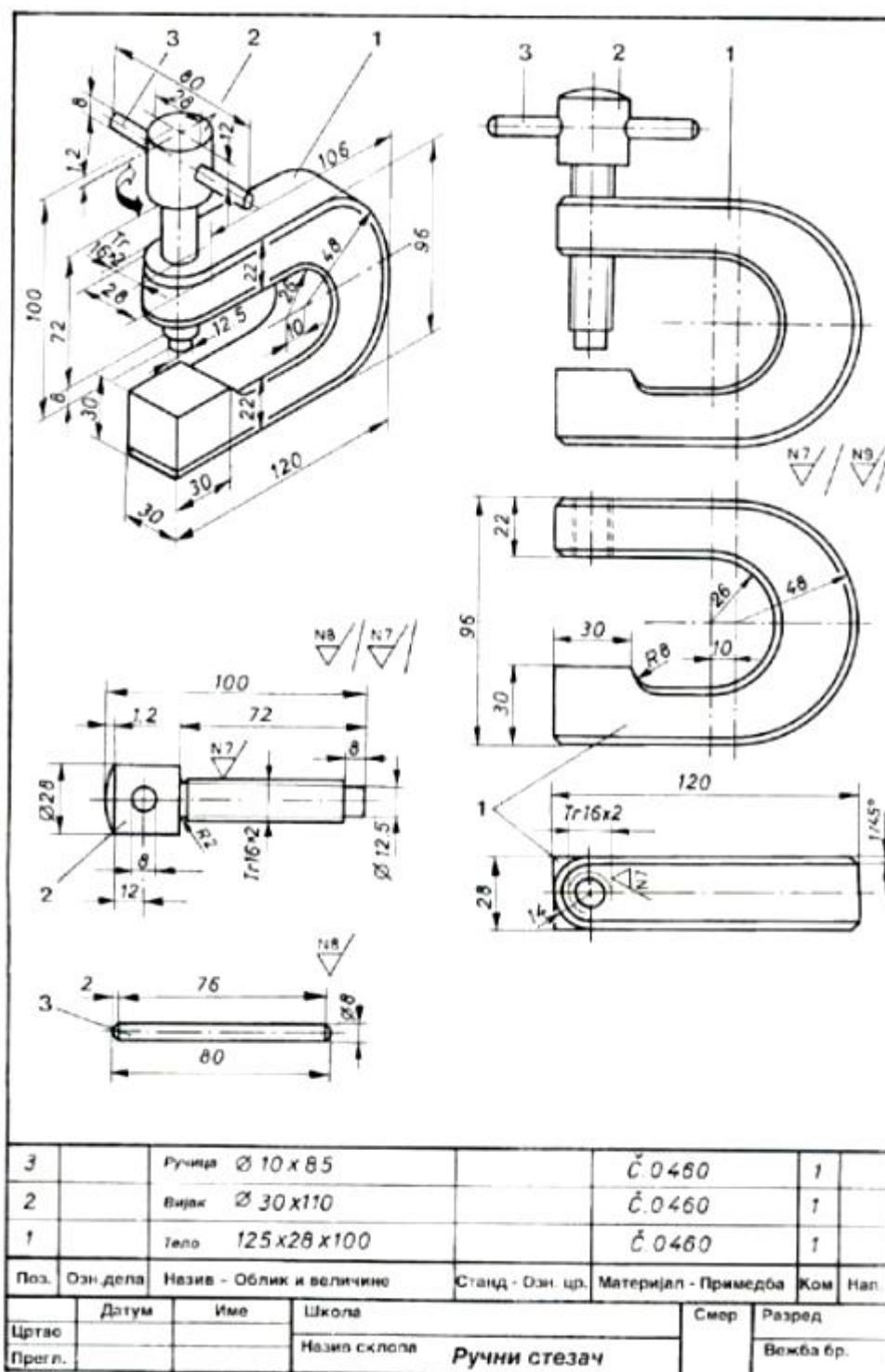
Главне видљиве ивице и контуре предмета се цртају пуним дебљим линијама. Невидљиве ивице и контуре цртају се црта-црта (— —) линијама. Обележавање димензија назива се котирање. Котне линије се цртају танким пуним линијама. Ако је предмет симетричан обавезно је уцртавање оса тањим линијама црта-тачка-црта (— · —).

Поред наведених линија постоје и друге стандардизоване линије у техничком цртању (слика 1.8). Рачунарска техника и софтвери су омогућили брже једноставније и униформније техничко цртање. Најраспрострањенији софтвери су који у називу имају ознаку CAD. Постоје наменски софтвери за машинство, грађевинарство, архитектуру и др. (AutoCAD, ArchiCAD, CADwork,...).

Постоје две основне врсте цртежа у техничком цртању. То су цртежи делова и цртежи склопова. На цртежу дела приказан је само један предмет који је немогуће растављати. Цртеж склопа служи за представљања међусобног положаја делова у некој машини. [5]

Тип линије		Опис	Примена
	E	Испрекидана дебела	Цртање заклоњених ивица и контура
	F	Испрекидана танка	Служи и као линија E, али на једном цртежу увек користити само један тип линије
	G	Црта-тачка-црта, танка	Осне линије, симетрале и путање
	H	Црта-тачка-црта, танка, задебљана на крајевима и местима промене правца	Цртање трагова равни пресека
	J	Црта-тачка-црта, дебела	Приказивање површи на којима се изводе специјални поступци (галванизација, цементација, итд)
	K	Црта-две тачке-црта, танка	Приказивање контура суседних делова, контура машинских делова пре обликовања и међуположаја покретних делова

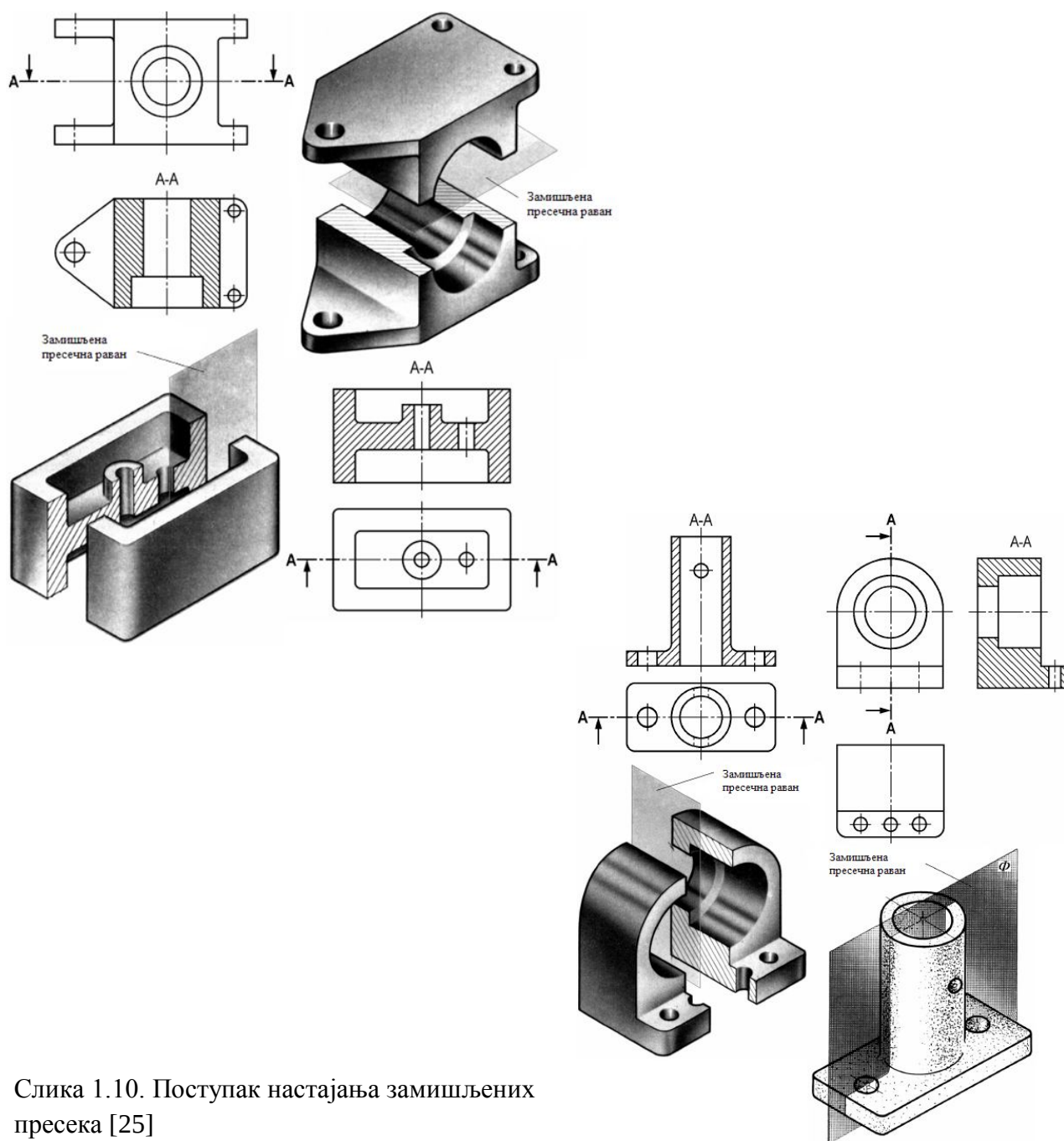
Слика 1.8. Типови и дебљине линија (SRPS A.A0.110) [5]



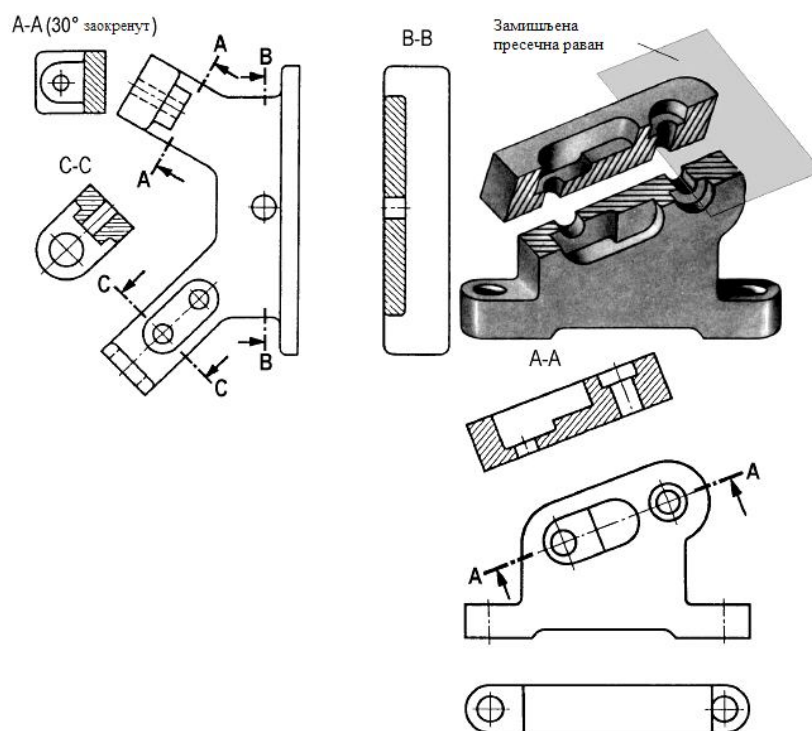
Слика 1.9. Технички цртеж делова, подскопа и скопа

1.3 Пресеци

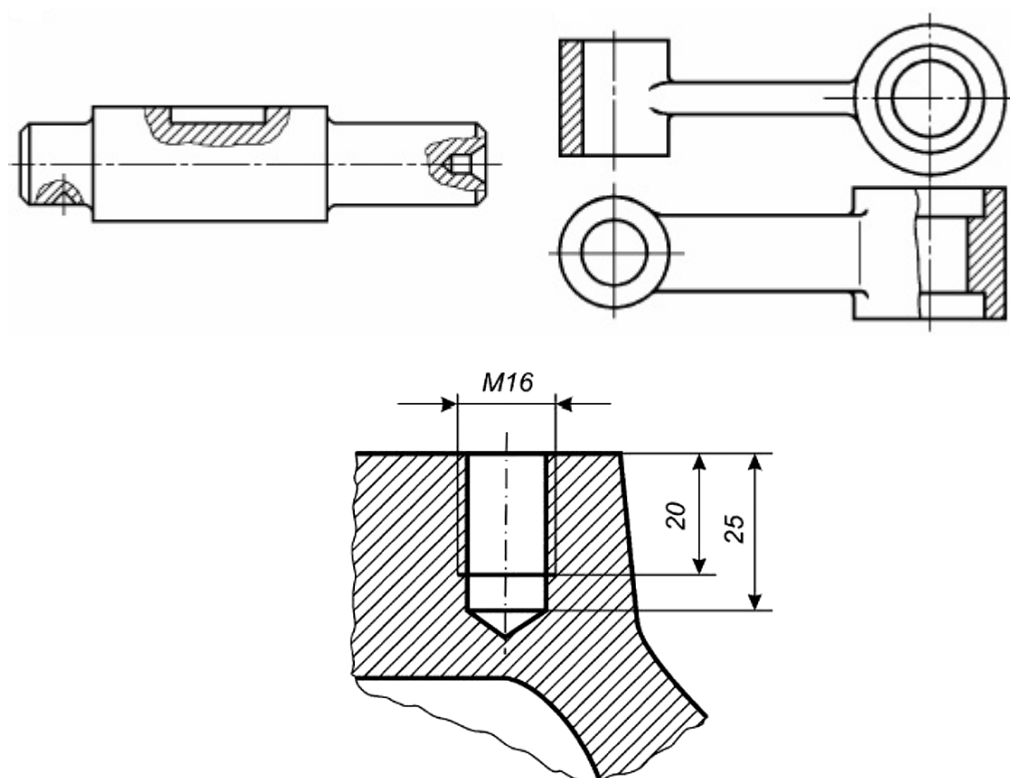
Чест је случај да у унутрашњости предмета постоје шупљине или неки заклоњени детаљи. У таквом случају правилима техничког цртања могуће је направити замишљене пресеке. Ти замишљени пресеци реализују се тако што се замисли одстрањивање половине (слика 1.10 и 1.11), четвртине или мањег дела предмета из предњег плана (слика 1.12). Тако добијемо видљивост унутрашњих детаља. Али да би онај који чита цртеж знао да је одстрањивање једног дела предмета фиктивно, површина, која је настала замишљеним сечењем, се шрафира (косе танке линије једна близу друге). [2]



Слика 1.10. Поступак настајања замишљених пресека [25]



Слика 1.11. Поступак настајања замишљеног косог пресека [25]



1.12. Делимични пресеци [25]

1.4 Размера техничког цртежа

У различитим врстама пројеката приказују се машински делови или склопови различитих величина. Будући да је њихова стварна величина углавном превелика за приказивање на ограниченом формату папира, машински делови или склопови цртају се у одређеним размерама (слика 1.13).

Смањити машински део на цртежу у некој размери значи смањити све његове димензије онолико пута колико наведена размера износи. Од размере зависи дебљина црта на цртежу, а не величина машинског дела или склопа у стварности. Размера представља однос величина на цртежу према истим тим величинама у стварности. Без обзира у којој размери се цртеж црта, у њега се увек уносе стварне величине.

Размера се на цртежу приказује у облику односа два броја (1:100 , 1:50). Први се број (дељеник) односи на мере на цртежу, а други (делитељ) се односи на стварне мере у стварности. У размери 1:100 знамо да су све стварне димензије машинског дела умањене 100 пута.

Размера 1:100 значи да 1 центиметар на папиру значи 100 центиметара у стварности. Ако нека стварна димензија машинског дела износи 12 метара, на папиру ми ћемо је нацртати као линију дужине 12 cm јер је $12 \text{ m} : 100 = 12 \text{ cm}$. На котним цртама у нацртима увек се уписују стварне мере у центиметрима. [24]

РАЗМЕРА 1:1



РАЗМЕРА 1:2



РАЗМЕРА 1:5



РАЗМЕРА 1:10



РАЗМЕРА 1:25



РАЗМЕРА 1:50



РАЗМЕРА 1:100

Слика 1.13. Размере [24]

2

ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА

Визуелизација дела је основна инжењерска способност. Она обухвата читање, представљање и стварање радионичких техничких цртежа, представљање различитих погледа (пројекција) објекта/дела приказаног техничким цртежом. Међутим, студенти техничких/инжењерских наука показују одређене потешкоће у учењу и висок проценат грешака при конкретним задацима као што су техничко цртање и конструисање.

Решавање проблема визуелизације је прво било намењено и развијено за све врсте индустријских објеката (Методологија за решавање проблема визуелизације делова) уједно са жичаним моделима. Модел за решавање проблема је кључан за сва техничка знања и служи као средство за научну методу. Да би се развила ова методологија, коришћене су све напомене са техничких цртежа, истраживања и документи широм света. У вези са овом методологијом, развијене су друге научне стратегије. Оне могу бити употребљене за допуњавање програма специфичних задатака који се тичу теоријског садржаја и процедура укључених у визуелизацију делова исто као и главни проблеми и потешкоће студената када су суочени са оваквом врстом проблема.

Ова научна стратегија је била примењивана последњих пар година при првом курсу Индустријског инжењеринга у одељењу за инжењеринг у Билбау на баскијском универзитету. [1]

Главни циљ овог документа је да покаже, оправда и образложи ту нову методологију визуелизације делова. Остали аспекти ове студије су приказани 2008. године на ASEE (American Society for Engineering Education) годишњој конференцији која се одржава у Питсбургу.

Три главна разлога који подржавају ову оквирну стратегију

У различитим темама које су будући инжењери проучавали, неке потешкоће могу бити посматране у визуелизацији делова и у способности просторног разумевања (Sierra Uria, Egoitz, 2005) [1].

Могућност мисаоне визуелизације и манипулације проблема у разним ситуацијама је есенцијална потреба за многе инжењерске послове. Процењује се да данас најмање 84% испитаника сматра да је просторна визуелизација фундаментална потреба (Smith, 1964), а у неким техничким пословима, разумевање визуелизације је од највећег значаја (Maier, 1994) [1].

Трећи разлог који подржава ову стратегију је тај, да професори треба да анализирају и константно сагледавају на сопствени начин предавања у циљу побољшања ефикасности наставе (Fernando Hernandez, 1992) [7].

3

ДИДАКТИЧКИ ОКВИРИ И ИСТРАЖИВАЊА

Постоји потреба за анализом специфичних потешкоћа које се јављају услед учења појма визуелизације. Професори често скрећу пажњу на проблеме које многи студенти исказују на курсевима графике када покушавају да визуелизују објекат – предмет, користећи цртеж са више пројекција. Проблеми најчешће настају услед непостојања систематског процеса за анализу комплетних облика (Luzzader and Duff 1986) [8].

Дидактичка стратегија праћена на многим предавањима може бити један од главних разлога за ове проблеме. Она се састоји у визуелизацији проблема који су праћени решењима тих проблема без упознавања студената са методама за решавање уз јасно објашњење, а управо је то неопходан приступ за време решавања проблема (Garmendia, 2004) [9]. И сами студенти потврђују овај недостатак стратегије решавања проблема. Као алтернативу, они користе стратегију покушаја и грешке, или се једноставно воде интуицијом.

Дидактичко истраживање у решавању проблема се заснива на потребама студената да у рад укључе различите аспекте повезаног знања.

Група оптичких могућности је била искоришћена и примењена на различите аспекте предмета кроз креирање различитих начина за схватање тог предмета. Ово доказује да кроз учење, поред теоријског и концептуалног знања, и друге дисциплине као што су примењене науке, морају бити узете у разматрање (Guisasola et al.2003) [10].

Неки сигурни аспекти морају бити дефинисани када се планира предавање специфичних садржаја као и одлучивање у стварању процеса учења кроз програм активности. Имајући у виду евентуалне потешкоће које могу настати асимилацијом садржаја од стране студената, одређене циљеве и тезе треба дефинисати међу овим аспектима.

Истовремено, неопходно је дефинисати стратегију која ће бити праћена за достизање свесног учења, дефинишући логичне секвенце активности које су специјално намењене процесу учења, исто као тип процењивања који ће бити коришћен као водич за студенте и помоћ за побољшање знања.

Такође се обраћа пажња на студенте који нису довољно развили схватање простора, и због тога имају озбиљне проблеме у разумевању и употреби објекта у простору (Navarro, 2004) [11].

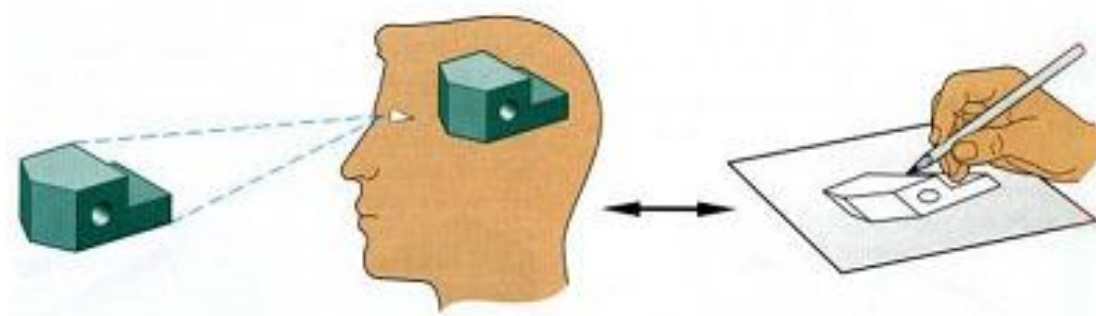
Mathenson (1999) [12] потврђује да наставници често заборављају значај фактора просторне визуелизације при учењу. Преглед многих књига из ове области показује да је мало тога учињено да би се развила способност просторног разумевања код студената. Инжењерски приручници најчешће садрже погледе у пројекцијама (правоугаоне погледе), статичке концепте, теорије и идеје без или са мало објашњења, а све заједно са тезом о представљању просторних објеката.

Претпоставља се да ће студенти моћи да превазиђу умни изазов и склопе просторну слагалицу.

Према Потеру (Potter 2003) [13] студенти са отежаном способношћу за просторно разумевање морају, учећи статику, динамику и трансформацију слика да нађу начин да комбинују све те дисциплине како би решили проблем.

Просторни приступ може бити развијен на више начина.

Нпр. вежбајући моделирање и цртање слободном руком, представљање модела као 3D објекта, манипулисање предметима у 3D у циљу промене њихових димензија, и коначно експериментисање и рад са различитим приступима и погледима на представљени објекат, уједно и као штампу и као компјутерски приказ. (слика 3.1)



Слика 3.1. Визуелни поглед на објекат и представљање на папиру као 3D

(Bertoline 2003) [14]

Са друге стране, темељнијим прегледом литературе у приручницима техничког цртања, дошло се до закључка да испитивања нису дала значајне резултате у проналажењу јасног, концизног и потпуно развијеног метода за решавање проблема визуелизације. (Sierra Uria, Egoitz, 2005) [1].

3.1 Дидактички оквири

Визуелизација дидактичке јединице и програмирање активности заснованих на новој методологији за решавање проблема визуелизације дела (слика 3.2), се развила услед конструктивистичког погледа и уједно са европским високошколским оквирима образовања. [1]

Одреднице овог система рада су следеће:

- студенти се награђују за стечено знање,
- ново знање мора бити разумљиво студенту,
- предзнање студента се мора узети у обзир,
- професор мора увести студента у свој процес учења,
- у процесу учења, неки “познати сукоби” су на граници ескалације,
- процес учења промовише “зону процењеног развоја” међу студентима,
- рад студента се мери ECTS (Европски Систем Бодовања),
- студенти ће у сваком тренутку знати резултате свог рада и својих напредака у процесу учења, и бити адекватно награђивани за стечено знање,
- студенти носе главну одговорност за своје учење.

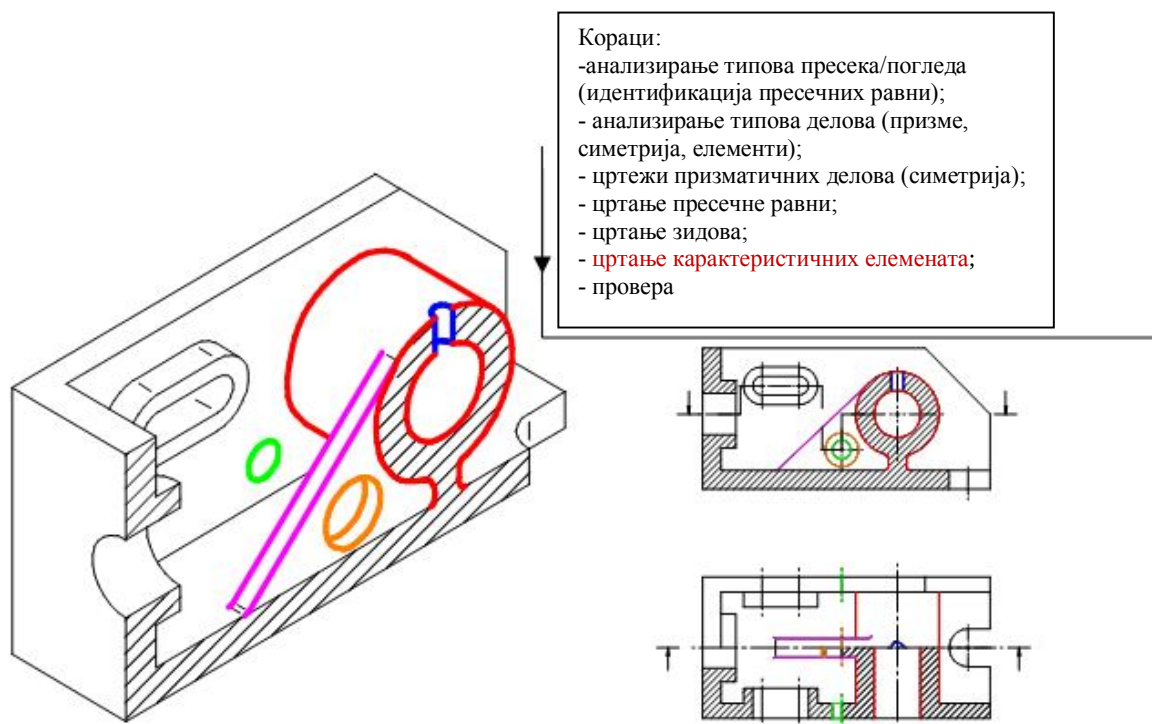
3.2 Коришћени алати

Данас, ИСТ (Информационе и комуникационе технологије) нуде палету комплементарних алата који су врло корисни при настави/учењу било ког предмета, укључујући и визуелизацију делова. Алати коришћени у овој визуелизационој оквирној јединици су:

- Анимација путем слајдова
- Виртуелни модели
- Физички модели

Анимација путем слајдова

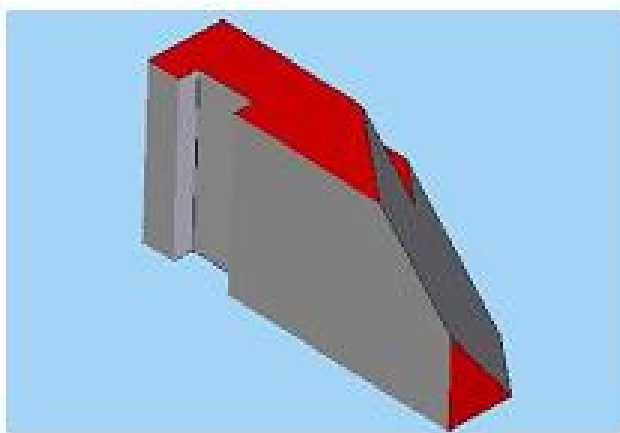
Коришћењем рачунара са излазом за екран прикљученим на простор, лако можемо да модификујемо слајдове и ући дуж и низ цртеж/модел у току решавања проблема. Ови слајдови такође могу да имају прикачене фотографије и друге документе као што су видео снимци и CAD модели.



Слика 3.2. 6-ти од 7 корака у решавању проблема [1]

Виртуелни модели (CAD)

Виртуелни модели који су креирани помоћу рачунара (слика 3.3), уз CAD програм могу се лако ротирати и пресецати у било ком тренутку, у зависности од потребе професора или студента. Можемо се пребацити са једног на више погледа или обрнуто веома брзо. У овом случају, потешкоће расту због неразумевања зависности међу просторне реалности дела и његовог представљања техничким цртежом где је умањен. [1]



Слика 3.3. CAD виртуелни модел [1]

Физички модели (CAD)

У циљу повећања способности просторног разумевања код студената, неопходно је да се ради у простору са 3D моделима који могу да се обрћу, померају и да се проучавају нпр. разматрајући њихове пројекције (Devon et al.1994) [16].

Према Бертолин-у (Bertoline, 1995) [17], други начин за побољшање рада студената је што реалистичније схватање и приближавање 3D модела реалном делу.



Слика 3.4. Физички модели [1]

Зато се користе реални физички модели (слика 3.4). Неки су направљени од картона, али већина је направљена уз помоћ опреме за брзу израду прототипова у лабораторији у Билбаоу (www.ehu.es/PDL/), на одсеку за инжењерство, универзитета у Баскију. [1]

4

МЕТОДОЛОГИЈА ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ ДЕЛА, РАЗУМЕВАЊЕ ИНДИКАТОРА И ПРОГРАМ АКТИВНОСТИ

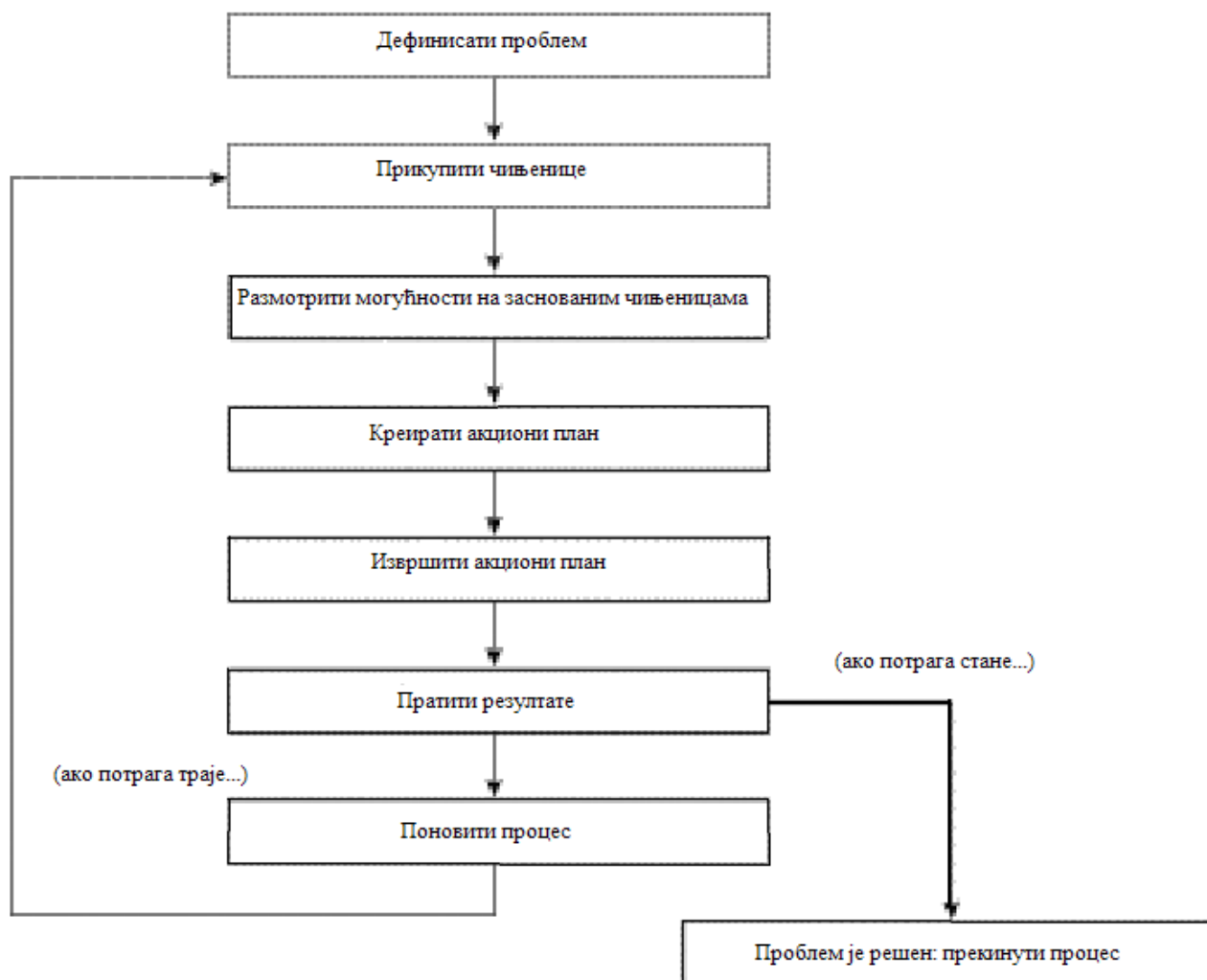
Ова новоразвијена методологија за решавање проблема визуелизације дела је у основи базирана на три дела:

- Анализа потешкоћа студената суочених са проблемом визуелизације
- Анализа решења експерата за тај проблем
- Анализа према подацима из литературе и научно-истраживачких часописа из области графике и инжењерског образовања. (слика 4.1)

У овој новој методологији [18] модел за решавање проблема је постао кључни за изражавање свих потребних знања за решавање проблема ове врсте. Модел за решавање проблема (слика 4.2), што је и захтев у научном методу, је основа свих техничких знања.

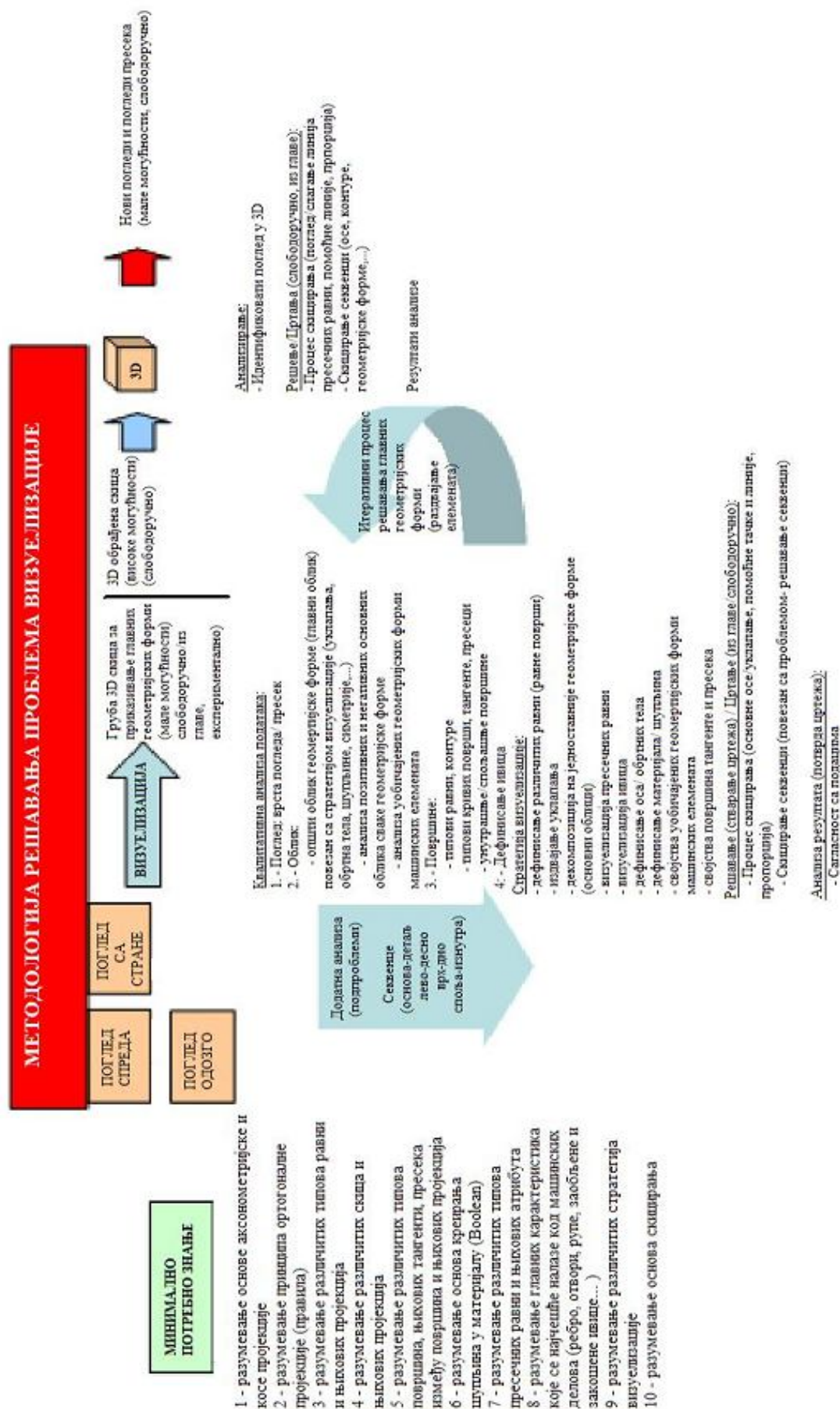


Слика 4.1. Специјални метод [1]



Слика 4.2. Модел решавања проблема [1]

Када се суочавамо са проблемом визуелизације, подаци (више погледа) морају међу првима бити анализирани, и у односу на те анализиране податке мора бити постављена стратегија (слика 4.3). Проблем се може решавати корак по корак (елемент по елемент), цртајући скицу и проверавати усаглашеност скице и података. При оваквом учесталом процесу, сви елементи објекта морају бити решени. [1]



Слика 4.3. Методологија решавања проблема визуелизације [1]

4.1. Индикатори за схватање

У циљу решавања проблема визуелизације било ког типа индустријског објекта, следећи индикатори за разумевање морају бити савладани и учестало коришћени. Првих седам индикатора у основи одговарају концептуалном знању, а последња четири индикатора, садржавајући концептуалне вештине, у суштини одговарају процедуралном знању. [1]

1. Основе репрезентативних система
2. Услови или правила за усаглашеност (6 правила)
3. Типови равни и карактеристике њихових пројекција
4. Типови основних чврстих облика и карактеристике њихових пројекција
5. Тангентност и пресеци међу површинама
6. Основе креирања шупљине материјала
7. Булове операција
8. Основе пресека и различити типови пресека
9. Основе карактеристичних индустријских моделских форми
10. Основе скицирања (скица)
11. Методологија решавања проблема визуелизације и стратегије

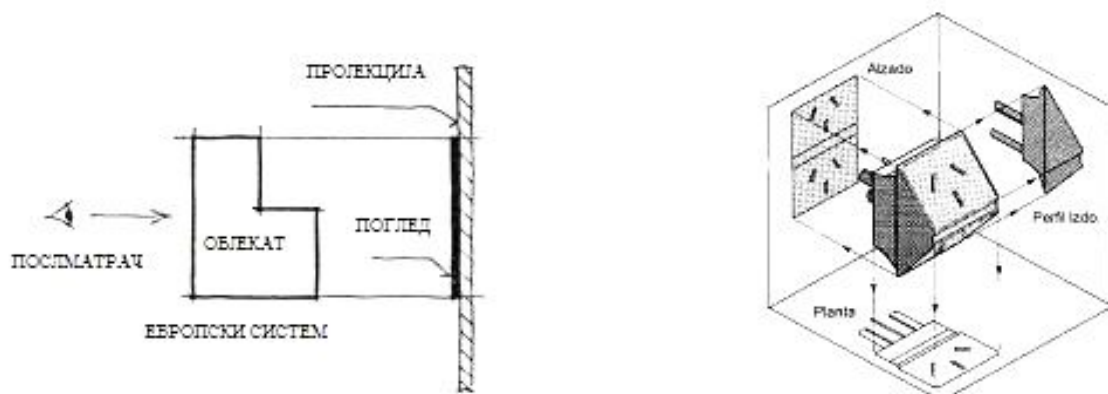
4.1.1. Основе репрезентативних система

Ове основе се састоје од солидног познавања основа система представљања ортогоналним координатним системом (слика 4.4), укључујући стандардизацију и начин пројектовања (из 3D у 2D) као и разлог за цртање пуних и испрекиданих линија.

Други важан аспект је постизање солидног знања основа и главних чинилаца аксонометријског погледа и косих пројекција (3D).

За визуелизацију дела у простору (3D) неопходно је сагледати шта је било потребно урадити да би се добили погледи (2D).

Резултат ће бити добро познавање зависности међу системима репрезентације.



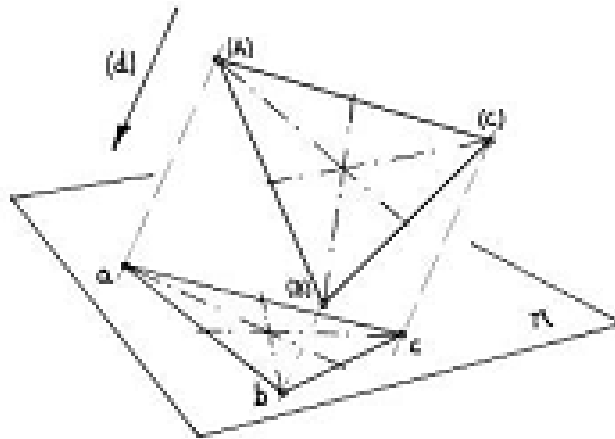
Слика 4.4. Основе за репрезентацију помоћу више погледа [1]

4.1.2. Услови или правила за усаглашеност (6 правила):

Услови који су развијени из типа пројекције (паралелна/ортогонална) морају бити савладани.

Услови су:

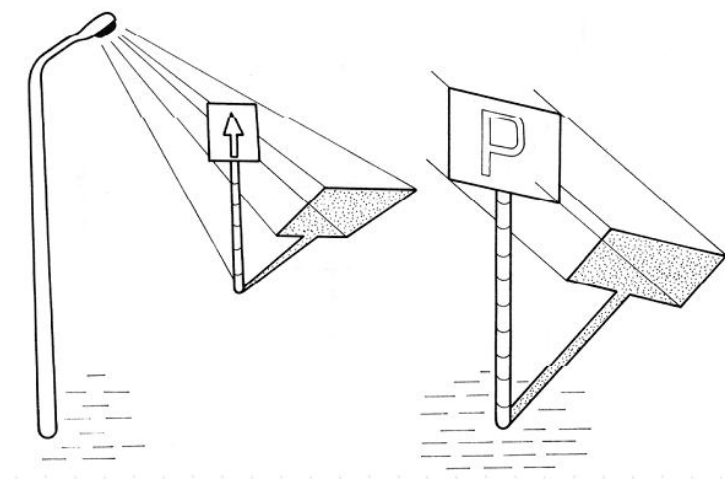
1. Пројекција тачке мора бити усклађена у различитим погледима.
2. Кота (мера) међу два тачкама (x, y, z) је иста за све погледе (пројекције).
3. Паралелне линије у различитим пројекцијама остају увек паралелне.
4. Облик равних површина остаје увек једнак у осталим пројекцијама осим ако није видљив као линија. У том случају, површина (раван) је паралелна са погледом, правцем гледања. (слика 4.5)
5. Две суседне површине одвојене линијом не могу бити у истој равни.
6. Мере изведби (моделске форме) су у реалној размери када је моделска форма нормална на визуелну пројекцију. Када није управна (нормална), биће мања од реалне размере. [1]



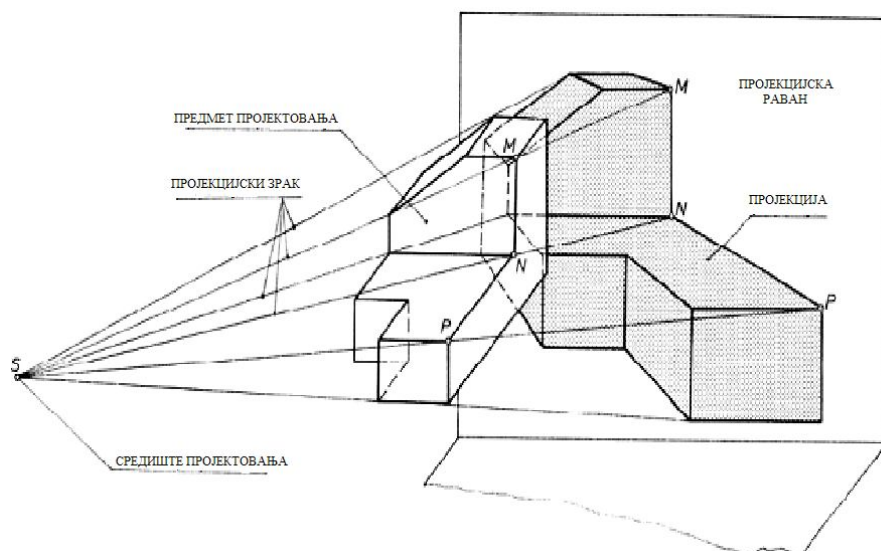
Слика 4.5. Правило 4 [1]

4.1.3. Типови равни и карактеристике њихових пројекција

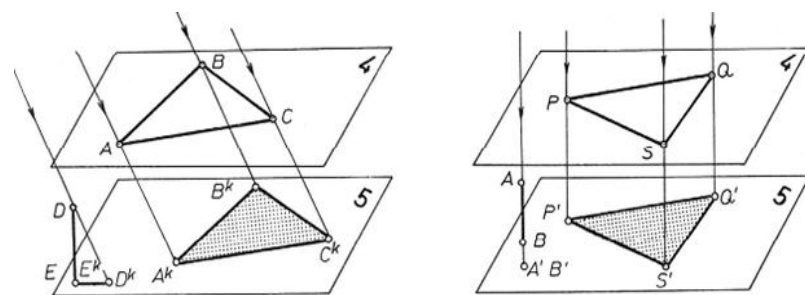
Потребно је солидно познавање различитих типова равни (3D) и њиховог односа са пројекцијама (паралелно, централно, косо) (слика 4.6; 4.7; 4.8; 4.9) као и карактеристике њихових пројекција (2D).



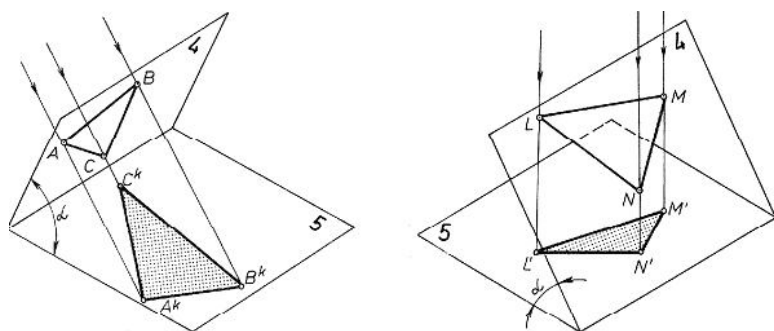
Слика 4.6. Централна и паралелна пројекција [5]



Слика 4.7. Централна пројекција [5]



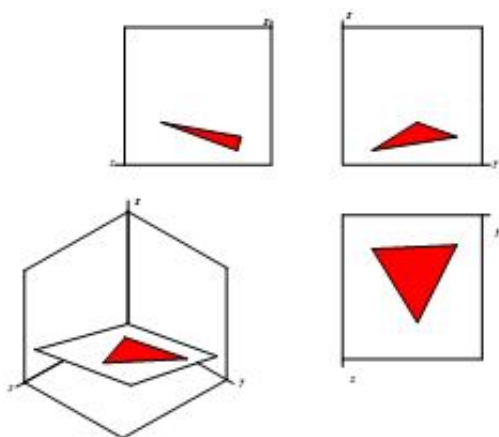
Слика 4.8. Раванска фигура паралелна са пројекцијском равни [5]



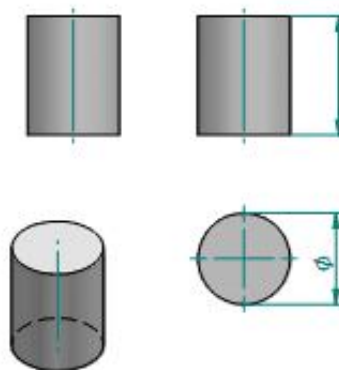
Слика 4.9. Косо и ортогонално пројектовање [5]

4.1.4. Типови основних чврстих облика и карактеристике њихових пројекција

Неопходно је бити врло добро упознат са варијацијама геометрије основних елемената (облика) (3D) и карактеристика њихових пројекција (2D), били они облици (тела) или површине (призма, коцка, цилиндар, конус, сфера, ротациони облици) (слика 4.10 и 4.11). [1]



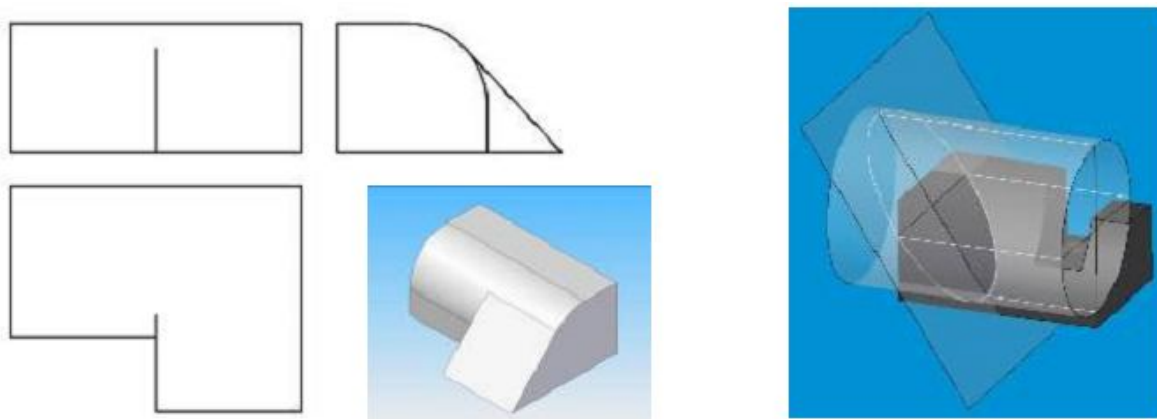
Слика 4.10. Коса равна [1]



Слика 4.11. Цилиндар [1]

4.1.5. Тангентност и пресеци међу површинама

Ово подразумева познавање тангентности међу површинама (3D) и њихових пројекција (погледа) (2D) (линије контакта, ивичне линије...) као и познавање варијације пресека између површина (3D) и њихових пројекција (раван, цилиндар, конус, сфера) (слика 4.12). [1]



Слика 4.12. Тангенте површине и пресек између цилиндра и равни [1]

4.1.6. Основи креирања шупљине материјала

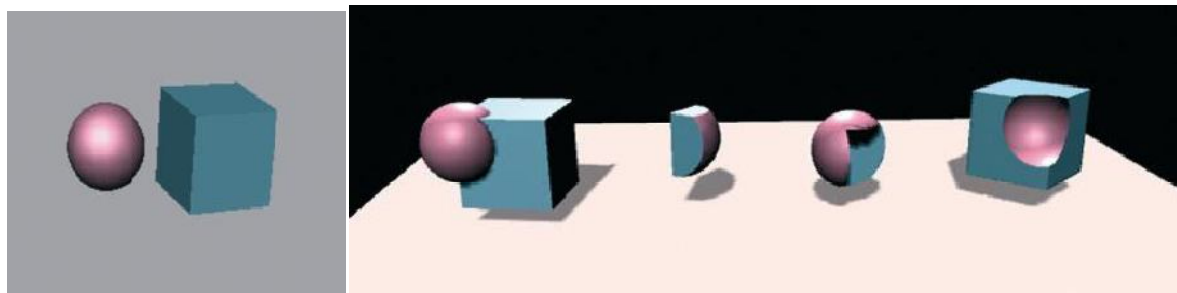
Ово укључује солидно познавање разлога за постојање шупљина и њихове везе са материјалом (делом) (3D), као и познавање начина представљања постојећих шупљина (слика 4.13) у пројекцијама (2D) (испрекидане линије). [1]



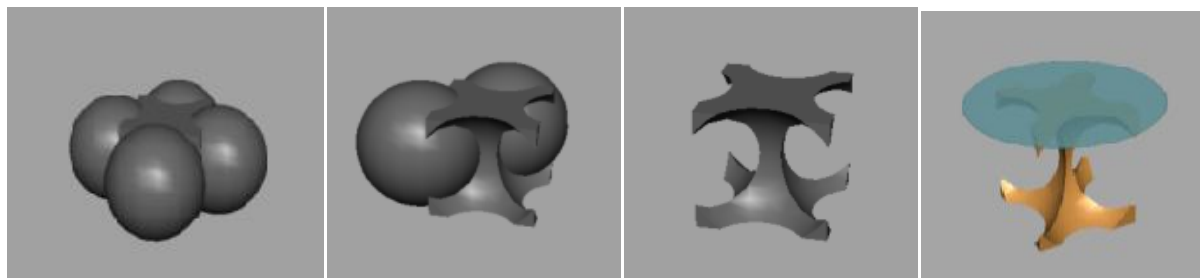
Слика 4.13. Шупљина= материјал (+) – материјал (-) [1]

4.1.7. Булове операције (Boolean)

Булове операције представљају методе за моделирање које се заснивају на преклапању два тела (слика 4.14). На тај начин се материјал или додаје или одузима и то интеракцијом више тела у оквиру моделираног дела.



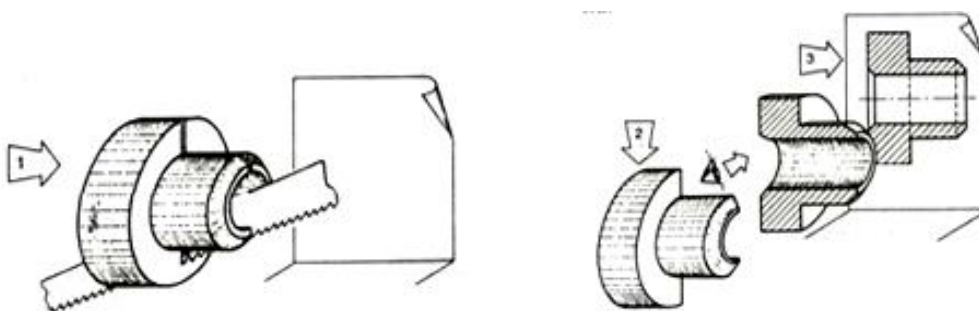
Слика 4.14. Булове операције са два тела [1]



Слика 4.15. Моделирање помоћу Булових операција [1]

4.1.8. Основе пресека и различити типови пресека

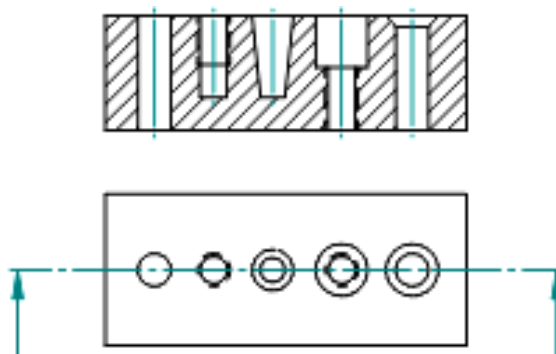
Ове основе се састоје од доброг познавања пресека (3D) и њихових пројекција (2D), као и познавање различитих типова пресека (слика 4.16)). [1]



Слика 4.16. Сечење равни [1]

4.1.9. Основе карактеристичних индустријских моделских форми

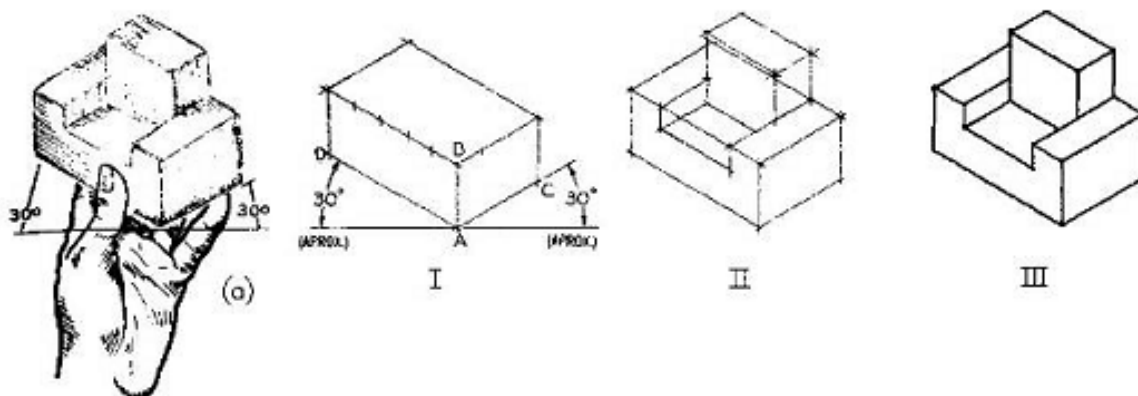
Ово подразумева познавање уобичајних индустријских облика делова (3D), њихових карактеристика и начина њиховог представљања (2D) (сви типови рупа (слика 4.17), ојачања, заобљења, оборених ивица...). [1]



Слика 4.17. Отвори и рупе [1]

4.1.10. Основе скицирања (скица)

Ове основе укључују процес скицирања (3D у 2D) (слика 4.18) уз задржавање видљивости, сразмерности и паралелности. [19]



Слика 4.18. Процес скицирања [19]

4.1.11. Методологија решавања проблема визуелизације и стратегије

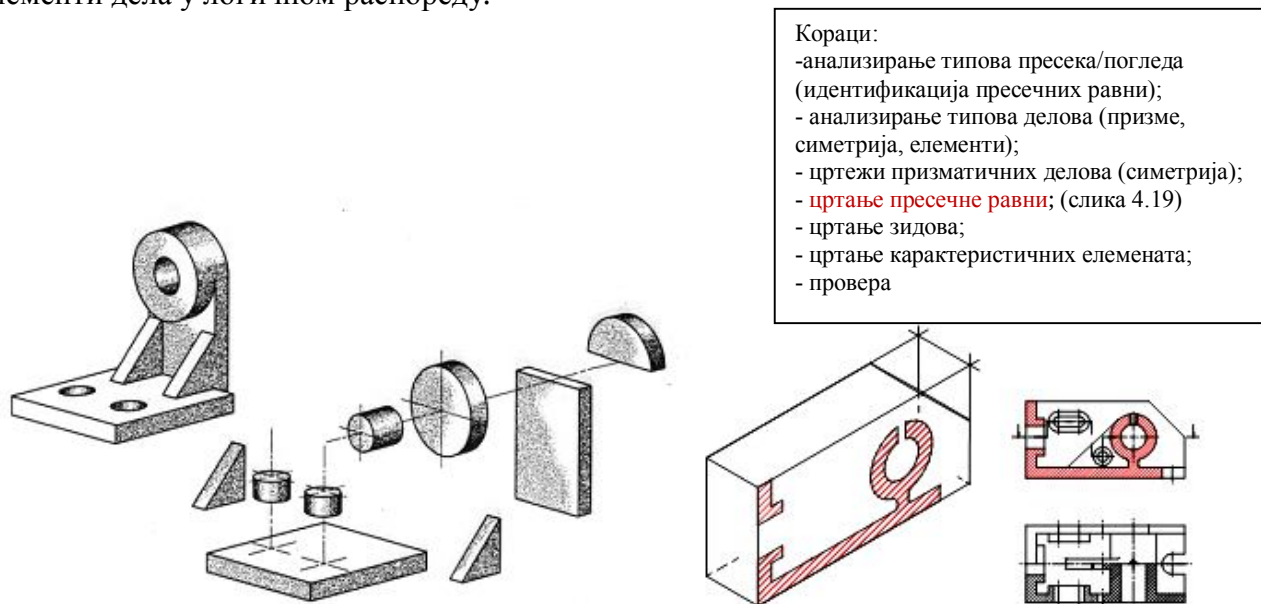
Квалитативна анализа података укључује учење анализирања полазних података, врсте података и познавање интерпретације и разматрања информација за класификацију типа делова (модел, површине, темена, моделске форме, спољашност/унутрашњост, пресеци...). Ове анализе ће довести до решења проблема.

Стратегија решавања подразумева избор најадекватније стратегије решавања (специфичне) с обзиром на анализирање информације.

Такође, укључује познавање одређивања и постављања различитих претпоставки за решавање визуелизације варијабилних елемената у току креирања дела. [1]

- елиминација запремина
- раздвајање на просте геометријске форме
- одговарајући метод: делови са равним странама
- идентификација темена и њихово припајање основи
- идентификација ротационих геометријских форми кроз препознавање кругова (центра) и оса
- разликовање пуних од шупљих геометрија
- интерпретација (представљање) облика изведених од најтипичнијих облика индустријских (машинских елемената)
- коришћење пресека је препоручиво при скицирању

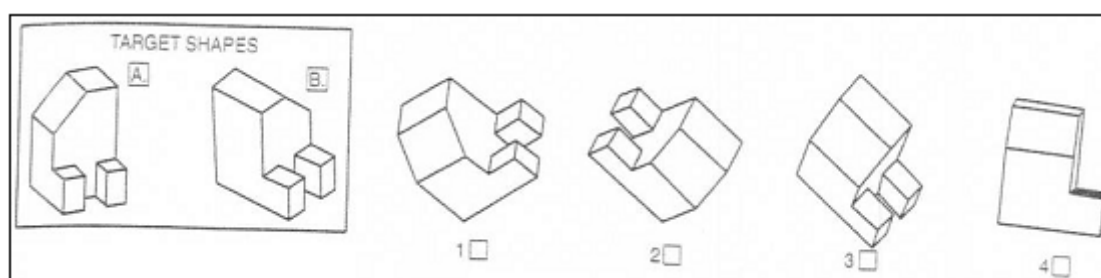
У циљу решавања дела, обратни процес мора бити испраћен да би се решили (одредили) елементи дела у логичном распореду.



Слика 4.19. Рашчлањавање и раван пресека [1]

4.2. Просторна визуелизација

Ова могућност, која може бити дефинисана као вештина менталне манипулације слика, је основна у решавању проблема визуелизације. Ова област изискује специфичан рад да би се постигао неопходан ниво вештине. (слика 4.20)



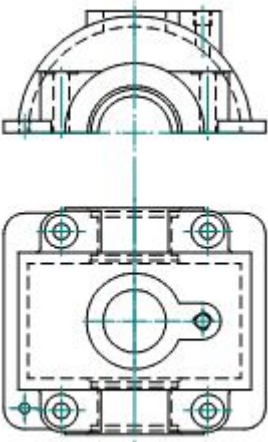
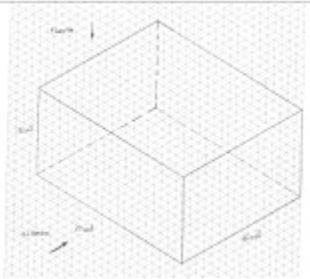
Слика 4.20. Просторна визуелизација, брза вежба [14]

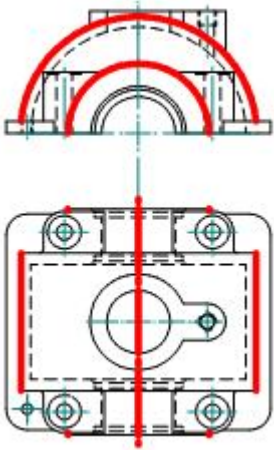
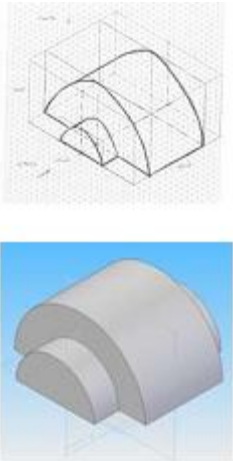
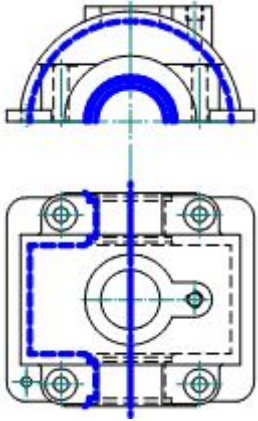
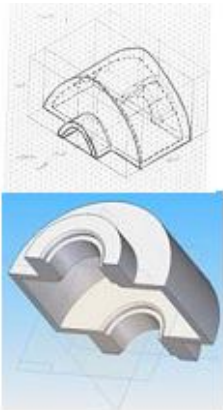
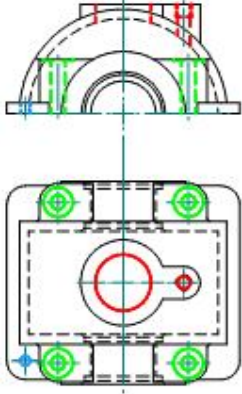
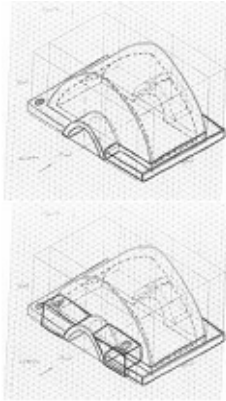
5

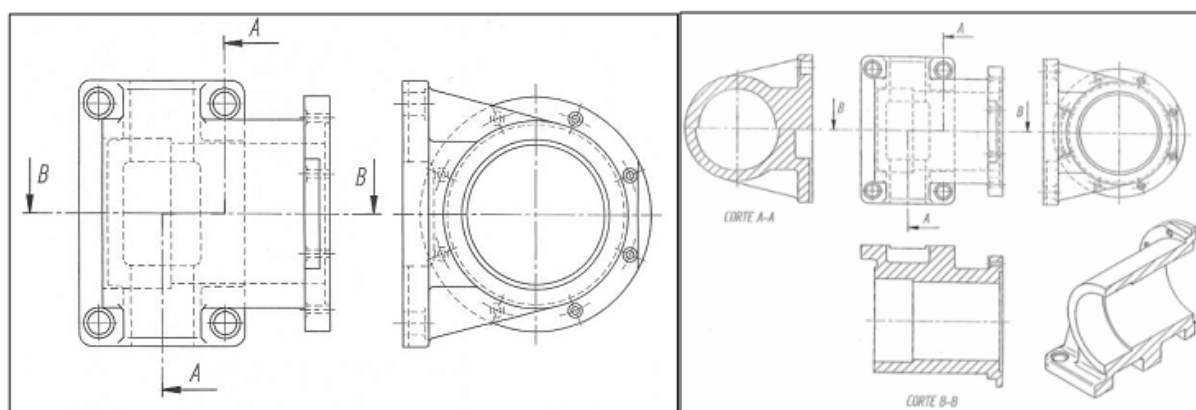
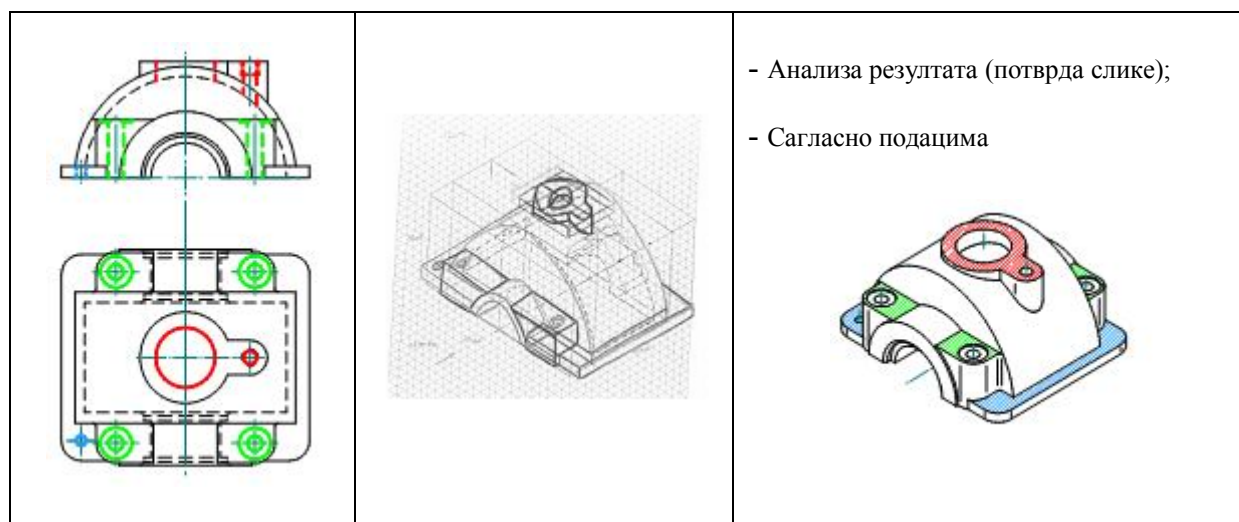
ПРОГРАМ АКТИВНОСТИ

Како се јавља напредак у овој области, а у циљу усавршавања знања, морају бити савладане одређене активности планиране програмом. Ниво сложености сваке активности је директно повезан са кораком који треба савладати у одговарајућој дидактичкој јединици (табела 1). [1]

Табела 1. Пример процеса израде дела склопа

		- Анализирање типова пресека/погледа - Анализирање типова делова (призме, симетрија, елементи); - Цртање уклапања, габарита (симетрија)
---	---	---

		- Идентификација оса ротације (материјал); - Итеративни процес решавања главних геометријских форми (разбијање елемената); - Решавање (стварање слике) / цртеж (замисао, скица); - Процес скицирања (главне осе/габарити, пројектовање тачака и линија, пропорције) - Скицирање слагањем (повезано са решавањем проблема слагањем)
		- Идентификација оса ротације (материјал); - Разбијање анализе (подпроблеми); (уопштено-до-детаља, с лева на десно, с врха на доле, споља ка унутра)
		- И када једном имамо решене главне геометријске форме прелазимо на детаље; - додаци уобичајених геометријских форми код машинских елемената (ребра, мреже, отвори и рупе, ушице, оборене ивице,...)



Слика 5.1. Ручно нацртан цртеж и цртеж урађен у CAD-у [1]

6

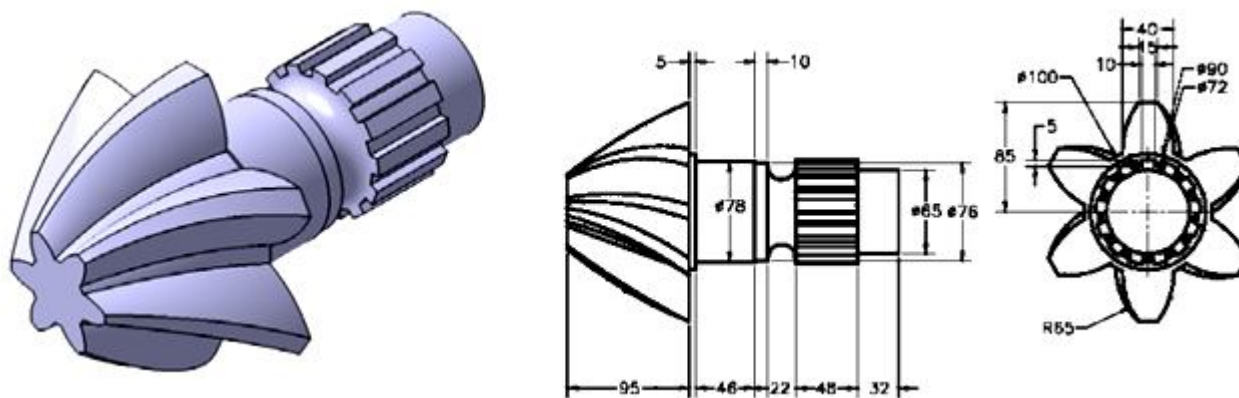
ПРИМЕНА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ У СИСТЕМИМА ЗА АУТОМАТИЗАЦИЈУ ПРОЈЕКТОВАЊА ПРОИЗВОДА

Током процеса развоја производа јавља се потреба за приказивањем разних врста облика производа а такође и за процесе конструисања и производње, па и шире. У данашњем времену, а посебно у будућности, ово је превасходно значајно при рекламирању, дистрибуцији и продаји. Један од предуслова за испуњавање захтева тржишта представља јасна, односно, виртуална комуникација. У том смислу, размена географских и графичких података и информација о производу, захтева квалитетно визуелно представљање.

Визуелизација представља концепт и технологију јасног приказивања свих актуелних резултата развоја производа. Визуелизација производа треба да обезбеди добру видљивост производа током његовог пројектовања и представљања. Од велике важности је визуелизација модерне индустрије која захтева примену великог броја инжењерског знања.

Визуелизација у технологији је поступак издвајања, филтрирања, организовања и представљања информација о производима у циљу истицања и усмеравања кључних одлука и акција током развоја производа и процеса, као и превазилажења потешкоћа и решавање проблема који се притом јављају.

Да би се показао сложен процес визуелизације може се узети пример конструисања неког машинског елемента при чему се јавља потреба за провером у свим критичним зонама, а све у циљу исправног димензионисања [22].



Слика 6.1. Конични зупчаник [23]

У домен визуелизације могу да се генеришу одређени модели:

- геометријски модели
- инжењерски модели
- технолошки модели
- модели дигиталних постројења
- рекламно-пропагандни модели
- производно-пословни модели
- модели знања
- интерфејс

Паралелно са многим активностима развоја производа и процеса, приступа се дефинисању и оптимизацији производних процеса, као и развоју управљања производним информацијама. То се чини путем дефинисања виртуелних, односно дигиталних, производних погона и радних окружења. Визуелизација дигиталних производних система обухвата:

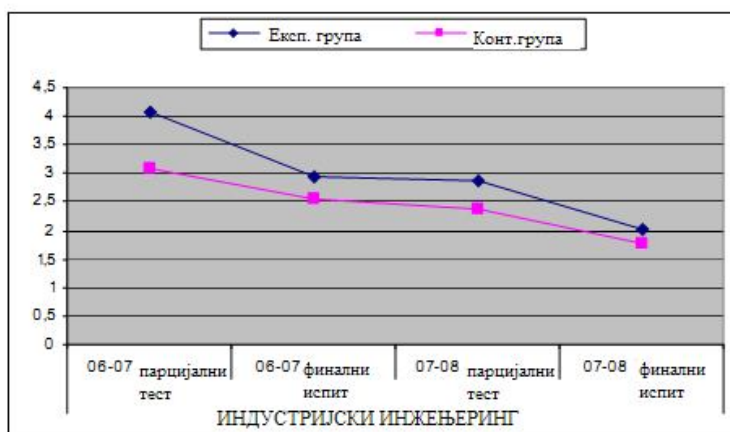
- Планирање и организовање производних процеса
- Моделирање погона и читавих фабрика
- Дефинисање/моделирање и симулацију производних линија, ћелија и радних станица
- Пројектовање обрадних и монтажних процеса (што обухвата секвенцирање захвата и операција, дефинисање параметара и слично)
- Контролу квалитета
- Симулацију производних операција и токова
- Анализу ергономских и људских фактора
- Генерисање производне документације [22].

7

РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ

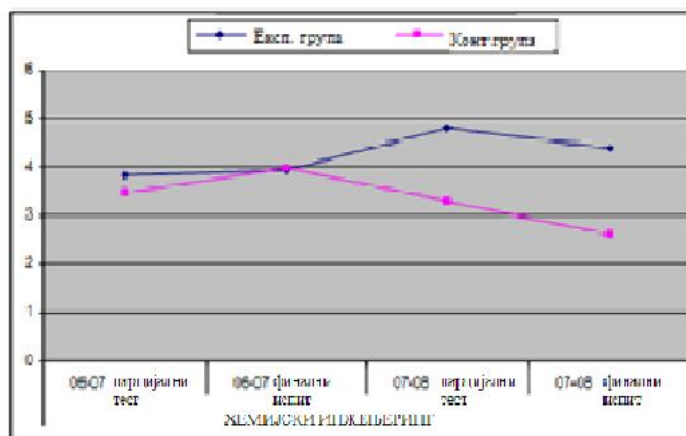
Анализирајући резултате визуелизације при званичним испитивањима, просечан студент једне групе која је користила описану методу (експериментална група) и остали студенти (контролна група), која је користила традиционални начин учења, имају значајно различите резултате. [1]

Индустријски инжењеринг	06-07 курс	07-08 курс
Величина експерименталне групе	46	56
Величина контролне групе	257	279



Табела 2 и 3. Величина групе и просек испитивања, Индустијски инжењеринг [1]

Хемијски инжењеринг	06-07 курс	07-08 курс
Величина експерименталне групе	25	25
Величина контролне групе	20	9



Табела 4 и 5. Величина групе и просек испитивања, Хемијски инжењеринг [1]

Неки од специјалних тестова су били изведени и снимљени са студентима обе групе, понаособ. Они су показали да је експериментална група следила метод закључивања према предложеној процедури, док је контролна група задржала заснивање свог рада на искуству и интуицији (табела 3 и 4).

Такође је примећено да чим студент поседује мање основног знања (типичан пример студента хемијских наука), он боље прихвата нову методологију (табела 4 и 5).

Поред тога, сигурнији наступ на коначном тесту и мање ангажовање приватних часова (допуне) на крају семестра су забележили студенти експерименталне групе. [1]

8

ЗАКЉУЧЦИ

Визуелизација датира још од времена првих рачунара, развијајући се заједно са рачунарском техником. Први већи кораци догодили су се средином 1980-их, појавом приступачних рачунара. Тада се јавила потреба за бољом анализом. Сензори и симулације на суперрачунарима доносиле су велике количине података, који су пак захтевали нове и комплексније начине визуелизације. 1990-те визуелизација је представљена као нов приступ у подручју нумеричких симулација, које се фокусирају на анимацију и рендеровање али и на конкретне примене у машинству, медицини, архитектури и многим другим областима.

Велике промене у науци и техници, а посебно у области информационих и комуникацијских технологија, створиле су услове и за модернизацију наставног процеса. Применом рачунарске технике постиже се унапређење квалитета наставе било као професионална подршка или као замена за део традиционалне наставе.

Као што је показано, постоје многе истраживачке студије са различитим концептима, методама и практичним процедурама за имплементацију и верификацију знања студента из области просторног разумевања објеката. Просторна визуелизација или способност обављања сложених менталних манипулација над објектима је један од основних елемената успеха у технолошким дисциплинама. Већина аутора је сагласна да се вештине просторне визуелизације могу побољшати не само кроз искуство, већ и применом нових технологија као што су симулације, анимације и виртуелна реалност.

У циљу овог завршног рада било је потребно размотрити све аспекте неопходне за дефинисање проблема визуелизације делова. Они обухватају анализе потешкоћа студената суочених са проблемом визуелизације, решења експерата за тај проблем и анализу према подацима из литературе и научно-истраживачких часописа из области графике и инжењерског образовања.

Главни проблем код студената (бруцоша), се јавља онда када покушавају да визуелизују објекат или предмет, користећи цртеж са више пројекција. Дидактичка стратегија која је уочена на предавањима састоји се у визуелизацији проблема који су праћени решењима тих проблема, без упознавања студената са методама за решавање. За уклањање овог проблема неопходно је дефинисати стратегију која ће бити дозирана свесном учењу, дефинишући логичке секвенце активности које су специјално намењене процесу учења, исто као и тип процењивања који ће бити коришћен као водич за студенте и помоћ за побољшање знања.

9

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sierra Uria, Egoitz, Master in Engineering DSign Graphic Education 2006. Analisis de la asimilacion de la completencia “ver en el espacio” en el ambito de los studios de ingenieria. XIII Congreso Universitario de Innovacion Educativa en las Enseñanzas Tecnicas. XIII CUIEET Canaricas, Spain, pp. 30, 2005.
- [2] Мирко Бабић, Љиљана Бабић, Техничко цртање, скрипта, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2004.
- [3] CATIA® - Virtual Product
- [4] AutoCAD LT® 2D
- [5] Лозица Ивановић, Техничко цртање са компјутерском графиком, скрипта, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2008.
- [6] Kedmon Hungwe, Thomas Drummer, Sheryl A. Sorby, Paul Charlesworth. Developing 3-D Spatial Visualization Skills for Non-Engineering Students. *Journal of Enginnering Education*, 63(2), pp.21-32, Jul 2000.
- [7] Fernando Hernadez, Juana Maria Sancho, *Para enseñar no basta con saber la asignatura*. (Ed. Paidos, Barcelona, Spain), 1993.
- [8] Luzzader W.J. y Duff J. M. *Fundamentos de dibujo en ingenieria*. (Prentica Hall. Hispanoamericana Maxico), 1986.
- [9] Garmendia M. *Analisis critic de la enseñanza de vizualizacion en primer ciclo de Universidad y propuesta alternative de orientacion constuctivista*. PhD in Engineering Design Education, pp.224, Basque Country.
- [10] Guisasola, J., Furio C., Ceberio, M. and Zubimendi, J.L. “Es necesaria la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de fisica en la univeridad” *Enseñanza de las Ciencias*, extra number, pp.17-28, 2003.
- [11] Navarro R., El dibujo de croquis y la visualizacion especial: su aprendizaje y valoracion en la formacion del inteniero a traves de las nuevas tecnologias. XII Congreso Universitario de Innovacion Educativa en las Enseñanzas Tecnicas. XII CUIEET, Barcelona, Spain, 2004.

- [12] Mathewson, J.H. Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. *Science & Education*, pp.83(1), pp.33-54, 1999.
- [13] Potter C.S. and Van Der Merwe, E. Percepcion, imagery, visualization and engineering graphics. *European Journal of Engineering Education*, VOL 28 No1, pp.117-133, 2003.
- [14] Gary R. Bertoline, Eric N. Wiebe *Technical Graphics Communication. (third edition)*. (Mc Graw Hill), 2003.
- [15] Vygotsky, L.S. *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [16] Devon, R., Engle, Foster, Sathianathan, Turner The effect of solid modelling software on 3D visualizations skills. *Engineering Design Graphics Journal*, pp.58(2); pp.4-11, 1994.
- [17] Bertoline G., Wiebe E., Miller C., Mohler J. *Dibujo en ingenieria y comunicacion grafica*. (Mc Graw Hill, Mexico), 1995.
- [18] M. Garmendia, J. Guisasola, E. Sierra. First year engineering students' difficulties in visualization and drawing tasks. *European Journal of Engineering Education*, Volume 32 Issue 3, 2007.
- [19] Frederick E. Giesecke, Alva Mitchell, Henry Cecil Spencer, Ivan Leroy Hill, Robert Olin Loving, John Thomas Dygdon "*Engineering Graphics*" (fourth edition), (Paramus, NJ, U.S.A., Prentice Hall), 1987.
- [20] Sarah Titus, Eric Horsman. The Visualization Survey. Univ. of Wisconsin-Madison
- [21] Dr. Claudia Quaiser-Pohl. The Mental Cutting Test "Schnitte" and the Picture Rotation Test-Two New Measures to Assess Spatial Ability. *International Journal of Testing*, Volume 3, Issue 3, pp. 219-231, September 2003.
- [22] Горан Девеџић, Софтверска решења CAD/CAM система, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 2004.
- [23] Ненад Марјановић, Скрипта конструисања помоћу рачунара, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 2009.
- [24] Никола Клем, Жељко Кошки, Ирена Отковић, Техничко цртање и CAD, Грађевински факултет у Осијеку, Осијек, 2006.
- [25] Милан Оралић, Милан Кљајин, Славко Цебастијановић, Техничко цртање, Загреб, 2002.