



გრაფიკული კომუნიკაციების საფუძვლები

საქართველოს ტექნიკური

უნივერსიტეტი

[Type the company address]

[Type the phone number]

[Type the fax number]

[Pick the date]

სარჩევი

.....	0
თავი 1. შესავალი გრაფიკულ კომუნიკაციებში	9
1.1 შესავალი	9
1.2 გრაფიკის მნიშვნელობა პროექტირების პროცესებში	13
1.3. საინჟინრო პროექტირების პროცესი	15
1.3.1. წრფივი პროექტირება	17
1.3.2 მოდელზე ორიენტირებული პროექტირება	17
1.3.3. კოლაბორაციული ინჟინერია.....	19
1.3.4. პროდუქტის ვირტუალური რეპრეზენტაცია.....	19
1.3.5. პროტოტიპის მომზადება.....	20
1.3.6. პროდუქტიულობის ინსტრუმენტები.....	20
1.3.7. PDM/კონფიგურაციის მენეჯმენტი	21
1.3.8. ინტერნეტი, ინტრანეტი და ექსტრანეტი.....	21
1.3.9. პროდუქტის სიცოცხლის ციკლის მენეჯმენტი (PLM).....	21
1.3.10. ელკომერცია	23
1.3.11. დიზაინერთა გუნდი	23
1.3.12 დიზაინერთა გუნდის შემადგენლობა	24
1.3.13 დიზაინერული პროექტების ტიპები	25
1.4. იდეის ჩამოყალიბება	26
1.4.1. პრობლემის იდენტიფიცირება.....	26
1.4.2. პირველადი იდეების ჩამოყალიბება.....	29
1.4.3. პირველადი დიზაინი.....	30
1.4.4. იდეის ჩამოყალიბების რესურსები	31
1.4.5. დიზაინერის ჩანაწერების წიგნი	32
1.5. დახვეწა	33
1.5.1. მოდელირება.....	35
1.5.2. კომპიუტერული სიმულაცია და ანიმაცია.....	38

1.5.3. დიზაინის ანალიზი	39
1.6. შეხვედრები დიზაინის განსახილველად.....	40
1.7. იმპლემენტაცია/დანერგვა.....	40
1.7.1. დაგეგმვა.....	41
1.7.1. პროდუქცირება	42
1.7.3. მარკეტინგი	42
1.7.4. ფინანსირება	43
1.7.5. მენეჯმენტი	44
1.7.6. სერვისი	44
1.7.7. დოკუმენტირება.....	45
1.8. სტანდარტები და პირობითობები	45
1.9 გრაფიკული კომუნიკაციების ტექნოლოგიები.....	46
1.9.1 რევერსული ინჟინერია	47
1.9.2 გამოტანის მოწყობილობები	47
1.9.3 ინფორმაციის შენახვის საშუალებები	48
სავარჯიშოები	49
თავი 2. ესკიზირება.....	50
2.1 ტექნიკური ესკიზის ადგილი საპროექტო დიზაინში	50
2.1.1 ხელსაწყოები ესკიზისათვის.....	53
2.2 ესკიზირების ტექნიკა.....	54
2.2.1. ხედვა, წარმოსახვა, წარმოდგენა	54
2.2.2 კონტურული ესკიზირება	56
2.2.3 სწორი ხაზები.....	56
2.2.4 მრუდი წირები	58
2.3. პროპორციები და აგების ხაზები.	61
სავარჯიშოები	63
თავი 3. საინჟინრო გეომეტრია	66
3.1. საინჟინრო გეომეტრია	66

3.2 ფორმის აღწერა	66
3.3 საკოორდინატო სივრცე.....	67
3.4 გეომეტრიული ელემენტები.....	71
3.5 წერტილები, ხაზები, წრეწირები, რკალები	71
3.5.1.წერტილი.....	71
3.5.2. ხაზი.....	72
3.5.3. მრუდი წირი.....	73
3.5.3 მხებები	74
3.5.4 წრეწირი.....	76
3.6. კონუსური კვეთები.....	77
3.6.1. პარაბოლა.	78
3.6.2 ჰიპერბოლა.....	79
3.6.3 ელიფსი	79
3.8 სიბრტყე.....	80
3.8.1 ბრტყელი ფიგურები	81
3.9. ზედაპირები.....	82
3.9.1 წრფოვანი ზედაპირები	83
სავარჯიშო.....	87
თავი 4. მოდელირების საფუძვლები	94
4.1. კარკასული მოდელები.....	94
4.2 ზედაპირის მოდელირება.....	95
სავარჯიშო.....	97
თავი 5. მრავალხედიანი გამოსახულებები	100
5.1 დაგეგმილების თეორია	101
5.1.1 მაგეგმილებელი წრფე.....	102
5.1.2. გეგმილთა სიბრტყე.....	102
5.1.3 ცენტრალური და პარალელური დაგეგმილების შედარება.....	103
5.2. გეგმილთა სიბრტყეები	103

5.2.1 ფროტალური გეგმილთა სიბრტყე	104
.....	104
5.2.2 ჰორიზონტალური გეგმილთა სიბრტყე	104
5.2.3 პროფილური გეგმილთა სიბრტყე.....	105
5.2.4 ხედების ორიენტაცია ნახაზზე.....	105
5.3 კომპლექსური ნახაზის უპირატესობა.....	106
5.4 ექვსი ძირითადი ხედი	107
5.4.1. ამერიკული და ევროპული სისტემები	109
5.4.2 მოსაზღვრე ხედები	111
5.4.3. მონათესავე ხედები	111
5.3.5 ხაზთა ტიპები,	112
5.4 ხედების ესკიზები	113
.....	120
თავი 6. დამხმარე ხედები.....	121
6.1 დამხმარე ხედის მიღების თეორია.....	121
6.1.1 გადაკვეცვის ხაზის მეთოდი.....	122
6.1.2 დამხმარე ხედების კლასიფიკაცია	123
6.1.3. გადაკვეცვის ხაზების აღნიშვნა.....	123
6.2 დამხმარე ხედების აგება	124
6.2.1. დამხმარე ხედის აგება წინხედიდან.....	124
(ფრონტალური გეგმილიდან).....	124
6.2.2 დამხმარე ხედის აგება ზედხედიდან (ჰორიზონტალური გეგმილიდან).....	126
6.2.3 ნაწილობრივი დამხმარე ხედები	128
6.2,4 ნახევარი დამხმარე ხედი	128
6.2,5 მრუდი წირების დამხმარე ხედები.....	129
6.3 დამხმარე ხედების გამოყენება	130
6.3.1 რევერსული აგებები.....	130
სავარჯიშო.....	131

თავი 7. თვალსაჩინო გამოსახულებები.....	133
7.1 აქსონომეტრიული გამოსახულებები	133
7.2 იზომეტრიული გეგმილები.....	136
7.3. იზომეტრიული ნახაზები.....	137
7.3.1 სტანდარტები ხაზთა ტიპების მიხედვით.	137
7.4. იზომეტრიული ესკიზის აგება.....	138
7.5 იზომეტრიული ელიფსები	140
7.6 ზოგადი მდებარეობის სიბრტყის აგება აქსონომეტრიაში	143
.....	144
7.7. ჭრილები აქსონომეტრიაში	144
7.8 საამწყობო ნახაზების იზომეტრია.....	146
7.9 ირიბკუთხა აქსონომეტრია	146
სავარჯიშო.....	148
.....	148
თავი 8. ჭრილები.....	150
8.1. ძირითადი ცნებები.....	151
8.1.2 CAD ტექნიკა	155
8.1.3 ჭრილების ვიზუალიზაცია	155
8.2 ჭრის სიბრტყის ხაზები	156
8.2.1 ჭრის სიბრტყის ხაზების განლაგება.....	157
8.3 ჭრილის წახაზვა.....	159
8.3.1 მასალის აღნიშვნა ჭრილებში.....	159
8.3.2 წახაზვის ტექნიკა ესკიზზე	161
8.3.3 ჭრა მოხაზულობაზე.....	162
8.3.4. თხელი კედლის წახაზვა.....	163
8,4 ჭრილების ტიპები	163
8.4,1. სრული ჭრა.....	163
8.4.2 ნახევარი ჭრა	164

8.4.3 ადგილობრივი ჭრა.....	165
8.4.4 მობრუნებული კვეთი.....	165
8.4.5 გამოტანილი კვეთი.....	167
8.4.6. საფეხურებრივი ჭრა.....	168
8.4.7 ჭრა საამწყობო ნახაზზე.....	170
8.4.8. დამხმარე ჭრა	171
8.5 ჭრის სპეციალური პირობითობები	172
8.5.1. წიბოები, ტიხრები და სხვა თხელი ელემენტები.....	172
8.5.3 პირობითი გაწყვეტა.....	173
8.6. ჭრილების შესრულება CAD სისტემების გამოყენებით	173
სავარჯიშო.....	174
თავი 9. ზომების დასმა ნახაზზე.....	180
9.1 ზომების დასმა.....	180
9.2 სიდიდის და მდებარეობის ზომები.....	182
9.2.1 ტერმინოლოგია	183
9.2.2 ძირითადი კონცეფციები	186
9.2.3 სიდიდის განმსაზღვრელი ზომები.....	187
9.2.4 მდებარეობის განმსაზღვრელი ზომები	187
9.2.5 კოორდინატული ზომები	188
9.2.6 ზომების სტანდარტები.....	189
9.3 დეტალური ზომები.....	193
9.3.2 ხვრელები და ყრუ ხვრელები	196
9.3.3 ხვრელები ცილინდრული და კონუსური ჩაღრუებით.....	196
9.3,4 ხრახნკუთხვილები.....	197
9.3.5 ღარები	197
9.4 დაშვებები	197
9.4.1 თავსებადობა.....	198
9.5 დაშვებების წარმოდგენა	199

9.5.1 ზოგადი დაშვებები	199
9.5.2 ზომების შეზღუდვა	199
9.5.3 პლუს და მინუს ზომები.....	200
<i>სავარჯიშო.....</i>	200
.....	200
თავი 10. საამწყობო ნახაზები	201
10.1 სამუშაო ნახაზები	202
10.1. 2 საამწყობო ნახაზები.....	205
10.1.3. შემადგენილი ნაწილების ნომრები	207
10.1.4 ნახაზების ნომრები	207
10.1.5 ძირითადი წარწერა.....	207

თავი 1. შესავალი გრაფიკულ კომუნიკაციაში

ამ თავის დასრულების შემდეგ სტუდენტი შეძლებს:

1. აღწეროს, თუ რატომ არის გრაფიკა ეფექტური საშუალება პროექტირების პროცესში
2. აღწეროს პროექტირების პროცესი და გრაფიკული საშუალებების როლი
3. აღწეროს მოდელზე ორიენტირებული პროექტირების პროცესი
4. ახსნას სამგანხომილებიანი მოდელირების როლი პროექტირების პროცესში
5. აღწეროს საინჟინრო პროექტირებისათვის საჭირო გრაფიკის მნიშვნელოვანი ტიპები
6. ჩამოთვალოს და აღწეროს გრაფიკის პროექტირებაში გამოყენებული მოდელირების ტექნიკა
7. ჩამოთვალოს და აღწეროს პროექტირებაში გამოყენებული ანალიზის ტექნიკა
8. აღწეროს დამატებითი ტექნოლოგიები სამგანხომილებიანი მოდელის ვიზუალიზაციისათვის, მონაცემების შეგროვებისა და საბოლოო შედეგის გამოტანისათვის.

1.1 შესავალი

რა არის გრაფიკული კომუნიკაცია? პირველ რიგში, ეს არის ეფექტური საშუალება ტექნიკური იდეების გაცვლისა და პრობლემების გადაწყვეტისათვის.

ვნახოთ რა ხდება საინჟინრო პროექტირების პროცესში. პროცესი იწყება ამოცანის და მისი გადაწყვეტის გზების ვიზუალიზაციით. მომდევნო ეტაპზე იქმნება ესკიზები პირველადი იდეების წარმოსადგენად. შემდეგ ეტაპზე ესკიზების მიხედვით იგება გეომეტრიული მოდელი და ხდება ანალიზი. საბოლოოდ, იქმნება დეტალური ნახაზები ან სამგანხომილებიანი მოდელები, რათა მოხდეს საწარმოო პროცესისათვის საჭირო მონაცემების ზუსტად ჩამოყალიბება. ამ ეტაპებზე, როგორცაა ვიზუალიზაცია, ესკიზირება,

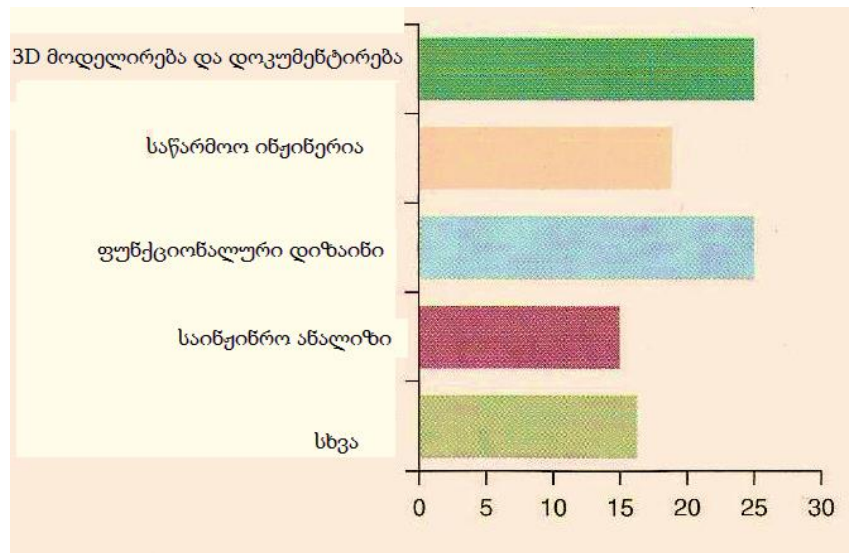
მოდელირება და დეტალური ნახაზების შექმნა, ხდება კომუნიკაცია ინჟინერსა და ტექნოლოგს შორის ახალი პროდუქტის ან სტრუქტურის შექმნის პროცესში.

გრაფიკული კომუნიკაცია საინჟინრო ნახაზების და მოდელების გამოყენებით არის ზუსტი და გასაგები ენა განსაზღვრული წესებით, რომელსაც სრულყოფილად უნდა დაეუფლოთ პროექტირებაში წარმატებული მონაწილეობისათვის. თუ თქვენ იცით გრაფიკული კომუნიკაციების ენა, ის იმოქმედებს თქვენი აზროვნების სტილზე-როგორ ფიქრობთ, როგორ ხედავთ პრობლემას, ეს ხდება იმიტომ, რომ ადამიანი ფიქრობს იმ ენაზე რომელიც მან იცის. როცა იცით გრაფიკული ენა, მაშინ პრობლემას უფრო ნათლად დაინახავთ და ამ პრობლემის გადასაჭრელად გრაფიკულ გამოსახულებებს უფრო წარმატებულად გამოიყენებთ.

საინჟინრო პროექტში გრაფიკული მხარე 92 % იკავებს. დანარჩენი 8 %-ს— მათემატიკა და ვერბალური და წერითი კომუნიკაციები. ცხადია, რომ გრაფიკული ენა პროექტირების პროცესში უპირატესია.

სურ.1.1-ზე

წარმოდგენილია სქემა, რომელიც აჩვენებს თუ როგორ ნაწილდება ინჟინრის დრო. სამგანზომილებიან მოდელირებას და დოკუმენტაციას, ფუნქციონალურ დიზაინთან ერთად ინჟინრის დროის 50 % მიაქვს და მხოლოდ გრაფიკულ და ვიზუალურ აქტივობას წარმოადგენს. ამასთან, საინჟინრო ანალიზიც დიდად არის



სურ.1.1

დამოკიდებული გრაფიკული ინფორმაციის წაკითხვაზე, ხოლო საწარმოო ინჟინერია მოითხოვს გრაფიკული პროდუქტის კითხვის და წარმოების უნარს.

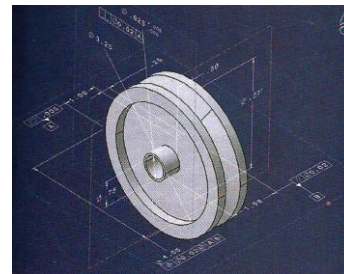
როგორც ხედავთ, გრაფიკა საინჟინრო საქმის ყველა ფაზაში ღრმად იჭრება.



სურ.1. 3

მაგალითი მოყვანილია სურ.1. 2-ზე. აქ ნაჩვენებია თვითმფრინავი, რომელიც ყველა ახალი პროდუქტის მსგავსად, შეიქმნა სპეციფიური ამოცანისათვის სპეციფიური პარამეტრების გათვალისწინებით. თუმცა,

სანამ მისი დამზადება დაიწყებოდა, იქმნებოდა სამგანზომილებიანი მოდელები სურ. 1.3-ზე ნაჩვენები მოდელის მსგავსად. ცხადია, შეუძლებელია ყველა მსგავსი დეტალის ვერბალური ან წერილობითი აღწერა.



სურ.1. 2

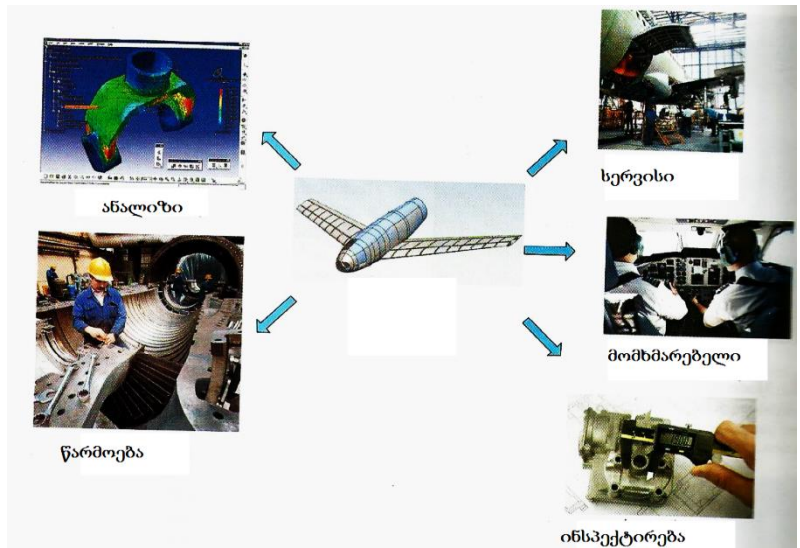
სამუშაო პროცესში დამპროექტებლის გონებაში იქმნება არავერბალური, ვიზუალური წარმოსახვითი გამოსახულება. სხვებთან კომუნიკაციამდე ხდება ამ გამოსახულების მოდიფიცირება სხვადასხვა გადაწყვეტილებების შესამოწმებლად. როცა დამპროექტებელი ხაზავს წირს ან ქმნის, მაგალითად, ცილინდრის სამგანზომილებიან კომპიუტერულ მოდელს, ამით ის ახდენს თავისი მენტალური სურათის ტრანსლირებას ნახაზზე ან მოდელზე, რომელიც შემდეგ ახდენს იგივე გამოსახულების წარმოქმნას იმ ადამიანის გონებაში, ვინც ამ ნახაზს უყურებს. ნახაზი ან გრაფიკული გამოსახულება არის შუალედური რგოლი, რომლის საშუალებით დამპროექტებლის გონებაში არსებული ვიზუალური გამოსახულება გარდაიქმნება რეალურ ობიექტად.

ტექნიკური ამოცანების გადასაწყვეტად ნახაზი იქმნება გარკვეული სტანდარტებისა და პირობითობების შესაბამისად, ისე რომ შესაძლებელი იყოს ნახაზის სწორად წაკითხვა და აღქმა მათთვის, ვინც იცის ეს სტანდარტები და პირობითობები.

ტექნიკური გრაფიკის სიზუსტისათვის გამოიყენება ხელსაწყო-იარაღები, რომელთაგან ზოგი ათასობით წელს ითვლის და დღესაც გამოიყენება, ზოგი კი ახალია და სწრაფად განვითარებადი, მაგალითად, CAD სისტემები. ეს წიგნი წარმოგიდგენთ საინჟინრო გრაფიკის სტანდარტებს, პირობითობებს, მეთოდებს და საშუალებებს, რომ განავითაროთ თქვენი ტექნიკური უნარები, რათა შეძლოთ თქვენი საპროექტო იდეების რეალობაში განზორციელება.

ინჟინრები აპროექტებენ პროდუქტს, მოწყობილობებს, სისტემებს, სტრუქტურებს. რადგან ამოცანის გადაწყვეტა იწყება დამპროექტებლის გონებაში წარმოქმნილი მენტალური გამოსახულებით, ამიტომ საპრეზენტაციო მოწყობილობები და კომპიუტერული ტექნიკა სხვებთან კომუნიკაციის მძლავრ საშუალებას წარმოადგენს. რომლებიც თავის მხრივ გარკვეულ დახმარებას უწევენ დამპროექტებელს გონებრივი ვიზუალიზაციის პროცესში.

ტექნოლოგები მუშაობენ ინჟინრებთან ერთად და კონცენტრირებული არიან ინჟინერიის პრაქტიკულ ასპექტზე დაგეგმვასა და წარმოებაში. ტექნოლოგებს უნდა შეეძლოთ გრაფიკის დახმარებით სწრაფი და ზუსტი კომუნიკაცია, საპროექტო ამოცანის და მისი გადაწყვეტის ესკიზირება, ამ გადაწყვეტილებები ანალიზი, წარმოების პროცედურების განსაზღვრა.



სურ.1. 4

ინჟინრებიც და ტექნოლოგებიც თვლიან, რომ ტექნიკური ინფორმაციის გაზიარება გრაფიკული საშუალებებით სულ უფრო და უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. რადგან საპროექტო/საწარმოო პროცესში იმატებს არატექნიკური განათლების მქონე პერსონალის როგორც სურ.1.4-დან ჩანს . ადამიანების წრე, რომელსაც სჭირდება ტექნიკური ინფორმაცია, სწრაფად ფართოვდება. ტექნიკური ინფორმაცია ეფექტურად უნდა გადაეცეს იმ ადამიანებს, რომლებიც არ არიან ინჟინრები ან ტექნოლოგები, არამედ არიან მარკეტინგის, გაყიდვების ან სერვისის პერსონალი. კომპიუტერულ გრაფიკას შეუძლია ამ პროცესში დახმარება. ის შეიძლება გახდეს ხელსაწყო, რომელიც შეიძლება გამოიყენოს სხვადასხვა ინდივიდმა, რომელთაც სხვადასხვა ვიზუალური უნარები და საჭიროებები აქვთ.

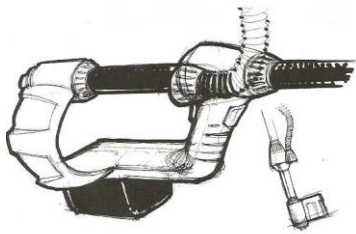
1.2 გრაფიკის მნიშვნელობა პროექტირების პროცესებში

საინჟინრო გრაფიკა არის რეალური და სრულყოფილი ენა, რომელიც საპროექტო პროცესებში გამოიყენება:

- 1 , ვიზუალიზაციისათვის
2. კომუნიკაციისათვის
- 3.დოკუმენტაციის ფორმირებისათვის

ა) ვიზუალიზაცია

პროექტირებისას მნიშვნელოვანია შეგვეძლოს გონებაში წარმოსახვითად დავსახოთ პრობლემის გადაჭრის გზები. ვიზუალიზაცია არის უნარი, მენტალურად შევქმნათ ის საგნები, რომლებიც სინამდვილეში არ არსებობენ. ინჟინრები, ვისაც კარგი ვიზუალიზაციის უნარი აქვს, არა მარტო ქმნიან ამ საგნებს თავიანთ გონებაში, არამედ მასზე სხვადასხვა მოქმედებების შესრულებაც შეუძლიათ. შეუძლიათ მოაბრუნონ ეს ობიექტი, ჩაიხედონ მასში



სურ.1. 5

და ა.შ. ისე, თითქოს ეს საგანი ხელში უჭირავთ. ყველა დროის უდიდეს გამომგონებლებს და მეცნიერებს ძლიერ ჰქონდათ განვითარებული ვიზუალიზაციის უნარი. ასეთები იყვნენ, მაგალითად მაქსველი, ედისონი, ეინშტეინი და ა.შ.

იუჯინ ფერგიუსონი წერდა ვიზუალიზაციის უნარის მნიშვნელობის შესახებ.

„ პირამიდები, კათედრალები, რაკეტები არსებობს არა იმიტომ, რომ არსებობს გეომეტრია, ან თერმოდინამიკა, ან სტრუქტურული თეორია, არამედ იმიტომ, რომ ისინი იყვნენ გამოსახულებები ან ზუსტი მნიშვნელობით „ ხილვა“ იმ ადამიანების გონებაში, ვინც ისინი ააგო.“

დიზაინერების უმრავლესობა მენტალურ იდეებს ფურცელზე ესკიზირების საშუალებით გამოხატავს, ზოგჯერ ეს ესკიზები უხეშადაა შესრულებული და შემდგომი კომუნიკაციისათვის დახვეწას საჭიროებს.(სურ.1.5) ვიზუალიზაცია და ესკიზირება გრაფიკული სამუშაოების პირველ ფაზას წარმოადგენს.

ბ) კომუნიკაცია

გრაფიკული სამუშაოს მეორე ფაზა არის კომუნიკაცია. ამ ფაზაში თქვენი მიზანია დახვეწით პირველადი ესკიზი ისე, რომ შესაძლებელი იყოს თქვენი საპროექტო გადაწყვეტილებების სხვებთან კომუნიკაცია. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, უნდა გააუმჯობესოთ თქვენი გრაფიკის სიცხადე იმდენად, რომ სხვებმა ამ გამოსახულების მიხედვით შეძლონ თქვენი დიზაინის ვიზუალიზაცია. ეს მიიღწევა მაშინ, თუ ესკიზს უფრო დეტალურს გახდით, ან გამოიყენებთ სამგანზომილებიან კომპიუტერულ მოდელირებას.



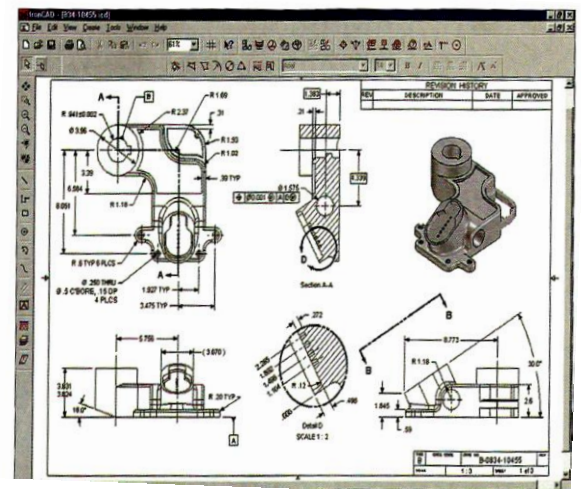
სურ.1. 6

სამგანზომილებიანი მოდელის მოდიფიცირება და შეცვლა შეიძლება პროექტის დამუშავების შედეგად მიღებული ცვლილებების შესაბამისად. წარსულში იქმნებოდა რეალური მოდელები, თუმცა ამჟამად ბევრი კორპორაცია იყენებს დარენდერებულ კომპიუტერულ მოდელს რეალური მოდელების ნაცვლად.(სურ.1.6.)

ზოგჯერ საჭიროა გვექონდეს რეალური მოდელი, რომელიც ადვილად შეიძლება მივიღოთ სამგანზომილებიანი მოდელის საფუძველზე. ამ პროცესს ეწოდება სწრაფი პროტოტიპირება. ამ საკითხზე მოგვიანებით გვექნება საუბარი.

გ) დოკუმენტირება

საპროექტო გადაწყვეტილების მიღების შემდეგ გრაფიკა წარმოადგენს საუკეთესო გზას გადაწყვეტილებების პერმანენტული ჩაწერისათვის. სამგანზომილებიანი მოდელირების შემოსვლამდე დოკუმენტაციად ითვლებოდა მხოლოდ ორგანზომილებიანი ნახაზები. პროექტირების



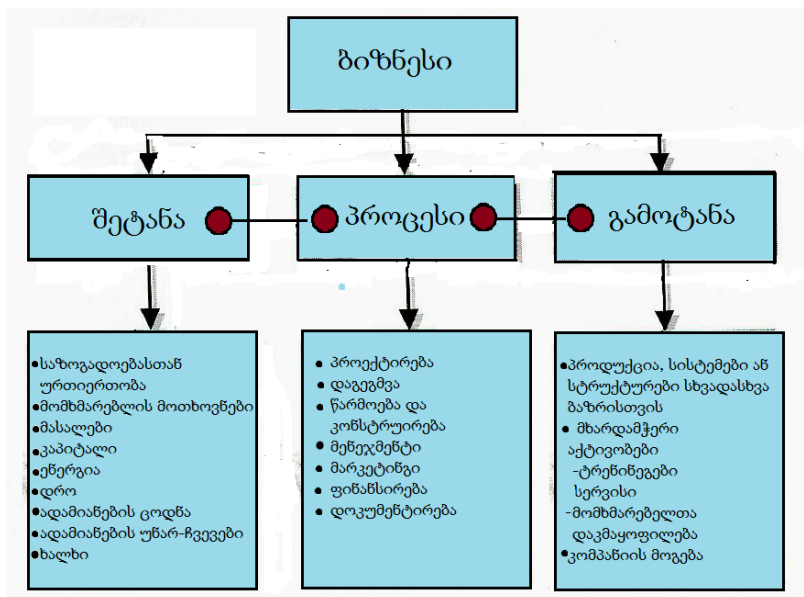
სურ.1. 7

პროცესში ხდებოდა ამ ნახაზების კოპირება, რომელთაც ნახაზის შუქპირები ეწოდებოდა. დღეისათვის ჯერ კიდევ ბევრი კომპანია მუშაობს ამ მეთოდით, მაგრამ ყველა მათგანთან არსებობს მზარდი ტენდენცია სამგანზომილებიანი მოდელირების დანერგვისათვის, რადგან სამგანზომილებიანი მოდელის საფუძველზე პირდაპირი გზით შეიძლება საპროექტო დოკუმენტაციის შექმნა.

ორგანზომილებიანი ნახაზები მკაცრად განსაზღვრულ სტანდარტების მიხედვით იქმნება, რათა შემდგომში ნებისმიერს შეეძლოს ამ ნახაზის წაკითხვა. კომპიუტერული ქსელებისა და შენახვის საშუალებების განვითარების წყალობით შესაძლებელია სამგანზომილებიანი მოდელისა და ორგანზომილებიანი ნახაზების შენახვა და მათზე წვდომა ინტერნეტის გამოყენებით.

1.3. საინჟინრო პროექტირების პროცესი

საინჟინრო პროექტირება არის პროცესი, რომელიც ასოცირებულია მთელს ბიზნესთან ან წამოწყებასთან, იდეის ფორმირებიდან პროდუქციის წარმოებამდე და მოიცავს მათ შორის არსებულ ყველა საფეხურს. პროექტირების პროცესი მოითხოვს მონაცემებს ისეთი



სურ.1. 8

სფეროებიდან, როგორცამასალები, კაპიტალდაზანდება, ენერჯია, დროის მოთხოვნები. ადამიანური ცოდნა და უნარჩვევები.(სურ.1.8)

არსებობს ორი უმნიშვნელოვანესი საკითხი, რომელსაც დამპროექტებელმა ყოველვის უნდა გაუწიოს ანგარიში. ეს არის სამართლებრივი საკითხები

და გარემოს დაცვა. ყველა ბიზნესი უნდა წარმოებდეს კანონის ფარგლებში.

დამპროექტებელმა უნდა იცოდეს, რომ სამართლებრივმა საკითხებმა შეიძლება გავლენა იქონიოს საბოლოო პროდუქტზე. უსაფრთხოების წესები ავტომობილებისათვის მაგალითია იმისა, თუ როგორ ახდენს გავლენას სამთავრობო კანონმდებლობა პროექტირების პროცესზე. სახელმწიფო რეგულაციები, რომელიც გარემოს დაცვას უკავშირდება, ასევე ახდენს გავლენას პროექტირების შედეგზე. მაგალითად, მოთხოვნები ავტომობილის ძრავის გამონაბოლქვზე ასევე აისახება საბოლოო პროდუქტზე.

ადამიანური ცოდნის გამოყენების მაგალითია ინჟინრის ცოდნა გრაფიკაში, მათემატიკაში და სხვა მეცნიერებებში, ეს ცოდნა გამოიყენება ამოცანის ანალიზისა და გადაწყვეტისათვის.

საინჟინრო პროექტირების პროცესი მოიცავს პროცესსაც და პროდუქტსაც. *პროცესი* არის აქტივობების სერია, რომელიც სრულდება გარკვეული შედეგით. *პროდუქტი* არის ის, რაც პროცესის შედეგად იქმნება.

პროექტირებისას ანუ პროცესის მიმდინარეობისას საპროექტო ჯგუფი იყენებს საინჟინრო პრინციპებს, ითვალისწინებს საბიუჯეტო შეზღუდვებს და სამართლებრივ და სოციალურ საკითხებს, მაგალითად, შენობის პროექტირებისას საინჟინრო კანონები გამოიყენება სტრუქტურის დატვირთვების ანალიზისათვის, განისაზღვრება სტრუქტურის ღირებულება რომელსაც განაპირობებს გამოყენებული მასალები, ნაგებობის ზომები და ესთეტიური შეხედულება.

გრაფიკა საინჟინრო პროექტირების უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. გრაფიკა არის ის საშუალება, რომლითაც ხდება პრობლემის სავარაუდო გადაწყვეტის ვიზუალიზაცია, ანალიზი, დოკუმენტირება.

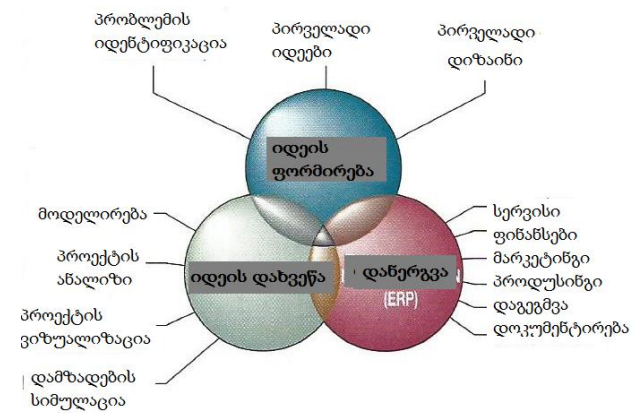
ფაქტიურად, გეომეტრიული მოდელირება თავად შეიძლება განვიხილოთ როგორც პროცესი და პროდუქტი. როგორც პროცესი, გეომეტრიული მოდელირების შედეგად ხდება საბოლოო საპროექტო გადაწყვეტილებების ფორმირება. როგორც პროდუქტი, გეომეტრიული მოდელი არის საინჟინრო პროექტირების პროცესის შედეგი.

1.3.1. წრფივი პროექტირება

წრფივი პროექტირება არის პროექტირების პროცესის ტიპი, რომელიც მოიცავს შუალედური ეტაპების გარკვეულ რაოდენობას. მაგალითად, ექვს ეტაპიანი პროცესი შეიძლება ჩამოყალიბდეს ამგვარად 1. პრობლემის იდენტიფიკაცია 2. პირველადი იდეები. 3. დამუშავება 4. ანალიზი 5. დოკუმენტირება 6. იმპლემენტაცია(დანერგვა), დიზაინის პროცესი ყველა ეტაპს ამ თანმიმდევრობით გადის. თუმცა პრობლემების წარმოქმნის შემთხვევაში პროცესი შეიძლება წინა ეტაპზე დაბრუნდეს. ამ განმეორებით ეტაპს იტერაცია ანუ ლუპინგი ეწოდება

1.3.2 მოდელზე ორიენტირებული პროექტირება

წარმოების პროცესი პროდუქტის მისაღებად ამუშავებს პროექტირების პროცესის საბოლოო შედეგს. წარსულში წარმოების და პროექტირების პროცესი განცალკევებული იყო. 3D CAD



სურ.1. 9

მოდელირებისა და პროდუქტის მონაცემთა მართვის სისტემების შემოსვლამ განაპირობა ის, რომ პროცესების გაყოფა აუცილებელი აღარ არის. თანამედროვე საინჟინრო პროექტირებისას ორივე პროცესი ერთად ხორციელდება.

მოდელზე ორიენტირებული პროექტირება არის არაწრფივი პროცესი, რომელიც

ერთად უყრის თავს პროდუქტის წარმოებისათვის საჭირო ელემენტებს- მონაცემების შეყვანას, სამუშაო პროცესს, შედეგის გამოტანას. ადამიანები და პროცესები სამუშაოს დასაწყისშივე ერთიანდებიან, რაც არ ხდება წრფივი პროექტირების დროს. სამუშაო ჯგუფში შედიან დიზაინერები, პროდუქტის ინჟინრები, ტექნიკოსები, მარკეტინგის და ფინანსების სპეციალისტები, დამგეგმავები, მენეჯერები რომლებიც ერთად მუშაობენ პრობლემის გადაწყვეტისა და პროდუქტის მიღების მიზნით.

სურ.1.9 წარმოდგენილია პროექტის მოდელზე ორიენტირებული მიდგომის სქემა, რომელიც 3D მოდელირებაზეა დაფუძნებული. სამი გადამკვეთი წრეწირი აჩვენებს პროცესების ურთიერთდამოკიდებულების ნატურას. მაგალითად, იდეის ფორმირების პროცესში დამპროექტებელ ინჟინერს ინტერაქტივი აქვს სერვისის ტექნიკოსთან, რომ უზრუნველყოს პროდუქტის მოსახერხებელი გამოყენება მომხმარებლისათვის. ამ ტიპის ინტერაქციის შედეგია ისეთი პროდუქტის მიღება, რომელიც მომხმარებლის მოთხოვნებს უკეთ დააკმაყოფილებს.

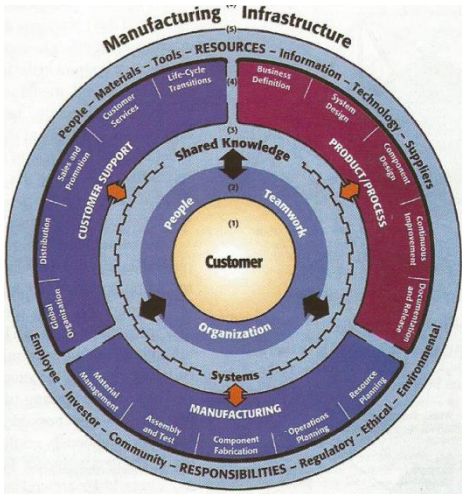
სამი წრეწირი აჩვენებს სამი ტიპის აქტივობას-ეს არის იდეის ფორმირება, დამუშავება(დახვეწა), იმპლემენტაცია(რეალიზაცია). თითოეული აქტივობა შედგება სხვა მცირე სეგმენტებისაგან, რომლებიც ნაჩვენებია სურათზე.

ცენტრალური არე წარმოაგენს 3D კომპიუტერულ მოდელს და ასახავს სამგანზომილებიანი მოდელირებისა და გრაფიკის ცენტრალურ მნიშვნელობას. ეს მიდგომა საშუალებას აძლევს გუნდის ნებისმიერ წევრს, ჰქონდეს წვდომა პროექტირების მიმდინარე პროცესზე კომპიუტერული ტერმინალის მეშვეობით. მონაცემთა ამგვარი გაზიარება არის უმნიშვნელოვანესი საპროექტო პროცესის წარმატებულად მიმდინარეობისათვის. ინფორმაციის გაცვლა საშუალებას აძლევს პროცესის მონაწილეებს პროექტის მიმდინარეობის პროცესში ერთდროულად იმუშაონ თავიანთი კონკრეტულ ამოცანებზე. მაგალითად, იდეის ფორმირების ადრეულ ეტაპზე დამპროექტებელმა შეიძლება შექმნას პროდუქტის სამგანზომილებიანი მოდელი. იგივე მოდელი შეიძლება გამოიყენოს ინჟინერ მექანიკოსმა ობიექტის თერმული თვისებების ანალიზისათვის. ამ ანალიზის საფუძველზე მიღებული ინფორმაცია გადაეცემა დამპროექტებელს, რომელიც იდეის ფორმირების ეტაპზე განახორცილებს საჭირო ცვლილებებს, რაც დიზაინის პროცესის შემდგომ ეტაპზე დანახარჯების ცვლილებების მინიმიზირებას მოახდენს.

1.3.3. კოლაბორაციული ინჟინერია

კოლაბორაციული ინჟინერია წარმოიქმნა მოდელზე ორიენტირებული ინჟინერიის გარდაქმნის გზით კორპორაციის მასშტაბის ინტერგრირებული პროდუქტის განვითარების პროცესად. მოდელზე ორიენტირებული პროექტირება ქმნიდა კარგად განსაზღვრული

ორგანიზაციულ და გუნდურ სტრუქტურებს და აგრეთვე კარგად სტრუქტურირებულ ბიზნეს პროცესებს, კოლაბორაციული ინჟინერია კი ქმნის ინფრასტრუქტურას და საუკეთესო გარემოს მაღალი ეფექტურობის გუნდური თანამშრომლობისათვის კომპიუტერების გამოყენებით ინფორმაციის გაზიარებისა და შენახვისათვის. ისეთი ინსტრუმენტების განვითარებამ როგორცა ელ,ფოსტა, ვიდეოკონფერენციები, ჩეთ-სივრცეები მწვენილოვნად განაპირობა ინდუსტრიაში კოლაბორაციული ინჟინერიის მიღება.



სურ.1.10

კოლაბორაციული ინჟინერია დაფუძნებულია მძლავრ ინტერფუნქციონალურ ჯგუფებზე და დაბალ დონეზე გადაწყვეტილების მიღებაზე. სურ,1.10 აჩვენებს ერთობლივი ინჟინერიის ძირითად სტრუქტურას რომელშიც ინტერფუნქციურ გუნდებს აქვთ ერთიანი მიზანი და ინფორმაციის გაზიარებას ახდენენ კომპიუტერული ქსელების საშუალებით. ეს ინფორმაცია გავლენას ახდენს პროდუქტზე, რადგან ეს პროდუქტი დაპროექტებულია და შექმნილია მისი მომხმარებელზე შემდგომი დისტრიბუციისათვის

1.3.4. პროდუქტის ვირტუალური რეპრეზენტაცია

კოლაბორაციული ინჟინერიაში აქტიურად გამოიყენება ისეთი ინსტრუმენტები, როგორცაა CAD, CAM, CAE და სხვა აპლიკაციები. ამ ინსტრუმენტების საშუალებით შესაძლებელია პროდუქტის ვირტუალური რეპრეზენტაციის შექმნა, შემდეგი ელემენტების გამოყენებით:

1. 3-D CAD მოდელები
2. პროდუქტის მონაცემების მენეჯმენტი

3. დიდი კონსტრუქციების ვიზუალიზაცია
4. აწყობის ანალიზი
5. დაშვების ანალიზი
6. სტრუქტურული, სითბური და ნაკადების მენეჯმენტი
7. დინამიკის სიმულაციები დიზაინისა და წარმოებისათვის
8. ვირტუალური რეალობა
9. კოლაბორაციული ვებტექნოლოგიები

1.3.5. პროტოტიპის მომზადება

რეალობასთან მისახლოვებლად მზადდება ფიზიკური პროტოტიპები. შესაძლებელია სწრაფად შეიქმნას პროტოტიპი რომელიმე ნაწილის ფიზიკური მოდელის სახით ან შესაძლოა მომზადდეს ფუნქციური პროტოტიპი ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით, მაგ. დანადგარების საშუალებით. სწრაფი პროტოტიპის შექმნას აქვს შეზღუდვები, ნაწილის გეომეტრიული და ტოპოლოგიური რეპრეზენტაციის მხრივ. ფუნქციური პროტოტიპი კი მოიცავს ნაწილის გეომეტრიულ და ტოპოლოგიურ რეპრეზენტაციას და ამავე დროს მის ფუნქციურ რეპრეზენტაციასაც — მექანიკურ, სტრუქტურულ, სითბურ და ელექტრონულ ქცევას.

1.3.6. პროდუქტიულობის ინსტრუმენტები

საერთო პროდუქტიულობის გასაზრდელად და დიზაინისა და წარმოების ინფორმაციის გასაზიარებლად ბევრი ინსტრუმენტი არსებობს. ისინი არ არიან CAD-ის მსგავსად საინჟინრო ინსტრუმენტები. მათი მიზანია დიზაინის სრული პროცესის მხარდაჭერა ელ-ფოსტის, ელ-ცხრილების, ფაილების ტრანსფერის, ვიდეოკონფერენციისა და სამუშაო პროცესების მენეჯმენტის გზით.

1.3.7. PDM/კონფიგურაციის მენეჯმენტი

დიზაინისა და წარმოების გრძელვადიანი პროცესის მენეჯმენტისათვის ინსტრუმენტებად ასევე გამოიყენება პროდუქტის მონაცემების მენეჯმენტის (Product Data Management – PDM) და კონფიგურაციის მენეჯმენტის (Configuration Management – CM) პროგრამული უზრუნველყოფები. CM-ისა და PDM-ით შესაძლებელია პროდუქტის დიზაინთან და წარმოებასთან დაკავშირებული ყველა ელექტრონული დოკუმენტისა და მონაცემის მართვა. მონაცემების მართვა წარმოებასა და დიზაინში ყოველთვის მნიშვნელოვანი იყო, მაგრამ ადრე ეს პროცესი ნაბეჭდი ფურცლების სახით ხდებოდა. ამჟამად, გამოიყენება ციფრული სისტემები CM და PDM პროგრამული უზრუნველყოფის მხარდაჭერით. CM და PDM პროგრამებს ინტერნეტ ბრაუზერის ინტერფეისი აქვთ, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ადგილას მომუშავე ორგანიზაციებისთვის.

1.3.8. ინტერნეტი, ინტრანეტი და ექსტრანეტი

ზემოთაღწერილი ინსტრუმენტები გამოიყენება კომპიუტერული ქსელების საშუალებით. ინფორმაციის გაცვლისათვის კოლაბორაციული ინჟინერიისთვის **ინტერნეტი** უკვე იქცა ურთიერთდაკავშირებულობის საუკეთესო საშუალებად. **ინტრანეტი** გამოიყენება შიდა კორპორატიული ინფორმაციის გასაცვლელად. ესაა ორგანიზაციის შიდა, კერძო, დაცული სივრცე, რომელსაც ვებბრაუზერები და სერვერები ორგანიზაციის შიგნით მომხმარებლების დასაკავშირებლად აქვს. **ექსტრანეტი** კერძო და დაცული ქსელია, რომელიც ორგანიზაციას საშუალებას აძლევს ჰქონდეს წვდომა ინტრანეტზე კორპორაციის გარე წყაროებიდან, მაგალითად მომწოდებლების მხრიდან.

1.3.9. პროდუქტის სიცოცხლის ციკლის მენეჯმენტი (PLM)

ახალი პროდუქტის წარმოება ახლა უკვე კომპანიის ყველა დეპარტამენტის ჩართულობას ითხოვს: ინჟინრები, სტრატეგიული მიმართულება, მარკეტინგი და გაყიდვები, დაგეგმვა და პროდუქცია, შესყიდვები, ფინანსები და ადამიანური რესურსები. პროდუქტის სიცოცხლის

ციკლის მენეჯმენტი (Product Life Cycle Management – PML) არის მოდელი, რომელიც ხელს უწყობს ყველა ამ დეპარტამენტის თანადროულ მუშაობას. მისი საშუალებით შესაძლებელია კომპანიის პროდუქტებთან, პროცესებთან, რესურსებთან დაკავშირებული ყველა ინფორმაციის შექმნა, მართვა, სიმულაცია, გაზიარება და ელექტრონული კომუნიკაცია.

CAD პროგრამულ უზრუნველყოფასთან ერთად გამოიყენება სპეციალური სისტემა, რომელიც ვირტუალური პროდუქტის მენეჯმენტის, პროდუქტის მონაცემების მენეჯმენტისა და მონაცემების კორპორაციის მასშტაბით გაზიარების საშუალებაა. კომპიუტერული სიმულაციების გზით შესაძლებელია პროდუქტის პრობლემების აღმოჩენა საწყის ეტაპზევე, როდესაც ცვლილებების შეტანა არც ისე ძვირი ჯდება.

PLM ეფექტური მენეჯმენტისა და კორპორატიული ინტელექტუალური კაპიტალის სტრატეგიული მიდგომაა. კორპორაციის ინტელექტუალური კაპიტალი (Corporate Intellectual Capital – CIC) წარმოადგენს პროდუქტების მიწოდებასთან დაკავშირებული ცოდნის შეჯამებას.

კორპორატიული ინტელექტუალური კაპიტალი შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან:

1. *პროდუქტის განსაზღვრება* — ყველა ინფორმაცია, რაც უკავშირდება პროდუქტის (ან სერვისის) რაობას: მისი სპეციფიკაციები, მისი დიზაინის, წარმოების, მიწოდებისა და მხარდაჭერის პროცესები.
2. *პროდუქტის ისტორია* — ნებისმიერი ინფორმაცია, რაც უკავშირდება პროდუქტის მიწოდებასთან დაკავშირებით ორგანიზაციის წარსულ აქტივობებს. ეს შეიძლება იყოს წინა პროდუქტების არქივები ან იურიდიული მასალები.
3. *საუკეთესო გამოცდილება* — პროდუქტების მიწოდების პროცესში ორგანიზაციის მიერ შეჯამებული საუკეთესო გამოცდილება.

კორპორატიული ინტელექტუალური კაპიტალი მოიცავს ორი ტიპის ინფორმაციას:

1. *ქონთენტი* — პროდუქტის განსაზღვრება და ყველა რელევანტური ინფორმაცია
2. *მეტა მონაცემები* — მონაცემები, რომლებიც აღწერს ქონთენტს, მისი შექმნის ან ცვლილების თარიღებს, ავტორს/მფლობელს, ვერსიასა და სტატუსს, ვის მიერ შეიძლება იყოს გამოყენებული და როგორ.

1.3.10. ელკომერცია

ელკომერცია წარმოადგენს პროდუქტების ინტერნეტში გაყიდვის პროცესს. ამ მოვლენამ შესაძლოა ძირეულად შეცვალოს პროდუქტის წარმოების პროცესი. ელკომერციის წყალობით CAD მოდელების, პროდუქტის ვირტუალური წარმოდგენა, PDM და EDM საშუალებებით ინოვაციური, უმაღლესი ხარისხის და მიმზიდველი პროდუქტის მიწოდება შესაძლებელი ხდება მომხმარებლებისთვის.

1.3.11. დიზაინერთა გუნდი

დიზაინერთა გუნდის შემადგენლობა განსხვავდება დაპროექტების ტიპისა და კომპლექსურობის შესაბამისად. პატარა კომპანიებში, დიზაინერების ჯგუფი შეიძლება მხოლოდ რამდენიმე ადამიანისგან შედგებოდეს, მათ შორის დიზაინის ინჟინერი, დრაფტერი და წარმოების ინჟინერი. ტიპური გუნდი თანადროული საინჟინრო დიზაინის პროცესში მოიცავს დიზაინის, წარმოების, ხარისხის, მასალების, მომწოდებლებთან ურთიერთობისა და მენეჯმენტის სპეციალისტებს. დიზაინის კონცეფციიდან წარმოებაში გადასვლასთან ერთად გუნდის წევრების ჩართულობაც იცვლება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვან მონაკვეთებში დიზაინის პროცესი ყოველდღიურ შეხვედრებსაც ითხოვს, თუმცა დიზაინერების გუნდისთვის უფრო ყოველკვირეული შეხვედრებია დამახასიათებელი. გლობალური დიზაინის ჯგუფების მუშაობა ვების და ინტერნეტზე დაფუძნებული სხვა ინსტრუმენტების საშუალებითაც არის შესაძლებელია. ახლა უკვე დიზაინის ინფორმაციის, მათ შორის CAD მოდელების გაზიარება ინტერნეტითაც შეიძლება.

დიზაინერების გუნდის კოორდინაცია კრიტიკულად მნიშვნელოვანია დიზაინის წარმატებისა და საქმიანობის დაგეგმილ ვადებში დასრულებისათვის. წარმატებული დიზაინისთვის მნიშვნელოვანი ელემენტია კომუნიკაცია. კომპიუტერების გამოყენება დიზაინის პროცესში ხელს უწყობს ეფექტურ კომუნიკაციას დიზაინერების ჯგუფის წევრებს შორის. 3-D მოდელების მონაცემები შესაძლებელია გაზიარებული იყოს დიზაინის ჯგუფის მიერ და ამგვარად ბევრ პროცესს უწყობს ხელს, მათ შორის ანალიზსა და წარმოებას,

კოლაბორაციულ მუშაობას და საბოლოო პროექტირებაში ყველა წევრის მიერ საკუთარი წვლილის შეტანას.

თუ დიზაინი კომპლექსურია, დიზაინერთა ჯგუფის მიერ იქმნება ქვეჯგუფები 3-D CAD მოდელების შეზღუდვების შესაბამისად. გაზიარებული 3-D CAD მონაცემთა ბაზა წარმოადგენს შესაძლებლობას, რომ თითოეული ქვეჯგუფის მიერ მომზადებული პროექტი გამოსადეგი იყოს მოდელზე ორიენტირებული დახვეწის პროცესში. ჯგუფის ქვეჯგუფებად დაყოფით, უფრო მეტ წევრს შეუძლია იმუშაოს დიზაინის ვირტუალურ მოდელზე. ამგვარად მცირდება მოდელირებისა და პროდუქტის განვითარების დრო, რაც თანამედროვე გლობალური ეკონომიკისა და მძაფრ კონკურენტულ გარემოში უმნიშვნელოვანესია.

1.3.12 დიზაინერთა გუნდის შემადგენლობა

დიზაინერთა გუნდის წევრების ტიპებსა და რაოდენობას დიდწილად განსაზღვრავს პროექტის მოცულობა. შესაძლებელია გუნდის წევრები მთელი პროექტის მანძილზე არც იყვნენ ჩართულები. კოლაბორაციულ საინჟინრო გარემოში ჯგუფის წევრები ერთად მუშაობენ საერთო მიზნის მისაღწევად. დიზაინერთა გუნდი ჩვეულებრივ შედგება შემდეგი სპეციალისტებისგან:

1. **პროდუქტის დიზაინის ინჟინერი** — პასუხისმგებელია პროდუქტის მთლიან დიზაინზე
2. **პროდუქტის მენეჯერი** — ადამიანი, რომელსაც აქვს უდიდესი პასუხისმგებლობა დიზაინსა და მის ჯგუფზე.
3. **ინჟინერ-მექანიკოსი** — პასუხისმგებელია პროდუქტის მექანიკურ და ელექტრომექანიკურ განვითარებაზე.
4. **ინჟინერ-ელექტრიკოსი** — პასუხისმგებელია დიზაინის ელექტრონულ კომპონენტებზე.
5. **წარმოების ინჟინერი** — პასუხისმგებელია წარმოების პროცესებზე, რომლებიც პროდუქტის შესაქმნელად ხორციელდება.

6. *პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერი* — პასუხისმგებელია პროდუქტისთვის საჭირო ნებისმიერი პროგრამული უზრუნველყოფის კოდის შემუშავებაზე.
7. *დეტალების სპეციალისტი/დრაფტერი* — ეხმარება ინჟინრებს s-D მოდელებისა და პროდუქტის დოკუმენტაციის შექმნაში.
8. *მასალების ინჟინერი* — პასუხისმგებელია პროდუქტისთვის ყველაზე შესაბამისი მასალის შერჩევაზე.
9. *ხარისხის კონტროლის ინჟინერი* — პასუხისმგებელია პროდუქტისა და მისი წარმოების ხარისხის უზრუნველყოფაზე.
10. *ინდუსტრიული დიზაინერი* — პასუხისმგებელია პროდუქტის ვიზუალურ მხარეზე, ფორმასა და ადამიანური ფაქტორების ანალიზზე.
11. *წარმომადგენლობა მომწოდებლებთან* — პასუხისმგებელია ნებისმიერი პროცესის აუტოსორსინგზე, რაც კი შეიძლება კომპანიას დასჭირდეს დიზაინის შემუშავების დროს.

1.3.13 დიზაინერული პროექტების ტიპები

ყველა დიზაინი არ წარმოადგენს პროდუქტის ახალ დიზაინს. როგორც წესი, დიზაინის კონცეფციების უმეტესობას წინასთან რაღაც მსგავსება მაინც აქვს. დიზაინერული პროექტები დაჯგუფებულია შემდეგნაირად:

1. არსებული დიზაინის მოდიფიცირება
2. არსებული დიზაინის გაუმჯობესება
3. ახალი პროდუქტის განვითარება

1.4. იდეის ჩამოყალიბება

იდეის ჩამოყალიბება არის პრობლემის გადაჭრის ძიების სტრუქტურირებული მიდგომა.

იდეის ჩამოყალიბება არის დიზაინირების პროცესის ის ფაზა, როდესაც დიზაინის

ძირითადი მონახაზის

ჩამოყალიბება ხდება —

ესაა კონცეპტუალური

ფაზა. ხშირად ტარდება

დაძლევადობის ანალიზი,

რათა განისაზღვროს

პრობლემა, დიზაინის

მიზნის მიღწევის

შემზღვეველი

ფაქტორები, შეფასდეს

შესაძლო სირთულეები და

გაანალიზდეს დიზაინის შედეგები. იდეის ჩამოყალიბების პროცესი შედგება სამი

მნიშვნელოვანი ეტაპისგან:

1. პრობლემის იდენტიფიცირება

2. პირველადი იდეები

3. პირველადი დიზაინი

თითოეული ეს სფერო შეიძლება ჩაიშალოს ქვეჯგუფებად, როგორც ეს მოცემულია სურ. 1.11-

ზე

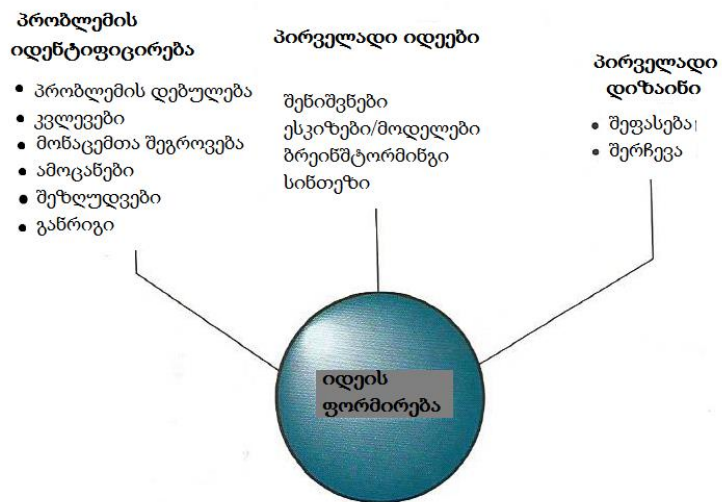
1.4.1. პრობლემის იდენტიფიცირება

პრობლემის იდენტიფიცირება არის ასევე იდეის ჩამოყალიბების პროცესი, რომელის დროსაც

ხდება დიზაინერული პროექტის პარამეტრების განსაზღვრა, ვიდრე უშუალოდ დიზაინის

გადაწყვეტის მოძიება დაიწყება. პრობლემის იდენტიფიცირება მოიცავს შემდეგ ელემენტებს:

- **პრობლემის დებულება** — გადასაწყვეტი პრობლემის შეჯამება.



სურ.1. 11

- **კვლევა** — იმ ინფორმაციის მოძიება, რომელიც გამოსადეგი იქნება დიზაინერთა გუნდისთვის.
- **მონაცემების შეგროვება** — ხანდახან ამ ფაზას უწოდებენ დაძლევადობის კვლევას. ამ დროს განისაზღვრება ბაზრის საჭიროებები, კონკურენციის ბენჩმარკები, ნედლი ფიზიკური გათვლები, როგორცაა მაგალითად წონა და ზომა.
- **ამოცანები** — იმ ამოცანების ნუსხა, რომელიც გუნდმა უნდა შეასრულოს.
- **შეზღუდვები** — დიზაინერული სპეციფიკაციების ფაქტორების ნუსხა.
- **განრიგო** — აქტივობების თანმიმდევრული ორგანიზება

საინჟინრო დიზაინის პრობლემები ცხადად უნდა იყოს იდენტიფიცირებული უშუალოდ დიზაინის პროცესის დაწყებამდე. პრობლემის იდენტიფიცირებისათვის საჭიროა მომხმარებლების, მარკეტინგის, მენეჯმენტისა და ინჟინერიის მიმართულებების გათვალისწინება. მონაცემები, რომელიც მომხმარებლის საჭიროებებს განსაზღვრავს, გროვდება გამოკითხვებით — პირადი და სატელეფონო ინტერვიუები, ელფოსტით დაგზავნილი კითხვარები, ფოკუს ჯგუფები. მარკეტინგის მიმართულება განსაზღვრავს საშუალო შემოსავალ, დემოგრაფიულ საკითხებს, ტიპურ სამუშაოებს და სხვა ინფორმაციას მობილური ტელეფონების მომხმარებლების შესახებ. ასევე ადგენს მომხმარებლების დამოკიდებულებას/აზრს შემოთავაზებული დიზაინის შესახებ.

კონკურენციის კვლევა აუცილებელია პროდუქტის ხაზის „ბენჩმარკისთვის“. ბენჩმარკი ამ კონტექსტში არის შესამუშავებელი პროდუქტის მსგავსი პროდუქტი

პროდუქტთან დაკავშირებული ტექნოლოგიების სფეროში მიმდინარე პროცესებისა და ტენდენციების დასადგენად მზადდება რელევანტური პერიოდული გამოცემების (ჟურნალები) კვლევა. შესაძლოა მოძიებული იყოს პატენტები და დიზაინის ჯგუფის სუსტი მიმართულებით დაქირავებული იყვნენ კონსულტანტები. მსგავსი პროდუქტისა და ტექნოლოგიების კვლევის განხორციელებასა და მისი გამოყენებას ახალი დიზაინის შექმნისას ეწოდება სინთეზი.



სორ.1. 12

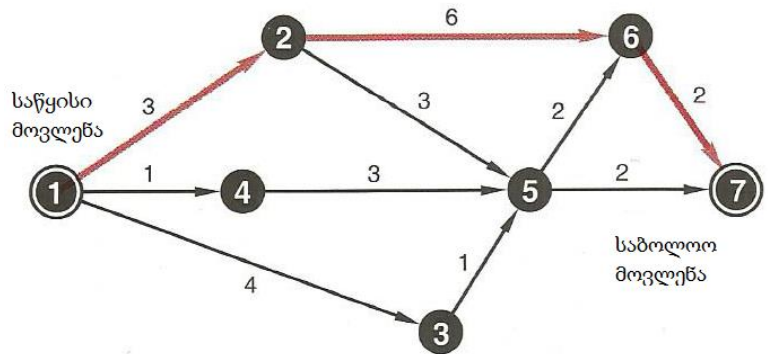
მას შემდეგ რაც, ყველა მონაცემი შეგროვდება, პირველადი იდეების განვითარების დაწყებამდე, ხდება სრული ინფორმაციის გაზიარება ჯგუფში. ინფორმაციის გაზიარების პროცესში მნიშვნელოვანი ელემენტია პრეზენტაციის ვიზუალიზაცია მონაცემების დიაგრამებისა და გრაფიკების ფორმით.(სურ.1.12)

პრობლემის იდენტიფიცირების, კვლევისა და მონაცემთა შეგროვების დასრულების შემდეგ, ჯგუფი აყალიბებს ამოცანებს. ამოცანა კონკრეტულად განსაზღვრავს თუ რა უნდა იყოს მიღწეული დიზაინის პროცესის შემუშავების დროს და რას ფაქტორებს შეიძლება მოიცავდეს ის წარმოების, მასალების, მარკეტინგისა და სხვა სფეროებიდან. ამ ეტაპზეა გათვალისწინებული პროექტის შეზღუდვები, როგორცაა დრო, მასალები, ზომა, წონა, გარემოსდაცვითი ფაქტორები და ფასი.

დიზაინის აქტივობების განრიგის შედგენა არის პრობლემის იდენტიფიცირების ბოლო ეტაპი. მარტივი პროექტების დაგეგმვისა და განრიგის შესადგენად შეიძლება გამოიყენებული იყოს განტის დიაგრამები. მასში, ფორიზონტალური უჯრები გამოიყენება რესურსების ან აქტივობების აღსაწერად, შესრულების დრო კი აღინიშნება უჯრების სიგრძით. დიდი პროექტების განრიგის შესადგენად გამოიყენება პროექტის შეფასებისა და განხილვის ტექნიკები (Project Evaluation and Review Technique — PERT). ამ მეთოდით აქტივობები ისე იგეგმება, რომ საბოლოო დასრულებისკენ პროგრესი მაქსიმალურად ოპტიმიზებული იყოს. კრიტიკული კურსის მეთოდი (Critical Path Method — CPM), PERT-თან ერთად, განსაზღვრავს აქტივობებს, რომლებიც დროში თანმიმდევრულად უნდა შესრულდეს სხვა აქტივობების პარალელურად.

სურათზე 1.13-ზე მოცემულია მარტივი CPM დიაგრამის ნიმუში.

წრებით გამოხატულია გონებრივი ან ფიზიკური ამოცანების დასაწყისი ან დასასრული. წრებს შორის ხაზები გამოხატავენ ამოცანის რეალურ შესრულებას და დროს. ხაზების



სურ.1. 13

გასწვრივ ციფრები მიუთითებს თითოეული ამოცანის შესრულებაზე გამოყოფილ დროს. კრიტიკული კურსი აღნიშნულია გამსხვილებული ხაზით, რომელიც შესაძლოა სხვა ფერისაც იყოს.

1.4.2. პირველადი იდეების ჩამოყალიბება

პრობლემის იდენტიფიცირების დასრულების შემდეგ, გუნდი იწყებს პირველადი იდეების განვითარებას პრობლემის გადასაჭრელად. პროცესის ამ ეტაპს ხშირად *გონებრივ იერიშის/ბრეინსტორმინგის* პროცესს უწოდებენ (სურათი 1.14). ამ დროს ხდება ყველა შესაძლებელი პირველადი გადაწყვეტის ჩამოწერა. *ბრეინსტორმინგის* სესიას ჰყავს ლიდერი ან მოდერატორი და ჩაწერაზე პასუხისმგებელი პირი. სესიის დაწყებამდე, ჯგუფში გაზიარებულია იდეების გენერირების ფაზის შედეგები — მარკეტინგული კვლევა და პროდუქტის კვლევა. სინთეზირების პროცესი გამოიყენება როგორც კატალოზატორი შეძლებისდაგვარად ბევრი იდეის გენერირებისათვის, რაც ჯგუფს დიზაინერული გადაწყვეტის ათვლის წერტილს აძლევს. იდეების შეთავაზება ხდება გახსნილად, ყოველგვარი კრიტიკისა და დისკუსიის გარეშე. სესიის ხანგრძლივობა განსხვავებულია. სესია სრულდება



სურ. 1. 14

მაშინ, როდესაც იდეების ნაკადი მცირდება.

ბრენშტორმინგის შედეგი არის იდეების სია, პირველად მონახაზებთან და კომპიუტერულ მოდელებთან ერთად. კომპიუტერული მოდელების ზუსტი შეიძლება არ იყოს, მაგრამ პირველად იდეას ასახავდეს. მზადდება ყველა იდეის მონახაზი ან მოდელი, ამ იდეების ნუსხა და შემდეგ ამ მასალის გაზიარება ხდება მთელს ჯგუფთან. საბოლოოდ ხდება ორი-ექვსი იდეის ამორჩევა შემდგომი ანალიზისთვის. იდეების რაოდენობა დამოკიდებულია დიზაინის კომპლექსურობაზე, დროსა და რესურსებზე.

1.4.3. პირველადი დიზაინი

გონებრივი იერიშის/ ბრენშტორმინგის შემდეგ, ხდება იდეების შეფასება. ამ დროს გამოიყენება პრობლემის დებულების კრიტერიუმები, პროექტის მიზნები და შეზღუდვები. ფიზიკური მოდელების შესაქმნელად ინდუსტრიის დიზაინერებს შეუძლიათ პირველადი მოდელები ქაფისგან ან სხვა მასალისგან მოამზადონ, ასევე გამოიყენონ პირველადი იდეების ფაზაზე შექმნილი კომპიუტერული მოდელები

საბოლოო დიზაინის არჩევანი მარტივია იმ შემთხვევაში თუ მხოლოდ ერთი დიზაინია კრიტერიუმების შესაბამისი. თუმცა, ხშირად სიცოცხლისუნარიანი დიზაინის გადაწყვეტები ერთზე მეტია. როცა ასე ხდება, მზადდება შეფასების ცხრილი და თითოეულ იდეას ენიჭება ქულა პროექტის მიზნებთან შესაბამისობის მიხედვით.

იდეის ჩამოყალიბების გრაფიკა და ვიზუალიზაცია

იდეის ჩამოყალიბების ფაზაზე მზადდება პირველადი მონახაზები და კონცეპტუალურ კომპიუტერული მოდელები. **იდეის ჩამოყალიბების ფაზის ნახაზები** — მონახაზები თუ კომპიუტერული მოდელები — ახალი იდეების კომუნიკაციისათვის გამოიყენება. ეს ნახაზები წარმოადგენს საწყის ეტაპზე შეგროვებული ინფორმაციის სინთეზს და შესაძლოა გონებაში ვიზუალიზებული და ფურცელზე ან კომპიუტერში გადმოტანილი მოდელის კომბინაციას ახდენდეს. ნახაზების კოპირება ან კომპიუტერული მოდელების მოდიფიცირება არსებული კონცეფციებიდან ახალი იდეების განვითარებას უწყობს ხელს. მოდელზე

ორიენტირებული დიზაინის პროცესიდან, პირველადი 3-D მოდელები ხშირად იქმნება იდეის ჩამოყალიბების პროცესის სრული დოკუმენტირებისათვის.

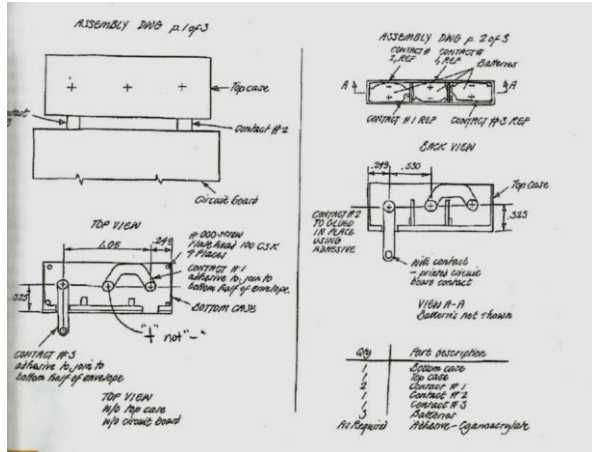
პრეზენტაციის ვიზუალიზაცია

პრეზენტაციის ვიზუალიზაცია გამოიყენება მონაცემების წარმოსადგენად ადვილად გასაგები ფორმებით, როგორცაა მაგალითად დიაგრამები და გრაფიკები. პირველადი ინჟინერია და ღირებულების ანალიზიც შესაძლებელია რომ იყოს ვიზუალიზებული. პრეზენტაციის ვიზუალიზაცია დიზაინის განხილვის შეხვედრის ძალიან მნიშვნელოვანი ნაწილია. იდეების ჩამოყალიბებას სჭირდება მონახაზების მომზადების, ვიზუალიზაციისა და პრეზენტაციის გრაფიკის უნარები.

1.4.4. იდეის ჩამოყალიბების რესურსები

კრეატიული იდეები შეიძლება სხვადასხვა წყაროდან მომდინარეობდეს. პირადი გამოცდილება არის იდეების უდიდესი წყარო, ისევე როგორც, ორგანიზაციის ფარგლებში არსებული ცოდნა. გარე წყაროები იდეებისთვის შესაძლოა იყოს მომხმარებლების კვლევა, კონკურენციის შესახებ მიმოხილვები, პატენტების მოძიება, ბიბლიოთეკის მასალები, ვებრესურსები. მომწოდებლები და პროფესიული ორგანიზაციების ჩართვა ახალი დიზაინის შესახებ ინფორმაციის მოსაძიებლად შეიძლება ძალიან სასარგებლო იყოს. მაგალითად, Thomas Register არის საუკეთესო წყარო კომპანიებისა და მათი პროდუქტების შესახებ ინფორმაციის მოსაძიებლად. Thomas Register-სა და სხვა მომწოდებლებს აქვთ საკუთარი ვებგვერდები, CD ROM-ები მათი პროდუქტების შესახებ. აქედან შესაძლებელია CAD-ის ნახაზებსა და მოდელებში სურათების ჩასმა.

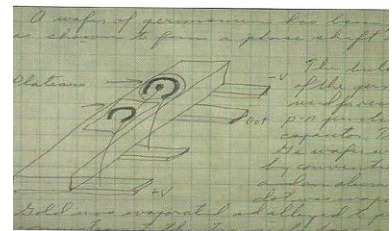
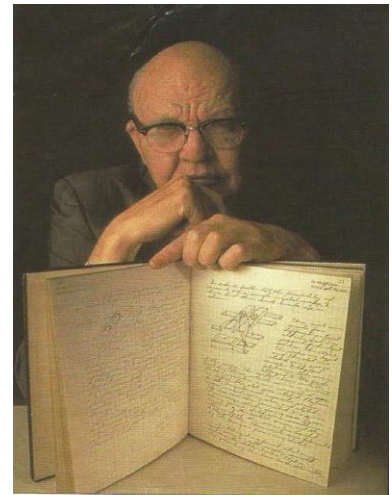
1.4.5. დიზაინერის ჩანაწერების წიგნი



სურ.1. 16

დიზაინერებს გამომუშავებული უნდა ჰქონდეთ დეტალური ჩანაწერების მომზადების ჩვევა, რათა მოახდინონ იდეებისა და გადაწყვეტილებების დოკუმენტირება სამომავლო გამოყენებისთვის. დიზაინერმა უნდა შექმნას ბევრი ჩანაწერი და დოკუმენტი, რომლებიც დიზაინის ფაილის ერთ-ერთი ნაწილში ერთიანდება. კარგად დოკუმენტირებული დიზაინის ჩანაწერების წიგნი მოიცავს მონახაზებს შენიშვნებითურთ,

კალკულაციებსა და თარიღებს(სურათი 1.15). კარგი ჩანაწერების მომზადება მნიშვნელოვანია იმიტომ, რომ მოხდეს საწყისი დიზაინის დოკუმენტირება პატენტზე განაცხადის შეტანისას. ეს ინფორმაცია ასევე მნიშვნელოვანია პროდუქტის გამოყენების შემდეგ წარმოქმნილი შესაძლებელი სამართლებრივი დავების შემთხვევაში. ჩანაწერების წიგნი კარგი გზაა კომპანიისთვის დიზაინის ისტორიის შესაქმნელად (სურ. 1.16). ეს ისტორიული ჩანაწერი ახალ დიზაინერებს უადვილებს კომპანიაში დიზაინის განვითარების პროცესის დანახვას. ისტორიული ჩანაწერი მნიშვნელოვანია არსებული დიზაინის მოდიფიცირებისას და ასევე მსგავსი პროდუქტის შესაქმნელად. ასეთ შემთხვევებში, დიზაინის გადაწყვეტილებები და წინა დიზაინერული გადაწყვეტები იქცევა საწყის წერტილად დიზაინის მოდიფიცირებისთვის. ამგვარად იზოგება დრო და ფული



სურ.1. 15

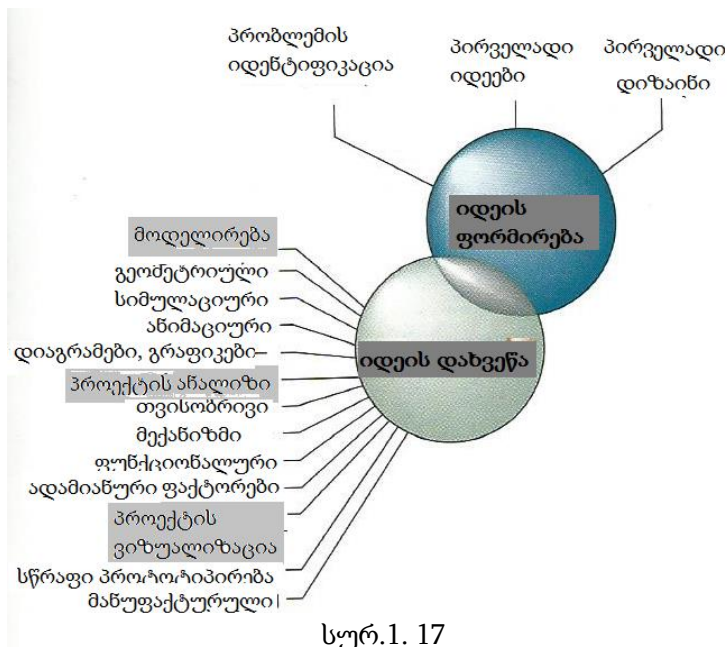
ახალი პროდუქტის განვითარების პროცესში. ჩანაწერების წიგნი ძალიან ჰგავს დიზაინერული გადაწყვეტის განვითარების შესახებ ჩანაწერების დღიურს. არ არის

აუცილებელი ის იყოს აკურატული. საკმარისია, რომ მასალები იყოს კითხვადი და მოიცავდეს ყველა ჩანიშნას, მონახაზს და კალკულაციებს თანმიმდევრულად დანომრილ გვერდებზე. მარტივი აკინძული ბლოკნოტი შეიძლება სრულიად საკმარისი იყოს დიზაინერის ჩანაწერებისთვის ერთი პროექტის ფარგლებში.

თანამედროვე ტექნოლოგიები ინჟინრებს World Wide Web (WWW) საშუალებით კოლაბორაციას შესაძლებელს ხდიან. ამის შესახებ დეტალური განხილვა მოცემულია ქვემოთ. დიზაინერის ჩანაწერების წიგნის წარმოება შესაძლებელია ელექტრონული ბლოკნოტებითაც — მონაცემების შენახვისა და გადაცემით. ამგვარად, დიზაინის შესახებ დოკუმენტაცია ხდება ხელმისაწვდომი ფართო აუდიტორიისთვის სხვადასხვა დეპარტამენტებსა თუ ადგილმდებარეობებში.

1.5. დახვეწა

დახვეწის პროცესი გულისხმობს განმეორებად (ხაზოვან ან წრიულ) პროცესს, რომლის დროსაც ხდება პირველადი დიზაინის ტესტირება, ცვლილებების შეტანა საჭიროების



სურ.1. 17

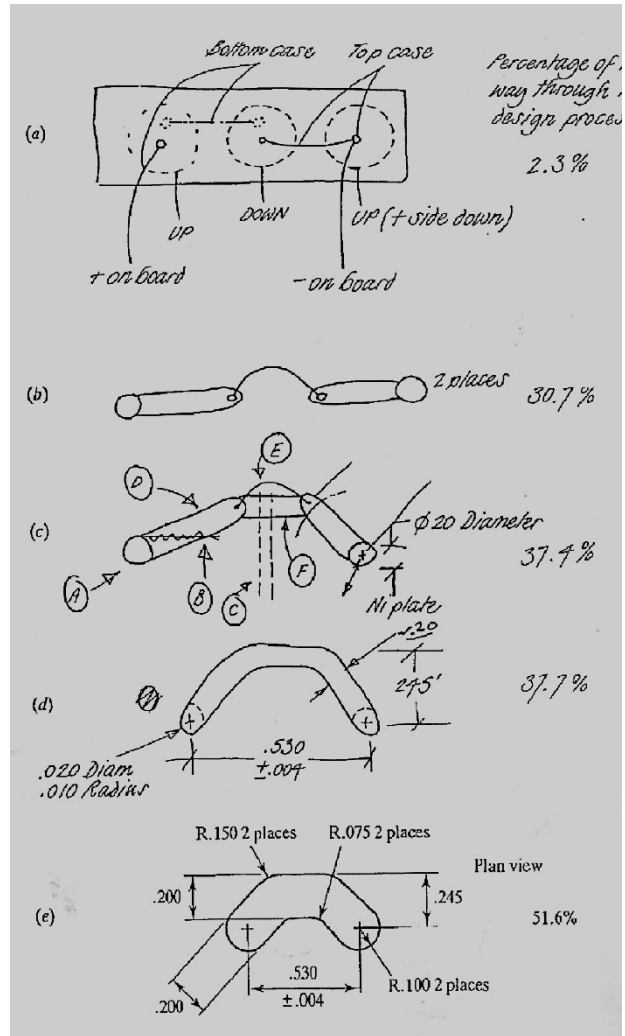
შემთხვევაში, და პროექტის მიზნებთან დიზაინის შესაბამისობის დადგენა. დახვეწის პროცესი მეორე ძირითადი ფაზაა კოლაბორაციული ინჟინერიის დიზაინერულ პროცესში და სამი ძირითადი სფეროსგან შედგება: მოდელირება, დიზაინის ანალიზი და დიზაინის ვიზუალიზაცია. ეს სფეროები იყოფა აქტივობებად და

საბოლოოდ შედეგი არის ერთი დიზაინერული გადაწყვეტის შერჩევა. მოდელზე ორიენტირებული დიზაინის პროცესში, დახვეწის ფაზაზე აქტივობები 3-D CAD მოდელს იყენებენ შენატანის სახით.

დახვეწის ფაზა იწყება ტექნიკური სამუშაოებით. ტექნიკოსები პირველადი მონახაზებისა და კომპიუტერული მოდელების საფუძველზე ამზადებენ ზუსტ ნახაზებსა და მოდელებს (სურათი 1.18-a). ამ ეტაპზე ინჟინრები იწყებენ პროდუქტის შემადგენელი ნაწილებისთვის მასალების შერჩევას, განიხილავენ ტემპერატურის, განათების, ხმის, ვიბრაციის, ტენიანობის, გამძლეობის, წონის, ზომის, დატვირთვის, ფასის და სხვა მრავალ საკითხებს. ინჟინრები მუშაობენ ინდუსტრიულ დიზაინერებთან, რათა შერჩეული მასალები სრულ შესაბამისობაში იყოს შემოთავაზებულ ფორმასთან.

პირველადი დიზაინის ტესტირება ხდება ფიზიკურად, განსაზღვრული/ამოწურვადი ელემენტების ანალიზის, კინემატური ტესტების, ანიმაციების და სივრცითი ანალიზის გზით. დიზაინის ანალიზი ხორციელდება ასევე პროექტის ამოცანებთან და პრობლემის განსაზღვრებასთან მიმართებაში, მწარმოებელთა ჯგუფი კი იწყებს

პროდუქტის წარმოებისათვის აუცილებელ პროცესს. პირველადი დიზაინი გამოიცდება ბაზარზეც პატარა ჯგუფის ფარგლებში. ამ ფაზაზე ცვლილებები რეკომენდებულია მხოლოდ



სურ.1. 18

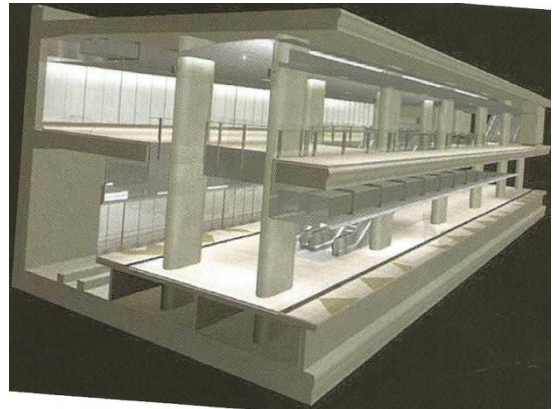
დიზაინის საწყის ვარიანტში. დახვეწის საბოლოო ეტაპი არის პროდუქტისთვის საბოლოო დიზაინის შერჩევა.

დახვეწის ფაზა დიდწილად დამოკიდებულია დიზაინის იდეის გრაფიკაზე — დოკუმენტაცია, ვიზუალიზაცია, ანალიზი და კომუნიკაცია. ამ ნახაზებსა და კომპიუტერულ მოდელებს ეწოდებათ დახვეწის ფაზის ნახაზები ან დიზაინის ნახაზები. დახვეწის ფაზის ნახაზები ტექნიკური ნახაზები და მოდელებია, რომლებიც პირველადი იდეის ანალიზისთვის გამოიყენება (იხ. სურათი 1.18-e)

1.5.1. მოდელირება

მოდელირება არის აბსტრაქტული იდეების, სიტყვებისა და ფორმების რეპრეზენტაციის პროცესი მარტივი ტექსტებისა და სურათების გამოყენებით. ინჟინრები მოდელებს იყენებენ ფიქრისა და ვიზუალიზაციისათვის, კომუნიკაციისა და წინასწარი პროგნოზებისთვის, კონტროლისა და ტრენინგებისთვის. მოდელები კლასიფიცირდება როგორც აღწერითი და პროგნოზირებადი.

აღწერითი მოდელი წარმოადგენს აბსტრაქტულ იდეებს, პროდუქტებს ან პროცესებს გასაგები ფორმით. აღწერითი მოდელის მაგალითი არის შენობის ან სტრუქტურის საინჟინრო ნახაზი ან 3D კომპიუტერული მოდელი (სურათი 1.19). ნახაზი ან მოდელი კომუნიკაციის საშუალებაა, მაგრამ არ გამოდგება ქცევის ან მუშაობის პროგნოზირებისათვის.

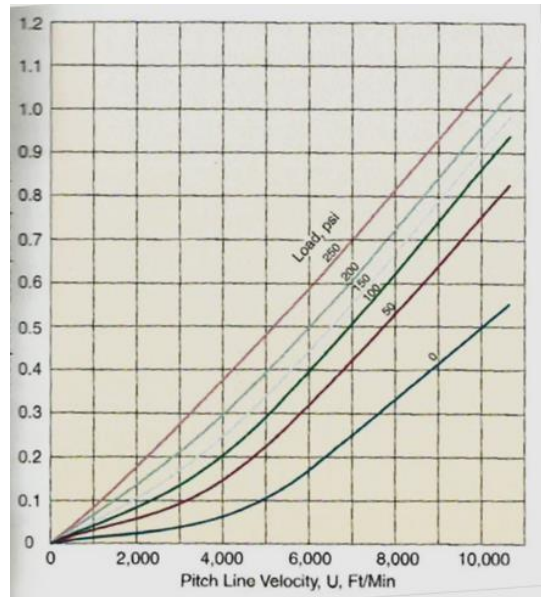


სურ.1. 19

პროგნოზირებადი მოდელი შეიძლება გამოყენებული იყოს იდეების, პროდუქტების, პროცესების ქცევისა და მუშაობის პროგნოზირებისა და გააზრებისათვის. პროგნოზირებადი მოდელის მაგალითია ხიდის საყრდენის ამოწურვადი ელემენტის მოდელი, რომელიც გამოიყენება გარკვეული დატვირთვის პირობებში ხიდის მექანიკური ქცევის პროგნოზირებისთვის დახვეწის

პროცესში ორი ტიპის მოდელია სასარგებლო: მათემატიკური მოდელები და მასშტაბის მოდელები.

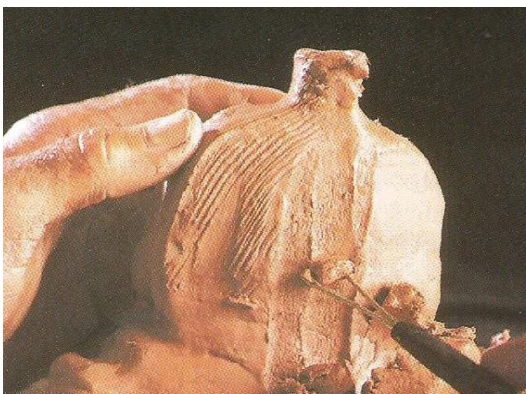
მათემატიკური მოდელი იყენებს მათემატიკურ განტოლებებს სისტემის კომპონენტების წარმოსადგენად. ეს ტექნიკა გამოსადეგია ფართო და კომპლექსური სისტემის მუშაობის გასააზრებლად და პროგნოზირებისათვის. ჩვეულებრივ, მოდელირებამდე ფართო სისტემა იშლება უფრო მარტივ კომპონენტებად. სურ. 1.20 არის მათემატიკური მოდელის ნიმუში, რომელიც წარმოადგენს პროგნოზს თუ როგორი იქნება სიჩქარის გაზრდის შემთხვევაში საყრდენი საკისრის სიმძლავრის დანაკარგი. ეს გრაფიკი საშუალებას აძლევს მკითხველს წარმოიდგინოს დანაკარგის სიდიდე სიჩქარის ცვლილებების ფიზიკური დატესტვის გარეშე. ამგვარად, დიზაინის პროცესში დახვეწის ფაზაზე უზომოდ დიდი დრო და ფინანსები იზოგება.



სურ.1. 20

მასშტაბური მოდელი არის ფიზიკური მოდელი, რომელიც სისტემის კომპონენტების წარმოსადგენად მზადდება. ეს არის ერთ-ერთი

ყველაზე სასარგებლო და ადვილად გასაგები რესურსი, რაც კი მოდელირების პროცესში იქმნება. მოდელი შეიძლება იყოს სრული ზომის ან მასშტაბირებული ასლი. ვიდრე

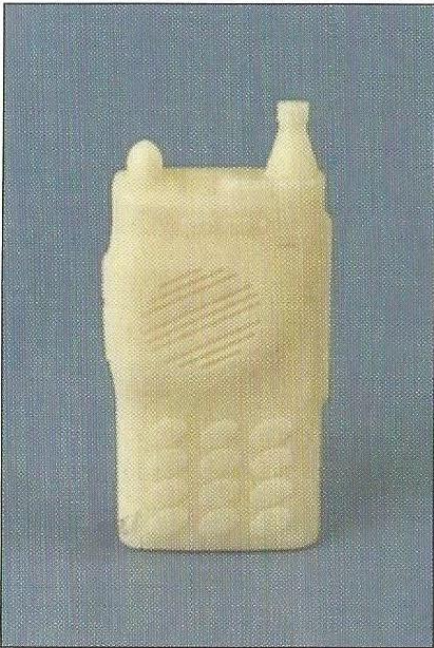


სურ.1. 21

კომპიუტერული 3-D გეომეტრიული მოდელების გამოყენება გახდებოდა შესაძლებელი, ფიზიკურ მოდელებს ამზადებენ გამოცდილი ოსტატები ხის, წებოს, ქაფის და სხვა მასალებისგან (სურათი 1.21). ფიზიკური მოდელები ძალიან სასარგებლოა სივრცითი, ესთეტიკური და ადამიანური ფაქტორების, ასევე თვისებების ანალიზისათვის. მაგალითად, მობილური ტელეფონის მოდელი

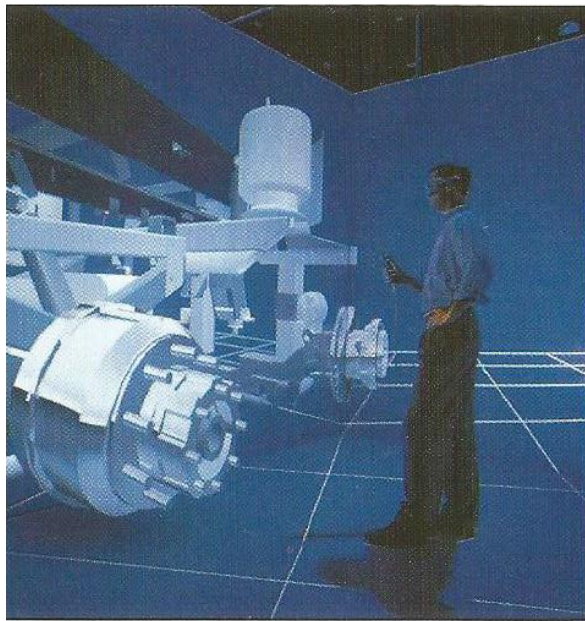
შეიძლება ხისგან ან ქაფისგან მომზადდეს და გადაეცეს ადამიანური ფაქტორების ინჟინრებსა და მომხმარებელთა ანალიზის ჯგუფებს მათი აზრის გასაგებად. ამას გარდა ამისა, შესაძლებელია ფიჭური ტელეფონის სქემის შექმნა მაკეტების მოდელის სახით. ამ მეთოდს ელექტრიკოსი ინჟინრები და ტექნიკოსები ახალი სქემების ტესტირებისათვის იყენებენ.

თანამედროვე ტექნოლოგიების განვითარებამ, კომპიუტერული მოდელებისა და პროტოტიპების მყისიერი შექმნის შესაძლებლობებმა შეამცირა ტრადიციული ტექნიკის გამოყენებით ფიზიკური მოდელების შექმნის აუცილებლობა. პროტოტიპების მყისიერი შექმნა ფართო ტერმინია და გამოიყენება პირდაპირ 3-D CAD მონაცემთა ბაზიდან რეალური მოდელების შექმნისათვის სხვადასხვა დაკავშირებული პროცესის აღსაწერად .სურ. 1.22-ზე ნაჩვენებია მყისიერი პროტოტიპირებით მიღებული პორტატული რადიოს მოდელი. ამგვარად, საოცრად მცირდება დრო მოდელირებასა და წარმოებას შორის.



სურ.22.

ზოგჯერ, პროტოტიპის მომზადება მისი ზომისა და ფასის გათვალისწინებით არ არის პრაქტიკული. სხვა შემთხვევებში, პროტოტიპი შეიძლება არ წარმოადგენდეს პროდუქტის რეალურ სახეს. ამ და სხვა სიტუაციებში, ვირტუალური რეალობის სისტემებით (Virtual Reality, VR) შესაძლებელია სიცოცხლისუნარიანი/რეალისტური



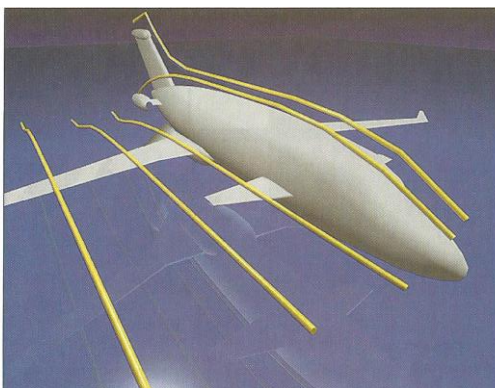
სურ.1. 23

ანალიზის ჩატარება (სურათი 1.23). ვირტუალური რეალობის სისტემები აღქმის პრინციპების გამოყენებით ავითარებენ სრულყოფილად დატვირთულ გარემოს, რომელშიც მომხმარებელს რომელიმე ან ყველა გრძნობის საშუალებით შეუძლია ინტერაქცია ჰქონდეს ობიექტთან. ამგვარ გარემოში, მომხმარებელს აქვს განცდა, რომ მართლაც ინტერაქციაშია ვირტუალურ მოდელთან.

ვირტუალური რეალობის (VR) ტექნოლოგიის ფუნქციონირებისათვის საჭიროა რეალურ ობიექტთან მიახლოებული მოდელები. ასევე, სისტემას უნდა შეეძლოს მომხმარებლის თითოეული ქმედების მონიტორინგი. ამაში შედის მომხმარებლის თავის მოძრაობის აღნიშვნა, ასევე ვირტუალური ხელის მოძრაობა მომხმარებლის მიერ ვირტუალური ობიექტის შეხების ან მისგან დაშორების შესაბამისად. ამასთან ერთად, მომხმარებელს სჭირდება უკუკავშირი, რომელიც უზუსტესად ასახავს გარემოს პასუხს მომხმარებლის ქმედებებზე. სისტემა უნდა აკონტროლებდეს მხედველობით და სმენით ველებს. ხშირად ეს თავის მოწყობილობებით (headset) მიიღწევა. ვითარდება ტექნოლოგია, რომელიც კინესთეტიკურ უკუკავშირს უზრუნველყოფს. ვირტუალური მოდელი იმგვარი იქნება, რომ თითქოს მას წონა აქვს, როდესაც მომხმარებლის გარშემო მოძრაობს.

1.5.2. კომპიუტერული სიმულაცია და ანიმაცია

კომპიუტერული სიმულაცია არის კომპლექსური სიტუაციის ზუსტი მოდელირება. ამას სჭირდება დრო. თვისებების ანალიზისთვის ფიზიკური მოდელების ნაცვლად ხშირად 3-D კომპიუტერული მოდელები გამოიყენება. მასალის თვისებები შეიძლება მიენიჭოს



სურ.1. 21

კომპიუტერულ მოდელს და ამგვარად, მაქსიმალურად მიემსგავსოს რეალურ პროდუქტს ვიზუალურად და ქცევით. მაგალითად, ახალი თვითმფრინავის მასშტაბირებული მოდელის მომზადებისა და მისი ქარის გვირაბში ტესტირების ნაცვლად, იქმნება კომპიუტერული მოდელი, რომელიც ჩართულია ქარის გვირაბში ტესტირების სიმულაციაში (სურათი 1.24).

კომპიუტერული ანიმაცია არის კომპლექსური სიტუაციების არაზუსტი მოდელირება. ძირითადი განსხვავება სიმულაციასა და ანიმაციას შორის არის სიზუსტე. ანიმაცია მხოლოდ მიახლოებით ასახავს რეალურ სიტუაციას; სიმულაცია კი ზუსტად ახდენს რეალური სიტუაციის რეპლიკას. მაგალითად, კომპიუტერული სიმულაციის დროს თვითმფრინავის აეროდინამიკის მახასიათებლების დასადგენად საწვავის თვისებები ზუსტად უნდა იყოს მოცემული, სხვა შემთხვევაში შედეგები არ იქნება ვალიდური. მეორე მხრივ, თუ მხოლოდ თვითმფრინავის ვიზუალური რეპრეზენტაციაა საჭირო, მაშინ კომპიუტერული ზუსტი მოდელი და მისი ანიმაცია სრულიად საკმარისია.

1.5.3. დიზაინის ანალიზი

დიზაინის ანალიზი არის შემოთავაზებული დიზაინის შეფასების ფაზა. ამ დროს გამოიყენება იდეების გენერირების ფაზაზე შემუშავებული კრიტერიუმები. ესაა დახვეწის პროცესის მეორე მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელშიც დიზაინერების მთელი ჯგუფია ჩართული. დიზაინის ტიპური ანალიზი მოიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

- **თვისებების ანალიზი** — დიზაინის შეფასება ისეთი ფიზიკური თვისებების მიხედვით, როგორცაა სიმძლავრე, ზომა, მოცულობა, სიმძიმის ცენტრი, წონა, როტაციის ცენტრი, სითბური, მექანიკური და სითხის მონაცემები.
- **მექანიზმის ანალიზი** — განსაზღვრავს ერთმანეთთან დაკავშირებული მყარი სხეულებისაგან შემდგარი მექანიკური სისტემის მოძრაობებს და დატვირთვას.
- **ფუნქციური ანალიზი** — განსაზღვრავს რამდენად შეესაბამება დიზაინი მის მიზანს. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, იდეის ჩამოყალიბების ფაზაზე იდენტიფიცირებულ საჭიროებებს შეესაბამება თუ არა და რამდენად ასრულებს ამავე ფაზაზე განსაზღვრულ ამოცანებს.
- **ადამიანური ფაქტორის ანალიზი** — განსაზღვრავს თუ რამდენად შეესაბამება დიზაინი მომხმარებლის ფიზიკურ, ემოციურ, ხარისხობრივ, მენტალურ და უსაფრთხოების საჭიროებებს.
- **ესთეტიკური ანალიზი** — ეს არის დიზაინის შეფასება მისი ესთეტიკური თვისებების თვალსაზრისით.

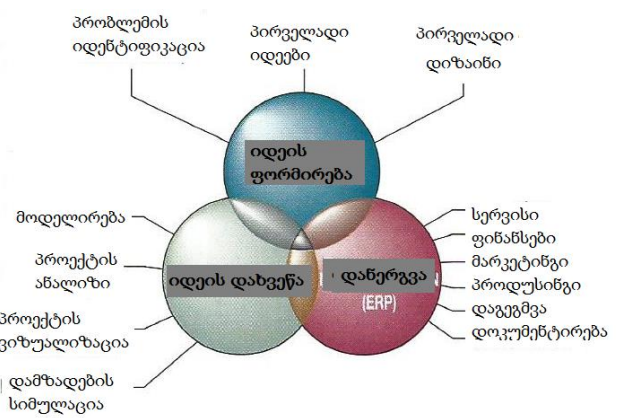
- **ბაზრის ანალიზი** — განსაზღვრავს, რამდენად აკმაყოფილებს დიზაინი მომხმარებლის საჭიროებებს. ანალიზი ტარდება ფოკუსჯგუფების ან გამოკითხვების საფუძველზე.
- **ფინანსური ანალიზი** — განსაზღვრავს რამდენად ჯდება შემოთავაზებული დიზაინი იდეის ჩამოყალიბების ფაზაზე განსაზღვრულ ღირებულების დიაპაზონში

1.6. შეხვედრები დიზაინის განსახილველად

დიზაინის განხილვა არის ფორმალური შეხვედრა, რომელზეც დიზაინერთა გუნდი წარმოადგენს საქმიანობის შედეგებს მენეჯერების წინაშე. დიზაინის ჯგუფის გამოცდილი წევრები ამზადებენ პრეზენტაციებს, რომელიც მოიცავს კალკულაციებს, დიაგრამებსა და გრაფიკებს, მონახაზებს, ტექნიკურ ნახაზებს და 3D მოდელებს. ახლა უკვე შესაძლებელია დიზაინის განხილვის შეხვედრების მოწყობა ინტერნეტის გამოყენებით, სხვადასხვა ონლაინ კონფერენციების ინსტრუმენტების საშუალებით. ამ შეხვედრების მთავარი მიზანია, დაადგინოს პროდუქტის დიზაინის განვითარება უნდა გაგრძელდეს თუ უნდა დასრულდეს. დიზაინირების ფაზის ბოლო ეტაპზე, მსგავსი შეხვედრები უფრო იშვიათად იმართება ძირითადად შედეგების კომუნიკაციისა და სხვა სპეციალისტების უკუკავშირის მიზნით.

1.7. იმპლემენტაცია/დანერგვა

იმპლემენტაცია არის მესამე და ბოლო ფაზა კოლაბორაციული საინჟინრო დიზაინის და გულისხმობს საბოლოო დიზაინის გარდაქმნას იდეიდან პროდუქტად, პროცესად ან სტრუქტურად. ამ დროს, დიზაინი უკვე ჩამოყალიბებულია და ნებისმიერი ცვლილება საკმაოდ ძვირი ჯდება. იმპლემენტაციის პროცესი მოიცავს ბიზნესის თითქმის ყველა ეტაპს —



სურ.1. 22

დაგეგმვას, პროდუქტის შემუშავებას, ფინანსირებას, მარკეტინგებს, სერვისს და დოკუმენტირებას (სურათი 1.25). ამ ფაზის მიზანია რეალობად აქციოს დიზაინერული გადაწყვეტა როგორც კომპანიისთვის, ასევე მომხმარებლისთვის. როგორც 3-D მოდელები იყო გამოყენებული დახვეწის პროცესში, ასევე გამოიყენება მოდელების მონაცემთა ბაზა იმპლემენტაციის ფაზაში. მსგავსადვე ხდება იმპლემენტაციის ფაზის ინფორმაციის დაგროვება მონაცემთა ბაზაში მომავლის პროდუქტის განვითარებისათვის.

1.7.1. დაგეგმვა

დაგეგმვის პროცესი განსაზღვრავს პროდუქტიდან პროდუქციის ციკლზე გადასვლის ყველაზე ეფექტურ მეთოდს. წარმოების ინჟინრები და ტექნოლოგები არიან დაგეგმვის პროცესის ლიდერება, რადგან ისინი ახდენენ პროდუქტის შესაქმნელად აუცილებელი საქმიანობისა და განრიგის გაწერას. დაგეგმვისას საჭიროა პროცესის აღწერები, მონაცემებისა და მასალების მოძრაობის დიაგრამები და სხვა დოკუმენტები (სურათი 1.26). თანამედროვე დაგეგმვის ტექნიკები მოიცავს პროცესის კომპიუტერულ დაგეგმვას (computer-aided process

planning, CAPP), მასალების მოთხოვნების დაგეგმვას (material requirements planning, MRP), დროულ დაგეგმვას (just-in-time, JIT).

პროცესის კომპიუტერული დაგეგმვა (CAPP) იყენებს დიზაინის კომპიუტერულ მოდელს, რათა განსაზღვროს რა დანადგარები და პროცესები იქნება საჭირო იპლემენტაციის

Oper. No.	Operation Description	Dept.	Machine	Set Up Hr.	Rate Pz/Hr.	Tools
20	Drill 1 hole .32 \pm .005	Drill	Mach 513 Deks 4	1.5	254	Drill Fixture L-76, Jig #10393
30	Deburr .312 \pm .005 Dia. Hole	Drill	Mach 510 Drill	.1	424	Multi-Tooth deburring Tool
40	Chamfer .900/.875, Bore .828/.875 dia. (2 Passes), Bore .7600/.7625 (1 Pass)	Lathe	Mach D109 Lathe	1.0	44	Remet-1, TPO 221, Chamfer Tool
50	Tap Holes as designated - 1/4 Win. Full Thread	Tap	Mach 514 Drill Tap	2.0	180	Fixture #CR-353, Tap, 4 Flute Sp.
60	Bore Hole 1.133 to 1.138 Dia.	Lathe	H & H E107	3.0	158	144 Torrent Fixture, Hartford Superapacer, pl. #45, Holder #L46, PDTW-100, Inscr #21, Chk. Fixture
70	Deburr .005 to .010, Both Sides, Hand Feed To Hard Stop	Lathe	Z162 Lathe	.5	176	Collect #CR179, 1127 RPM
80	Broach Keyway To Remove Thread Burrs	Drill	Mach. 507 Drill	.4	91	887 Fixture, 150 Broach, Tap, .875120 D-H6
90	Hone Thread I.D. .822/.828	Grind	Grinder		120	
95	Hone .7600/.7625	Grind	Grinder		120	

სურ.1. 26

ფაზაზე. მასალების მოთხოვნის დაგეგმვა MRP გულისხმობს პროდუქტის წარმოებისთვის საჭირო ნედლი მასალების კალკულაციებს და ამისათვის იყენებს სოლიდურ (solid)

მოდელებს. მაგალითად, ერთი ნაწილის სოლიდური (solid) მოდელის ანალიზით შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა ნაწილების მოცულობა, შემდეგ კი დაანგარიშდეს სხვადასხვა ნაწილებისათვის აუცილებელი მასალების რაოდენობა.

დროული დაგეგმვა (just-in-time, JIT) — ესაა ოპერაციული ფილოსოფია, რომელიც მიზნად ისახავს დროის ხარჯვის გამორიცხვას და ამგვარად ახდენს მთლიანი ციკლის შემცირებას. ნებისმიერი რამ, რაც დამატებით ღირებულებას არ ანიჭებს პროდუქტს მისი წარმოების პროცესში, ითვლება დანახარჯად. მაგალითად, თანამშრომელი, რომელიც დიდხანს უსაქმოდ ზის საწყობში, პროდუქტს დამატებით ღირებულებას არ ანიჭებს. ამგვარად, JIT სისტემა მხოლოდ მაშინ უზურუნველყოფს პროდუქტის მიტანას, როცა შეკვეთა ხდება და ამგვარად ახდენს რესურსის გაფლანგვის პრევენციას.

1.7.1. პროდუქცირება

პროდუქცირება არის პროცესი, რომელიც გამოიყენება ნედლი მასალის საბოლოო დასრულებულ პროდუქტად ან სტრუქტურად ჩამოყალიბებას, სამუშაო ადამიანური რესურსის, აღჭურვილობის, კაპიტალისა და მოწყობილობების გამოყენებით. პროდუქცირების პროცესისთვის საჭიროა საინჟინრო ნახაზები, წყობის ცვლილებები, ტექნიკური სპეციფიკაციები, მასალებისა და სხვა დოკუმენტები.

1.7.3. მარკეტინგი

მარკეტინგის პროცესი აანალიზებს მომხმარებლის საჭიროებებს და ახდენს მწარმოებლიდან მომხმარებლამდე პროდუქტის ნაკადის მართვას. მარკეტინგს აქვს ძალიან დიდი როლი იდეის ჩამოყალიბების, დახვეწისა და დანერგვის ფაზებზე და გაცილებით მეტია, ვიდრე უბრალოდ გაყიდვები ან რეკლამა: მარკეტინგის ჯგუფი უზურუნველყოფს პროდუქტის მომხმარებლამდე მიღწევას. ახალი პროდუქტის წარმატებით გასაყიდად, მარკეტინგის ჯგუფს სჭირდება



სურ.1. 23

პროდუქტის ილუსტრაციები და პრეზენტაციის გრაფიკა. საჭირო ილუსტრაციების მოსამზადებლად სწორედ კომპიუტერული მოდელები და ტექნიკური ნახაზები შეიძლება იყოს გამოყენებული სურ. 1.44-ზე მოცემულია სამგანზომილებიანი. ობიექტის დარენდერებული გამოსახულება, სადაც ტექსტურაც და განათების წყაროებია გამოყენებული.

1.7.4. ფინანსირება

ფინანსირების პროცესის დროს ხდება პროდუქტის წარმოების დაძლევადობის ანალიზი, კაპიტალის მოთხოვნებისა და ამოღების ურთიერთმიმართებით. ნებისმიერ დაწესებულებაში, ფინანსები გულისხმობს ფულადი ნაკადების იმგვარ მენეჯმენტს, რომ კომპანიის ამოცანების შესრულება შეძლებისდაგვარად სწრაფად იყოს შესაძლებელი.

ფინანსური ადმინისტრირება მოიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

- ფულადი ნაკადების მიღებისა და დანახარჯების დაანგარიშება და დაგეგმვა.
- ყოველდღიური ოპერაციებისთვის გარე წყაროებიდან საჭირო ფინანსური რესურსების მოზიდვა.
- ოპერაციების კონტროლი ბიზნესის საშუალებით ფულადი ნაკადების უზრუნველსაყოფად.
- შემოსული მოგების დანაწილება მფლობელებსა და საინვესტიციო ფონდებს შორის, ბიზნესის მომავალი განვითარებისთვის.

ორგანიზაციის ტიპის მიუხედავად ფინანსური ჯგუფის მთავარი აქტივობა არის ფინანსების დაგეგმვა, შემოთავაზებული ოპერაციების ფინანსური დაგეგმვა, ფინანსური ანალიზი და კონტროლი, სუფთა მოგების განკარგვა. ფინანსური დაგეგმარების ჯგუფი ადგენს კომპანიის გაყიდვების მოცულობას შესაბამის ვალუტაში. ეს დაანგარიშება გამოიყენება მენეჯმენტის ჯგუფის მიერ საწყობის, ადამიანური რესურსის, ინფრასტრუქტურისა და ტრენინგის საჭიროებების დასაგეგმად. ახალი დიზაინისთვის ფინანსური საჭიროებები განისაზღვრება და იგეგმება ბიუჯეტით და დიზაინის ჯგუფი ვალდებულია იმოქმედოს ამ ბიუჯეტის ფარგლებში. როდესაც დიზაინი დასრულებულია,

ფინანსირების ჯგუფი მუშაობს ღირებულებისა და შესაძლო მოგების საკითხებზე. მუშაობის პროცესში გამოყენებულია გაყიდვების, ფასწარმოების, საწყობის, პროდუქციის და პერსონალის შესახებ რელევანტური ინფორმაცია.

1.7.5. მენეჯმენტი

მენეჯმენტი არის ადამიანების, მასალების, ენერჯის, აღჭურვილობისა და პროცედურების ლოგიკური ორგანიზება სამუშაო აქტივობებად, რათა საბოლოოდ მიღებული იყოს კონკრეტული შედეგი, როგორცაა მაგალითად პროდუქტი. მენეჯერები აკონტროლებენ ან უძღვებიან ორგანიზაციის ყოველდღიურ ოპერაციებს. პროდუქციის მენეჯერები ხელმძღვანელობენ კომპანიის პროდუქტებისა და სერვისების წარმოებისათვის აუცილებელ რესურსებს. პროდუქციის მენეჯერები უძღვებიან ადამიანების, ნაწილებისა და პროცესების, ასევე დაგეგმვისა და კონტროლის სისტემების მართვას.

1.7.6. სერვისი

სერვისი არის აქტივობა, რომელიც მომხმარებელს სთავაზობს პროდუქტის ან სტრუქტურის ინსტალაციას/გამართვას, ტრენინგს, მხარდაჭერას, შეკეთებას. სერვისის ჯგუფი საკუთარი საქმიანობის მხარდასაჭერად იყენებს ტექნიკური ილუსტრაციებსა და რეპორტებს. ტექნიკური ილუსტრაციები ჩართულია ინსტალაციის, მხარდაჭერისა და შეკეთების სახელმძღვანელოებში. ტექნიკური ილუსტრაციები ჩვეულებრივი ნახაზებია, რომლებზეც ნაჩვენებია თუ როგორ ხდება სხვადასხვა ნაწილების აწყობა. ასევე, შეიძლება იყოს ნახატები, რენდერული ილუსტრაციები, აწყობის თანმიმდევრობისა და პროდუქტის კომპონენტების ფუნქციონირების მაჩვენებელი გრაფიკები. დაფარული ნაწილები ნაჩვენებია შესაბამის პოზიციებში სხვადასხვა ტექნიკის გამოყენებით.

მომხმარებლების უკეთესი მხარდაჭერისათვის, კომპანიები იყენებენ ინტერნეტ ტექნოლოგიებს, რათა ტრადიციული ნახაზებისა და ინსტრუქციების ნაცვლად 3-D მოდელების საშუალებით მოახდინონ კომუნიკაცია.

1.7.7. დოკუმენტირება

პროექტის განვითარების საბოლოო ფაზა, რომელსაც დოკუმენტირება ეწოდება, პროცესი, რომელიც გულისხმობს საბოლოო დიზაინერული გადაწყვეტის ჩაწერას და კომუნიკაციას. კოლაბორაციული, მოდელზე ორიენტირებული დიზაინის დამკვიდრებამდე, გრაფიკული დოკუმენტაცია იყო 2-D საინჟინრო ნახაზებისა და ილუსტრაციების ფორმატში.

CAD და 3-D მოდელების დანერგვის შემდეგ, დახვეწის ფაზაზე გრაფიკის უმეტესობა 3-D მოდელების ფორმით მზადდება. დოკუმენტაციის ეტაპზე ეს მოდელები გამოიყენება საინჟინრო ნახაზების, ტექნიკური ილუსტრაციების, ანიმაციებისა და პატენტის ნახაზების მოსამზადებლად. 3-D მოდელები გამოიყენება აგრეთვე წარმოების ინსტრუქციების შესაქმნელად, პროცესის დაგეგმვის, სამუშაო ინსტრუქციებისა და საველე მხარდაჭერის სახელმძღვანელოების მოსამზადებლად. ამგვარად, დოკუმენტაცია ხდება მოდელზე ორიენტირებული აქტივობა დიზაინის სრული პროცესის განმავლობაში და არა მხოლოდ მის დასასრულს.

1.8. სტანდარტები და პირობითობები

გრაფიკის ენა ჯერ კიდევ მრავალი ათასი წლის წინ გამოიყენებოდა, მაგრამ მისი ეფექტურობა თანამედროვე ეპოქაში განპირობებულია დადგენილი სტანდარტების გამო. ანბანის ასოები არის ნიშან-სიმბოლოები, რომლებიც დამწერლობაში გამოიყენება, ხოლო გრამატიკული ფორმები-მეცნიერება, რომელიც საფუძვლად უნდევს ენას. სტანდარტები და პირობითობები არის ანბანი ტექნიკურ ნახაზში, ხოლო ბრტყელი, სივრცითი და მხაზველობითი გეომეტრია-მეცნიერებაა, რომელიც გრაფიკულ ენას უდევს საფუძვლად.

გრაფიკული ენა უნდა მიყვებოდეს სტანდარტებს და პირობითობებს, რომ გრაფიკა შემდგომი კომუნიკაციისათვის ეფექტური იყოს, თუმცა სტანდარტები და პირობითობები მუდმივი არ არის და ხშირად იცვლება. ისე, როგორც იცვლება სალაპარაკო ენა და მეთხუთმეტე საუკუნის მეტყველება განსხვავდება დღევანდელისაგან, ასევე იცვლება სტანდარტები და პირობითობები. გრაფიკული ენა მრავალი წლის განმავლობაში ვითარდებოდა და დღესაც იცვლება, რადგან ახალი ტექნოლოგიები გავლენას ახდენენ ნახაზის შექმნის პროცესზე.

პირობითობები არის დადგენილი წესები და მეთოდები. პირობითობის გამოყენების მაგალითია წყვეტილი ხაზის გამოყენება ხედზე, რომელიც უხილავ ხაზს აღნიშნავს. პირობითობები არის დადგენილი წესები და მეთოდები. პირობითობის გამოყენების მაგალითია წყვეტილი ხაზის გამოყენება ხედზე, რომელიც უხილავ ხაზს აღნიშნავს.

სტანდარტები არის წესების ნაკრები, რომელიც არეგულირებს ნახაზის წარმოდგენის ფორმას. მაგალითად, სამანქანათმშენებლო ნახაზზე მოქმედი სტანდარტის მიხედვით ზომების აღმნიშვნელი წარწერები იკითხება ფურცლის ქვედა მხრიდან.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში საინჟინრო ნახაზების წარმოების სტანდარტებს აწესებს ამერიკის სტანდარტების ეროვნული ინსტიტუტი American National Standards Institute(ANSI).

1.9 გრაფიკული კომუნიკაციების ტექნოლოგიები

ისე როგორც გრაფიკული ენა განვითარდა მარტივი სიმბოლოებიდან სტანდარტების და პირობითობების რთულ ნაკრებამდე, ასევე განვითარდა ტექნიკური იდეების კომუნიკაციისათვის გამოსაყენებელი ხელსაწყოები.

როგორც ვიცით, ნახაზის სამი ძირითადი ტიპი არსებობს-ხელით შექმნილი ესკიზი, ინსტრუმენტების გამოყენებით დახაზული ნახაზი და კომპიუტერული ნახაზები და მოდელები. ნახაზის შესაქმნელად თავდაპირველად იყენებდნენ ფანქარს, სახაზავებს, ფარგლებს. ამჟამად ტექნიკური ნახაზების წარმოების პროცესში დიდი ადგილი დაიჭირა კომპიუტერულმა ტექნოლოგიებმა, კერძოდ CAD(computer aided design) სისტემებმა. ეს არის კომპიუტერული პროგრამების პაკეტი, რომლებიც ავსებენ ან ანაცვლებენ ხელით ხაზვის ხელსაწყოებს მოდელების და ნახაზების შექმნისას.

თავდაპირველად CAD სისტემების როლი ხაზვის პროცესის ავტომატიზირებით შემოიფარგლებოდა. ამჟამად თანამედროვე 3-D CAD სისტემებთან ერთად პროცესში ჩართულია დამატებითი ტექნოლოგიები , რომლებიც ემსახურებიან მოდელის მონაცემების შეყვანას, შენახვას, რედაქტირებას, გაცვლას და გამოყვანას.

1.9.1 რევერსული ინჟინერია

მეთოდს, რომელიც ემსახურება არსებული პროდუქტის ზუსტ შეფასებას და მონაცემების CAD სისტემებში შეყვანას, რევერსული ინჟინერია ეწოდება. პროდუქტის ზომების დასადგენად იყენებენ კოორდინატულ გამზომ მანქანას (CMM). იგი წარმოადგენს ელექტრომექანიკურ ხელსაწყოს, რომელსაც ერთ ბოლოზე აქვს ზონდი. მისი საშუალებით ხდება ობიექტის ზუსტი ზომების აღება და ამ მონაცემების CAD სისტემაში გადაცემა, რის საფუძველზეც ხდება სამგანზომილებიანი მოდელის სიზუსტის შემოწმება და შემდგომი მოდიფიცირება.

რევერსული ინჟინერიის სხვა ფორმას წარმოადგენს სკანირება. ლაზერული ან სხვა სპეციალური ფოტოგრაფირების მოწყობილობის გამოყენებით ხდება ობიექტის გარე ზედაპირის ციფრული მონაცემების მიწოდება CAD სისტემისათვის. შემდგომ ამ მონაცემების საფუძველზე ხდება ობიექტის ზედაპირის სამგანზომილებიანი მოდელის მიღება.

1.9.2 გამოტანის მოწყობილობები

გამოტანის მოწყობილობები ემსახურება ეკრანზე არსებული ნახაზის ნაბეჭდი ასლის შექმნას.

პრინტერი არის გამომყვანი მოწყობილობა, რომელსაც ინფორმაცია გამოაქვს ქაღალდზე. პრინტერი შეიძლება იყოს ჭავლური, ლაზერული და თერმული.

ჭავლური პრინტერი იყენებს ვიწრო როზეტებს ქაღალდზე მელნის შეფრქვევისათვის. იგი გამოიყენება ფერადი გამოსახულებების, მაგალითად ობიექტის დარენდერებული მოდელის ფერადი ასლების მისაღებად. პრინტერის მონაცემები იზომება სიჩქარით-წუთში დაბეჭდილი ფურცლების რაოდენობით (pages per minute-**ppm**) და გარჩევადობით, რომელიც წარმოადგენს ერთ დუიმზე წერტილების რაოდენობას. (dot per inch-**dpi**). ტიპური ფერადი პრინტერის სიჩქარეა 8 ფურცელი/წთ, ხოლო გარჩევადობა 1200.

ლაზერული პრინტერი იყენებს ლაზერის კონას მცირე ზომის წერტილების გადასატანად სინათლის მიმართ მგრძობიარე დოლურაზე. ხოლო შემდეგ სპეციალური ტონერით ხდება გამოსახულების ქაღალდზე გადატანა. თანამედროვე ლაზერული პრინტერების საშუალებით შეიძლება შავ-თეთრი და ფერადი ასლების ბეჭდვა სხვადასხვა სიჩქარით და გარჩევადობით.

გამოყვანის მოწყობილობების კიდევ ერთი თანამედროვე ტიპი არის *სწრაფი პროტოტიპირების (RP)* მოწყობილობა. ამ დროს იქმნება ობიექტის რეალური მოდელი. სწრაფი პროტოტიპირების პროცესი დამოკიდებულია სისტემის ტიპზე. პროცესის ხანგრძლიობა რამდენიმე საათს შეიძლება შეადგენდეს, რასაც დასამზადებელი მოწყობილობის ზომა განაპირობებს.

პირველ რიგში, უნდა შეიქმნას ობიექტის სამგანზომილებიანი მოდელი. შემდეგ ხდება ამ მოდელის გარდაქმნა პროტოტიპირების მოწყობილობის თავსებად ფაილად, რომელთა შორის ყველაზე გავრცელებულია STL ფაილი. მოწყობილობა კითხულობს ამ ფაილს და ახდენს მოდელის დაყოფას ძალიან თხელი ფენების სერიად. ეს ფენები გამოიყენება RP მოწყობილობაში მოდელის საბოლოო კონსტრუირებისათვის.

RP მოწყობილობებში სხვადასხვა მასალა გამოიყენება, თანამედროვე RP სისტემებში , რომელსაც 3-D პრინტერსაც უწოდებენ, გამოიყენებენ სპეციალურ ფხვნილებს. თანამედროვე RP სისტემა საშუალებას იძლევა დავამზადოთ იაფი ფიზიკური მოდელები.

1.9.3 ინფორმაციის შენახვის საშუალებები

შენახვის საშუალებები გამოიყენება ინფორმაციის შესანახად. ინფორმაციის შენახვის სხვადასხვა საშუალებები არსებობს.

მყარი დისკი არის პერიფერიული მოწყობილობა, რომელიც შეიძლება იყოს კომპიუტერში ინსტალირებული ან ავტონომიური. მას აქვს საკმაოდ დიდი მოცულობა, რომელიც ჩვეულებრივ გიგაბაიტებში იზომება. მოცულობის გარდა მყარი დისკის მახასიათებელია წვდომის დრო (მილიწამი) და მონაცემების გაცვლის სიჩქარე(მილიონი ბიტი წამში)

ოპტიკური შემნახავი მოწყობილობა იყენებს ინფორმაციის მაღალი სიმჭიდროვით შენახვას *CD* და *DVD დისკებზე*. არსებობს ორი ტიპის CD დისკი: CD-R და CD-RV. CD-R დისკზე ინფორმაცია ერთხელ იწერება და მასზე გადაწერა შეუძლებელია. CD-RV დისკი საშუალებას იძლევა ინფორმაცია მრავალჯერ წავშალოთ და თავიდან ჩავწეროთ. ოპტიკური შემნახავი მოწყობილობის კიდევ ერთი ტიპის წარმოადგენს DVD დისკი, რომელიც მაღალი ტევადობით(9 გბ და მეტი) ხასიათდება.

კომპიუტერული ტექნოლოგიების სწრაფად განვითარებამ განაპირობა ინორმაციის **off-site შენახვის** განვითარება. მაღალსიჩქარიანი ინტერნეტი უზრუნველყოფს ინფორმაციაზე წვდომის ისეთ სისწრაფეს, რომ მომხმარებლისთვის არ არის განსხვავება, სად ინახება ფაილი, ლოკალურ კომპიუტერში თუ ათასობით კილომეტრის მანძილზე. ამ ტიპის შენახვას, სხვა უპირატესობებიც გააჩნია, მაგალითად, ინფორმაციის დიდი მოცულობის შენახვის შესაძლებლობა. ასევე, დაცვის მაღალი ხარისხი კომპანიის საინფორმაციო სისტემებში ავარიის ან რაიმე სხვა კატასტროფის შემთხვევაში.

სავარჯიშოები

1. ახსენით, რა განსხვავებაა ინჟინერსა და ტექნოლოგს შორის.
2. როგორ ეხმარება ვიზუალიზაციის უნარი ინჟინერს პროექტირების პროცესში?
3. რომელია მოდელზე ორიენტირებული პროექტირების სამი ძირითადი ფაზა?
4. აღწერეთ პრობლემის იდენტიფიკაციის ეტაპები იდეის ჩამოყალიბების ფაზაში.
5. როგორი ტიპის გრაფიკა გამოიყენება იდეის ჩამოყალიბების ფაზაში?
6. რა არის დიზაინერის უბის წიგნაკი? როგორ გამოიყენება ის?
7. აღწერეთ დიზაინის პროცესში გამოყენებული მოდელების ტიპები.
8. რა განსხვავებაა პირობითობებსა და სტანდარტებს შორის?
9. აღწერეთ რევერსული ინჟინერიის ტიპები.
10. აღწერეთ სწრაფი პროტორიპირების პროცესი.
11. ახსენით, რა უპირატესობა აქვს off-site შენახვის ტიპს.

თავი 2. ესკიზირება

ამ თავის დასრულების შემდეგთვე შეძლებთ

1. განსაზღვროთ ტექნიკური ესკიზის დანიშნულება
2. აღწეროთ, როგორ ხდება ესკიზირების ინტეგრირება საპროექტო პროცესებში
3. განსაზღვროთ ესკიზის ტიპები
4. გამოიყენოთ ესკიზირებისათვის საჭირო ხელსაწყოები
5. დახაზოთ სწორი ხაზის, წრეწირის, ელიფსის, მრუდი წირების ესკიზები
6. გამოხაზოთ ესკიზი პროპორციების დაცვით
7. გამოიყენოთ ესკიზირების სხვადასხვა ტექნიკა

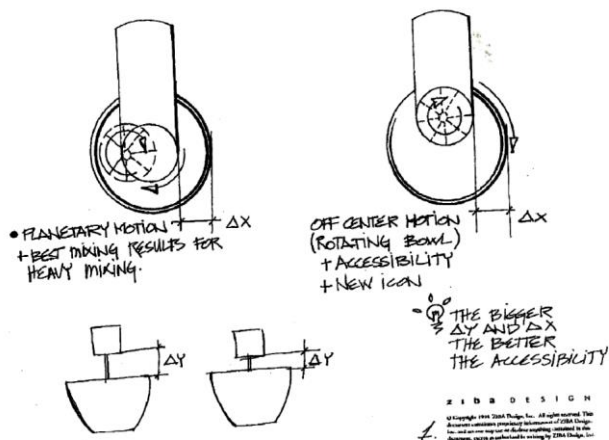
ესკიზი პროექტზე მუშაობის პროცესში კომუნიკაციის მნიშვნელოვანი საშუალებაა.

ესკიზის საშუალებით ხდება საპროექტო იდეების წარმოდგენა, ამიტომ ესკიზირების ცოდნა აუცილებელია ტექნიკურ სფეროში მომუშავე ნებისმიერი პიროვნებისთვის, ახალი საპროექტო წინადადებების უმრავლესობა ესკიზის ფორმით ჩაიწერება. ამ თავში წარმოდგენილია ესკიზის შექმნის ტექნიკა. შემდეგ თავებში ჩვენ განვიხილავთ როგორ მოვახდინოთ საპროექტო იდეების ესკიზზე გადმოტანა და მისი ფორმალიზება ნახაზებში ან მოდელებში, რომელიც შემდგომ შეიძლება გამოვიყენოთ ანალიზისა და წარმოებისათვის.

ზომებისა და შენიშვნების დატანა ესკიზისა და ნახაზის ნაწილია, რაც არანაკლებ რთული პროცესია. ამჟამად ამის გაკეთება შესაძლებელია CAD სისტემების გამოყენებით, რაც მნიშვნელოვნად აადვილებს სამუშაოს და ზოგავს დროს.

2.1 ტექნიკური ესკიზის ადგილი საპროექტო დიზაინში

არსებობს ტექნიკური ნახაზის შექმნის სამი ძირითადი მეთოდი: ხელით ხაზვა, მექანიკური და ციფრული. ტექნიკური ესკიზი არის წინასწარი, შავი ნამუშევარი, სტრუქტურის ძირითადი მახასიათებლების საჩვენებლად. ასეთი ესკიზები ტრადიციულად ხელით იქმნება, მაგრამ ამ სამუშაოს შესრულება CAD სისტემების გამოყენებითაც შეიძლება.



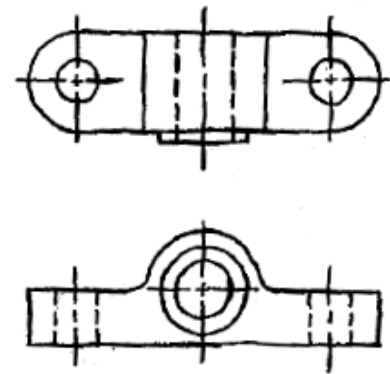
სურ.2.1

ესკიზი ნაკლებად დასრულებული, ნაკლებად სტრუქტურირებული და ნაკლებად ზუსტი ნახაზია, ამიტომ მის შესრულებას უფრო მცირე დრო სჭირდება, ვიდრე სხვა ნახაზებისას. ტექნიკური ესკიზი მრავალგვარი ფორმის შეიძლება იყოს. ეს დამოკიდებულია აღქმის სიადვილის საჭიროებასა და

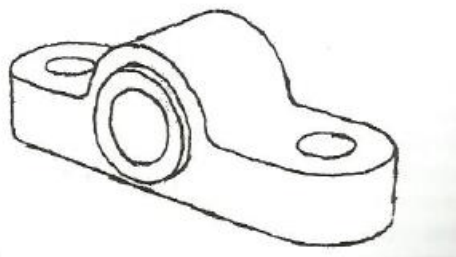
ესკიზის დანიშნულებაზე. ორივე კი დამოკიდებულია იმ აუდიტორიაზე ვისთვისაც იქმნება ეს ესკიზი. მაგალითად, ესკიზი, რომელიც იქმნება გონებაში მოსული იდეების დასაფიქსირებლად (სურ, 2.1), ძალიან უხეშადაა შესრულებული. ესკიზის ეს ტიპი პერსონალური გამოყენებისაა მხოლოდ და არ არის გათვლილი ფართო აუდიტორიისათვის. სხვა შემთხვევაში, როცა ესკიზი, როგორც ნახაზი, სხვამაც უნდა გაიგოს და გამოიყენოს, ის სრულდება სხვა ფორმატით,, მაგალითად ხედების ჩვენებით (სურ.2.2), თუმცა არატექნიკური განათლების მქონე პირებისათვის ესეც რთული აღსაქმელია..

ყველაზე ნათელი და გასაგებია ესკიზი, სადაც საგნის თვალსაჩინო სამგანზომილებიანი გამოსახულება მოცემული. (სურ.2.3) ესკიზის ეს ტიპი პროექტირების იდეის გადმოსაცემად არის გამიზნული და არატექნიკური განათლების მქონე ადამიანებისათვის საუკეთესოა.

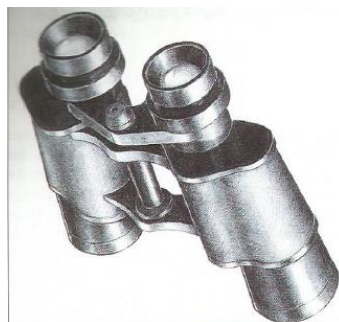
ესკიზის დარენდერებული ვარიანტი, რომელიც კომპიუტერზე სრულდება კიდევ უფრო სრულყოფილია. (სურ.2.4)



სურ.2.2

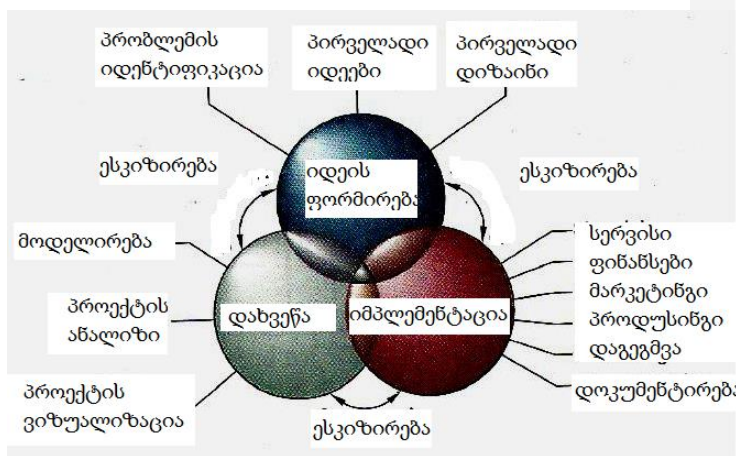


სურ.2.3

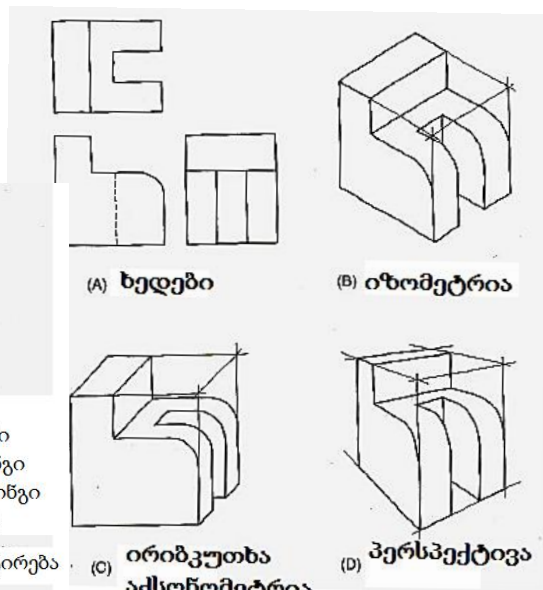


სურ.2.4

ესკიზირებისას ყველაზე ხშირად გამოიყენება ფიგურის აგება ხედებში, იზომეტრიაში, ირიბკუთხა აქსონომეტრიაში და პერსპექტივაში. ხედებში შესრულებულ ესკიზებში გამოყენებულია სამგანზომილებიანი ობიექტის გეგმილური გამოსახულებები სხვადასხვა გეგმილთა სიბრტყეზე, სადაც ობიექტის სამი განზომილებიდან ნაჩვენებია მხოლოდ ორი, დანარჩენი სამი ტიპი თვალსაჩინო



სურ.2.3



სურ.2.4
გამოსახულებებია, სადაც ობიექტის

სამგანზომილებიანი გამოსახულებაა წარმოდგენილი.(სურ.2.5)

ტექნიკური ესკიზი გამოიყენება პროექტირების პირველ, იდეის ფორმირების, ეტაპზე.(სურ.2.6) . ეს არის დამპროექტებლის შემოქმედებითი აზროვნების ნაწილი, რომელიც გამოიყენება დამპროექტებლის გონებაში არსებული იდეის წამოდგენისათვის. იგი გვეხმარება „დავიჭიროთ“ მენტალური გამოსახულება პერმანენტული გამოსახულების ფორმით.ყოველი ესკიზი არის „ნაბიჯი“ შემდეგი ესკიზისათვის ან ნახაზისათვის, სადაც ხდება იდეის დახვეწა, დეტალების დამატება და ახალი იდეების ფორმირება. დიდ პროექტებში ათასობით ესკიზი იქმნება, სადაც იდეის განხორციელების წარმატებული ან წარუმატებელი გზები აისახება.

რადგან პროექტი, მათ შორის ძალიან მცირე პროექტიც ურთიერთთანამშრომლობას საჭიროებს, ესკიზი სამუშაო გუნდში კომუნიკაციის ძალიან მნიშვნელოვანი საშუალებაა.

2.1.1 ხელსაწყოები ესკიზისათვის.

ზოგადად, ესკიზის შესასრულებელი ხელსაწყოები უნდა იყოს ხელმისაწვდომი და ფართოდ გამოყენებადი, ასეთებია, ფანქარი, საშლელი და ფურცელი, რამდენიმე ფანქარი, საშლელი და ფურცელი სავსებით საკმარისია , რადგან დიდი იდეები ხშირად ხელსახოცზე ან საქაღალდის ყდაზეც კი იყო ჩახაზული.

ცხადია. არსებობს დიდი ცდუნება იმისა, რომ ესკიზის შესრულდეს სწორი ხაზებით და გამოყენებული იყოს სახაზავი, მაგრამ ეს იწვევს შესასრულებელი სამუშაოს სისწრაფის ვარდნას. მართალია იმატებს სიზუსტე, მაგრამ პროექტირების პირველ ეტაპზე არ ეს მოითხოვება,

ფანქარი. არსებობს სხვადასხვა სიმაგრის ფანქარი, ზოგადად, ესკიზირებისათვის გამოიყენება H და HB სიმაგრის ფანქრები,. თუ ავიღებთ მეტი სიმაგრის ფანქარს, ხაზები უფრო ბაცი და ძნელად შესამჩნევი გამოვა, ასევე, მაგარმა ფანქარმა შეიძლება ფურცელი დაკაწროს და გახიოს კიდეც. მეორეს მხრივ, ძალიან რბილი ფანქრის გამოყენებისას გრაფიტი ქაღალდზე ილექება და შეიძლება ნახაზის გადღაბნა გამოიწვიოს. ტრადიციული ხის ფანქრის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ მექანიკური ფანქარი(მიკროპენი). 0,5 მმ-იანი გრაფიტის ღერო საუკეთესოა ესკიზის შესასრულებლად.

თუ საჭიროა ხაზთა ტიპების ჩვენება, მაშინ სასურველია გვექონდეს სხვადასხვა სიმაგრის ფანქრების ნაკრები. ნაკრებში გამოსადეგია 2H და 4H ფანქრები, წინასწარი დამხმარე ხაზების ასაგებად,

საშლელი. საშლელი გამოყენებული უნდა იყოს მცირე შეცდომების გასასწორებლად და არა ცვლილებების შესატანად. ცვლილებები ცალკე ესკიზზე უნდა იყოს შეტანილი, ხოლო ორიგინალი ესკიზი უნდა შევიწახოთ, უმჯობესია რეზინის საშლელის გამოყენება, რომელიც ქაღალდზე წაშლის შემდეგ მცირე კვალს ტოვებს და ნახაზს არ სვრის.

ფურცელი. არსებობს ფურცლის დიდი არჩევანი ესკიზირებისათვის. ყველაზე მოსახერხებელია რვეულის ფურცლის ზომა, რადგან ხელით გრძელი ხაზების გატარება ძნელია, ამიტომ დიდი ზომის ფორმატებს ესკიზირებისათვის არ იყენებენ, დიდი ზომის ფურცლები გამოიყენება სხვადასხვა ესკიზის ერთ ფურცელზე დაჯგუფების მიზნით.

უბრალო უხაზო ქაღალდი მოქნილობის მაღალ ხარისხს გვთავაზობს, ხაზებიანი ქაღალდი გვაძლევს ჩავიკეტოთ ქაღალდზე არსებული ხაზების გასწვრივ. შედარებით მოსახერხებელია ფურცელი, რომელზეც ხაზთა ბადეა დატანილი. ძირითადად ორი ტიპის ბადე გამოიყენება-მართკუთხა ბადე და იზომეტრიული ბადე, შესაძლებელია შაბლონის გამოყენებაც, რომელიც შეიძება სახაზავ ფურცელს ქვემოდან ამოვუდოთ, ისე, რომ ბადის ხაზები მკაფიოდ ჩანდეს,

2.2 ესკიზირების ტექნიკა.

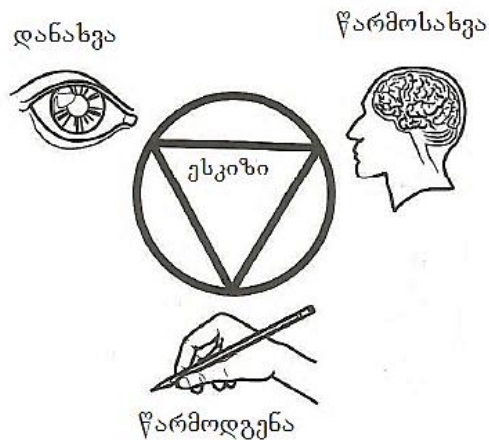
ესკიზი შესრულების ტექნიკის დაუფლება საკმაო პრაქტიკას და მოთმინებას მოითხოვს. ამ თავში აღწერილია ზოგადი ტექნიკა იმისათვის, რომ ხარისხიანი ესკიზები სწრაფად შევასრულოთ. აღწერილია სწორი ხაზების, მრუდი წირების, პროპორციული ხედების აგების მეთოდები.

2.2.1. ხედვა, წარმოსახვა, წარმოდგენა

არსებობს გარკვეული ფუნდამენტური ჩვევები, რომელსაც უნდა დავეუფლოთ, რათა შევძლოთ ესკიზის, როგორც ხელსაწყოს გამოყენება პროექტირების პროცესში.

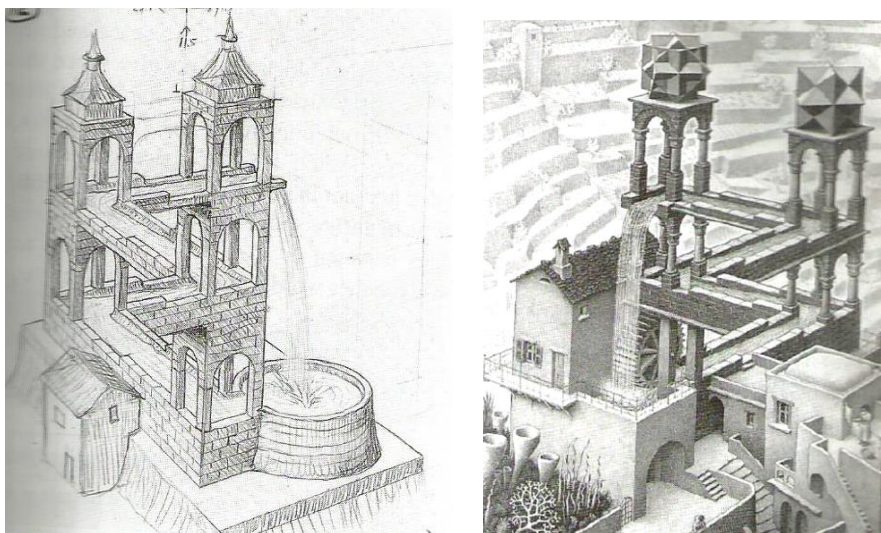
ესკიზი დაფუძნებულია ხედვაზე და ვიზუალურ აზროვნებაზე . ეს არის ხედვის, წარმოსახვის და წარმოდგენის ინტერაქტიული პროცესი.

ხედვა, მხედველობა არის ჩვენი ძირითადი სენსორული არხი, როცა თვალის გავლით უზარმაზარი ინფორმაციის შეგროვება ხდება. **წარმოსახვის** პროცესს იყენებს ჩვენი გონება, რომელიც თვალიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე სხვადასხვა სტრუქტურების ფორმირებას ახდენს. **წარმოდგენა** არის ესკიზის შექმნის პროცესი, როცა ფურცელზე გადაგვაქვს ის, რასაც ჩვენი გონება ხედავს. (სურ. 2.6)



სურ.2. 5

ესკიზის საშუალებით შეიძლება შევექმნათ გამოსახულება, რომლის რეალობაში არსებობა შეუძლებელია. ასეთია მაგალითად, მ. ს. ეშერის ესკიზები(სურ.2.8)



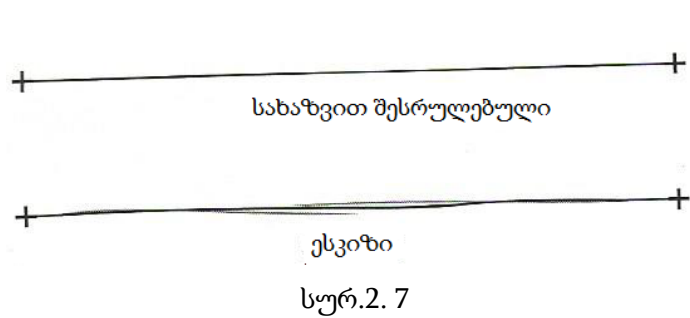
სურ.2. 6

2.2.2 კონტურული ესკიზირება

ესკიზის შექმნისათვის ობიექტის ძირითადი ელემენტია მისი მოხაზულობა. თუ ჩვენ ვიწყებთ ობიექტის საზღვრების აგებას, ის ნელ-ნელა იღებს ფორმას და ჩვენ ვიწყებთ ჩვენთვის ნაცნობი საგნის აღქმას. ესკიზირების ამ ფორმას, როცა იქმნება საგნის მოხაზულობა, კონტურული ესკიზირება ეწოდება. კონტურული ესკიზირება მნიშვნელოვანი ტექნიკაა მათთვის, ვინც იწყებს ესკიზებზე მუშაობას. იგი ავითარებს ვიზუალურ აზროვნებას და მგრძნობელობას ფიგურის ძირითადი მახასიათებლების მიმართ, რაც აუცილებელია ესკიზის სწორად შესასრულებლად.

კონტურულ ესკიზზე მუშაობის შესასწავლად თავდაპირველად უნდა ავაგოთ იმ საგნების ესკიზები რომლებსაც ვხედავთ. ნელ-ნელა ხაზების გამოყენებით ვაგებთ კონტურს, რომელიც შეიძლება თავიდან არაპროპორციული და უხეში შესრულებული იყოს, მაგრამ შემდგომი პრაქტიკით სრულყოფილი შედეგების მიღწევას შესაძლებელი.

2.2.3 სწორი ხაზები

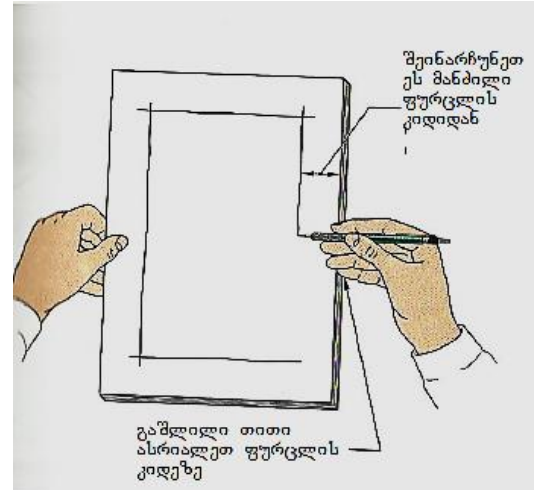


ყველა ესკიზი ხაზების სერიით იქმნება, ესკიზის ხაზები განსაკუთრებულია იმით, რომ მათი შექმნის დროს არ გამოიყენება არავითარი ინსტრუმენტი, როგორცა მაგალითად სახაზავი, ფარგალი,

სამკუთხედი და ა.შ. ამ ხაზებს მექანიკური საშუალებებით აგებული ხაზებისაგან განსხვავებული ესთეტიკური ხარისხი აქვთ. (ნახ.2.9)

უმარტივესი საშუალება ესკიზის ხაზების ასაგებად დაზოლილი ფურცლის გამოყენებაა. ამ დროს ზადის ხაზების პარალელური წრფეების აგება მარტივია, თუ მათ ფურცელზე არსებულ ხაზებს გავაყოლებთ. უფრო რთულია მრუდი ხაზების და ზადის ხაზების არაპარალელური წრფეების აგება. ამ შემთხვევაში ხაზები იგება ინტერპოლაციის მეთოდით ორ ან მეტ წერტილზე. ამ დროს თვალი აფიქსირებს გლობალურ ხედს და მიმართავს თვალს წერტილიდან წერტილამდე.

საკმაოდ ხშირად, ესკიზზე სწორ ხაზებს ორი გავლებით აგებენ. პირველი გავლება ხდება მაგარი ფანქრით, რითაც მიიღება წვრილი მკრთალი ხაზი. ეს ხაზი შეიძლება მთლად სწორი არც გამოვიდეს, მაგრამ იგი უზრუნველყოფს მეორეჯერ საბოლოო სწორად გავლებას. გრძელი ხაზებისთვის საწყისი წრფე გატარდება მონაკვეთებად ორი ბოლოდან შუა წერტილამდე. მეორე მუქი ხაზი კი გატარდება ერთი გავლებით თავიდან ბოლომდე, რომ გადატეხის წერტილი არ ჩანდეს. საჭიროების შემთხვევაში ხაზის გასქელებისათვის შესაძლებელია ფანქრის მესამეჯერაც გადატარება.



სურ.2. 8

გრძელი ხაზები გატარება საკმაოდ რთულია მათთვისაც კი ვისაც ესკიზირებაში გამოცდილება აქვს, თუ ხაზი ახლოსაა ფურცლის კიდესთან და მისი პარალელურია, შეგვიძლია ხელის თითი მივაბჯინოთ ფურცლის კიდე და ამით გავაკონტროლოთ ხელის მოძრაობა ხაზვის დროს. (სურ.2.10)

კიდევ ერთი მეთოდი, რომელიც გვეხმარება ნებისმიერი სიგრძის სწორი ხაზის გატარებაში, არის ფურცლის ორიენტაციის ცვლილება სახაზავი ზედაპირის მიმართ. ესკიზის ფურცელი არ უნდა დავამაგროთ სახაზავ ზედაპირზე. ჩვენ უნდა შეგვეძლოს ვაბრუნოთ ფურცელი თავისუფლად ჩვენთვის სასურველი მიმართულებით. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომელი მდებარეობაა ჩვენთვის ყველაზე ხელსაყრელი. ზოგი ხაზავს მარცხნიდან მარჯვნივ, ზოგი ზემოდან სხეულის მიმართულებით, ზოგიც სხეულიდან ზედა მიმართულებით, ზოგსაც ოდნავ დახრილ ფურცელზე ურჩევნია მუშაობა. ამიტომ, ფურცლის თავისუფლად მოძრაობის შესაძლებლობა ძალიან მნიშვნელოვანია.

სწრაფად და სწორად ხაზვისათვის ხელი და მთელი სხეული მოშვებული უნდა იყოს. ზოგი სტუდენტი თვლის, რომ ესკიზის ხაზი ისეთივე სწორი უნდა იყოს, როგორც სახაზავი ხელსაწყობით შესრულებული ხაზი და მიჩნია, რომ რაც უნფრო მჭიდროდ დაიჭერს ფანქარს, მით უფრო სწორი გამოვა ხაზი, ეს მიდგომა მცდარია. ფანქრის თავისუფლად დაჭერა საშუალებას აძლევს თვალსა და გონებას აკონტროლოს ფანქრის მოძრაობა.

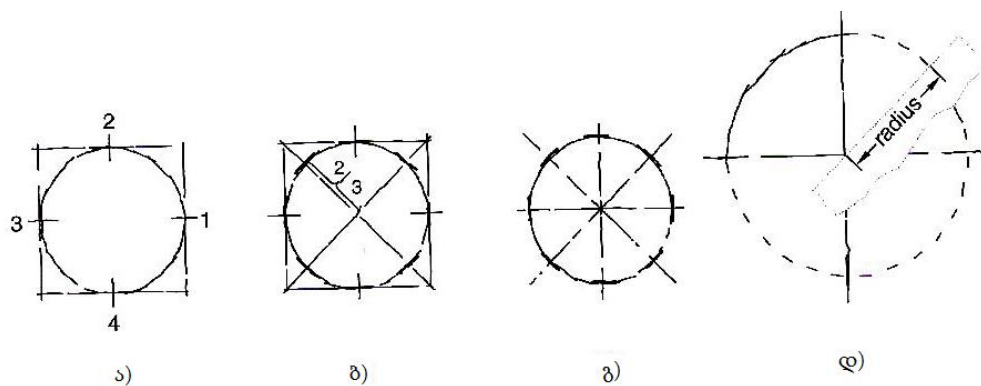
ამგვარად, შეგვიძლია ჩამოვყალიბოთ ტექნიკა, რომელსაც გამოვიყენებთ სწორი ხაზის გასატარებლად.

სწორი ხაზის გასავლებად საჭირო მოქმედებები

- მოათავსეთ ფურცელი კომფორტულ პოზიციაში. არ დაამაგროთ იგი მაგიდის ზედაპირზე
- მონიშნეთ სწორი ხაზის ბოლოების წერტილები
- განსაზღვრეთ თვენთვის ხელსაყრელი მეთოდი ხაზის გატარებისათვის-მარცხნიდან მარჯვნივ, თქვენგან ან თქვენკენ.
- ხელი გეჭიროთ თავისუფლად.
- გამოიყენეთ ფურცლის გვერდითა წიბო მიმმართველად სწორი ხაზის გასატარებლად
- გრძელი ხაზების გასავლებად გაატარეთ რამდენიმე მოკლე შეერთებული ხაზი
- საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენეთ ბადიანი (მილიმეტრული) ქაღალდი

2.2.4 მრუდი წირები

მრუდი წირების ასაგებად საჭიროა წერტილთა გარკვეული სიმრავლე. ყველაზე გავრცელებულ მრუდ წირად ითვლება წრეწირი ან წრეწირის რკალი. პატარა ზომის წრეწირები შეიძება ერთი ან ორი შემოვლებით გავატაროთ, დიდი წრეწირისათვის კი რამდენიმე წერტილი გვჭირდება. წერტილების მინიმალური რაოდენობაა 4, რომელიც



სურ.2. 9

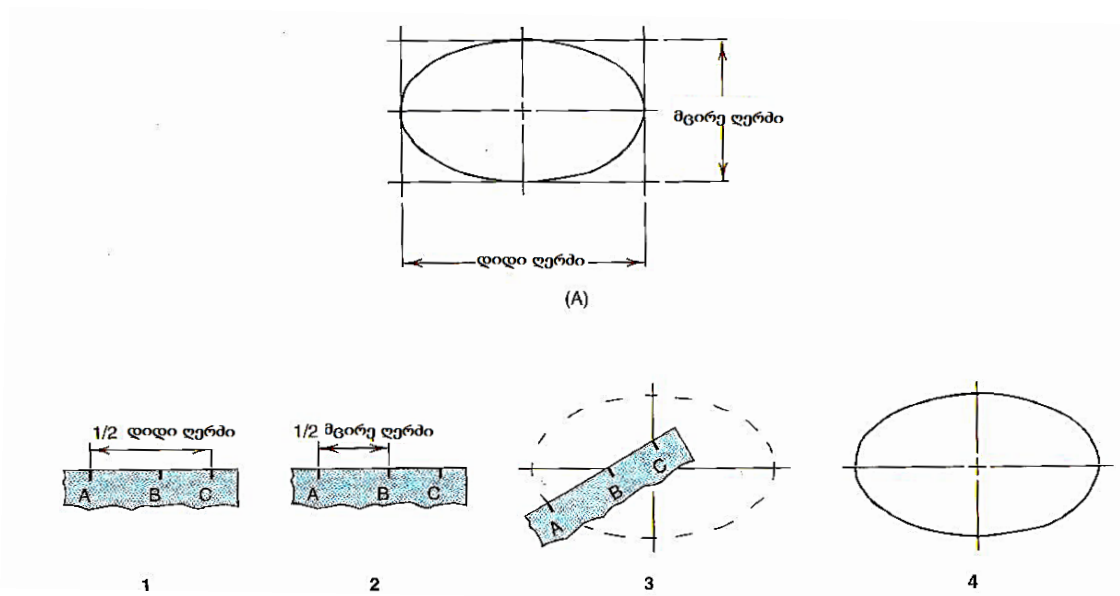
პერიმეტრზე 90°-იანი ინტერვალებითაა განლაგებული, არსებობს წრეწირის აგების რამდენიმე მეთოდი.

1) დავხაზოთ კვადრატის მოვნიშნოთ გვერდების შუაწერტილები (სურ. 2.11-ა), სადაც წრეწირი შეეხება კვადრატის გვერდებს. მათ შეხების წერტილები ეწოდებათ. ავავსოთ დიაგონალები მათი გადაკვეთის წერტილი გვიჩვენებს წრეწირის ცენტრს, ცენტრიდან თითოეულ მხარეს გადავზომოთ ამ მონაკვეთის დახლოებით 2/3. ეს არის წრეწირის რადიუსი. (სურ. 2.11-ბ) მიღებულ წერტილებზე შემოვხაზოთ წრეწირი (სურ. 2.11-გ)

2) უფრო დიდი ზომის წრეწირისათვის წერტილების მეტი რაოდენობა დაგვჭირდება. ამისათვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ ფურცლის ნაგლეჯი, რომელზეც მონიშნული იქნება წრეწირის რადიუსის ტოლი მონაკვეთი (სურ. 2.11-დ)

წრიული რკალები იხაზება მსგავსი მეთოდით, როგორც წრეწირი, უფრო რთულია არაწრიული მრუდების გატარება. ეს კიზზე იმ წერტილების გამოთვლა, სადა გაივლის ეს მრუდი, რთულია და რეკომენდებული არ არის. უბრალოდ გამოიყენეთ თვალი, და მონიშნეთ სავარაუდო წერტილები. შემდეგ თანმიმდევრობით გაატარეთ მრუდი ამ წერტილებზე. როგორც სწორი ხაზის აგების შემთხვევაში, აქაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ფურცლის მდებარეობის შერჩევას და ფანქრის თავისუფლად დაჭერას.

სურ. 2.12-ზე მოცემულია ელიფსის აგების მაგალითები. მცირე ზომის ელიფსი შეგვიძლია ჩავხაზოთ მართკუთხედში, რომელთა გვერდები ელიფსის დიდი და მცირე ღერძების ტოლია. (სურ. 2.12 –A)



სურ.2. 10

დიდი ელიფსების ასაგებად იყენებენ სხვა მეთოდს.

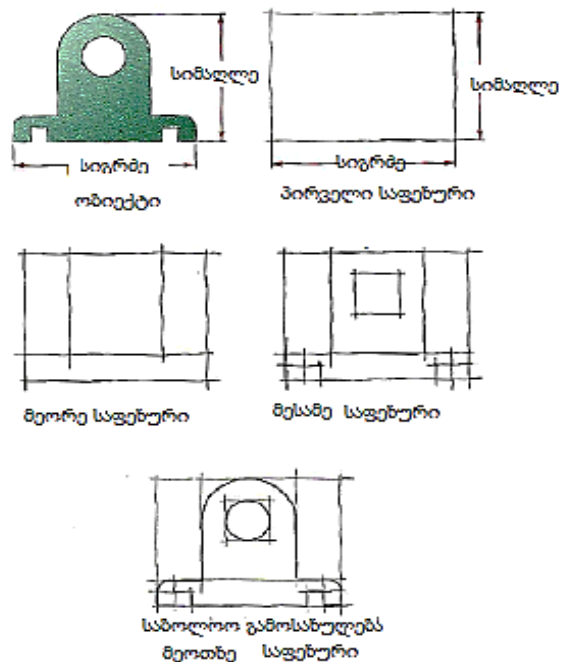
- ავილოთ ფურცლის ნაგლეჯი. ავილოთ მასზე A წერტილი და გადავზომოთ ამ წერტილიდან AC მონაკვეთი, რომელიც ელიფსის დიდი ღერძის ნახევრის ტოლია. (სურ.2.12-1)
 - ისევ A წერტილიდან გადავომოთ AB მონაკვეთი, რომელიც მცირე ღერძს სიგრძის ნახევრის ტოლია. (სურ.2.12-2)
 - დავხაზოთ დიდი და მცირე ღერძები.
 - თუ C წერტილს შევუთავსებთ მცირე ღერძის რომელიმე წერტილს, ხოლო B-ს დიდ ღერძს, მაშინ A წერტილი მოგვცემს ელიფსის წერტილს. (სურ.2.12-3)
- ამგვარდ შეგვიძლია ავაგოთ წერტილთა სასურველი სიმრავლე, რომლებზეც შედმეგ შემოვატარებთ ელიფსის კონტურს, (სურ.2.12-4)

2.3. პროპორციები და აგების ხაზები.

ესკიზზე ხშირად საჭიროა ობიექტის ძირითადი განზომილებების, სიგრძის, სიგანის, სიმაღლის ურთიერთპროპორციული გადმოტანა. ამაში იგულისხმება ობიექტის ორი ზომის, მაგალითად, სიგრძის და სიმაღლის ფარდობა, ეს პროპორციები ესკიზზე წინასწარ უნდა იყოს წარმოდგენილი წვრილი მკრთალი ხაზებით. ამ ხაზებით აიგება ჩონჩხი, რომელზეც შემდეგ განთავსდება ძირითადი ნახაზი.

ესკიზირების პროცესის პირველ ეტაპზე ვატარებთ აგების ხაზებს, რომელიც ობიექტის გარეთა ზომებს და პროპორციებს განსაზღვრავს. ნუ ეცდებით, რომ აგების ხაზები ზუსტი სიგრძის იყოს. აგების ხაზებს ორი ძირითადი მახასიათებელი აქვს. თავად ხაზები და მათი გადაკვეთის წერტილები. აგების ხაზებზე გატარდება შემდგომ ესკიზის კონტური, ხოლო გადაკვეთის წერტილების გამოყენებით შეგვიძლია ავაგოთ წრეწირები .

ესკიზის აგების საუკეთესო სტრატეგია მისი საფეხურობრივი აგებაა. სანამ ესკიზს ავაგებთ, უნდა ყურადღებით დავაკვირდეთ ობიექტს და განვსაზღვროთ მისი ძირითადი მახასიათებლები. პირველი მახასიათებელი თავად დეტალის ფორმაა. სხვა მახასიათებლებია ხვრელები, მომრგვალებული გვერდები, ქდეები და ა. შ, უფრო რთული ობიექტებზე მახასიათებლების ჯგუფი შეიძლება შეიკრიბოს,



სურ.2. 11

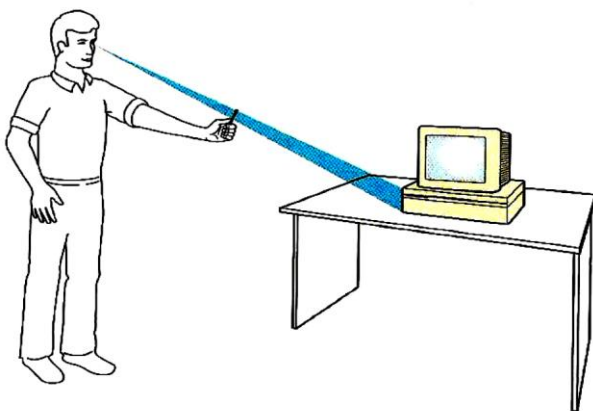
რომ განისაზღვროს სხვა, უფრო დიდი მახასიათებელი.

ფიგურაზე არსებული დეტალებს თავისი პროპორციები აქვთ, რაც აგების ხაზებით სერიით შეიძლება იყოს წარმოდგენილი. აგების ხაზების ერთ სერიას გაბარიტული პროპორციების წარმოსადგენად ვიყენებთ, სხვა ხაზები შეიძლება გამოყენებული იქნეს მნიშვნელოვანი წერტილების საჩვენებლად. მაგალითად, გაბარიტული მართკუთხედის დიაგონალების გადაკვეთის წერტილი გვიჩვენებს ამ მართკუთხედის ცენტრს, რომელის შემდგომ შეიძლება სხვა უფრო პატარა მართკუთხედის კუთხედ გამოვიყენოთ.

ნახ. 2.13-ზე ნაჩვენებია ფიგურის გეგმილის ესკიზის აგების მაგალითი. პირველ ეტაპზე აგების წვრილი ხაზების გამოყენებით ვაგებთ მართკუთხედს, სადაც დაცულია ძირითადი პროპორცია ფიგურის სიგრძესა და სიმაღლეს შორის. ეს მართკუთხედი გვიჩვენებს ფიგურის გაბარიტული ზომების საზღვარს. თუ ფიგურა მართკუთხედა ფორმისაა, საბოლოო კონტური გაყვება ამ მართკუთხედის პერიმეტრს. სხვა შემთხვევაში, საბოლოო კონტური ამ მართკუთხედის მხოლოდ ნაწილზე გაივლის.

მეორე საფეხურზე პირველი მართკუთხედის შიგნით ჩავხაზავთ კიდევ სხვა მართკუთხედებს, რომელიც ფიგურის მახასიათებლებს განსაზღვრავს.

მესამე საფეხურზე ვაგრძელებთ მართკუთხედების აგებას, სანამ ობიექტის



სურ.2. 12

უმცირესი დეტალიც კი არ იქნება ამ მართკუთხედებით ფიქსირებული. მეოთხე ეტაპზე, როცა უკვე ფიგურის ყველა დეტალი მართკუთხედებითაა წარმოდგენილი, სქელი ხაზით. ვატარებთ ფიგურის კონტურს ფიგურის ესკიზი იღებს

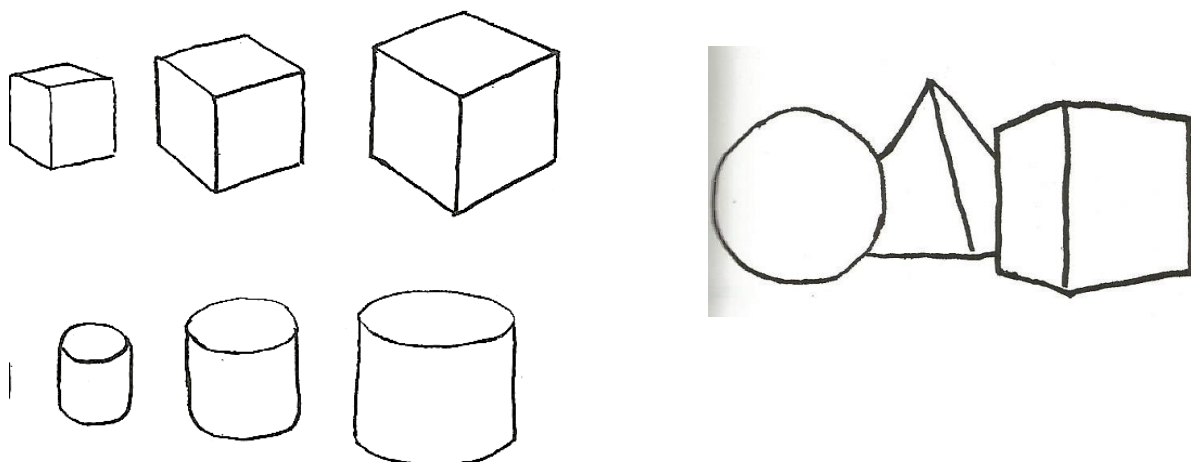
დასრულებულ სახეს.

უფრო რთულია პროპორციების ესკიზზე გადმოტანა, როცა ვაგებთ არა დახაზული ფიგურის, არამედ რეალური ობიექტის ესკიზს. თუ ეს ობიექტი დიდია, ვდგებით მისგან რაღაც მანძილზე სახით ამ ობიექტისკენ, და მკლავის სიგრძეზე გაშლილ ხელში ვიჭერთ ფანქარს. ფანქარი ობიექტის რომელიმე წიბოს გავუსწოროთ და გავხედოთ გაშლილ მკლავის მიმართულებით. მოვნიშნოთ ფანქარზე ამ წიბოს სიგრძე. ავსახოთ ეს სიდიდე ესკიზზე და გავაგრძელოთ ობიექტის აზომვა იგივე ადგილიდან. გავზომოთ სხვა წიბოები და გადავიტანოთ ესკიზზე.

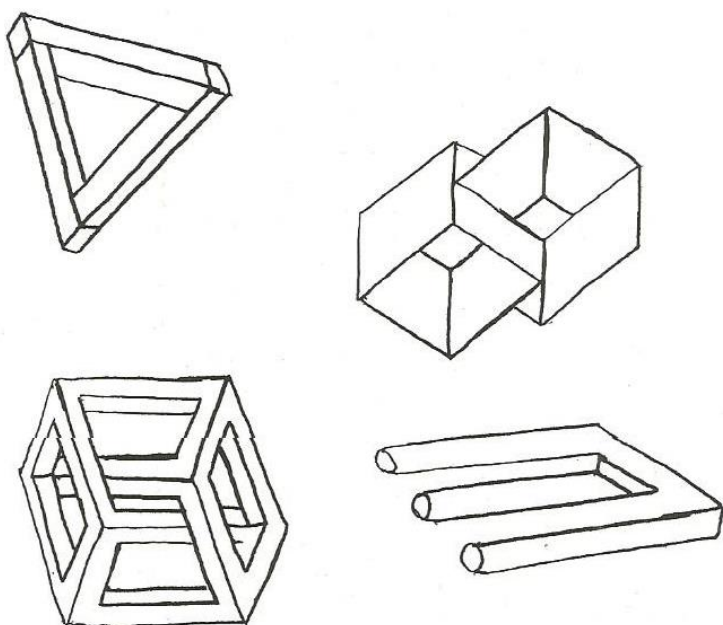
სავარჯიშოები.

სავარჯიშოები

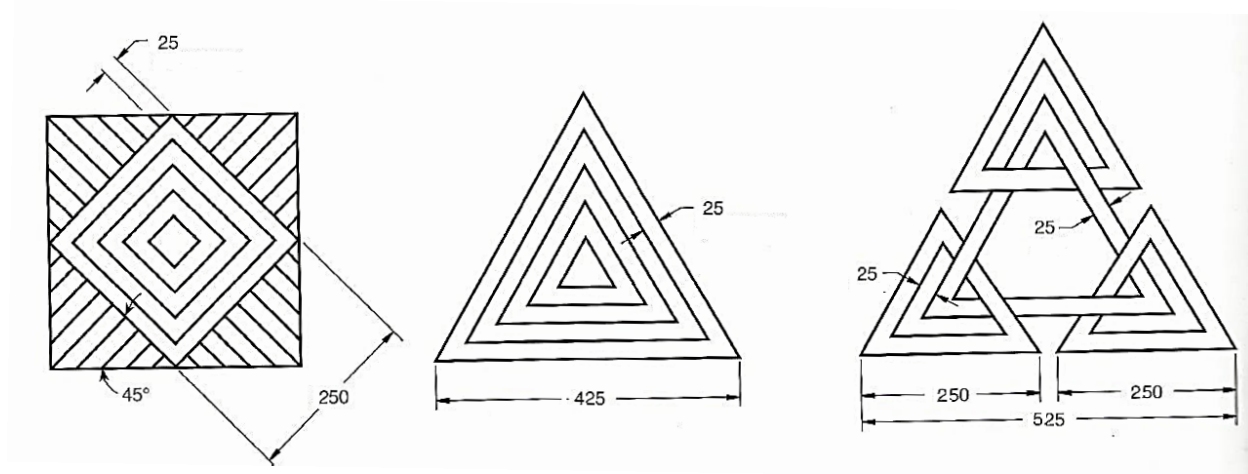
ა) ააგეთ მოცემული ფიგურების ესკიზები კონტურ ული ესკიზირების გამოყენებით

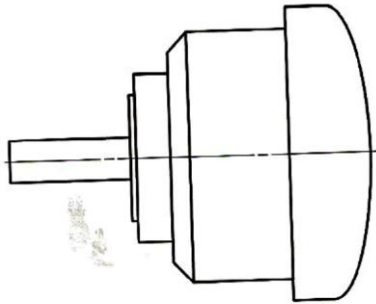


ბ) ააგეთ სურათზე მოცემული ოპტიკური ილუზიის ესკიზები

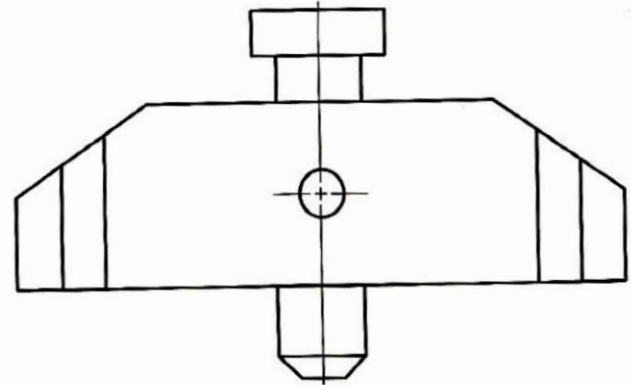


გ) ააგეთ მოცემული ფიგურების ესკიზები

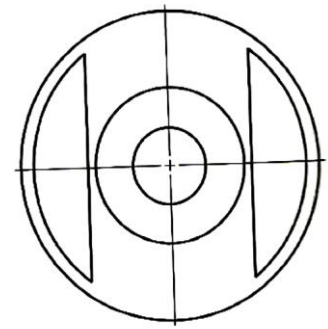
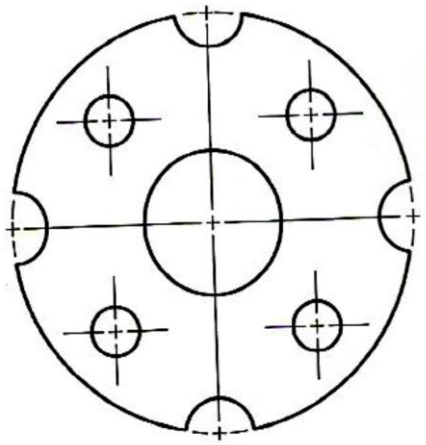




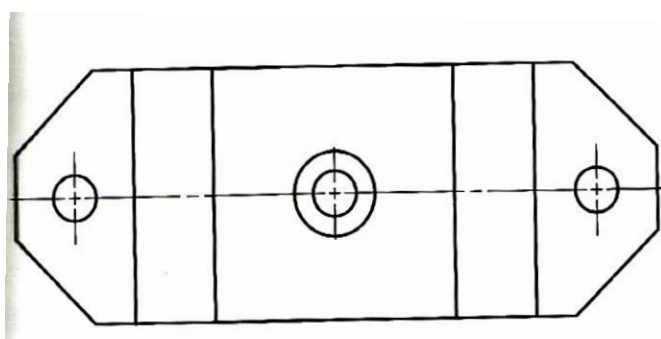
(C)



(B)



(I)



თავი 3. საინჟინრო გეომეტრია

ამ თავის დასრულების შემდეგ სტუდენტი შეძლებს

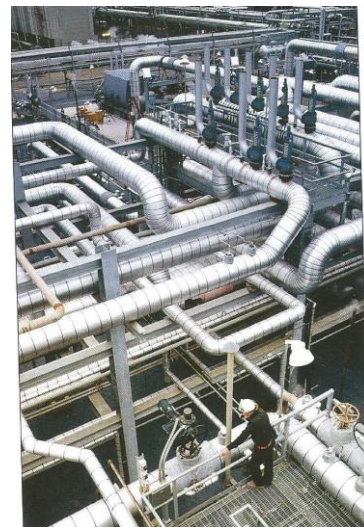
1. აღწეროს საინჟინრო გეომეტრიის როლი პროექტირების პროცესში
2. აღწეროს კოორდინატული სისტემები და გამოიყენოს ისინი CAD სისტემებში
3. დაახასიათოს ძირითადი გეომეტრიული პრიმიტივები
4. ახსნას და ააგოს წრფეებს შორის სხვადასხვა გეომეტრიული მდგომარეობები
5. ახსნას და ააგოს მრუდი წირის და წრფის მხები მდგომარეობა
6. აღწეროს და ააგოს ბრტყელი ფიგურები
7. აღწეროს ზედაპირების კონსტრუირების პროცესი და გამოიყენოს მოდელირების დროს
8. აღწეროს გეომეტრიის საინჟინრო გამოყენება

3.1. საინჟინრო გეომეტრია

საინჟინრო გეომეტრია არის ძირითადი გეომეტრიული ელემენტების და ფორმების გამოყენება საინჟინრო დიზაინში. ამ თავში წარმოდგენილი იქნება გეომეტრიული პრიმიტივების აგების ტექნიკა ტრადიციული მეთოდებით და CAD სისტემების გამოყენებით, რაზეც დაფუძნებულია უფრო რთული მოხაზულობის მქონე ობიექტები აგება.

3.2 ფორმის აღწერა

საინჟინრო და ტექნიკური გრაფიკა ეხება საინჟინრო პროდუქტის ფორმის და ზომების აღწერის საკითხებს. ფორმის აღწერა დაკავშირებულია მისი შემადგენელი გეომეტრიული ობიექტების მდებარეობასთან სივრცეში. იმისათვის, რომ შეძლოთ გეომეტრიული ფორმის აღწერა, საჭიროა იცოდეთ ძირითადი გეომეტრიული ფორმები და მათი აგების პრინციპები. ობიექტის მოხაზულობა ეფუძნება გეომეტრიულ პრიმიტივებს, როგორცაა წერტილი, წრფე და სიბრტყე. მათი კომბინაციით მიიღება რთული ობიექტები, როგორც ნაჩვენებია სურ.3.1-ზე. მოხაზულობის აღწერა განვითარებულია ორთოგონალური და თვალსაჩინო გამოსახულებების გამოყენებით,

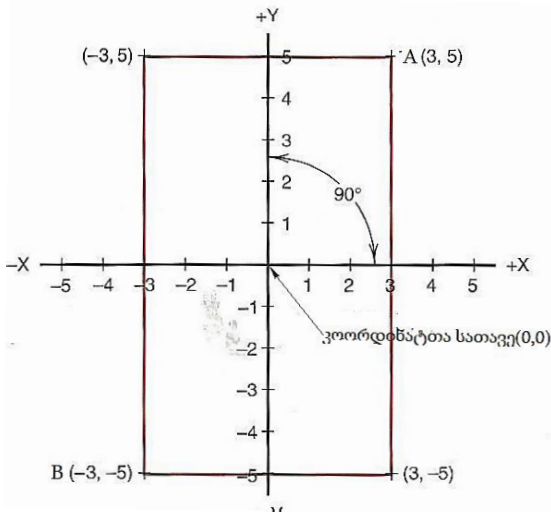


სურ.3. 1

3.3 საკოორდინატო სივრცე

იმისათვის, რომ განისაზღვროს წერტილების, წრფეების, სიბრტყეების და სხვა გეომეტრიული ობიექტების მდებარეობა სივრცეში, საჭიროა მითითებული იყოს მათი მდებარეობა რომელიმე წინასწარ განსაზღვრული წერტილის მიმართ.

ა) მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა



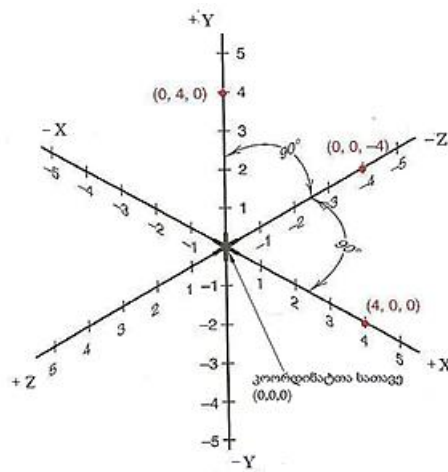
სურ.3.3

წერტილის მდებარეობა X და Y კოორდინატების მიხედვით. მაგალითად, A წერტილის კოორდინატებია $X=3$, $Y=5$. რაც ასე ჩაიწერება $A(3,5)$, ხოლო B წერტილის კოორდინატებია $X=-3$, $Y=-5$. $B(-3, -5)$ (სურ.3.)

სამგანზომილებიან სივრცეში კოორდინატთა სისტემა შედგება სამი Ox , Oy და Oz ღერძისაგან. კოორდინატთა სათავეა $O(0,0,0)$ წერტილი. Ox , Oy Oz ღერძები სამი სიბრტყის გადაკვეთის წრფეებია, ხოლო კოორდინატები- ამ სიბრტყეებამდე მანძილებს წარმოადგენს.

კოორდინატთა ღერძების განლაგებისა და დადებითი მიმართულების განსაზღვრისათვის განსახვავებენ მარცხენა და მარჯვენა სისტემას.

მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა სიბრტყეზე განსაზღვრულია ორი ურთიერთმართობული X და Y ღერძით, რომელთა გადაკვეთის O წერტილი კოორდინატთა სათავეს წარმოადგენს. (სურ.3.2) კოორდინატთა სათავეს მარჯვენა მხარეს არის X ღერძის დადებითი მიმართულება, ხოლო ზემოთ Y ღერძის დადებითი მიმართულება. ამ სისტემის გამოყენებით ჩვენ შეგვიძლია დავაფიქსიროთ ნებისმიერი

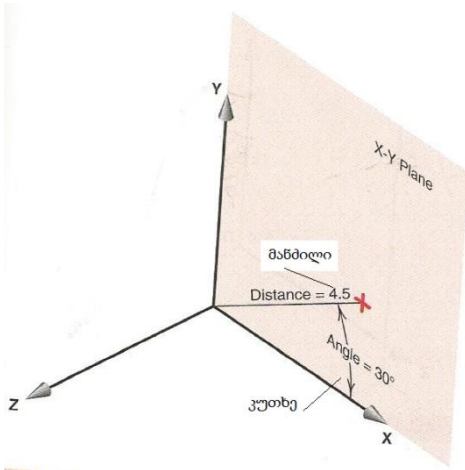


სურ.3.2

მარჯვენა ხელის წესი განსაზღვრავს *მარჯვენა სისტემას*. ამ დროს მარჯვენა ხელის ცერა თითი უჩვენებს Ox ღერძის დადებით მიმართულებას, საჩვენებელი თითი- Oy ღერძის დადებით მიმართულებას, ხოლო შუა თითი Oz-ღერძის დადებით მიმართულებას.

ბ) პოლარულ კოორდინატთა სისტემა

პოლარული კოორდინატები გამოიყენება სიბრტყეზე წერტილის მდებარეობის



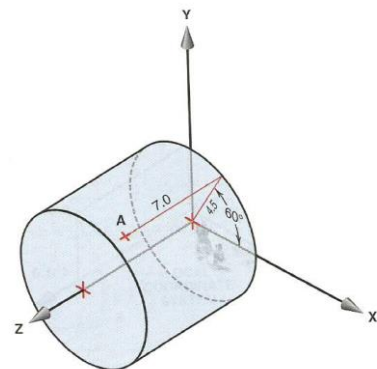
სურ.3. 4

განსაზღვრისათვის. შერჩეულია ერთი წერტილი, რომელიც პოლუსს წარმოადგენს და მისგან გამომავალი სხივი-რომელსაც პოლარული ღერძი ეწოდება. (სურ.3.4)წერტილის მდებარეობას განსაზღვრავს ამ წერტილის პოლუსთან შემაერთებული მონაკვეთის სიგრძე-რადიალური კოორდინატი და კუთხის სიდიდე ამ მონაკვეთსა და პოლარულ ღერძს შორის-პოლარული კუთხე . (სურ.3.4). პოლარული კოორდინატები ფართოდ გამოიყენება CAD სისტემებში წერტილის

მდებარეობის დასაფიქსირებლად. სურათზე გამოსახულია XY სიბრტყეში მდებარე წერტილის პოლარული კოორდინატები $A(4.5, 30^\circ)$.

გ) ცილინდრული კოორდინატები

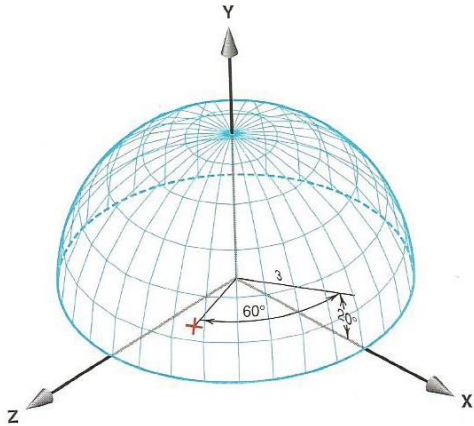
ცილინდრული კოორდინატები სამგანზომილებიან კოორდინატთა სისტემას წარმოადგენს. ამ სისტემაში წერტილის მდებარეობის დასადგენად განისაზღვრება XY სიბრტყეში მანძილი კოორდინატთა სათავიდან ამ წერტილამდე , კუთხე Ox ღერძიდან და მანძილი Z მიმართულებით.(სურ.3.5) მაგალითად, სურათზე გამოსახული A წერტილის კოორდინატებია $A(4,5, 60^\circ, 7)$. ამ განმარტებების საფუძველზე გამოდის, რომ A წერტილი მდებარეობს 4 ერთეული რადიუსის მქონე



სურ.3. 5

ცილინდრის ზედაპირის მსახველზე, ფუძიდან 60 ერთეულ მანძილზე. ამიტომ უწოდებენ ამ სისტემას ცილინდრულ კოორდინატთა სისტემას.

დ) სფერული კოორდინატები.



სურ.3. 6

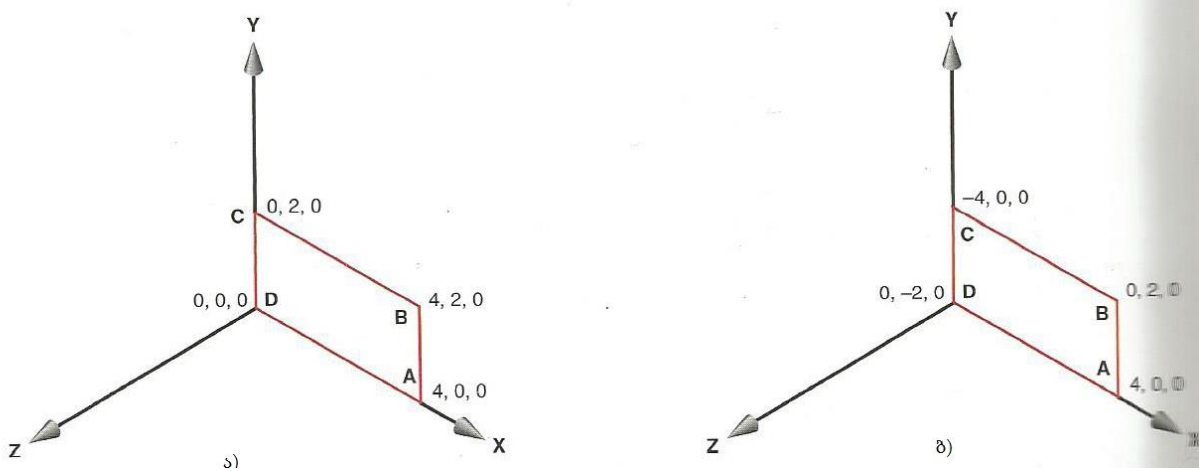
სფერული კოორდინატების შემთხვევაში წერტილის მდებარეობის განსაზღვრისათვის აიღება ერთ მანძილი და ორი კუთხე. კერძოდ, XY სიბრტყეში მანძილი სათავიდან წერტილამდე და კუთხე X ღერძიდან, შემდეგ კი კუთხე XY სიბრტყიდან.(სურ.--) ნახაზზე გამოსახული წერტილისათვის მანძილი სათავიდან 40 მმ-ია, ხოლო კუთხეები-40° და 60° ამრიგად, A წერტილი მდებარეობს 40 მილიმეტრის რადიუსის მქონე სფეროს ზედაპირზე.

ე) აბსოლუტური და ფარდობითი კოორდინატები.

CAD-სისტემებში ხშირად გამოიყენება აბსოლუტური და ფარდობითი კოორდინატები.

აბსოლუტური კოორდინატები აიღება კოორდინატთა სათავის მიმართ. მაგალითად, სურ,3.7-ა-ზე გამოსახულ ნახაზზე ნაჩვენები მართკუთხედის წვეროების აბსოლუტური კოორდინატებია

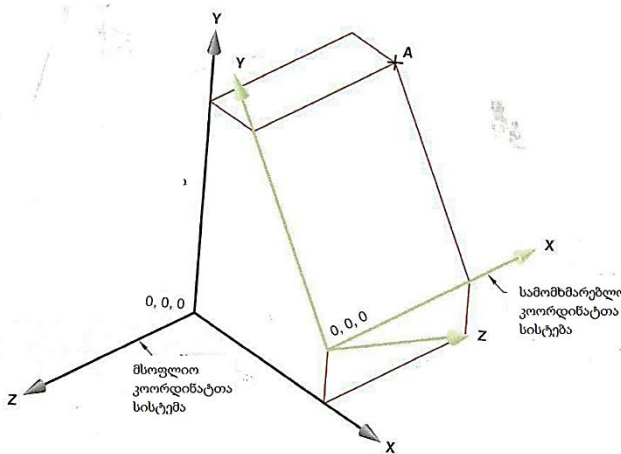
- A(4,0,0)
- B(4,2,0)
- C (0, 2,0)
- D(0,0,0)



სურ.3.7

ფარდობითი კოორდინატებისთვის კოორდინატა სათავედ ჩაითვლება წინა მოქმედებაზე განსაზღვრული წერტილი. სურ. სურ.3.7-ბ-ზე ნაჩვენებია იგივე მართკუთხედი, რომელიც აგებულია ფარდობითი კოორდინატებით. კერძოდ, სასტარტო წერტილია A წერტილი, შემდეგ განსაზღვრულია B წერტილი, შემდეგ C და ბოლოს D წერტილი. A წერტილის კოორდინატები სათავეს მიმართ არის 4,0,0. B წერტილის მდებარეობა განსაზღვრულია A წერტილის მიმართ და მისი კოორდინატებია 0, 2,0. C წერტილის მდებარეობა განსაზღვრულია B წერტილის მიმართ და მისი კოორდინატებია -4,0,0. ხოლო D წერტილის ფარდობითი კოორდინატები არის 0,-2,0.

ვ) მსოფლიო და სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემები.



სურ.3.8

CAD სისტემებში ჩეულერბრივ იყენებენ მსოფლიო და სამომხმარებლო სისტემებს. მსოფლიო სისტემა უძრავი სისტემაა, სადაც გეომეტრია იქმნება და ინახება. ეს სისტემა შედგება სამი ურთიერთმართობული ღერძისაგან, რომელთა გადაკვეთის წერტილი ანუ სათავე (0,0,0) წერტილში იმყოფება. სამომხმარებლო საკოორდინატო სისტემები მოძრავი სისტემებია, რომლებიც

შეიძება გადაადგილდეს მომხმარებლის სურვილით გეომეტრიული აგებულების გამარტივების მიზნით.(სურ.3.8)მოცემულ ნახაზზე სამომხმარებლო საკოორდინატო სისტემის xOy სიბრტყე შეთავსებულია დეტალის დახრილ წახნაგთან .ამ შემთხვევაში დახრილ წახნაგზე არსებული წერტილებისათვის კოორდინატების აღება გაცილებით ადვილია სამომხმარებლო საკოორდინატო სისტემაში, ვიდრე მსოფლიო კოორდინატთა სისტემაში. უფრო დაწვრილებით ამ სისტემებზე მოგვიანებით გვექნება საუბარი.

3.4 გეომეტრიული ელემენტები

3.5 წერტილები, ხაზები, წრეწირები, რკალები

წერტილები, ხაზები, წრეწირები და რკალები 2D გეომეტრიაში ძირითადი პრიმიტივებია, ანუ უფრო რთული გეომეტრიული ფორმების წარმომქნელები. მაგალითად, თუ წრფის მონაკვეთი წრიულ ტრაექტორიაზე გადაადგილდება, ვღებულობთ ცილინდრს. ამ ნაწილში განვიხილავთ და აღვწერთ, თუ როგორ შეიძლება ზემოთ მოყვანილი პრიმიტივების მიღება

3.5.1.წერტილი

წერტილი არის გეომეტრიული ობიექტი, რომელსაც განზომილება არ გააჩნია. წერტილის მდებარეობა სივრცეში განსაზღვრულია კოორდინატებით. წერტილი მიიღება ორი წრფის გადაკვეთისას. წერტილებით არის განსაზღვრული წრფის მონაკვეთის ბოლოები.

კომპიუტერულ გრაფიკაში წერტილს ზოგადად უწოდებენ **კვანძს(node)**. კვანძები (nodes) დიდ როლს თამაშობს CAD სისტემებში, რადგან ის გვამღებს საშუალებას ზუსტად განისაზღვროს ისეთი მნიშვნელოვანი გეომეტრიული ელემენტები, როგორცაა ობიექტის ბოლოები, გადაკვეთის წერტილები, ცენტრები. მაგალითად, წრფის გატარება არსებული წრფის შუა წერტილიდან შესაძლებელია დიდი სიზუსტით, რადგან CAD სისტემა ინახავს კვანძის(node) ზუსტ მდებარეობას.

3.5.2. ხაზი

ხაზი შეიძლება იყოს სწორი(წრფე), მრუდი ან მათი კომბინაცია.

სწორი ხაზი მიიღება წერტილის მოძრაობით

მუდმივი მიმართულებით. (სურ.3.9)სწორ

ხაზს შეიძლება ჰქონდეს სასრული

სიგრძე(*მონაკვეთი*) ან იყოს უსასრულო.

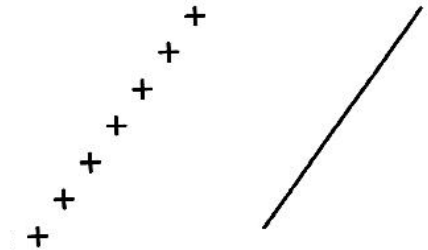
(სურ.3.10) *სხივი* არის სწორი ხაზი, რომელიც

იშლება უსასრულობაში სპეციფიური

წერტილიდან. კომპიუტერულ გრაფიკაში

სხივი არის ზოგადი ტერმინი,რომელიც

აღწერს სინათლის სხივის ტრაექტორიას,რაც მნიშვნელოვანია სცენის დარენდერების დროს.



მუდმივი მიმართულებით მოძრავი წერტილი

შედეგი-სწორი ხაზი

სურ.3. 9



სურ.3. 10

სწორი ხაზები(წრფეები) მათი

ურთიერთდამოკიდებულების

მიხედვით შეიძლება იყოს

პარალელური, ან

არაპარალელური.

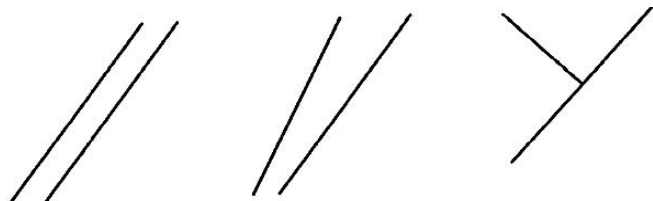
პარალელურობის პირობას

სიბრტყეზე წარმოადგენს ორ ან

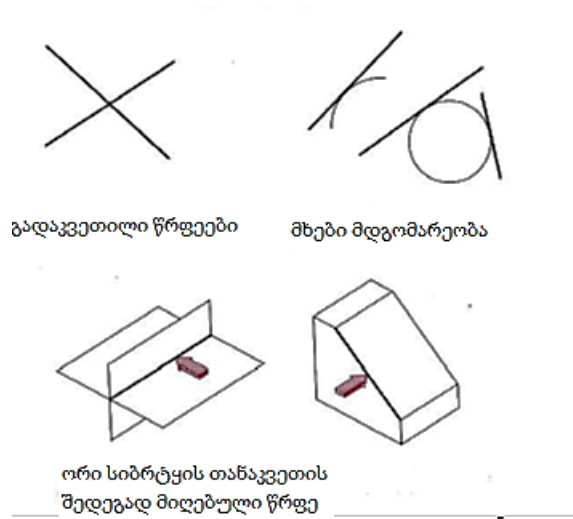
მეტ წრფეს შორის მუდმივი მანძილის არსებობა. წრფეები არაპარალელურია, თუ მათ შორის

მანძილი მუდმივი არ არის.(თუ სიბრტყეზე მდებარე წრფეები მართობულია, თუ ისინი

ერთმანეთს 90°-იანი კუთხით კვეთს.(სურ.3.11)



სურ.3 .11



სურ.3 .12

გადაკვეთილი ეწოდება წრფეებს, თუ მათ საერთოგადაკვეთის წერტილი აქვთ. მხები ეწოდება წრფის ისეთ მდგომარეობას, როცა წრფე ეხება მრუდ წირს ერთ წერტილში. ტექნიკურ ნახაზებზე წრფეები ასევე გამოიყენება ორი არაპარალელური სიბრტყის გადაკვეთის წარმოსადგენად და მას წიბო ეწოდება. (სურ.3.12)

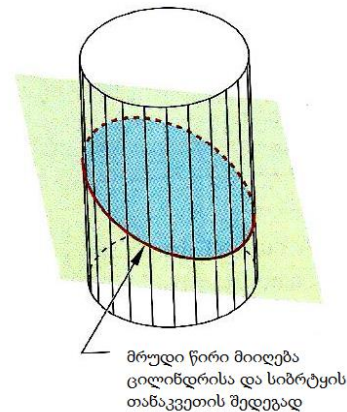
3.5.3. მრუდი წირი.

მრუდი ეწოდება წირს როცა ის მოძრაობს მუდმივად ცვალებადი მიმართულების ტრანექტორიაზე. მრუდი წირი მიიღება მრუდი ზედაპირისა და სიბრტყის სთანაკვეთის შედეგად. (სურ. 3.13)

მრუდი წირები შეიძლება იყოს ერთმაგი სიმრუდის (ბრტყელი) და ორმაგი სიმრუდის(სივრცითი).

ერთმაგი სიმრუდის წირების ყველა წერტილი ერთ სიბრტყეში მდებარეობს, ერთმაგი სიმრუდის წირის მაგალითებია წრეწირი, ელიფსი, პარაბოლა, ჰიპერბოლა, ციკლოიდა და სხვა.

ორმაგი სიმრუდის წირების კუთვნილი წერტილები ერთ სიბრტყეში არ მდებარეობენ. ასეთ წირებს წარმოადგენენ ცილინდრული და კონუსური ხრახნული წირები. სივრცითი წირები მიიღება ორი მრუდი ზედაპირის თანაკვეთის შედეგად.



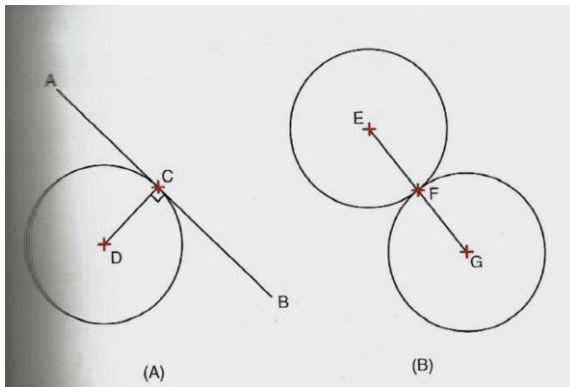
სურ.3 .13

რეგულარული წირი არის წრეწირი ან წრეწირის რკალი. რეგულარული წირი-წრეწირი მიიღება ბრუნვის ცილინდრის გადაკვეთის შედეგად მისი ღერძის მართობული სიბრტყით, ან სფეროს სიბრტყით გადაკვეთისას.

არარეგულარული წირები ელიფსი, პარაბოლა ჰიპერბოლა და სხვა,

3.5.3 მხეხები.

პლანიმეტრიაში მხეხი მდგომარეობა გვაქვს, თუ წრფე ეხება წირს მხოლოდ ერთ



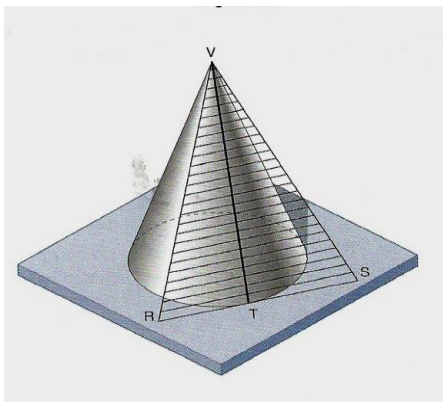
სურ.3. 14

წერტილში. მაგალითად, სურ.3.14.-ა-ზე ნაჩვენებია წრეწირის მხეხი წრფე. ზუსტად შეხების წერტილში (ამ შემთხვევაში წერტილი C) რადიუსი და მხეხი წრფე 90 გრადუსიან კუთხეს ქმნიან,

ორი მრუდის შეხების შემთხვევაშიც ეს მრუდები ერთმანეთს ერთ წერტილში ეხებიან.

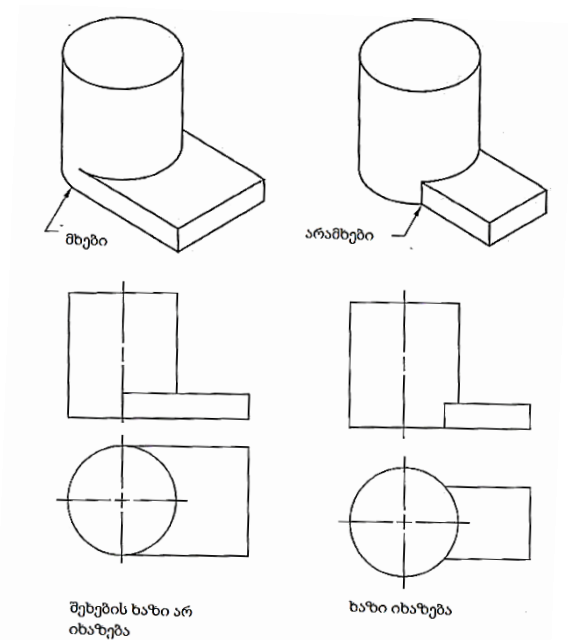
როცა ორი წრეწირი ან წრეწირის რკალი

ერთმანეთს ეხება, მაშინ მათ ცენტრებზე გამავალი წრფე ზუსტად შეხების წერტილში გაივლის. სურ3.14 -ბ-ზე ნაჩვენებია ორი წრეწირი რომლებიც ერთმანეთს F წერტილში ეხება.



სურ.3. 15

სტერეომეტრიაში შეხების მდგომარეობა არსებობს, როცა სიბრტყე წრფეზე ან ერთ წერტილზე ეხება ზედაპირს, მაგრამ არ კვეთს მას. (სურ 3.15) შეხების სხვა მდგომარეობა არსებობს, როცა ერთი ზედაპირი მეორეში გლუვად გადადის. ამ დროს შეხების ხაზი არ იხაზება.

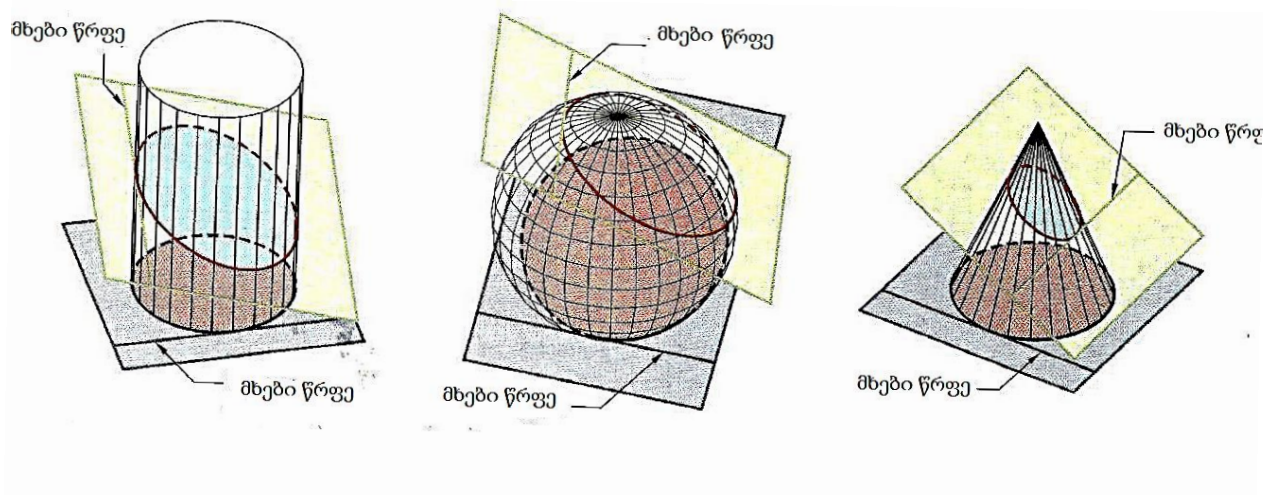


სურ.3.16

სხვა შემთხვევაში ხაზი ორ გეომეტრიული ფიგურას შორის გვიჩვენებს, რომ აქ შეხებას ადგილი არ აქვს. (სურ.3.16)

წრფე არის ზედაპირის მხები, თუ ის ზედაპირს ერთ წერტილზე ეხება. მაგალითები ნაჩვენებია სურ. 3.17-ზე.

შემხები ობიექტების აგებას ტექნიკურ ნახაზზე დიდი მნიშვნელობა აქვს. ტრადიციული მეთოდებით შეხების ასაგებად ფარგალი და სახაზავები გამოიყენება. CAD სისტემებში შეხების წერტილი ავტომატურად განისაზღვრება TANGENT ბმის გამოყენებისას.



სურ.3.17

3.5.4 წრეწირი.

წრეწირი არის ერთმაგი სიმრუდის წირი, რომლის ყველა წერტილი თანაბრად დაშორებული ერთი წერტილიდან-წრეწირის ცენტრიდან, წრეწირი მიიღება იმ შემთხვევაში, თუ მართი წრიული ცილნდრი ან კონუსი გადაიკვეთება მათი ღერძის მართბული სიბრტყით.

ქვემოთ ჩამოთვლილია წრეწირის ელემენტები.

ცენტრი-წრეწირის შუა წერტილი

რადიუსი-წრფის მონაკვეთი, რომელიც აერთებს ცენტრს წრეწირის ნებისმიერ წერტილთან.

ქორდა-წრფის მონაკვეთი, რომელიც აერთებს წრეწირის ორ წერტილს ერთმანეთთან.

დიამეტრი-ქორდა, რომელიც წრეწირის ცენტრზე გაივლის.

მკვეთი-წრფე, რომელიც გაივლის წრეწირის ორ წერტილზე.

წრეწირის სიგრძე-მანძილი მთელი წრეწირის გარშემო.

რკალი- წრეწირის ნაწილი.

ცენტრალური კუთხე-კუთხე, რომელსაც ორი რადიუსი ქმნის.

სექტორი-სიბრტყის ნაწილი, რომელიც შემოსაზღვრულია ორი რადიუსით და წრეწირის რკალით.

კვადრანტი-წრეწირით შემოსაზღვრული სიბრტყის ერთი მეოთხედი, (სექტორი, როცა ორი რადიუსი ქმნის 90 გრადუსს).

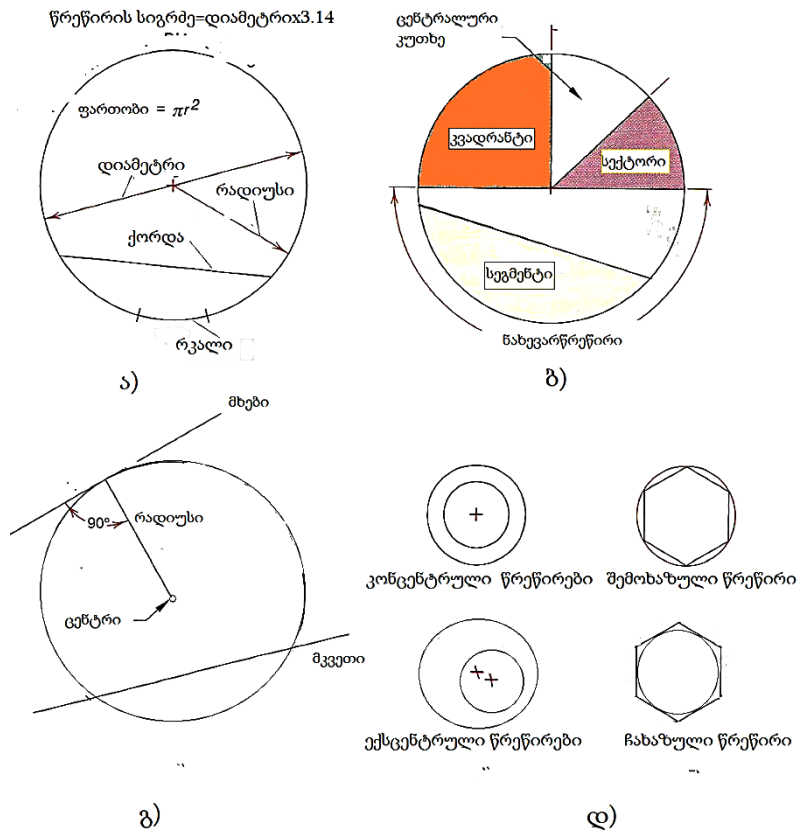
მხები-წრფე, რომელიც წრეწირს ერთ წერტილში ეხება

კონცენტრული წრეწირები-საერთო ცენტრის და განსხვავებული რადიუსის მქონე წრეწირები

ექსცენტრული წრეწირები-განსხვავებული რადიუსის და განსხვავებული ცენტრების მქონე წრეწირები, როცა ერთი წრეწირი მეორის შიგნით მდებარეობს.

შემოხაზული წრეწირი-წრეწირი, რომელიც მრავალკუთხედზეა შემოხაზული და ეხება ამ მრავალკუთხედის წვეროებს.

ჩახაზული წრეწირი-წრეწირი, რომელიც მრავალკუთხედშია ჩახაზული და ეხება ამ მრავალკუთხედის გვერდებს.(სურ.3.18)



სურ.3 18

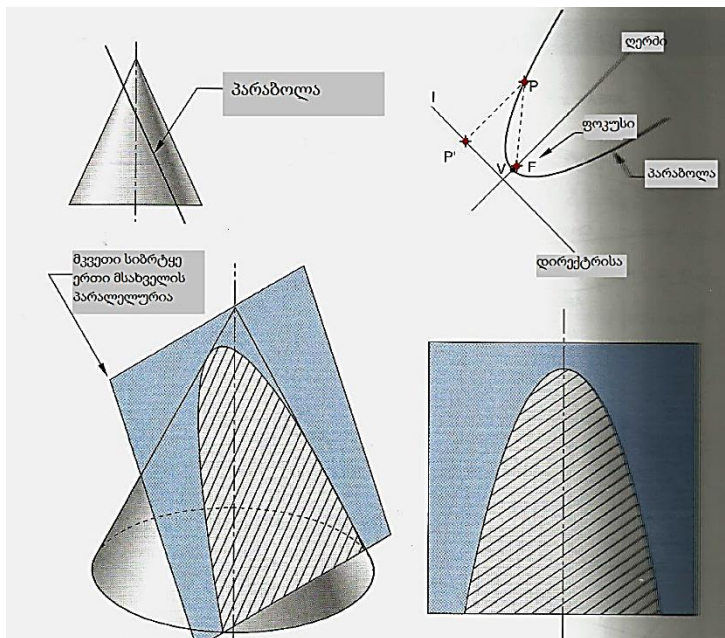
3.6. კონუსური კვითები

კონუსური კვითების შედეგად მიღებული მრუდი წირები ანუ კონიკები ერთმაგი სიმრუდის წირების განსაკუთრებული შემთხვევებია, რომლებიც შეიძლება აღიწეროს როგორც გრაფიკულად, ასევე ალგებრული განტოლებების საშუალებით. კონიკები მიიღება ბრუნვის კონუსის სხვადასხვა კუთხით დახრილი სიბრტყის გადაკვეთის შედეგად. კონიკებს მიეკუთვნება პარაბოლა, ჰიპერბოლა, ელიფსი(წრეწირი ელიფსის კერძო შემთხვევად განიხილება).

კონიკები ხშირად გამოიყენება საინჟინრო დიზაინში და მეცნიერებაში სხვადასხვა ფიზიკური ფენომენის აღწერისათვის.

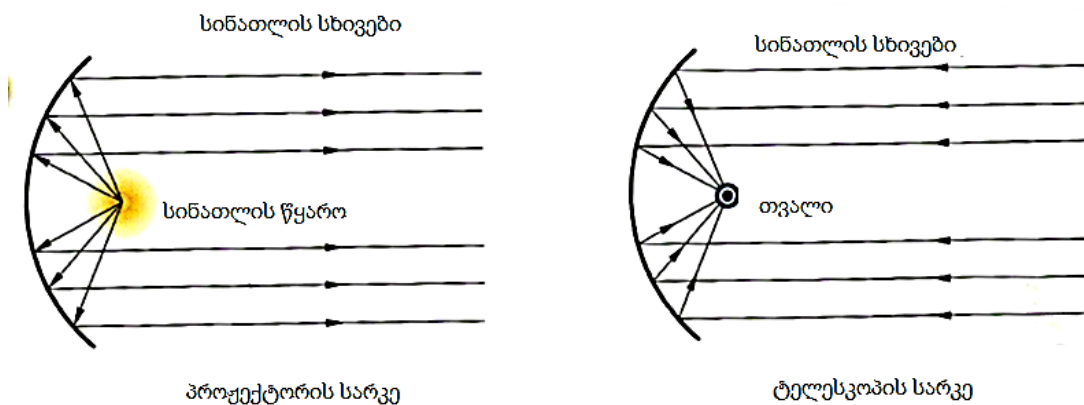
3.6.1. პარაბოლა.

როცა კონუსის მკვეთი სიბრტყე ერთი მსახველის პარალელურია, მიიღება **პარაბოლა**. მათემატიკური განსაზღვრებით, პარაბოლა არის წირი, რომლის ყველა წერტილის დაშორება ერთი ფიქსირებულ წერტილამდე(ფოკუსამდე) და ერთ ფიქსირებულ წრფემდე(დირექტრისა) თანაბარია. (სურ.3.19)



სურ.3 .19

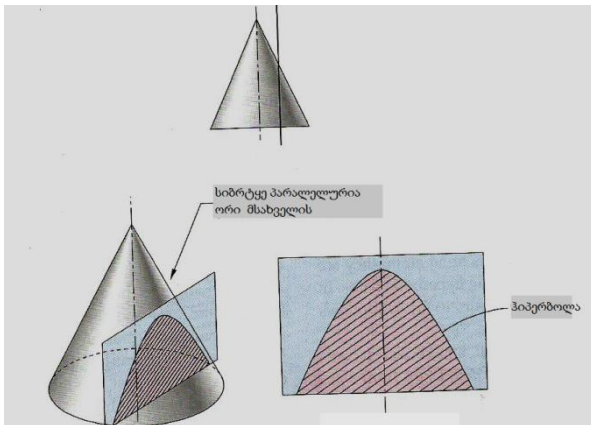
პარაბოლას აქვს არეკვლის უნიკალური თვისება. პარაბოლაზე დაცემისას ფოკუსიდან გამომავალი სხივები ღერძის პარალელურად, ხოლო ღერძის პარალელური წრფეები ფოკუსში გადაკვეთილ წრფეებზე აირეკლებიან. ამის გამო პარაბოლის ფორმა გამოიყენება ტელესკოპების სარკეებში, სხვადასხვა ტიპის გამანათებელ მოწყობილობებში და სხვა. (სურ.3.20)



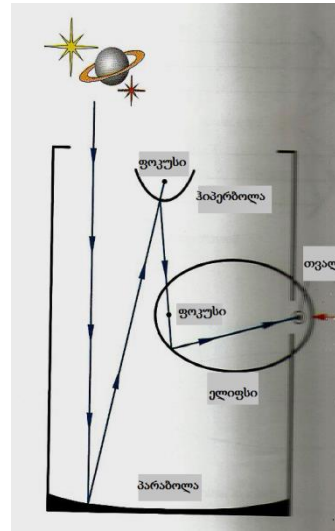
სურ.3. 20

3.6.2 ჰიპერბოლა

ჰიპერბოლა მიიღება ბრუნვის კონუსის და ორი მსახველის პარალელური სიბრტყის თანაკვეთის შედეგად, (სურ.3.21). ჰიპერბოლის წერტილის დაშორების სხვაობა ორი ფიქსირებული წერტილიდან (ფოკუსებიდან) მუდმივი სიდიდეა. ჰიპერბოლურ სარკეებს, პარაბოლურ და ელიპტიკურ სარკეებთან ერთად ფართოდ იყენებენ ციურ სხეულებზე დაკვირვებისას.



სურ.3. 22



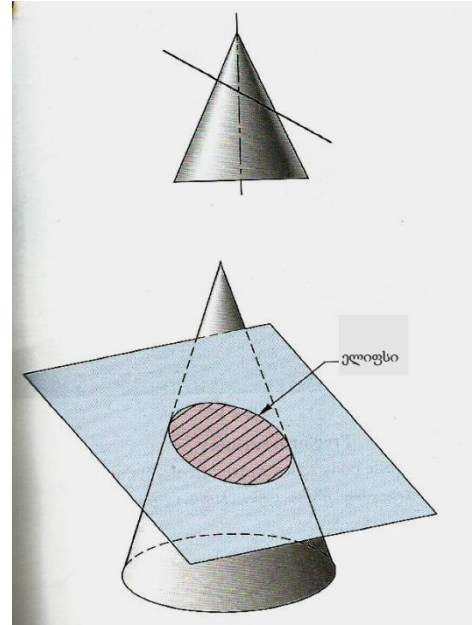
სურ.3 21

3.6.3 ელიფსი

ელიფსი მიიღება კონუსის გადაკვეთით სიბრტყესთან, რომელიც დახრილია ყველა მსახველის მიმართ. ელიფსს აქვს დიდი და მცირე ღერძები. დიდი ღერძი ანუ დიდი დიამეტრი არის უდიდესი მანძილი ელიფსის ორ წერტილს შორის, ხოლო მცირე ღერძი ანუ მცირე დიამეტრი არის უმცირესი მანძილი ელიფსის ორ წერტილს შორის. დიდ ღერძზე მდებარეობს ელიფსის ფოკუსები; ელიფსის ნებისმიერი წერტილის დაშორებათა ჯამი ელიფსის ფოკუსებამდე მუდმივი სიდიდეა.

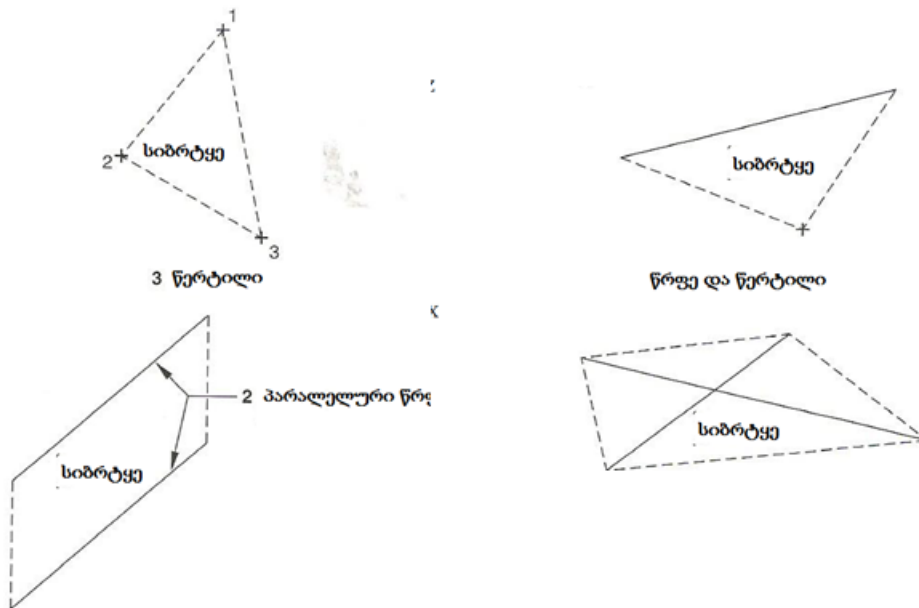
CAD სისტემებში ელიფსის აგება ავტომატურად ხდება, თუ ცნობილია მისი ცენტრის მდებარეობა და დიდი და მცირე დიამეტრების მნიშვნელობები.

ელიფსს, პარაბოლის მსგავსი არეკვლის თვისებები აქვს. ერთი ფოკუსიდან გამომავალი სხივი მეორე ფოკუსში აირეკლება. ამ თვისების ფართოდ გამოყენება ხდება ოპტიკურ და აკუსტიკურ მოწყობილობებში



სურ.3 .23

სიბრტყე არის ორგანზომილებიანი ზედაპირი, რომელიც უსასრულოდ ვრცელდება ყველა მიმართულებით. სიბრტყე შეიძლება განსაზღვრული იყოს ერთ წრფეზე არამდებარე სამი წრფითწერტილით, ორი პარალელური წრფით, ორი გადაკვეთილი წრფით, წრფით და მასზე არამდებარე წერტილით



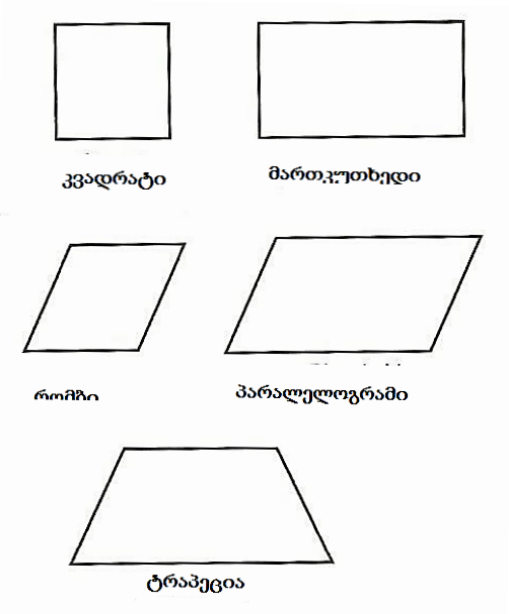
სურ.3 24

3.8.1 ბრტყელი ფიგურები

სიბრტყის გეომეტრიაში განიხილება ისეთ ფიგურები, როგორცაა სამკუთხედები, ოთხკუთხედები, წესიერი მრავალკუთხედები. ეს CAD სისტემებში ძირითადი პრიმიტივებია, რომელთაგან სხვა უფრო რთული ობიექტები იქმნება. მაგალითად, მართი სამწახნაგა პრიზმა წარმოიქმნება სამკუთხედის ამოქაჩვით(extrude) მოცემულ მანძილზე.

ოთხკუთხედები

ოთხკუთხედი ნებისმიერი ფორმის ოთხგვერდა ბრტყელი ფიგურაა. ოთხკუთხედების შიგა კუთხეების ჯამი 360° წარმოადგენს. თუ



სურ.3.25

ოთხკუთხედის მოპირდაპირე გვერდები ტოლი და პარალელურია, მაშინ ოთხკუთხედს პარალელოგრამი ეწოდება. მართკუთხედი, რომში კვადრატი პარალელოგრამის კერძო სახეებია. სურ.3.25-ზე ნაჩვენებია ზოგიერთი ოთხკუთხედის გამოსახულებები.

კვადრატი-ოთხივე გვერდი და კუთხე ტოლია, მოპირდაპირე გვერდები პარალელური.

მართკუთხედი-მოპირდაპირე გვერდები ტოლია და პარალელური. გვერდებს შორის კუთხე 90° -ია.

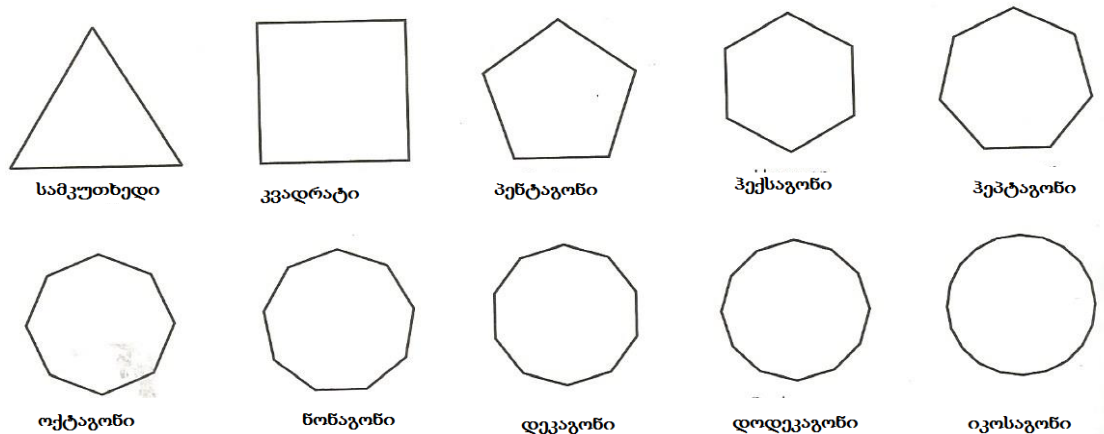
რომბი-ოთხივე გვერდი ტოლია. მოპირდაპირე გვერდები პარალელური.

პარალელოგრამი-მოპირდაპირე გვერდები ტოლია და პარალელური,

ტრაპეცია.-ორი მოპირდაპირე გვერდი პარალელურია.

წესიერი მრავალკუთხედები

წესიერი მრავალკუთხედების ყველა გვერდი ერთმანეთის ტოლია.წესიერი



სურ.3. 26

მრავალკუთხედების შიგა კუთხის სიდიდის გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულა $s=(n-2)\times 180^{\circ}$, სადაც n არის გვერდების რაოდენობა. სურ.3.26-ზე წარმოდგენილია წესიერი მრავალკუთხედების ტიპები.

3.9. ზედაპირები

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, წირი შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც წერტილის მოძრაობის ტრაექტორია. ანალოგიურად, ზედაპირი შეიძლება წარმოვადგინოთ, როგორც წირის გადაადგილების ტრაექტორია. ამ წირს ეწოდება მსახველი, ხოლო მსახველის გადაადგილების ტრაექტორიას -მიმმართველი. მსახველიც და მიმმართველიც შეიძლება იყოს წრფე ან მრუდი წირი. მსახველის და მიმმართველის მიხედვით ზედაპირი სხვადასხვა ტიპის შეიძლება იყოს .

ბრტყელი ზედაპირი (planar surface) არის ორგანზომილებიანი ზედაპირი, როდესაც მსახველი-წრფე გადაადგილებისას მუდმივ შეხებაშია ორ პარალელურ წრფესთან, ორ გადაკვეთილ წრფესთან ან წრფესა და მასზე არამდებარე წერტილთან.

ერთმაგი სიმრუდის ბრუნვის ზედაპირები მიიღება მსახველის-წრფის ბრუნვით ღერძის გარშემო. ამგვარი ზედაპირების მაგალითია კონუსი და ცილინდრი.

ორმაგი სიმრუდის ბრუნვის ზედაპირები მიიღება ღია ან ჩაკეტილი მრუდი წირის ბრუნვით ღერძის გარშემო. ასეთებია სფერო, ელიფსოიდი, ტორი.

დეფორმირებული (ანუ წრფივი არაგანფენადი) ზედაპირები (warped surfaces)-

ასეთ ზედაპირებს მიეკუთვნება ერთმაგი და ორმაგი სიმრუდის ზედაპირები

(ცილინდროიდები, კონოიდები, ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები)

თავისუფალი ფორმის ზედაპირები-ასეთი ზედაპირები არ წარმოიქმნება წინასწარგანსაზღვრული წესის მიხედვით და საჭიროებს უფრო რთულ მათემატიკურ განსაზღვრას.

ზედაპირების კლასიფიკაცია კიდევ სხვა სქემითაც არის შესაძლებელი-წრფოვანი ზედაპირები, განფენადი ზედაპირები, განუფენადი ზედაპირები.

წრფოვანი ზედაპირები წარმოიქმნება წრფის -მსახველის გადაადგილებით მიმმართველზე. ამ ჯგუფში შეიძლება გავაერთიანოთ ბრტყელი, ერთმაგი სიმრუდის და დეფორმირებული ზედაპირები.

განფენადი ზედაპირების განფენა სიბრტყეზე შესაძლებელია ზედაპირის დამახინჯების გარეშე. განფენადი ზედაპირების კლასს შეიძლება მივაკუთვნოთ, მაგალითად, ერთმაგი სიმრუდის ზედაპირები-ცილინდრი, კონუსი.

განუფენადი ზედაპირების განფენა სიბრტყეზე დამახინჯების გარეშე შეუძლებელია. დეფორმირებული და ორმაგი სიმრუდის ზედაპირები, მაგალითად, სფერო და ელიფსოიდი, განუფენადი ზედაპირებია.

3.9.1 წრფოვანი ზედაპირები

მრავალწახნაგები, ერთმაგი სიმრუდის ზედაპირები, განუფენადი წრფოვანი ზედაპირები(warped surfaces) ეკუთვნიან წრფოვანი ზედაპირების კლასს. ყველა მათგანი, გარდა განუფენადი წრფოვანი ზედაპირისა, განფენადია.

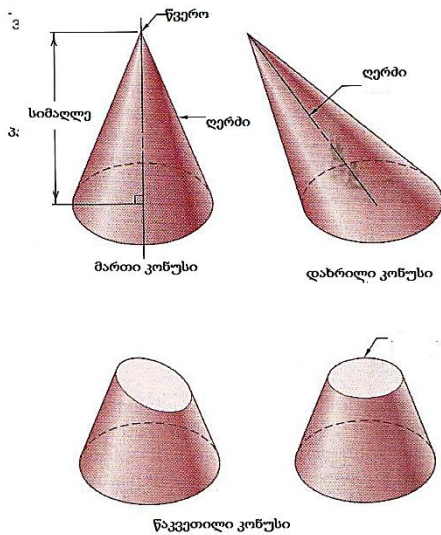
CAD სისტემებს აქვს ზედაპირების მოდელირების პროგრამა, რომელიც გამოიყენება ბრტყელი ზედაპირისა და უფრო რთული წრფოვანი ზედაპირების ასაგებად.

ერთმაგი სიმრუდის ზედაპირები

ერთმაგი სიმრუდის ზედაპირები მიიღება წრფის(მსახველის) გადაადგილებით მოცემულ წირზე(მიმმართველზე). თუ ორი მსახველის ურთერთმდებარეობა ურთიერთპარალელურია, მაშინ წარმოიქმნება ცილინდრული ზედაპირი. თუ ორი მსახველის ურთერთმდებარეობა გადაკვეთილია , ვღებულობთ კონუსურ ზედაპირს. თუ მსახველები ეხებიან ორმაგი სიმრუდის წირს, ვღებულობთ კონვოლუტას. იგივე ზედაპირებს მივიღებთ, თუ მსახველს და მიმმართველს ადგილებს შევუცვლით, ანუ თუ მრუდი წირი იქნება მსახველი და მიმმართველი იქნება წრფე.

კონუსი.

სურ.3.27-ზე მოცემულია სამი ტიპი კონუსი. როცა კონუსის ღერძი მართობულია ფუძის სიბრტყის, მაშინ ამ ღერძს ეწოდება სიმაღლე, ხოლო კონუსს -- მართი კონუსი. როცა ღერძი არ არის მართობული ფუძის სიბრტყის, ამ შემთხვევაში კონუსს დახრილი ეწოდება. თუ კონუსის წვერი წაკვეთილია, გვაქვს წაკვეთილი კონუსი.



სურ. 3.27

კონუსს საინჟინრო დიზაინში ფართო გამოყენება აქვს:გადასვლის ნაწილები გამათბობელ.

სავენტილაციო და კონდიციონერების სისტემებში, რაკეტების ცხვირის კონუსები, კონუსური სახურავები და სხვა.

კონუსის მიმმართველი შეიძლება იყოს როგორც ერთმაგი, ასევე ორმაგი სიმრუდის წირები. ზოგადად, კონუსის მმართველი ნებისმიერი მრუდი შეიძლება იყოს. მიმმართველის ფორმის მიხედვით განასხვავებენ , მაგალითად, წრიულ, ელიპტიკურ,წვეროიდალ,

დელტოიდალ, ასტროიდალ კონუსებს,

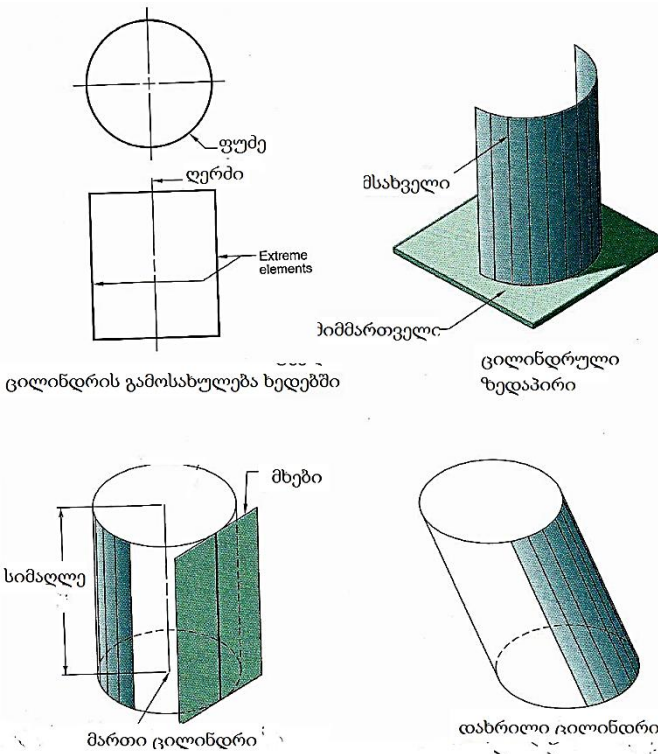
CAD სისტემებში კონუსი მარტივად შეიძლება იყოს მიღებული. პირველ რიგში, არსებობს თავად პრიმიტივი CONE. რომლის საშუალებით შეიძლება აიგოს მართი წრიული კონუსი.

ამ პრიმიტივის გამოყენებისათვის საჭიროა განისაზღვროს ფუძის წრეწირის ცენტრი , თავად წრეწირი და წვეროს მდებარეობა, სხვა შემთხვევაში შეიძლება აიგოს ფუძის წირი და შემდეგ EXTROOD ან LOFT ბრძანებების გამოყენებით აიგოს კონუსი.

ცილინდრი.

ცილინდრი არის ერთმაგი სიმრუდის წრფოვანი ზედაპირი. მისი მიმმართველი შეიძლება იყოს წრეწირი ან ელიფსი. ცილინდრის მსახველი გადაადგილდება მიმმართველზე თავისი თავის პარალელურად. ცილინდრი აგრეთვე შეიძლება მივიღოთ წრფის მონაკვეთის ბრუნვით მისი პარალელური ღერძის გარშემო. როცა ცილინდრის ღერძი ფუძის

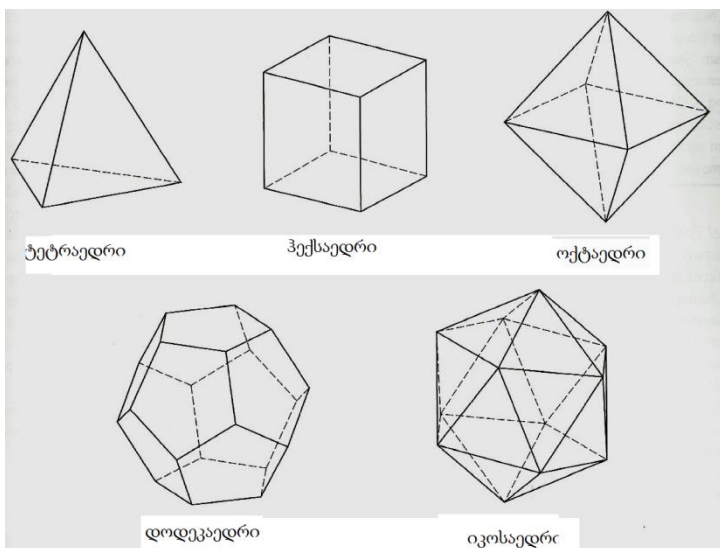
მართობულია, ცილინდრს ეწოდება მართი, წინააღმდეგ შემთხვევაში ცილინდრს უწოდებენ დახრილს. ფუძის ფორმის მიხედვით ცილინდრი შეიძლება იყოს წრიული, ელიპტიკური და სხვა.



სურ.3.28

მრავალწახნაგები.

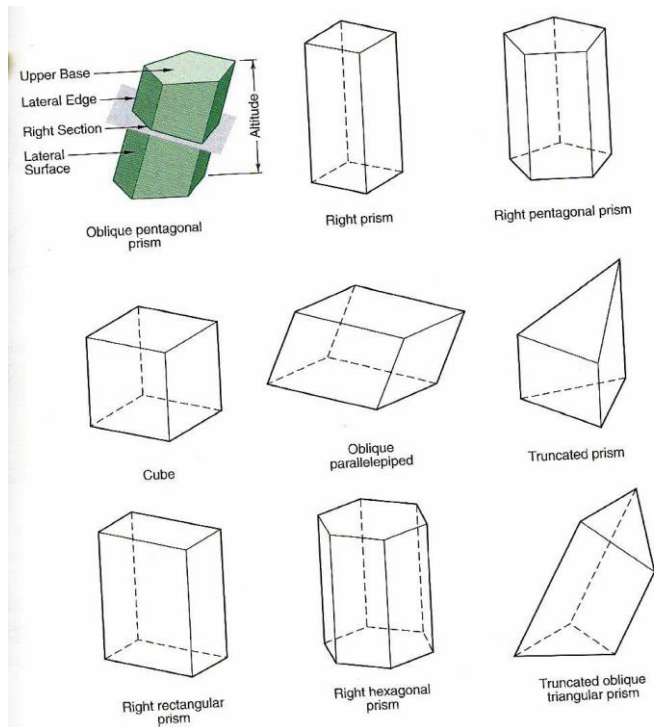
მრავალწახნაგი არის სიმეტრიული ან ასიმეტრიული სამგანზომილებიანი ზედაპირი, რომელსაც აქვს მრავალი გვერდი. ამ გვერდებს წახნაგები ეწოდებათ, ხოლო წახნაგების თანაკვეთის წრფეებს წიბოები, მრავალწახნაგის წახნაგები მრავალკუთხედეებია



წესიერი ეწოდება მრავალწახნაგს, თუ მისი ყველა წახნაგი წესიერი მრავალკუთხედეა. არსებობს ექვსი წესიერი მრავალწახნაგი- ტეტრაედრი, ჰექსაედრი, ოქტაედრი, დოდეკაედრი, იკოსაედრი. (სურ.3.29) აქედან სამი მათგანის-ტეტრაედრის, ჰექსაედრის და ოქტაედრის სამგანზომილებიანი

სურ.3.29 კომპიუტერული მოდელი მარტივად აიგება extrude ბრძანების გამოყენებით.

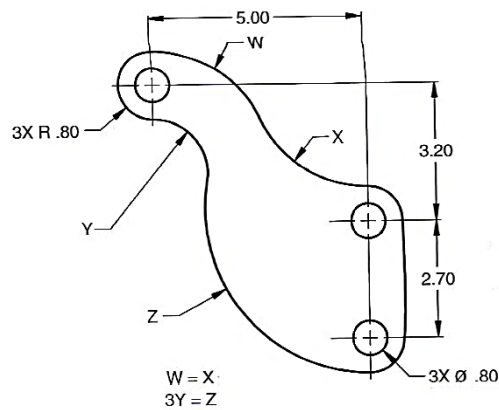
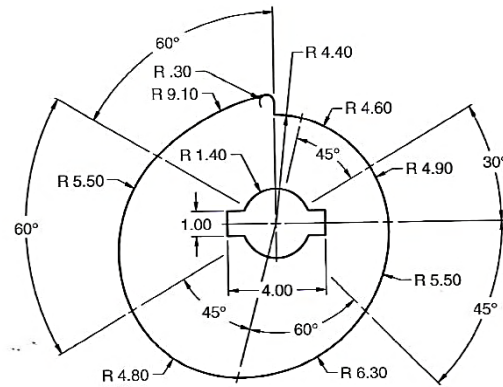
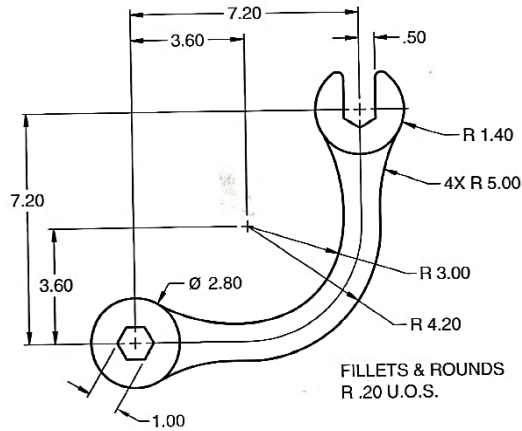
პრიზმას ეწოდება პოლიგონალური, თუ მისი ორი წახნაგი ერთმანეთის პარალელურია. სურ. 3.30-ზე ნაჩვენებია პოლიგონალური პრიზმები.

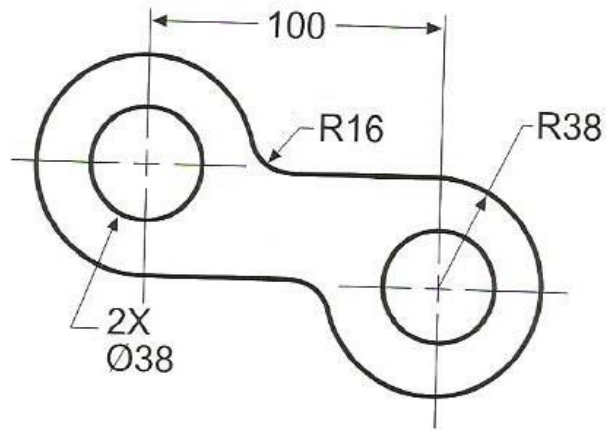


სურ,9,30

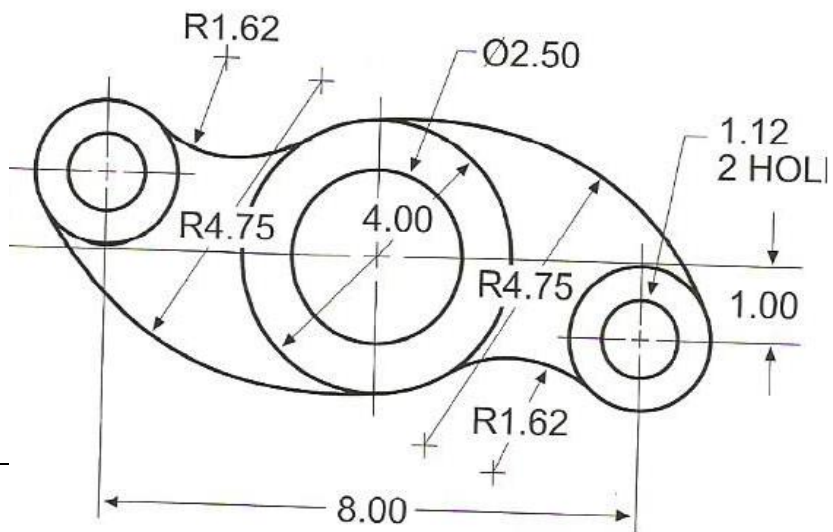
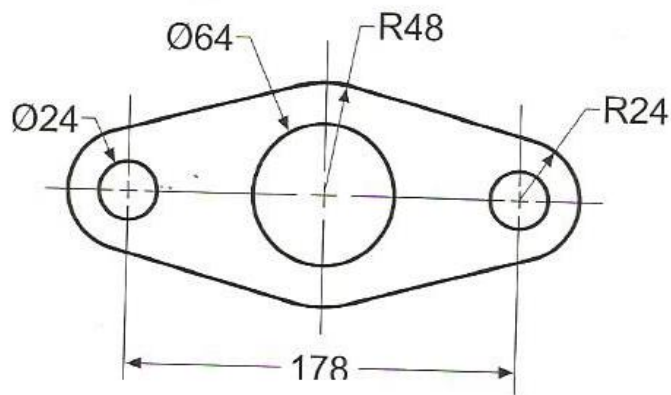
სავარჯიშო

ააგეთ მოცემული გამოსახულებები CAD სისტემების გამოყენებით.

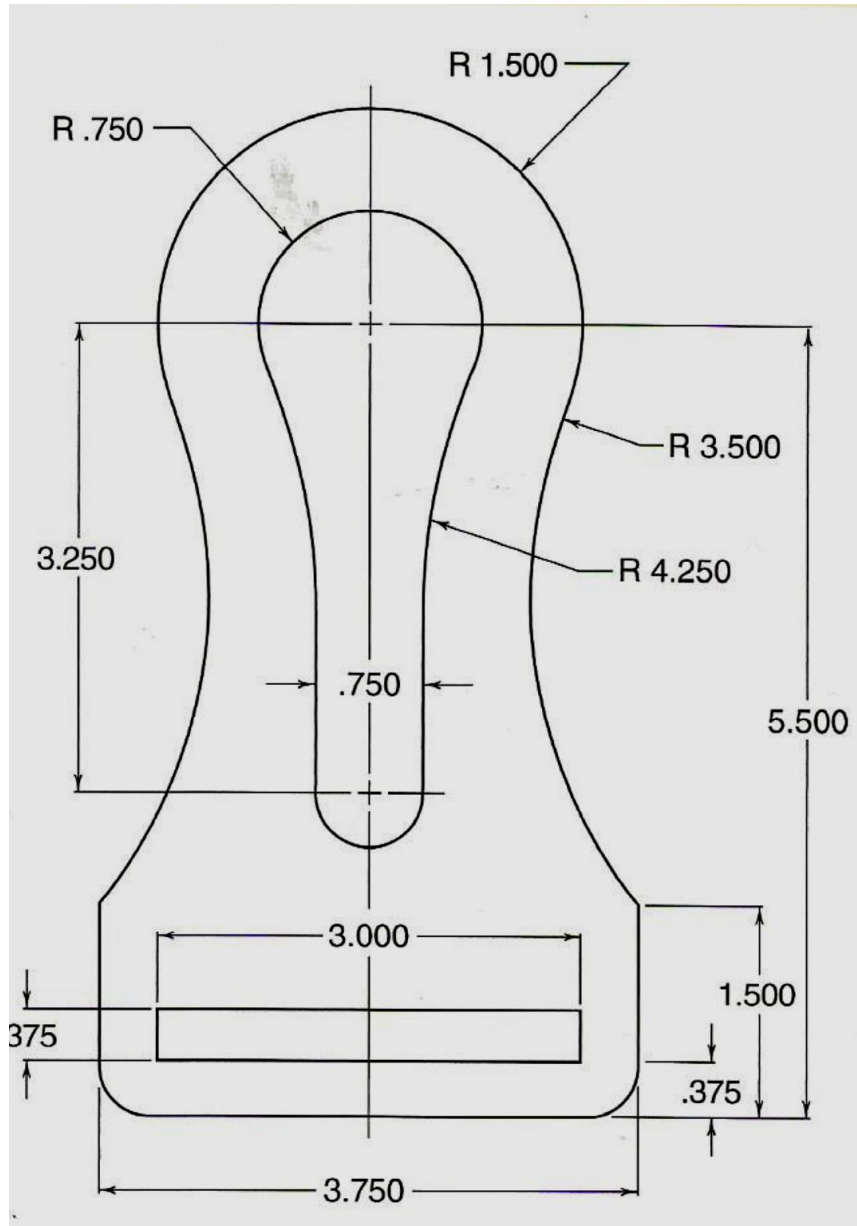


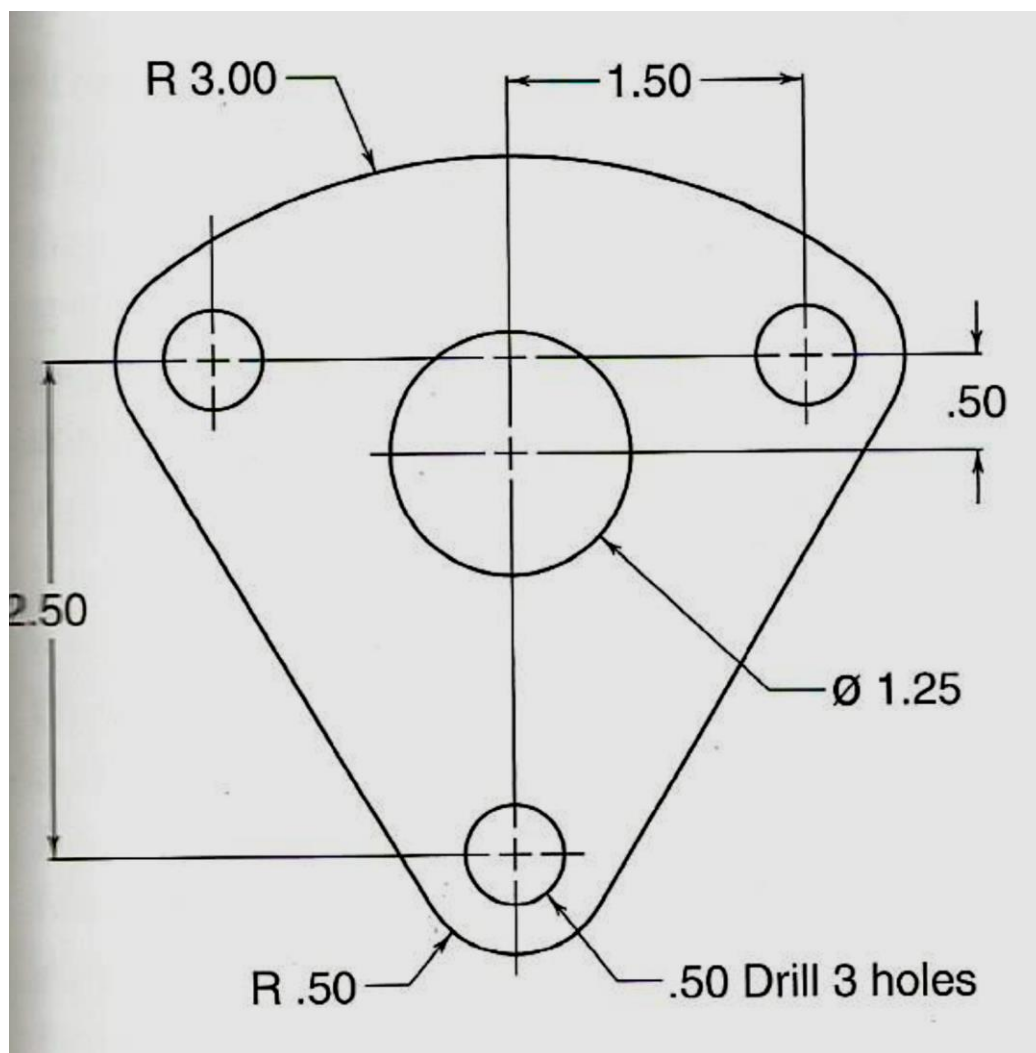


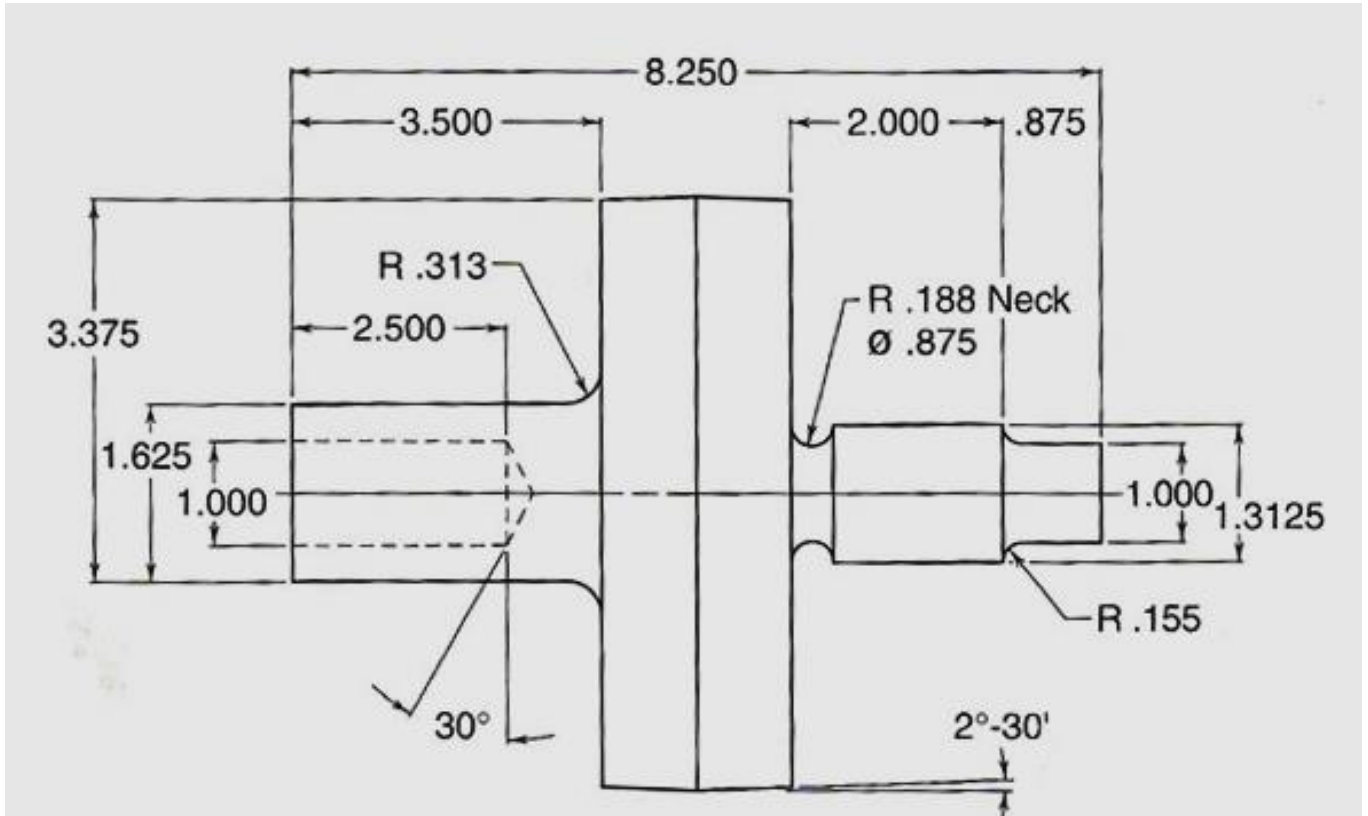
9

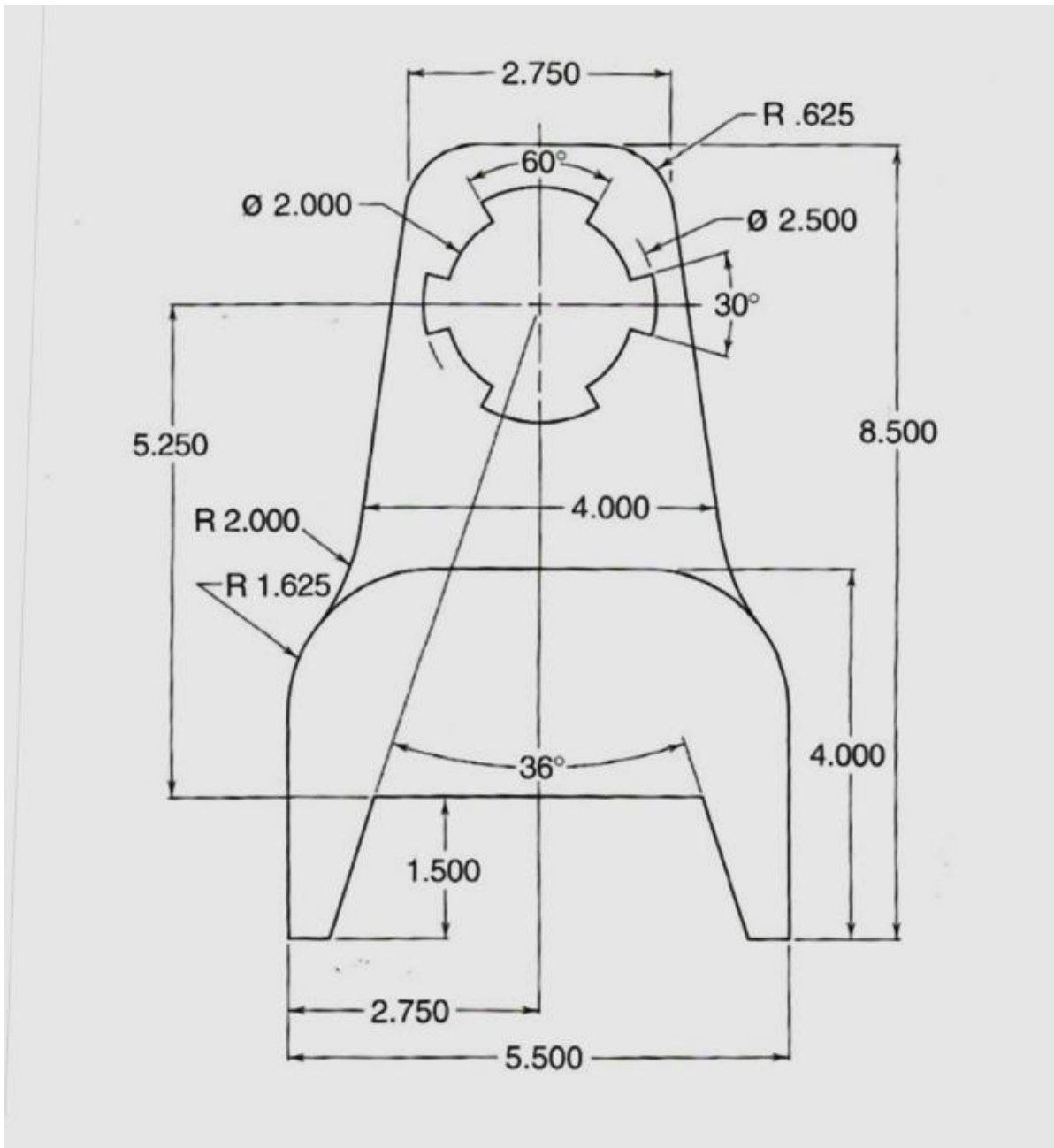


ა







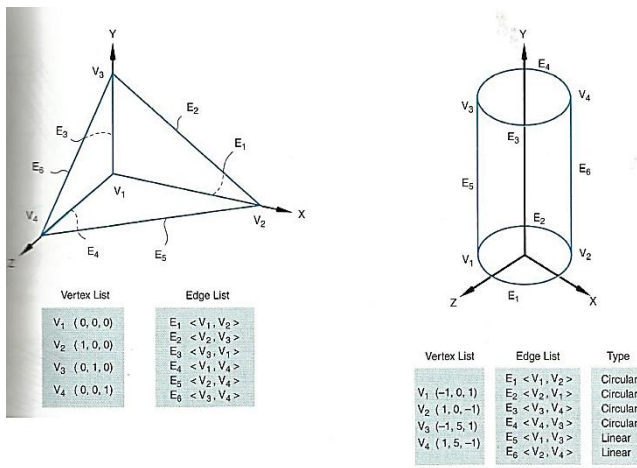


თავი 4. მოდელირების საფუძვლები

ამ თავში მოკლედ შევეხებით სამგანზომილებიანი მოდელირების პრინციპებს, კერძოდ სხეულების და ზედაპირების მოდელირებას.

4.1. კარკასული მოდელები.

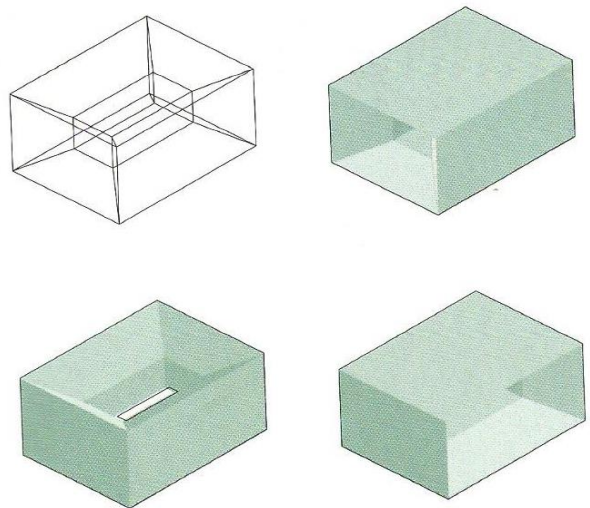
უმარტივეს სამგანზომილებიან მოდელს კარკასული მოდელი წარმოადგენს. ამ ტიპის მოდელისათვის აუცილებელია განისაზღვროს ორი მონაცემი, ეს არის წიბოები და



სურ.4. 1

წვეროები, მაგალითად, ტეტრაედრის კარკასული მოდელის ასაგებად მისი წვეროების შესახებ მონაცემები სრულ ინფორმარმაციას გვაძლევს მთლიანად ტეტრაედრის შესახებ.(სურ.1.4.) კარკასული მოდელები შეგვიძლია გამოვიყენოთ მაშინაც, როცა ზედაპირის წიბოები არა წრფივი, არამედ მრუდწირულია. ამის მაგალითია ცილინდრის კარკასული

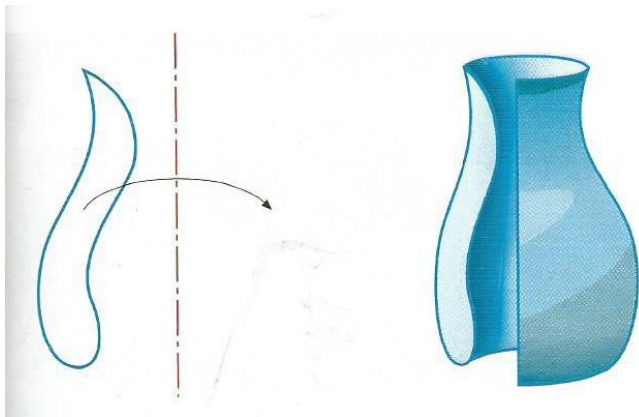
მოდელი. თუმცა კარკასული მოდელების სერიოზული ნაკლი აუნიკალურობის არ არსებობაა. მაგალითად, სურ. 4.2-ზე ნაჩვენებია კარკასული მოდელი, რომლის ორიენტაციის განსაზღვრა ინფორმაციის ნაკლებობის გამო შეუძლებელია.



სურ.4. 2

4.2 ზედაპირის მოდელირება

მეორე მსოფლიო ომის დროს თვითმფრინავებისა და გემების წარმოების განვითარებამ გამოიწვია იმ სისტემების სწრაფად განვითარება, სადაც მრუდი ზედაპირების მათემატიკურ

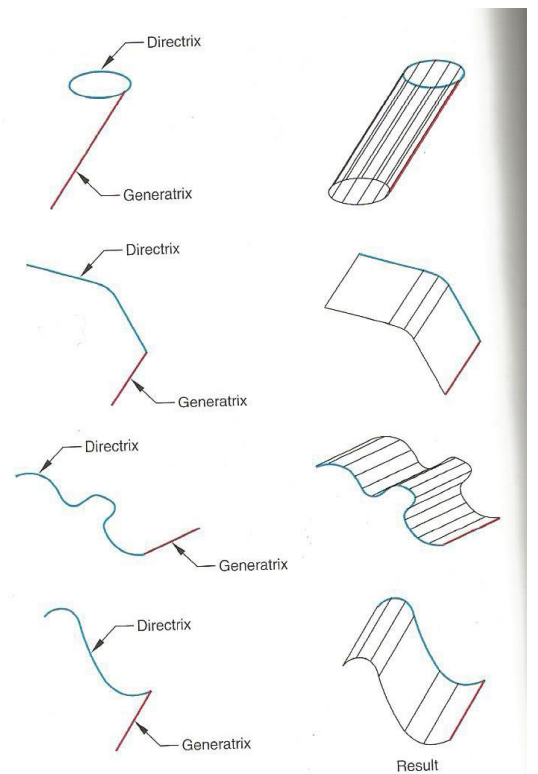


აღწერას იყენებდნენ. ზედაპირული მოდელი აღწერს თავად ზედაპირს, და ცხადია წიბოების, მახასიათებლებს. ზედაპირები მრავალი გზით შეიძლება შეიქმნას. მოდელის აგების ტექნიკას განსაზღვრავს მოდელის ფორმა და ის ხელსაწყოები, რაც ზედაპირის მოდელირებისთვის არსებობს. ყველაზე

სურ.4.3

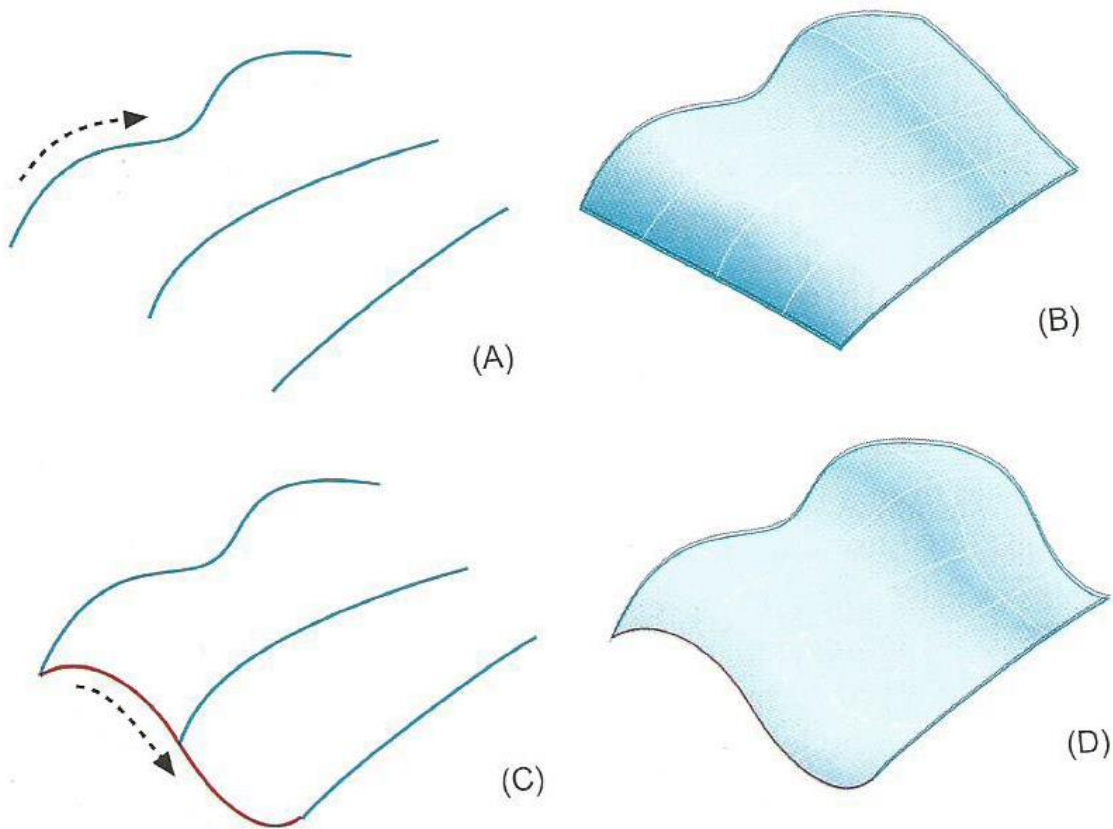
პოპულარული მეთოდები ზედაპირის შექმნისთვის არის ბრუნვა(REVOLVE), გაცურება(SWEEP), ლოფტინგი(LOFTING), ამოქაჩვა(EXTRUDE).

ბრუნვის დროს უნდა გვქონდეს მსახველი(წინასწარ აგებული წირი) და ბრუნვის ღერძი.(სურ.4.3)მსახველის სხვადასხვა კუთხით შემობრუნებით სხვადასხვა ზედაპირი შეგვიძლია მივიღოთ. მაგალითად, წრეწირის ბრუნვით დიამეტრის გარშემო მივიღებთ სფეროს.



სურ.4.4

გაცურების(sweep) დროს უნდა გვექონდეს მსახველი და მიმმართველი. მსახველი და მიმმართველი ერთმანეთის მიმართ გადაადგილდებიან. მიმმართველი ძირითადად ორგანოზომილებიანი(ბრტყელი) მრუდია, მაშინ როცა მსახველი შეიძლება იყოს წრფე, ბრტყელი მრუდი ან სივრცითი მრუდი.სურ.4.4-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა სირთულის ზედაპირების აგება წირის(მიმმართველის) მოძრაობით მსახველის(წრფის) გასწვრივ. ეს მეთოდი კიდევ უფრო რთული ზედაპირების აგების საშუალებას იძლევა,

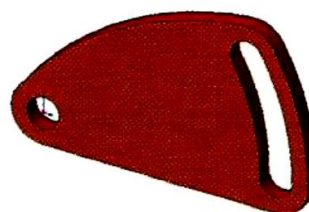
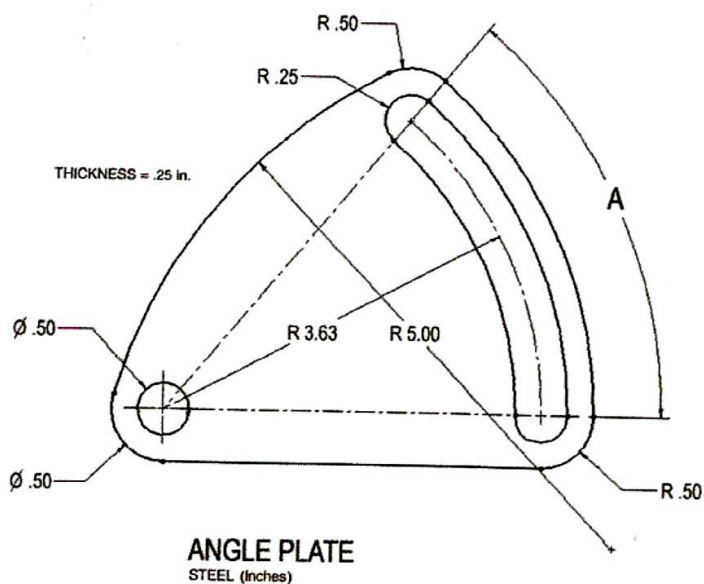


სურ.4. 1

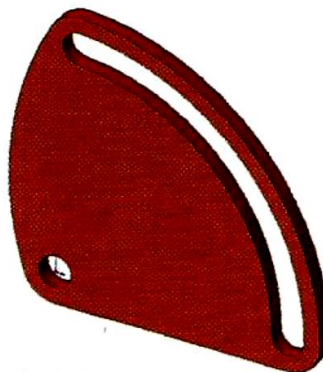
ლოფთინგი გამოიყენება მაშინ, როცა გვაქვს მიმმართველი წირების სერია. ლოფთინგი მიმმართველი წირების კრიტიკული ცვლილებების საშუალებას იძლევა, (სურ.4.5)

სავარჯიშო.

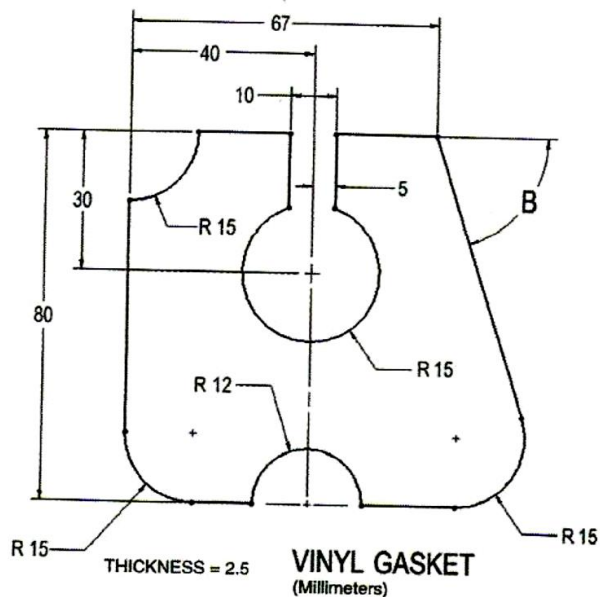
ააგეთ მოცემული ფიგურების სამგანზომილებიანი მოდელები.



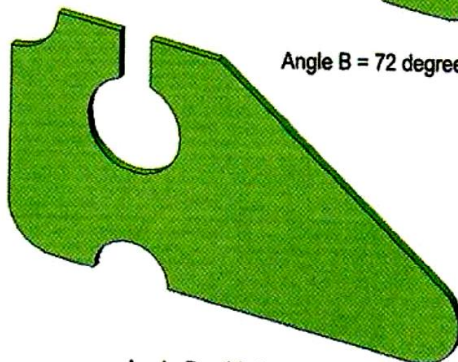
Angle A = 30 degrees



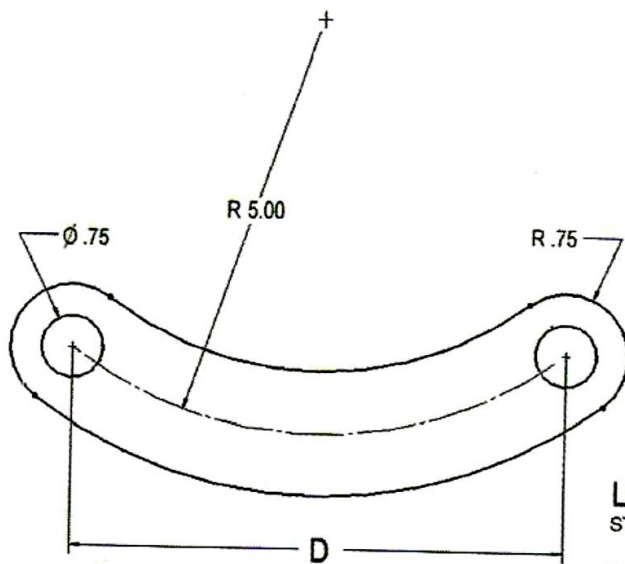
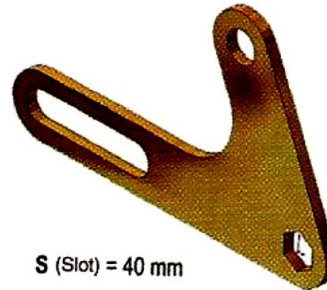
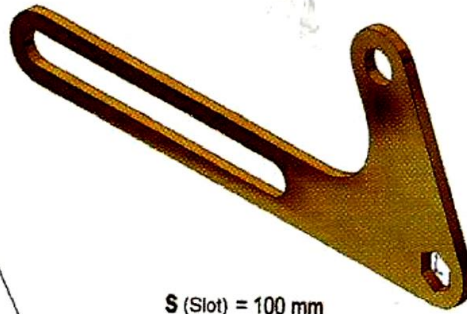
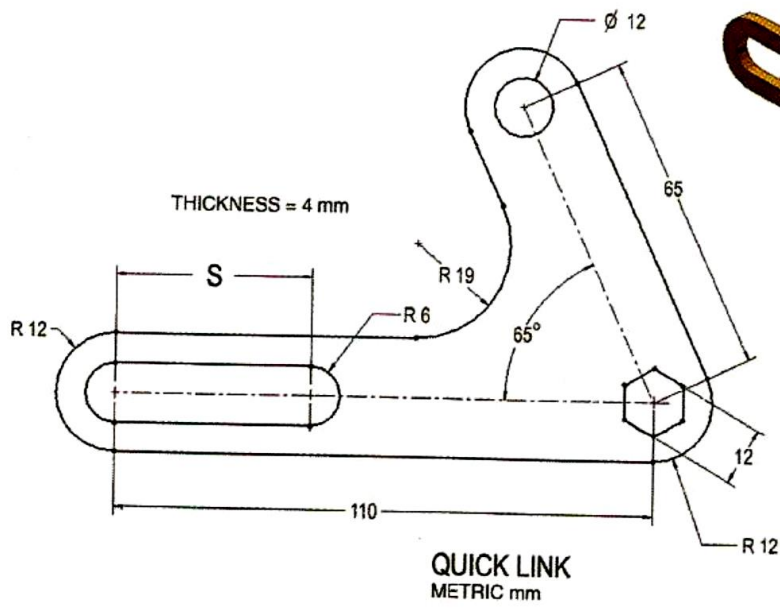
Angle A = 85 degrees

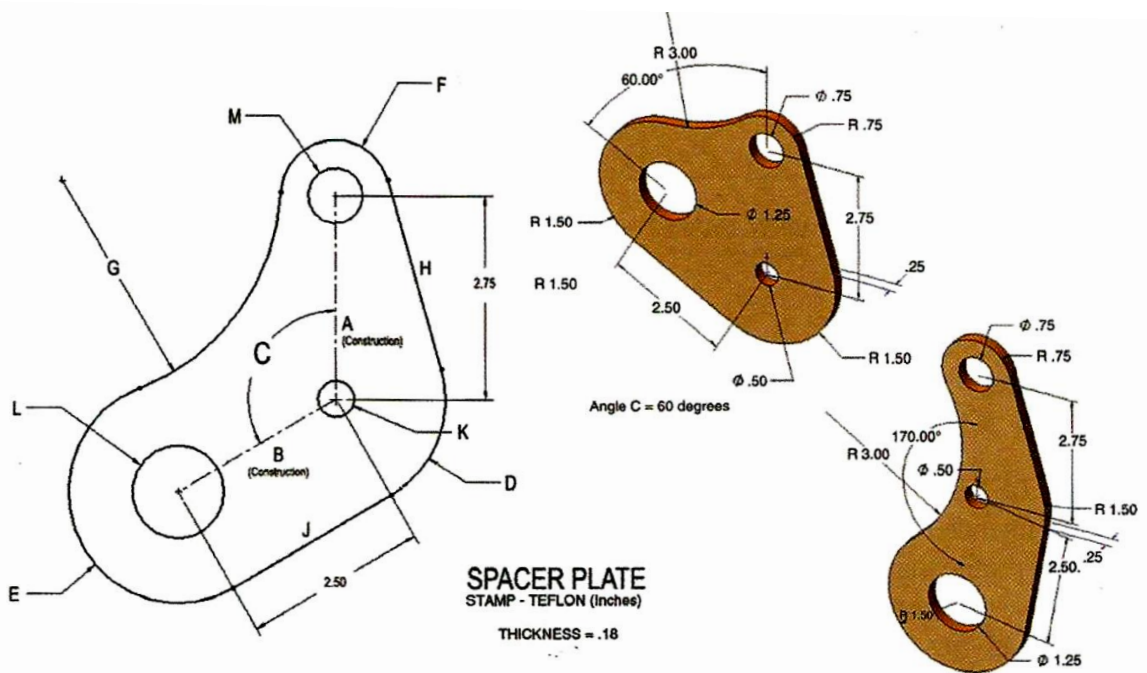


Angle B = 72 degrees



Angle B = 36 degrees





SPACER PLATE: Constraint Table		
Type of Entity	Constraint Type	
	Geometric	Dimensional
Line A – Construction Line	Vertical, Coincident at Point 1	Length = 2.75
Line B – Construction Line	Origin Coincident at Point 1	Length = 2.50
Angle C (Variable)		60 Degrees or 170 Degrees
Arc D	Coincident Center at Point 1	Radius = 1.50
Arc E	Coincident origin at Point 3	Radius = 1.50
Arc F	Coincident origin at Point 2	Radius = .75
Arc G	Tangent to Arc E and Arc F	Radius = 3.00
Line H	Tangent to Arc D and Arc F	Trim to Tangent Points
Line J	Tangent to Arc D and Arc E	Trim to Tangent Points
Point 1	Fix at (0, 0, 0) World	
Circle (Hole) K	Concentric to Arc D	Diameter = .50
Circle (Hole) L	Concentric to Arc E	Diameter = 1.25
Circle (Hole) M	Concentric to Arc F	Diameter = .75

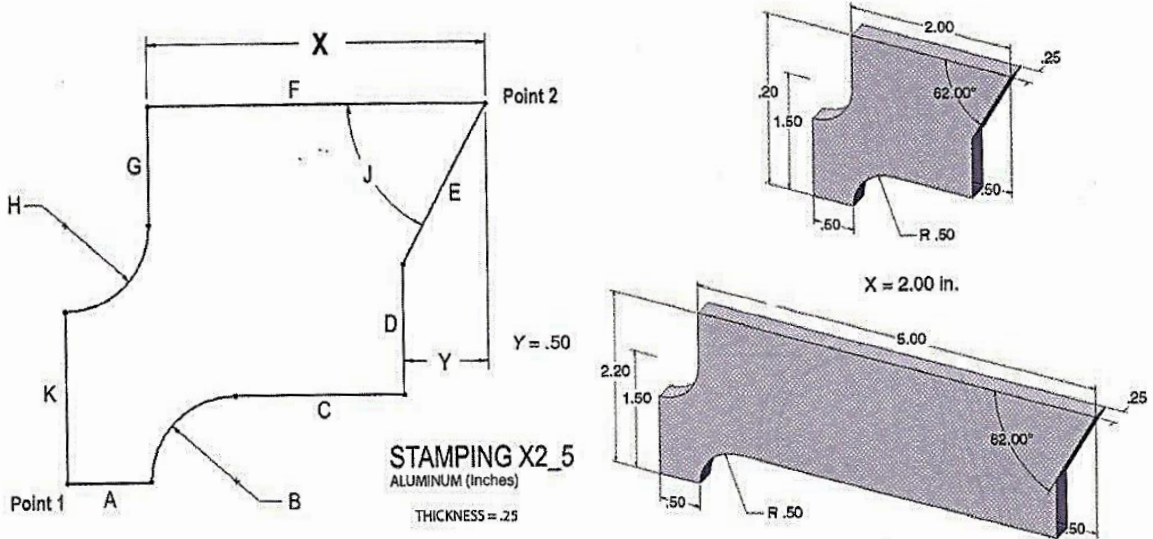
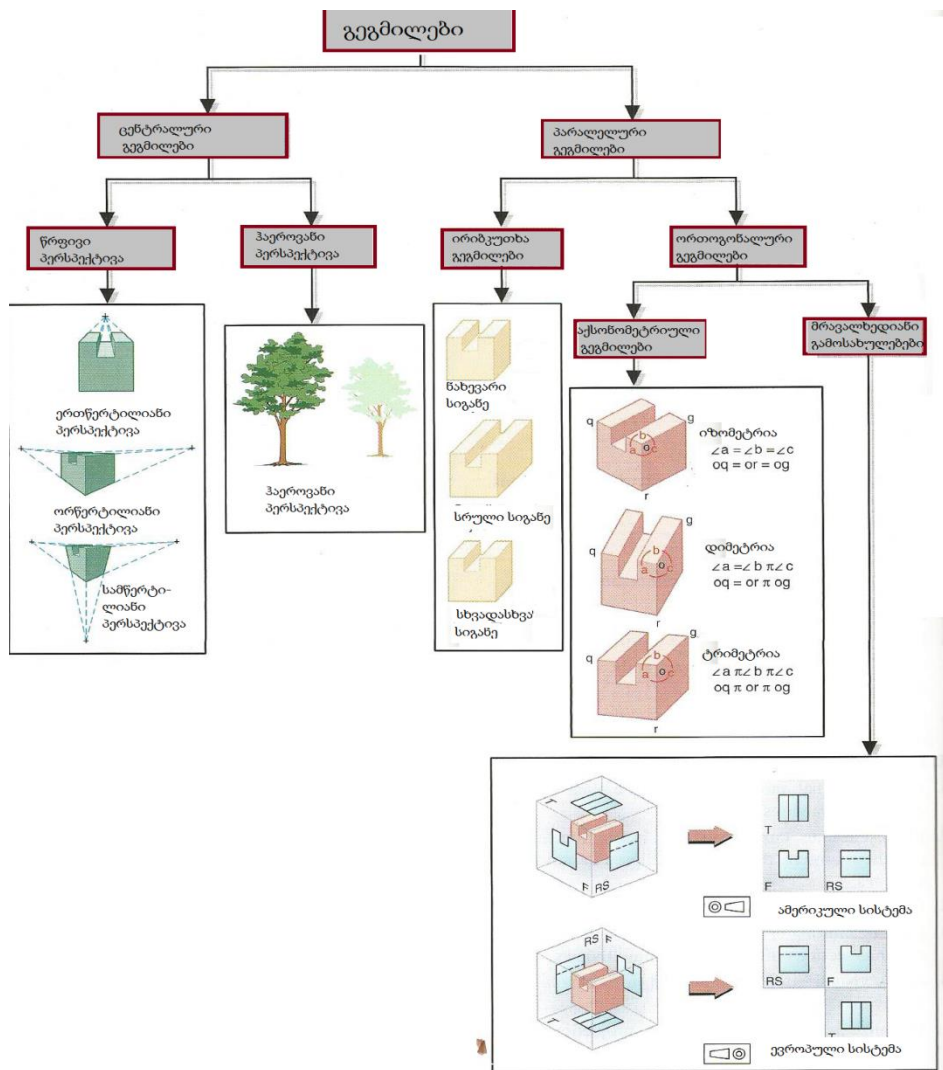


Table of Constraints: Part - STAMPING X2_5		
Type of Entity	Constraint Type	
	Geometric	Dimensional
Point 1	Fix/Ground	
Line A	Horizontal	Length = .5
Arc B	Tangent to Line C	Radius = .5
Line C	Parallel to Line A	
Line D	Perpendicular to Line C	
Line F	Parallel to Line A	2.2 from Line A
Line G	Perpendicular to Line F	.5 from Line K
Arc H	Tangent to Line G Center is Co-Linear with Line K	Center is 1.5 from Line A
Line K	Parallel to Line D	
Angle J		62 Degrees
Point 2 (Variable)		X = 2.0 from Line G or X = 5.0 from Line G and .5 Horizontally away from Line D

თავი 5. მრავალხედიანი გამოსახულებები

5.1 დაგეგმილების თეორია

საინჟინრო გრაფიკაში სამგანზომილებიანი სივრცის სიბრტყეზე წარმოდგენისათვის გამოიყენებენ დაგეგმილების მეთოდს. კერძოდ, ცენტრალურ(პერსპექტიულ) და პარალელურ დაგეგმილებას.(სურ. 5.1) ორივე მეთოდი დაფუძნებულია დაგეგმილების თეორიაზე.



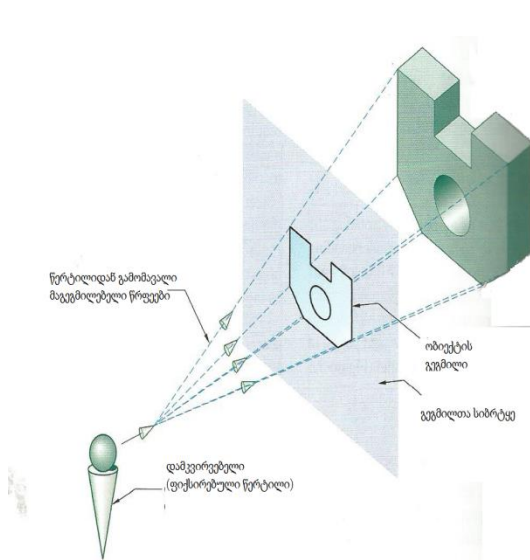
სურ 5 1

დაგეგმილების თეორია მოიცავს პრინციპებს, რომლის გამოყენებით ხდება

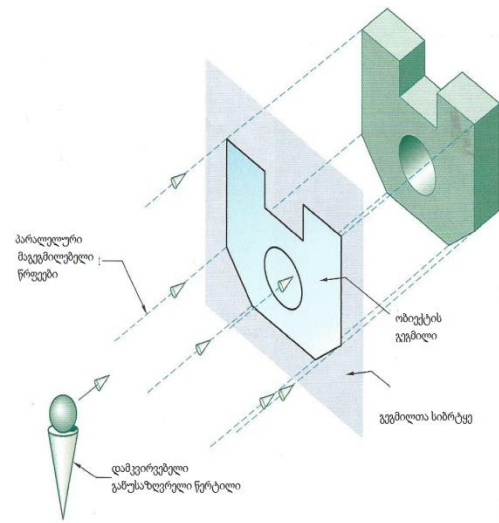
სამგანზომილებიანი ობიექტების და სტრუქტურების გრაფიკული ასახვა ორგანზომილებიან სიბრტყეზე. ერთ-ერთი მეთოდის მაგალითი მოცემულია სურ.--ზე, რომელიც წარმოადგენს ობიექტის თვალსაჩინო გამოსახულებას . გამოსახულების მიხედვით შეგვიძლია წარმოდგენა ვიქონიოთ თავად ობიექტზე. ყველა ტიპის დაგეგმილების პროცესში მონაწილეობს ორი უძნებელია დაგეგმილების თეორიაზე.ძირითადი კომპონენტი.მაგეგმილებელი წრფე (მზერის მიმართულება) და გეგმილთა სიბრტყე .

5.1.1 მაგეგმილებელი წრფე

მაგეგმილებელი წრფე არის წარმოსახვითი სხივი დამკვირვებლის თვალსა და ობიექტს შორის. ცენტრალური დაგეგმილების დროს მაგეგმილებელი წრფეები ერთ წერტილში



სურ. 5. 2



სურ 5. 3

იკვეთე
ბა(სურ.
5.2)
პარალე
ლური
დაგეგმ
ილების
დროს
კი
მაგეგმი
ლებელ

ი წრფეები პარალელურია(სურ.5.3)

. 5.1.2. გეგმილთა სიბრტყე

გეგმილთა სიბრტყე არის წარმოსახვითი სიბრტყე, რომელზეც დაგეგმილების შედეგად ობიექტის გამოსახულება (გეგმილი) მიიღება.ეს გამოსახულება წარმოიქმნება იმ წერტილების შეერთებით, სადაც ობიექტის წერტილებზე გამავალი მაგეგმილებელი წრფეები კვეთენ გეგმილთა სიბრტყეს., ამგვარად, სამგანზომილებიანი ობიექტი

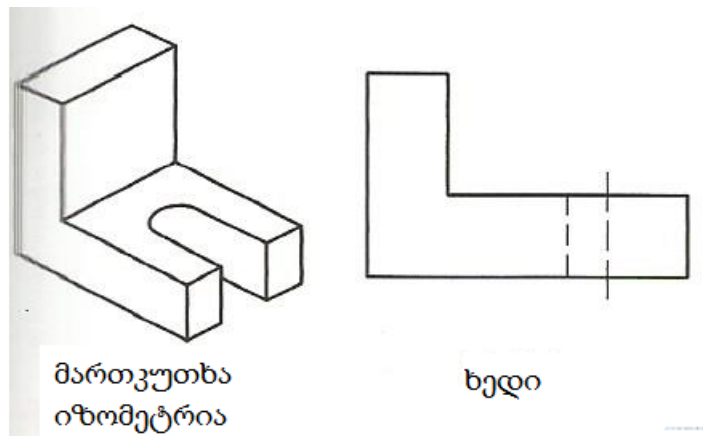
ტრანსფორმირდება ორგანოზომილებიან გამოსახულებაში. სახაზავი ფურცელი ან კომპიუტერის ეკრანი, სადაც მიიღება ნახაზი, შეიძლება ჩაითვალოს გეგმილთა სიბრტყედ.

5.1.3 ცენტრალური და პარალელური დაგეგმილების შედარება

თუ მანძილი დამკვირვებელსა და ობიექტს შორის განუსაზღვრელია, მაშინ მაგეგმილებელი წრფეები პარალელურია და მიღებულ გამოსახულებას *პარალელური გეგმილი* ეწოდება. თუ მანძილი დამკვირვებელსა და ობიექტს შორის სასრულია, მაშინ საქმე გვაქვს *ცენტრალურ, ანუ პერსპექტიულ დაგეგმილებასთან*. პერსპექტიული (ცენტრალური გეგმილი) მსგავსია ადამიანის თვალის მიერ აღქმული გამოსახულებისა, მაგრამ ცენტრალურ გეგმილების გამოყენებით ნახაზის აგება საკმაოდ რთულია. პარალელური გეგმილები ნაკლებად რეალისტურია, თუმცა მათი აგება გაცილებით მარტივია, ამ თავში ძირითადად შევეხებით პარალელურ გეგმილებს.

ორთოგონალური დაგეგმილება არის პარალელური დაგეგმილების სახე, როცა დაგეგმილების მიმართულება

გეგმილთა სიბრტყის მართობულია. ორთოგონალური დაგეგმილების შედეგად ვღებულობთ ან თვალსაჩინო გამოსახულებას, სადაც სამივე განზომილება ერთ გეგმილზე ჩანს, ან ბრტყელ ხედს, რომელიც მხოლოდ ორ განზომილებას აჩვენებს.



სურ.5. 4

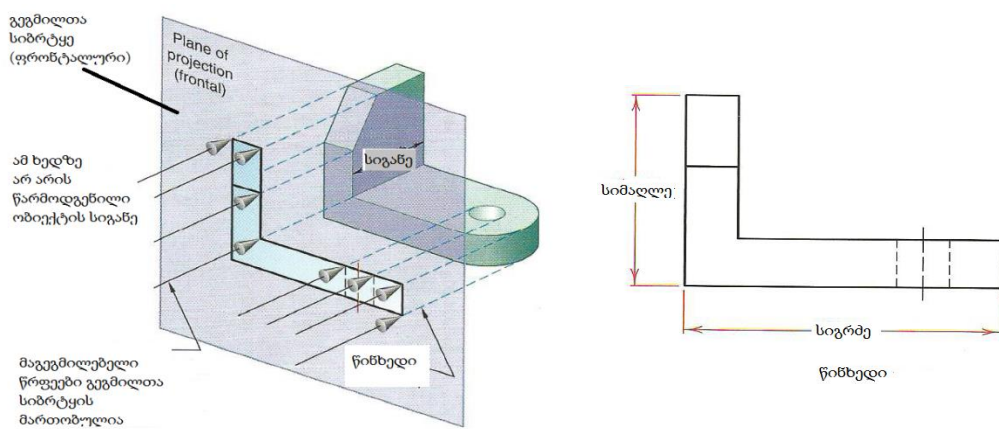
5.2. გეგმილთა სიბრტყეები

კომპლექსურ ნახაზებზე ძირითადად ობიექტის სამი ხედია ნაჩვენები, რომლებიც მითითებულ ზომებთან ერთად ზუსტად განსაზღვრავს ობიექტს. თითოეული ხედი

ორგანზომილებიან (ბრტყელ)გამოსახულებას წარმოადგენს. ხედები განისაზღვრება გეგმილთა სიბრტყის მდებარეობით ობიექტის მიმართ.

5.2.1 ფრონტალური გეგმილთა სიბრტყე

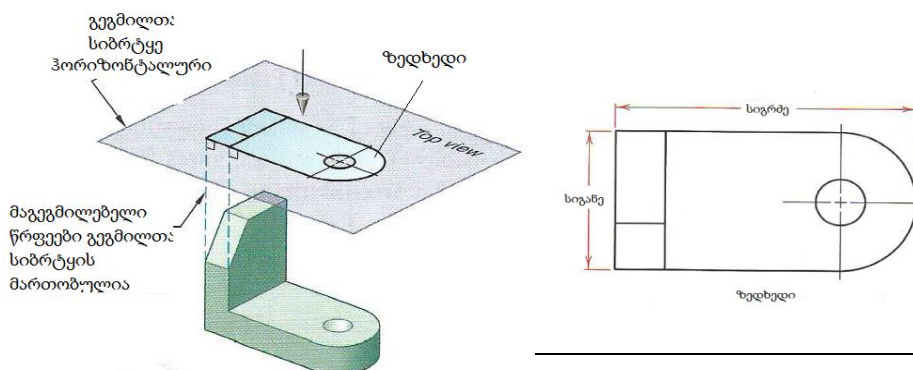
ფრონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მიიღება ობიექტის წინხედის გამოსახულება. იგი გვჩვენებს ობიექტის სიგრძეს და სიმაღლეს.(სურ,5.5)



სურ.5. 5

5.2.2 ჰორიზონტალური გეგმილთა სიბრტყე

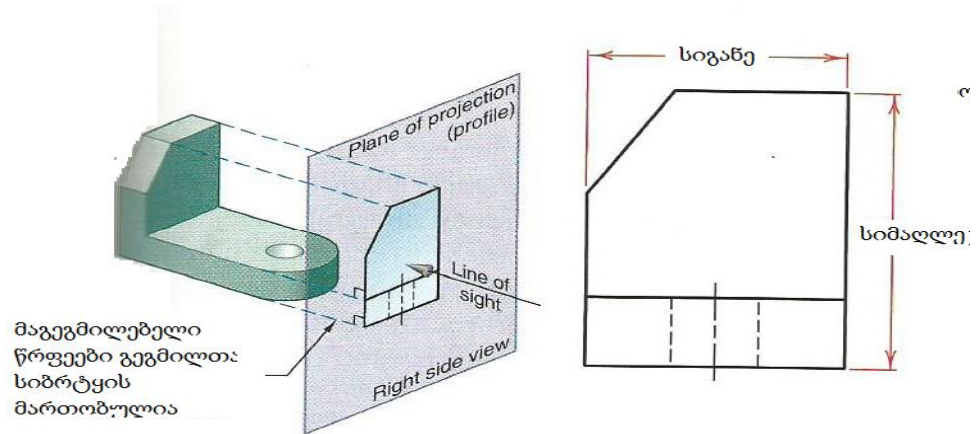
ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მიიღება ობიექტის ზედახედი. ჰორიზონტალური სიბრტყე მდებარეობს ობიექტის ზემოთ(ANSI სისტემაში) (ISO სისტემაში ობიექტის ქვემოთ) იგი გვიჩვენებს ობიექტის სიგრძეს და სიგანეს.(სურ.5.6)



სურ.5. 6

5.2.3 პროფილური გეგმილთა სიბრტყე

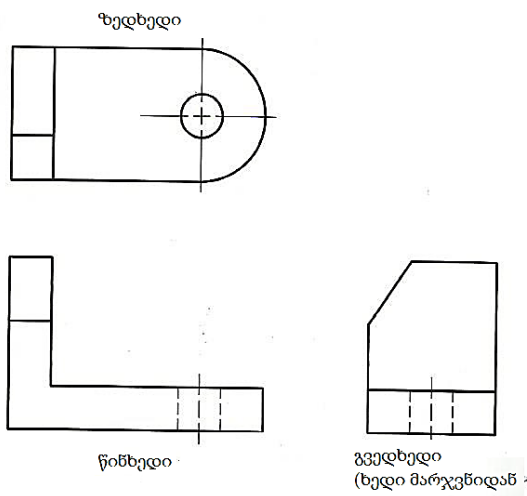
პროფილურ გეგმილთა სიბრტყეზე მიიღება ობიექტის გვერდხედი, რომელიც წარმოიქმნება



სურ 5 7

მარჯვენა მხარეს მდებარე სიბრტყეზე ობიექტის დაგვეგმილებით.. იგი გვიჩვენებს ობიექტის სიგანეს და სიმაღლეს.(სურ,5.7)

5.2.4 ხედების ორიენტაცია ნახაზზე



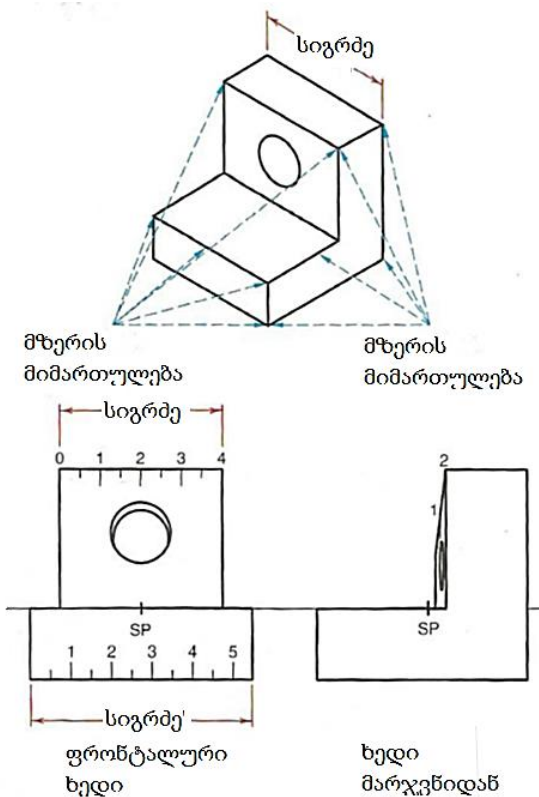
სურ.5. 8

ხედები, რომელიც მიიღება სამ გეგმილთა სიბრტყეზე დაგვეგმილების შედეგად, ერთ ნახაზზე განლაგდებიან შემდეგნაირად: ზედხედი გაუსწორდება წინხედს და იმყოფება მის ზემოთ(ANSI სისტემაში) (ან ზედხედის ქვემოთ ISO სისტემაში). გვერდხედი გაუსწორდება წინხედს და იმყოფება წინხედის მარჯვენა მხარეს.

(სურ. 5.8)

5.3 კომპლექსური ნახაზის უპირატესობა

ახალი პროდუქტის დასამზადებლად აუცილებელია ვიცოდეთ მისი ნამდვილი ზომები, რომლებიც თვალსაჩინო გამოსახულებების უმრავლესობაზე არაშესაბამისად არის წარმოდგენილი. ნახ. 5.9-ზე წარმოდგენილია ცენტრალური დაგეგმილების შედეგად მიღებული გამოსახულება, სადაც, როგორც ხედავთ ზომები დამახინჯებულია. ნახაზიდან

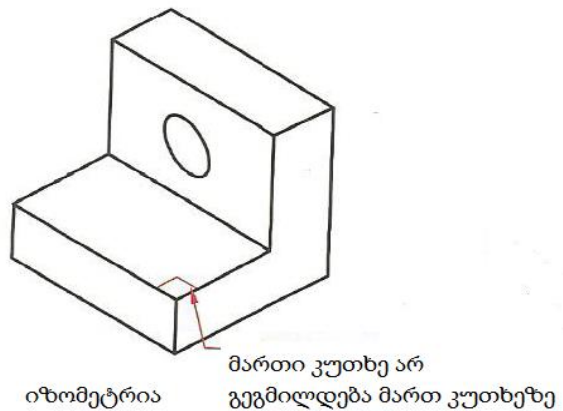


სურ.5. 9

იმის გამო, რომ ინჟინრებსა და ტექნოლოგებს ესაჭიროებათ ობიექტის ზუსტი ზომები და მოხაზულობა, საუკეთესო გზა არის ორთოგონალური დაგეგმილების გამოყენება ხედების (ორგანოზომილებიანი გამოსახულების) მისაღებად. თუ ობიექტის მდებარეობა სწორადაა შერჩეული გეგმილთა

ჩანს, რომ ფრონტალურ ხედზე ტოლი სიგრძის მონაკვეთები განსხვავებული სიგრძის მონაკვეთებზე დაგეგმილდა.

ნახ.5.10-ზე წარმოდგენილია პარალელური დაგეგმილების შედეგად მიღებული თვალსაჩინო გამოსახულება, სადაც კუთხეებიც დამახინჯებულია. იზომეტრიაში მართი კუთხე არ დაგეგმილდება 90°-იან კუთხეზე, ასევე იზომეტრიაში წრეწირი დაგეგმილდება არა წრეწირზე, არამედ ელიფსზე. ობიექტის მდებარეობის ცვლილება გეგმილთა სიბრტყის მიმართ დამახინჯებას შეამცირებას, მაგრამ არა სრულად.

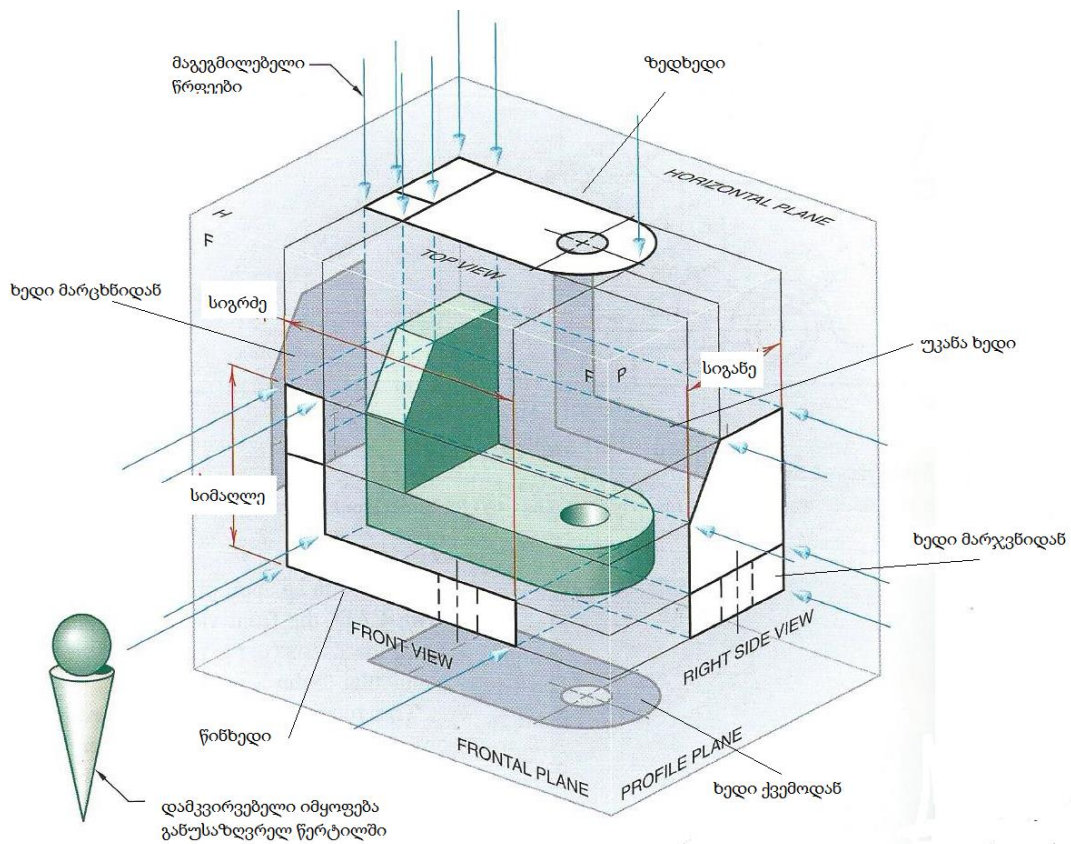


სურ.5. 10

სიბრტყეების მიმართ, მაშინ ობიექტის ძირითადი მახასიათებლები ხედებზე ნამდვილი ზომით დაგეგმილდება. კომპლექსური ნახაზი საუკეთესო მეთოდია სამგანზომილებიანი ობიექტის წარმოსადგენად საინჟინრო, კონსტრუქციული და საწარმოო საჭიროებისათვის.

5.4 ექვსი ძირითადი ხედი

გეგმილთა სიბრტყის სხვადასხვა ორიენტაციის მიხედვით ობიექტის მიმართ შეიძლება მივიღოთ ამ ობიექტის განუსაზღვრელი რაოდენობის ხედები. თუმცა არსებობს რამდენიმე ხედი, რომლებიც სხვებზე უფრო მნიშვნელოვანია. ეს ხედები წარმოადგენს გეგმილებს ექვს ურთიერთმართობულ გეგმილთა სიბრტყეზე. წარმოიდგინეთ შუშის კუბი, (სურ.5.11)



სურ.5. 11

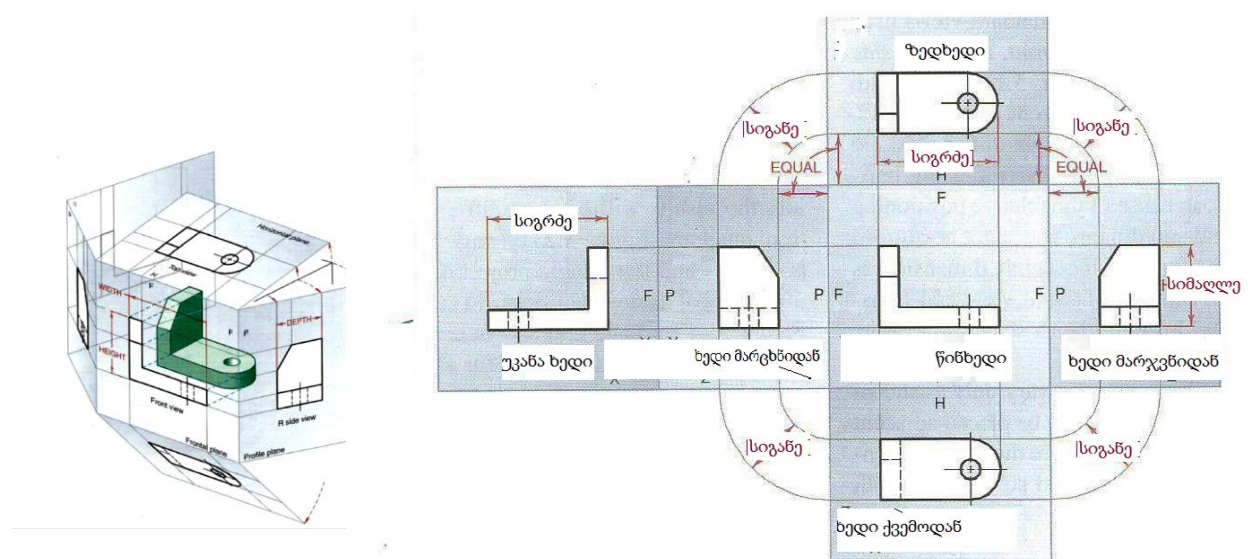
რომლის შიგნით მოთავსებულია დეტალი. კუბის წახნაგები გეგმილთა სიბრტყეებს წარმოადგენენ, რომლებზეც მიიღება ბრტყელი გამოსახულებები-ხედები. ეს არის ექვსი ძირითადი ხედი-წინხედი, ზედხედი, უკანა ხედი, ხედი მარცხნიდან, ხედი მარჯვნიდან,

ხედი ქვემოდან, წარმოიდგინეთ, რომ კუბი გავჭერთ წიბოებზე და გავშალეთ. კუბის მაგივრად მივიღებთ ექვსხედიან ნახაზს, ისე როგორც ნაჩვენებია სურ5.12ზე. **წინხედი** არის გამოსახულება, სადაც ყველაზე უკეთ ჩანს ობიექტის ძირითადი მახასიათებლები. ყველა სხვა ხედი დამოკიდებულია წინხედის მდებარეობის შერჩევაზე.

ზედხედი გვიჩვენებს ობიექტის გამოსახულებას ზემოდან, მას შემდეგ რაც დადგინდება წინხედის მდებარეობა.

ხედი მარჯვნიდან- გვიჩვენებს ობიექტის მარჯვენა გვერდის გამოსახულებას წინხედის მდებარეობის დადგენის შემდეგ.

ხედი მარცხნიდან- გვიჩვენებს ობიექტის მარცხენა გვერდის გამოსახულებას. ხედი მარცხნიდან წარმოადგენს მარჯვენა ხედის სარკისებურ ანარეკლს, მაგრამ უხილავი ხაზები



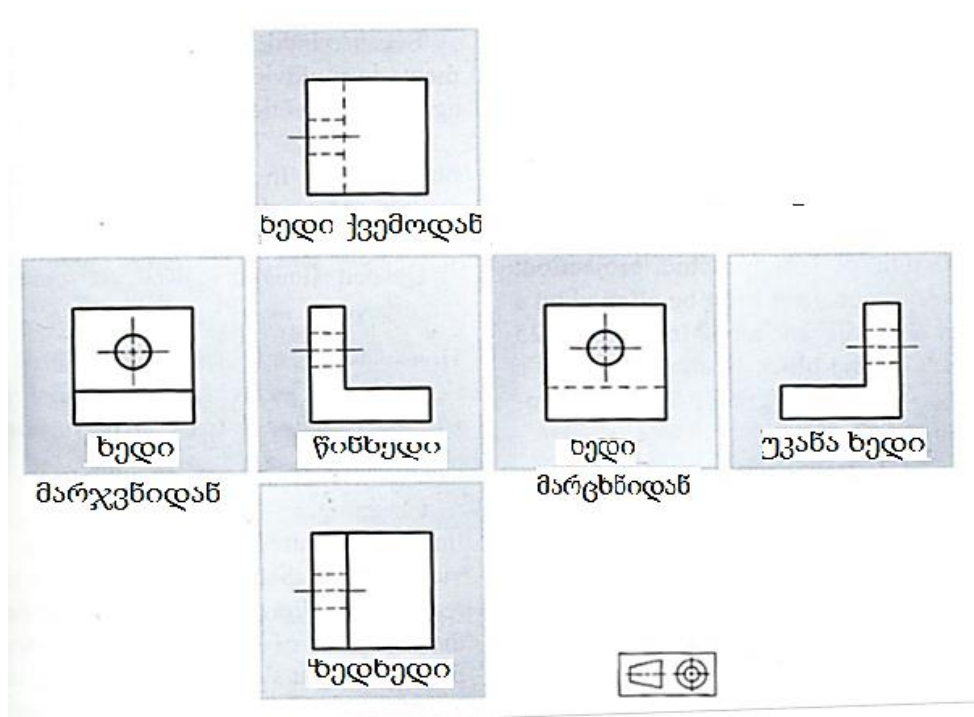
სურ.5. 12

შეიძლება განსხვავებული იყოს.

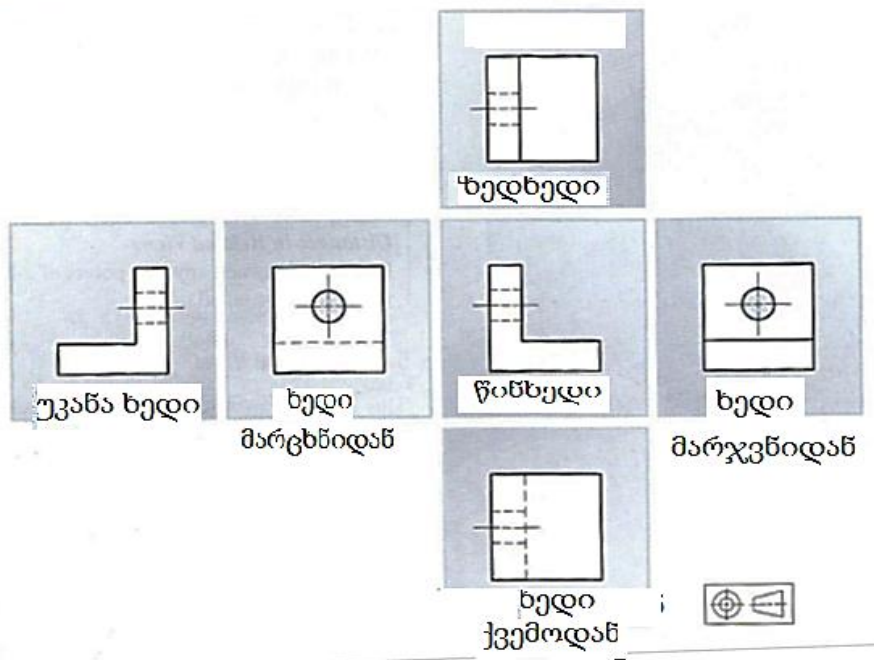
უკანა ხედი- გვიჩვენებს ობიექტის უკანა მხარეს. ეს ხედი წინხედის სარკისებური ანარეკლია, თუმცა აქაც უხილავი ხაზები შეიძლება იყოს განსხვავებული.

ხედი ქვემოდან - გვიჩვენებს როგორია ობიექტის ქვედა მხარე. ეს ხედი ზედხედის სარკისებური ანარეკლია, თუმცა უხილავი ხაზები შეიძლება განსხვავებული იყოს.

5.4.1. ამერიკული და ევროპული სისტემები



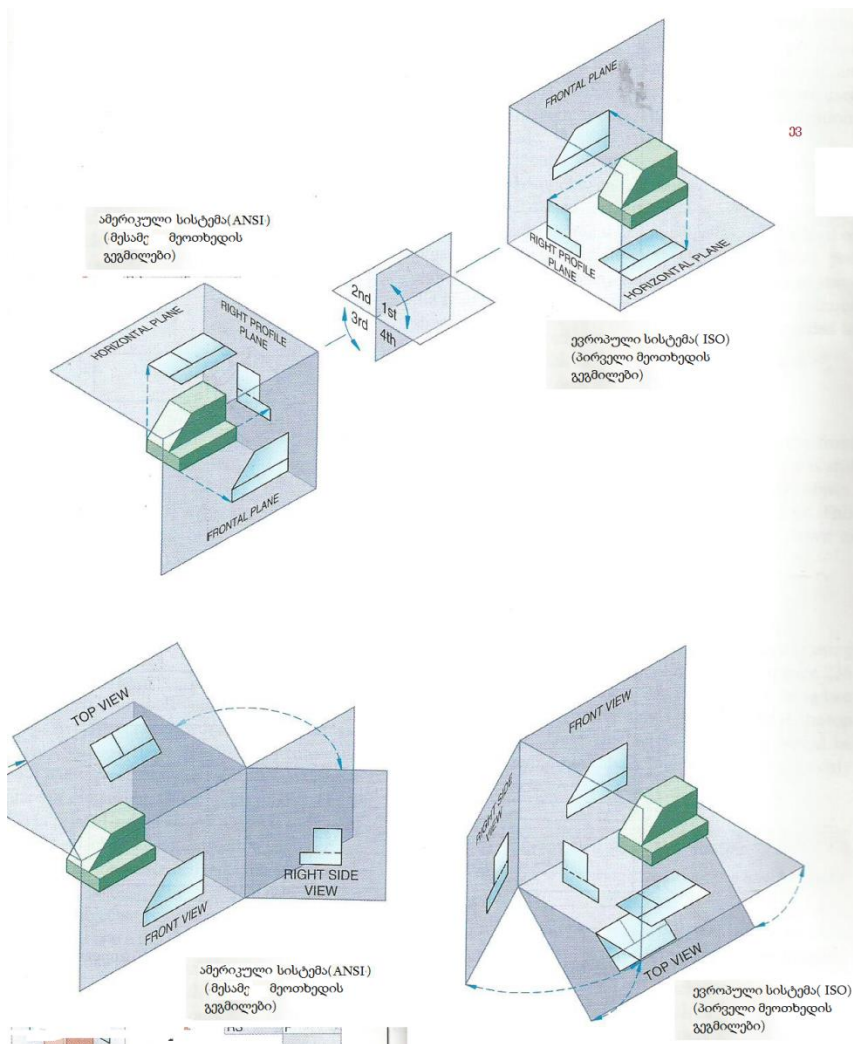
ა)



ბ)

სურ.5. 13

სურ. 5.13-ზე წარმოდგენილია კუბის გაშლის შედეგად მიღებული გამოსახულებები ორი სხვადასხვა სისტემისათვის. სურ.5.13-ა-ზე მოცემულია ექვსი გვერდიანი სიბრტყის განლაგება ANSI (American National Standards Institute) სტანდარტის მიხედვით, რომელიც მოქმედებს ამერიკის შეერთებულ შტატებსა და კანადაში. ამ სტანდარტის სიმბოლოს აღნიშვნა თან ახლავს ტექნიკურ ნახაზებს, რაც მიგვითითებს, რომ ნახაზი შეიქმნა ამერიკული სისტემის (Third angle projection) პირობითობებით, ევროპაში და სხვა ქვეყნებში მოქმედებს ISO(International Organization for Standardization) სტანდარტები. სურ.5.13-ბ-ზე წარმოდგელი სიმბოლო გვიჩვენებს, რომ ნახაზზე გამოყენებულია ევროპული(first angle



სურ.5. 14

projection)პირობითობები,

ამ ორ სისტემას შორის განსხვავების უკეთ წარმოსადგენად განვიხილოთ სურ5.14-ზე წარმოდგენილი ნახაზი, ნახაზზე ნაჩვენებია გეგმილთა სიბრტყეები, სადაც მიიღება ორთოგონალური გეგმილები. ცხადია, რომ პირველ მეოთხედში არსებული ობიექტის გეგმილების განლაგება განსხვავებული იქნება მესამე მეოთხედში არსებული ობიექტის გეგმილების განლაგებასთან შედარებით, თუმცა, ჩვენს ეპოქაში ბიზნესის გლობალური ნატურის გამო ორივე სისტემის ცოდნა გამოსადეგია .

5.4.2 მოსაზღვრე ხედები

მოსაზღვრე ხედებს უწოდებენ ორ ორთოგონალურ ხედს, რომლებიც ერთმანეთის გვერდით მდებარეობს და საერთო ზომები პარალელური კავშირის ხაზებით უსწორდება ერთმანეთს. ზედხედის და წინხედის საერთო ზომაა სიგრძე. ამიტომ ზედხედი მდებარეობს ზუსტად წინხედის ზემოთ და საერთო ზომების სისწორის უზრუნველყოფისათვის გამოიყენება ვერტიკალური კავშირის ხაზები. გვერდხედის და წინხედის საერთო ზომაა სიმაღლე, ამიტომ ეს ორი ხედი ერთმანეთს გვერდით მდებარეობს, და საერთო ზომებისათვის(სიმაღლე) გამოიყენება ჰორიზონტალური კავშირის ხაზები.

აქედან გამომდინარე, ორთოგონალური გეგმილების პირველი თვისება ასე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ: *ნებისმიერი წერტილის გეგმილები მოსაზღვრე ხედებზე საერთო კავშირის ხაზებზე უნდა იყოს განლაგებული.*

ხედებს შორის მანძილი დამოკიდებულია ხედების რაოდენობაზე და ფურცელზე თავისუფლი სივრცის სიდიდეზე.

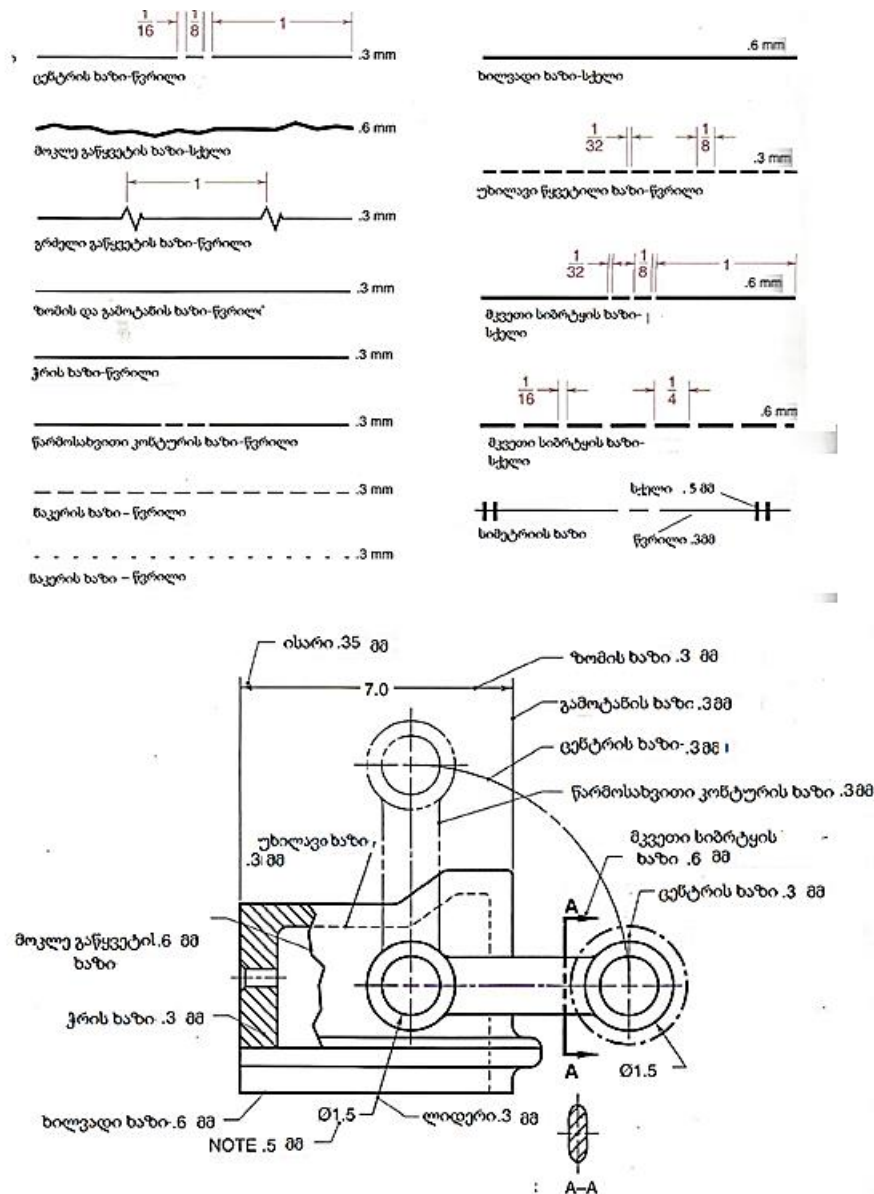
5.4.3. მონათესავე ხედები

მონათესავე ხედებს უწოდებენ ერთი და იგივე ხედის მოსაზღვრე ხედებს. მაგალითად, ზედხედიც და გვერდხედიც წინხედის მოსაზღვრე ხედებია, ამიტომ ისინი მონათესავე ხედები არიან. მონათესავე ხედებზე მანძილები საერთო ელემენტებს შორის ტოლია. მაგალითად, 1 და 2 ზედაპირებს შორის მანძილები ზედხედზე და წინხედზე თანაბარია,

შეგვიძლია ჩამოვყალიბოთ ორთოგონალური გეგმილების მეორე თვისება-*მანძილი* ორ წერტილს შორის მონათესავე ხედებზე ერთმანეთის ტოლია.

5.3.5 ხაზთა ტიპები.

სურ. 5.15-ზე მოცემულია ხაზთა ტიპები და მისი გამოყენების მაგალითები, რომლებიც შეესაბამება ASME-ს დადგენი სტანდარტს სამანქანათმშენებო ნახაზებისათვის.



სურ.5. 15

5.4 ხედების ესკიზები

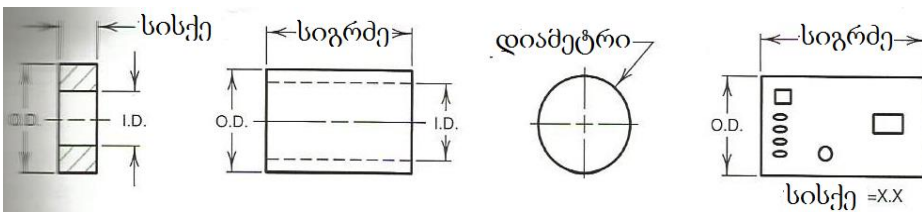
ნახაზზე საჭიროების მიხედვით შეიძლება იყოს ერთი, ორი სამი ან მეტი ხედი,

მრავალხედიანი ესკიზირება ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან იგი გაცილებით მეტი ინფორმაციის მატარებელია, ვიდრე ესკიზი ობიექტის თვალსაჩინო სამგანზომილებიანი გამოსახულებით, ამგვარი ტიპის ესკიზირება გამოიყენება პროექტირების საწყის ეტაპზე, სანამ საბოლოო დაზუსტება დასრულდება.

როგორც ყველა ესკიზის, ასევე მრავალხედიანი ესკიზის შესრულებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სისწრაფეს და მკაფიოობას, კიდევ ერთხელ აღვნიშავთ, რომ ესკიზირების დროს არ უნდა გამოვიყენოთ სახაზავები, რაც მნიშვნელოვნად ანელებს მუშაობის პროცესს.

ესკიზზე ნაჩვენები უნდა იყოს მხოლოდ ხედების აუცილებელი რაოდენობა, რომელთა ერთობლიობა ობიექტის მახასიათებლებს ზუსტად განსაზღვრავს.

მრავალხედიანი ესკიზებიდან უმარტივესი ერთხედიანი ესკიზია. ამ დროს ესკიზზე მხოლოდ ერთი, ძირითადი ხედია გამოსახული, რომელიც საკმარისია ობიექტის



სურ.5. 16

განსაზღვრისათვის.
ერთხედიანი
ესკიზი მე-2 თავში
აღწერილი
ტექნიკით აიგება.

ზოგჯერ ობიექტი სრულად შეიძლება დახასიათებული იყოს მისი ორი ხედის მიხედვით. სურ, 5,17- ზე ნაჩვენებია სიმეტრიული დეტალი, რომლის აღწერისათვის ორი ხედი საკმარისია. ამ შემთხვევაში მოცემულია წინხედი და გვერდხედი, ზედხედი გვერდხედის იდენტურია, ამიტომ მისი გამოსახვა აუცილებლობას არ წარმოადგენს.

ნახაზზე ნაჩვენებია ესკიზის აგების თანმიმდევრობა საფეხურების მიხედვით.

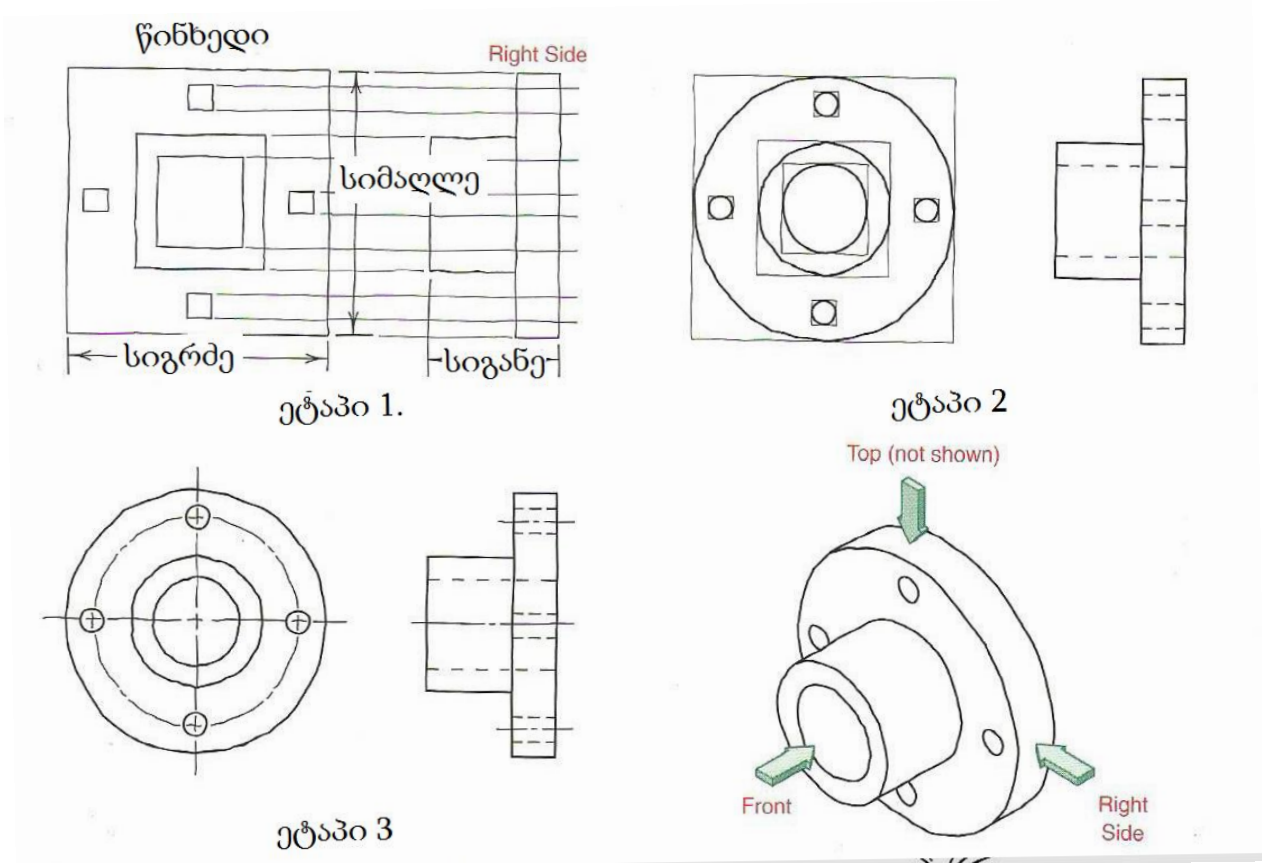
ვარჩევთ ესკიზის სავარაუდო მდებარეობას. ორხედიანი ესკიზი ფურცლის ცენტრში უნდა იყოს გამოხაზული. ისე, რომ ხედებს შორის და მის გარშემო მანძილი თანაბრად იყოს

განაწილებული. ჩვეულებრივ, თუ ესკიზზე ნაჩვენებია წინხედი და გვერდხედი, ფურცლის გრძელი გვერდი ჰორიზონტალურად თავსდება. თუ ესკიზზე ნაჩვენებია წინხედი და ზედახედი, მაშინ ფურცლის გრძელი გვერდი ვერტიკალურ მდგომარეობაში უნდა მოვაბრუნოთ.

პირველ ეტაპზე მთავარი ხედის ადგილას წვრილი ხაზებით ვაგებთ კვადრატებს, რომლის გვერდი დეტალზე არსებული ცილინდრების და ცილინდრული ხვრელები დიამეტრებს შეესაბამება, კავშირის ხაზების გამოყენებით გვერდხედზე მოვნიშნავთ ხედის შესაბამის ფიგურებს-მართკუთხედებს და ხვრელების მდებარეობებს,

მეორე საფეხურზე ვაგებთ საჭირო ღერძის ხაზებს, წინხედზე შემოვხაზავთ წრეწირებს (იხ, თავი 2) და კავშირის ხაზების დახმარებით გვერდხედზე ავაგებთ ცილინდრული ხვრელების შესაბამის უხილავ ხაზებს.

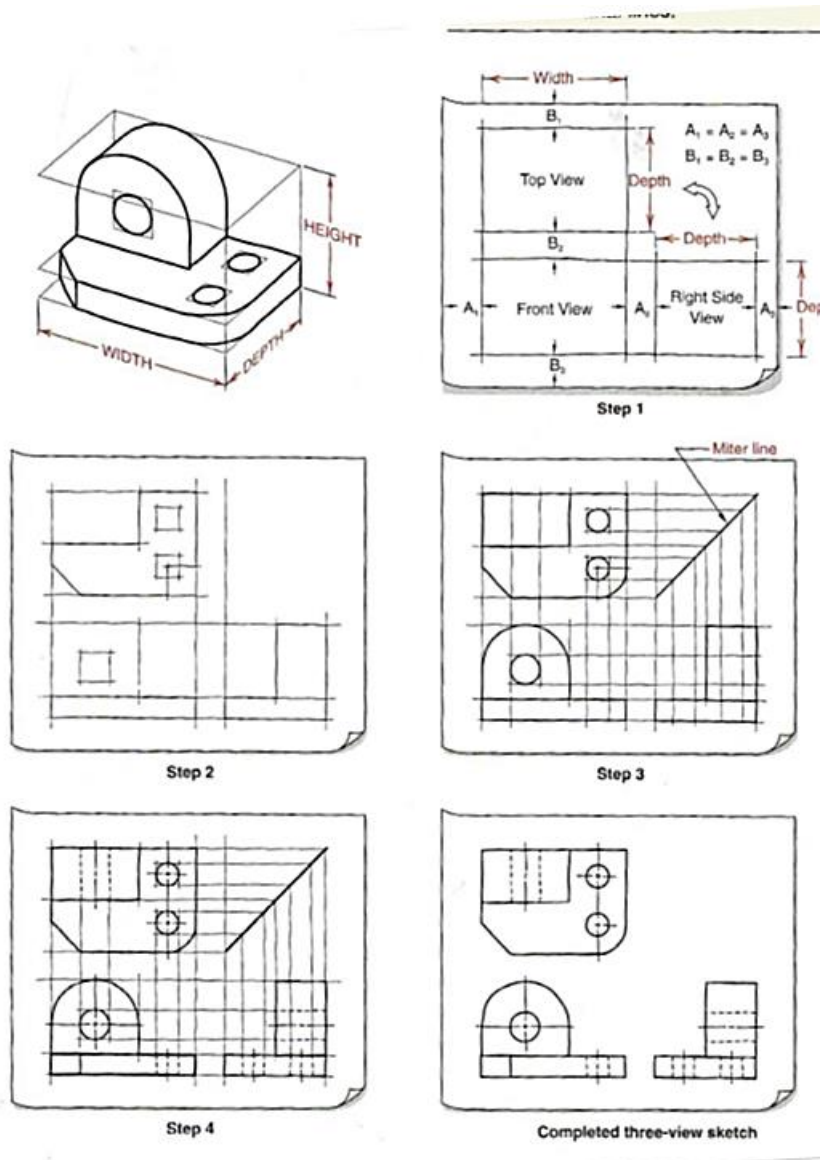
მესამე საფეხურზე ხდება ნახაზის შემოვლება. მთლიანი სქელი ხაზით ვატარებთ დეტალის ხილვად ნაწილებს. ესკიზი დებულობს დასრულებულ სახეს.



სურ.5. 17

როცა საქმე გვაქვს უფრო რთულ დეტალებთან, მათი აღწერისათვის საჭიროა სამხედრიანი ესკიზებს აგება. სურ.5.18-ზე მოცემულია ამგვარი ესკიზის აგების ეტაპები.

პირველ რიგში მოვნიშნავთ ადგილებს ობიექტის სამი ხედისათვის მისი სამი განზომილების შესაბამისად. ფურცლის სივრცეს დავყოფთ სურ. 5,18-ა-ზე მოცემული პროპორციების მიხედვით.



სურ.5. 18

მეორე ეტაპზე წვრილი ხაზებით მთავარ ხედზე ვაგებთ ობიექტის ხილვად კონტურს და კავშირის ხაზების დახმარებით ზედხედისა და გვერდხედის გარე კონტურებს. ხედებს შორის საკმარისი ადგილი უნდა დავტოვოთ, რომ შემდეგში შესაძლებელი იყოს ამ ადგილებზე ზომებისა და სხვადასხვა შენიშვნების დატანა.

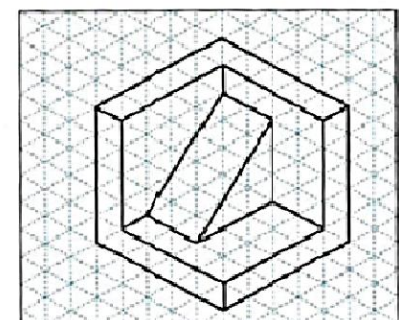
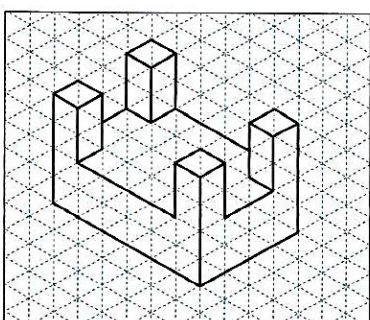
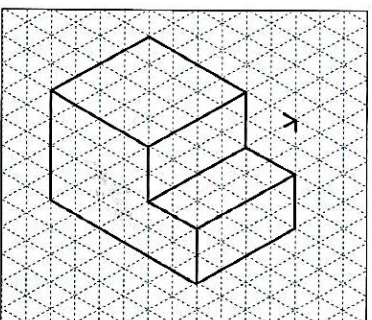
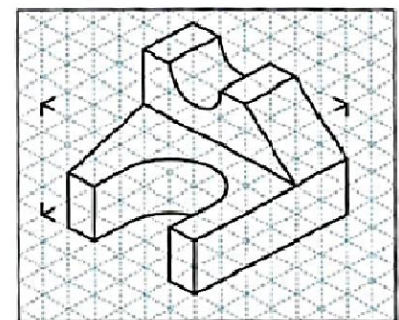
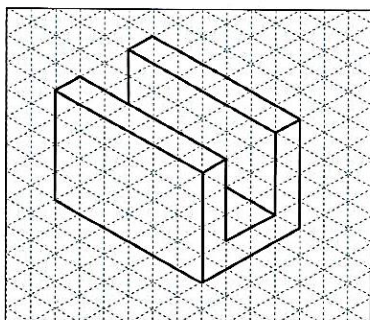
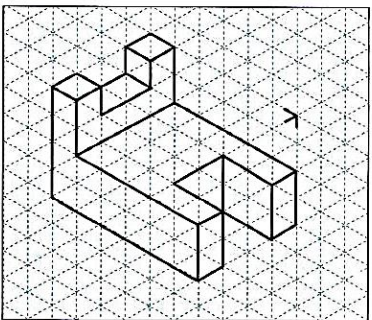
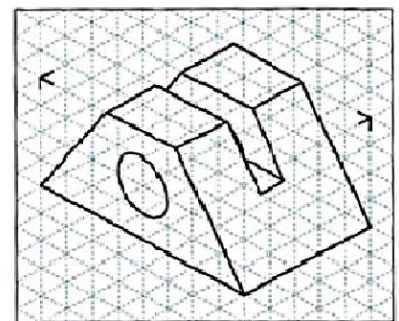
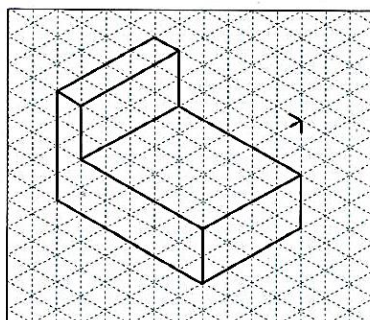
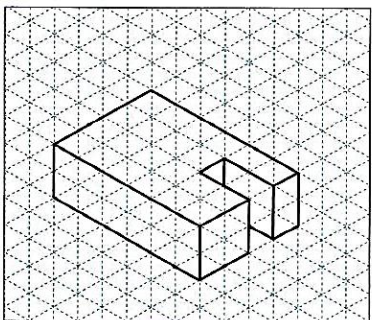
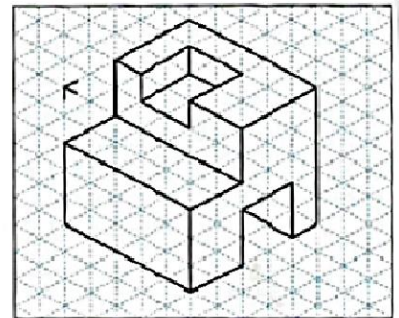
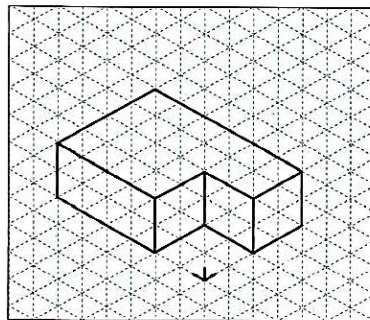
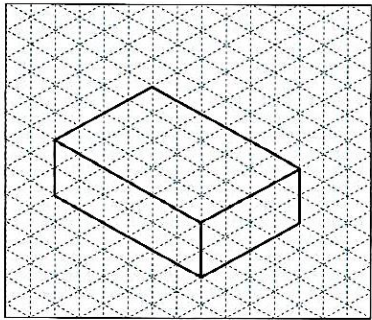
მესამე ეტაპზე ავაგებთ ფიგურაზე არსებულ წარმონაქმნებს, მაგალითად ზედხედზე შემოვხაზავთ ცილინდრული ხვრელების შესაბამის წრეწირებს და ვერტიკალური კავშირის ხაზების საშუალებით მოვნიშნავთ მათ

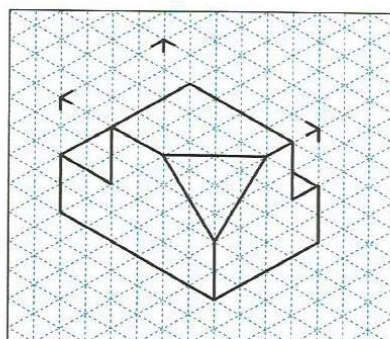
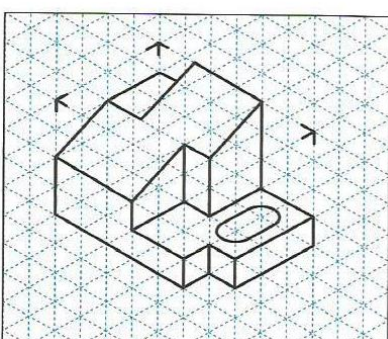
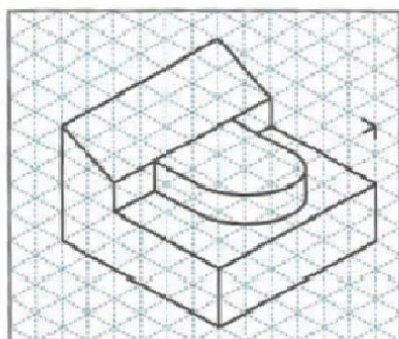
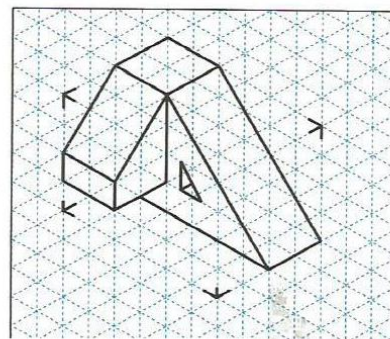
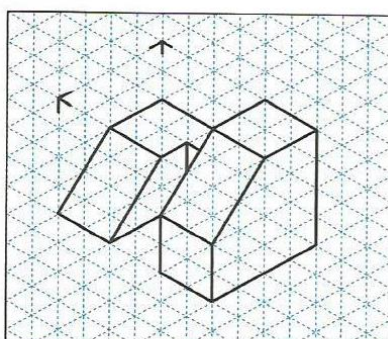
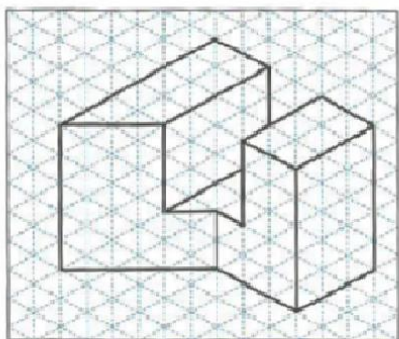
მდებარეობას წინხედზე. ამ წარმონაქმნების გვერდხედზე ასაგებად ვატარებთ 45°-იან ხაზს

ნახაზზე მითითებულ ადგილას და ნახაზზე ნაჩვენები ტექნიკით გვერდხედზე ვაგებთ შესაბამის ცილინდრული ხვრელების შესაბამის ხაზებს. ანალოგიურად, წინხედზე ვაგებთ ცილინდრისა და ცილინდრული ხვრელების შესაბამის წრეწირებს და ზემოთ აღწერილი მეთოდით ვაგებთ მათ შესაბამის ხაზებს დანარჩენ ხედებზე.

მეოთხე ეტაპზე ხდება ესკიზის დეტალური დამუშავება ღერძის და წყვეტილი უხილავი ხაზების გამოყენებით. სულ ბოლოს ხდება დამხმარე ხაზების მოცილება და ესკიზის ხილვადი ნაწილის შემოვლება სქელი მთლიანი ხაზით. ესკიზი დებულობს დასრულებულ სახეს. თანამედროვე CAD სისტემები, მაგალითად AutoCAD იძლევა საშუალებას, რომსამგანზომილებიანი მოდელიდან მივიღოთ დეტალის ხედები.

სავარჯიშო. ააგეთ თვალსაჩინო გამოსახულების მიხედვით ფიგურების ხედების ესკიზები.

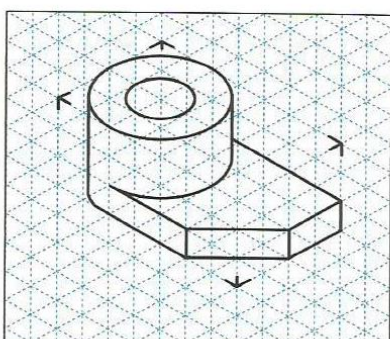
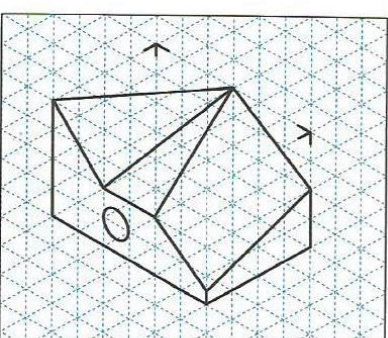
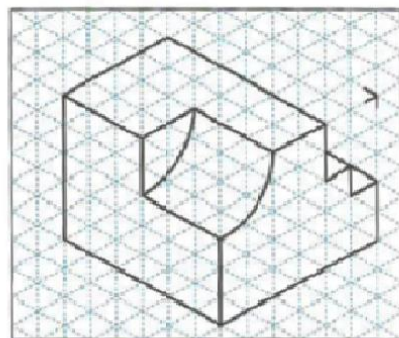




(63)

(65)

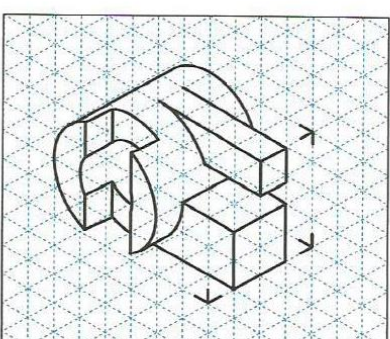
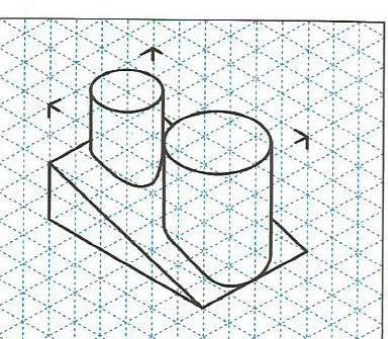
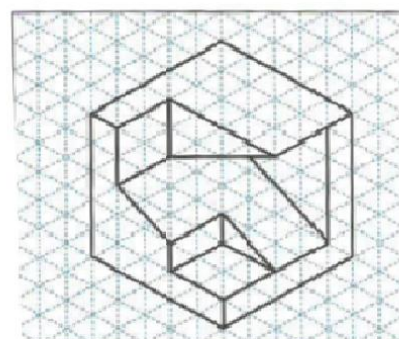
(66)



(62)

(68)

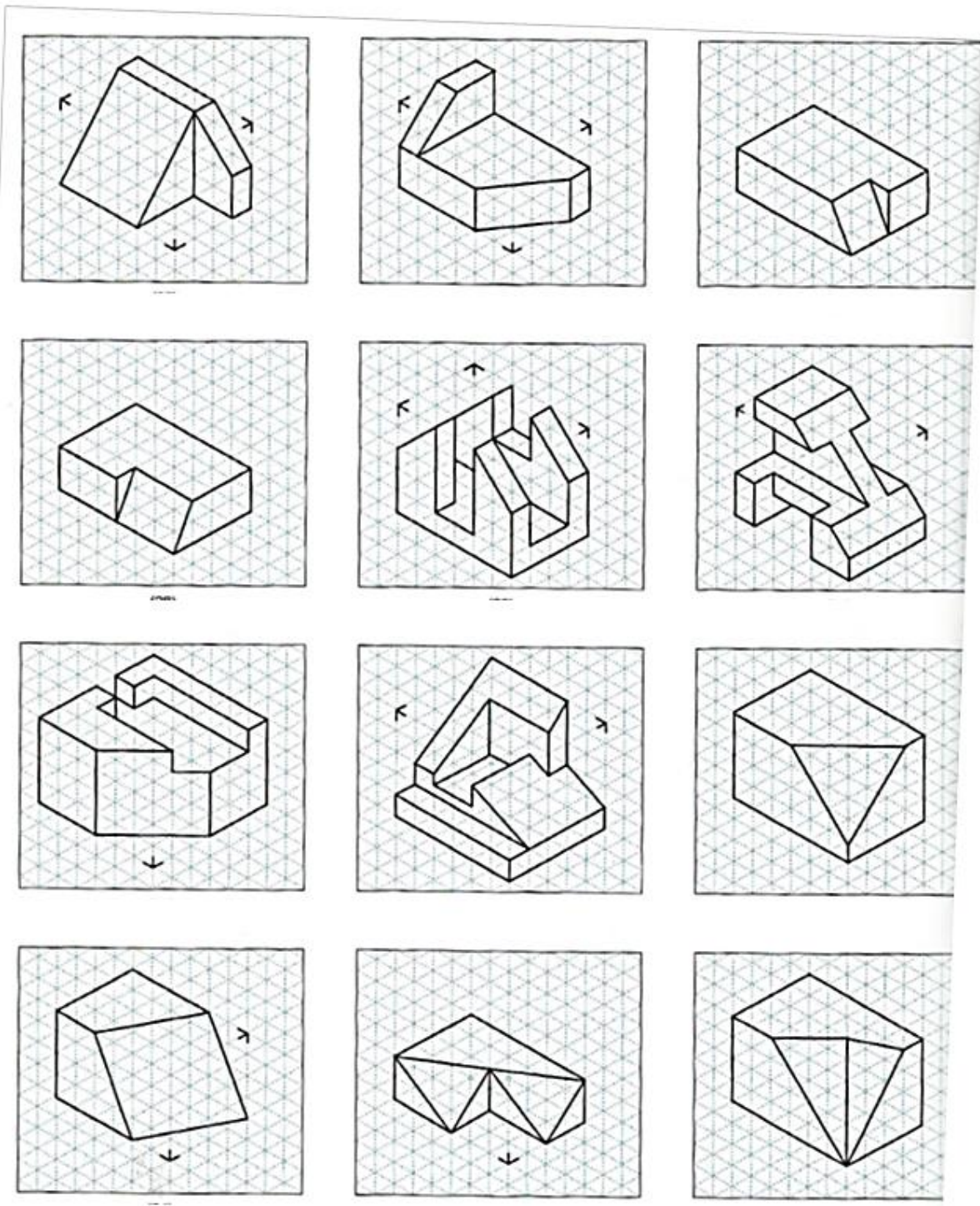
(69)

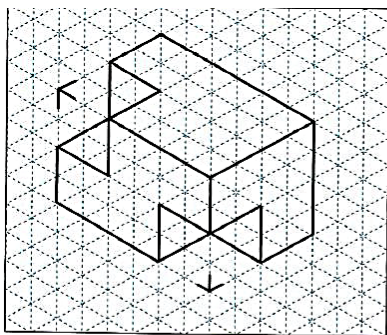


(95)

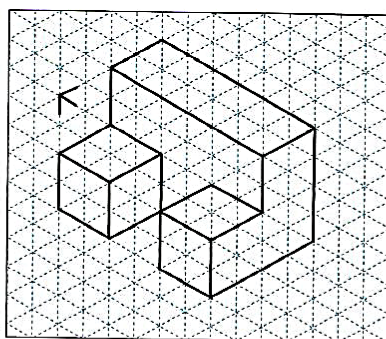
(71)

(72)

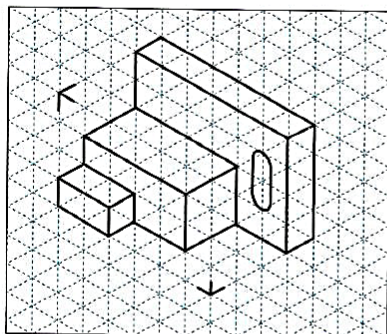
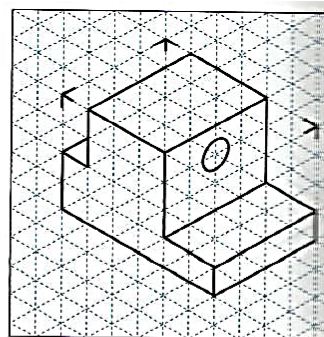




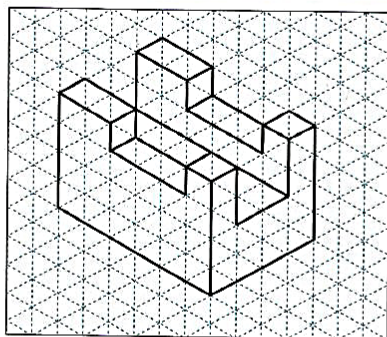
140



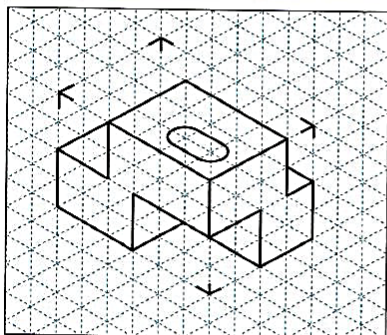
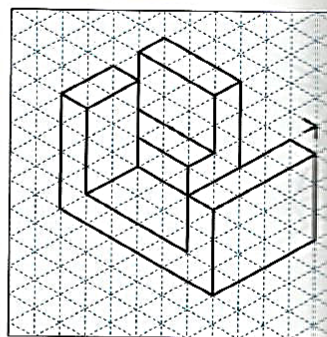
141



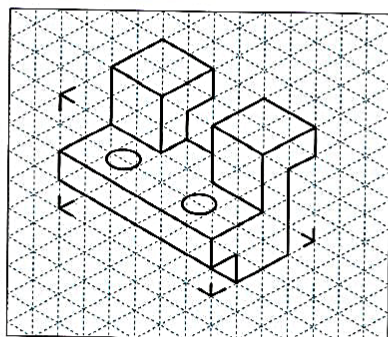
142



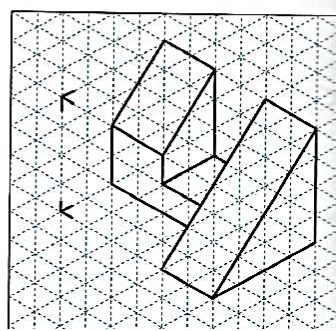
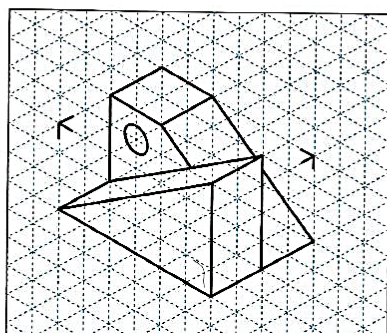
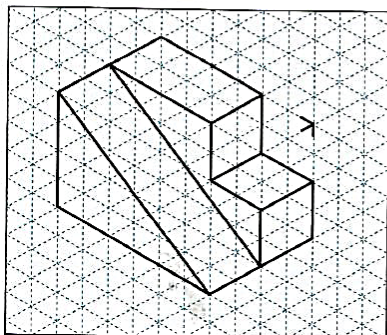
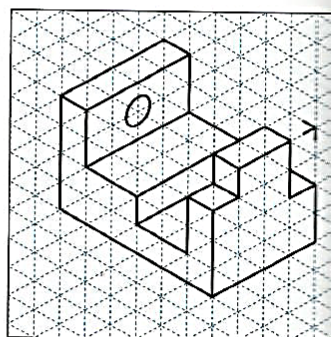
143



144



145

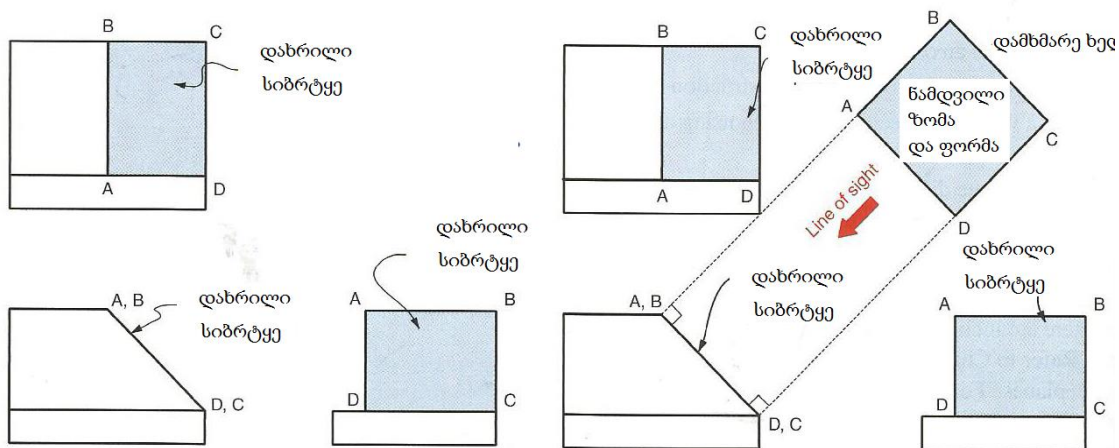


თავი 6. დამხმარე ხედები

არსებობს შემთხვევები, როცა ექვსი ძირითადი ხედიდან არცერთი არ ასახავს ობიექტს სრულად. ეს ძირითადად ხდება იმ შემთხვევებში, როცა ობიექტი შეიცავს დახრილ სიბრტყეებს და მასზე ასახულ ელემენტებს. ამ შემთხვევაში საჭირო ხდება დამატებითი დამხმარე გეგმილთა სიბრტყის შემოტანა დამხმარე ხედის მისაღებად. ამ თავში განხილული იქნება დამხმარე ხედის მიღების მეთოდები და მათი გამოყენების ასპექტები სხვადასხვა სივრცითი ამოცანების გადასაწყვეტად.

6.1 დამხმარე ხედის მიღების თეორია

დამხმარე ხედი არის ორთოგონალური გეგმილი, რომელიც მიიღება ნებისმიერ სიბრტყეზე, გარდა ექვსი ძირითადი სიბრტყისა. სურ.6.1-ზე გამოსახულია ობიექტის სამი ძირითადი ხედი. როგორც ვხედავთ, ABCD წახნაგი მართობულია ფრონტალური გეგმილთა სიბრტყისა

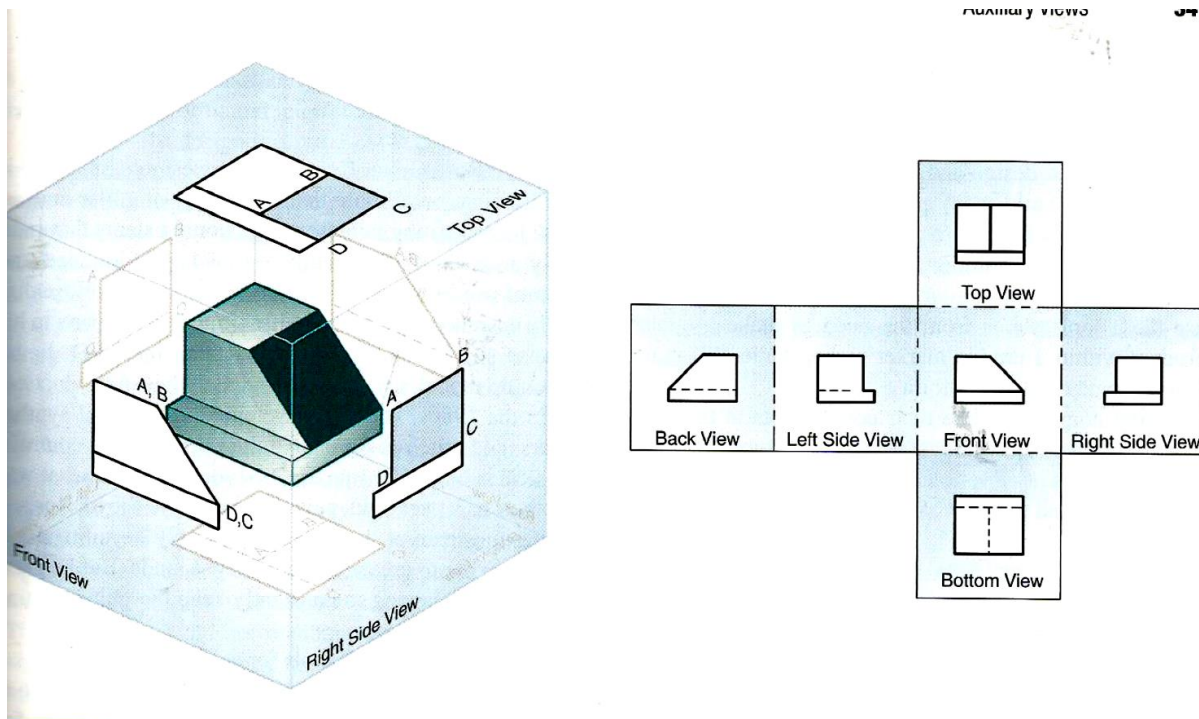


სურ.6. 1

და დახრილია დანარჩენი სიბრტყეების მიმართ, ამიტომ ის ნამდვილი ზომით არცერთ ხედზე არ გამოჩნდება. დამხმარე ხედზე ABCD წახნაგის ნამდვილი ზომა მიიღება მაშინ, თუ მზერის მიმართულება ამ წახნაგის მართობული იქნება.

6.1.1 გადაკვეცის ხაზის მეთოდი

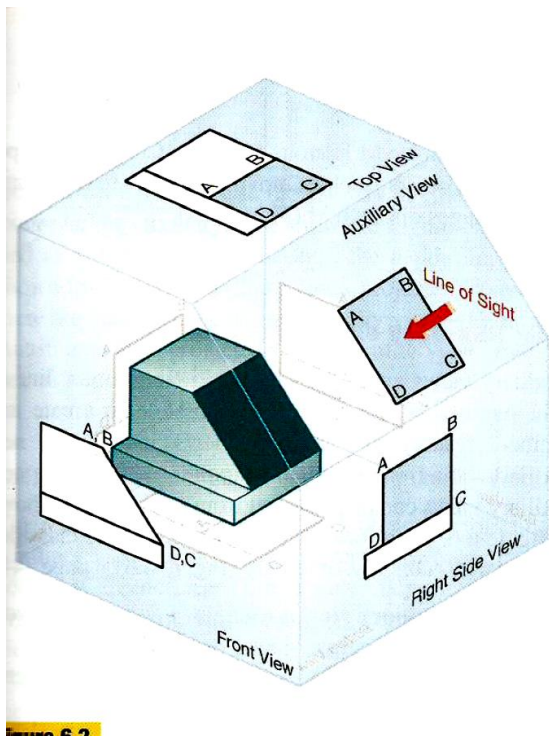
სურ.6.2-ზე ნაჩვენებია შუშის კუბი, რომელზეც ორთოგონალური დაგეგმილების შედეგად მიღებულია ობიექტის ექვსი ძირითადი ხედი. კუბის გაშლის შედეგად ექვსივე გეგმილი ერთ სიბრტყეზე განლაგდება. როგორც ვხედავთ, ABCD ფიგურა არსად არ გეგმილდება თავისი ნამდვილი ზომით და ფორმით.



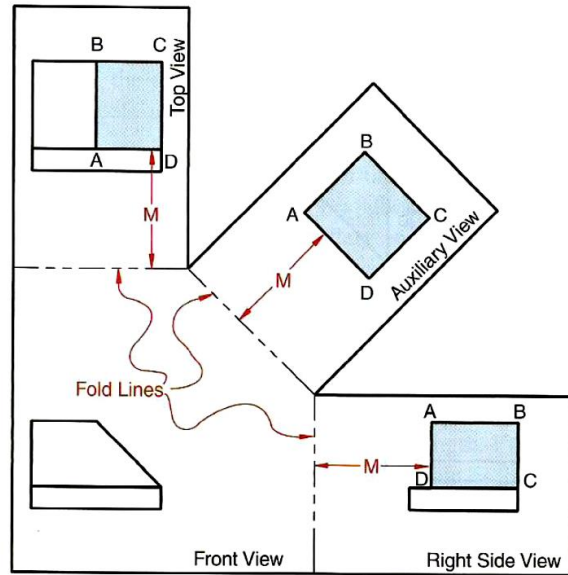
სურ.6. 2

სურ. 6.3-ა-ზე ნაჩვენებია იგივე ობიექტი. ამჯერად იგი მოთავსებულია შუშის ყუთში, რომელსაც აქვს სპეციალური დამხმარე გეგმილთა სიბრტყე დახრილი ABCD სიბრტყის პარალელურად. დამხმარე გეგმილთა სიბრტყეზე ხედის მისაღებად მზერის მიმართულება ამ სიბრტყის მართობული უნდა იყოს. დამხმარე სიბრტყე ფრონტალური გეგმილთა სიბრტყის მართობულია და მასთან გადაკვეთისას მიიღება ხაზი, რომელსაც გადაკვეცის ხაზს უწოდებენ.

სურ.6.3ბ-ზე ნაჩვენებია გაშლილი შუშის ყუთი. როგორც ვხედავთ, ახალ გეგმილთა სიბრტყეზე ABCD ფიგურა ნამდვილი ზომით დაგეგმილდება და გადაკვეცის ხაზიდან M მანძილით იქნება დაცილებული.



ა)



ბ)

სურ.6.3

6.1.2 დამხმარე ხედების კლასიფიკაცია

დამხმარე ხედი იქმნება ობიექტის მიმართ მხერის ახალი მიმართულების შემოტანით. ამიტომ შესაძლებელია თანმიმდევრულად მრავალი ახალი გეგმილთა სიბრტცის შემოტანა, რომლებზეც ახალი ხედები მიიღება. სურ. 6.4-ზე ნაჩვენებია რამდენიმე დამხმარე ხედის აგების პროცესი.

პირველადი დამხმარე ხედი მიიღება ძირითადი გეგმილთა სიბრტყეების მიმართ ახალი დამხმარე სიბრტცის შემოტანის შედეგად.

მეორეული დამხმარე ხედი მიიღება პირველადი დამხმარე ხედიდან .

მესამეული დამხმარე ხედი მიიღება მეორეული დამხმარე ხედიდან.

6.1.3. გადაკეცვის ხაზების აღნიშვნა

გადაკეცვის ხაზის აღნიშვნა დამხმარე ხედზე შეიძლება სხვადასხვა იყოს. სურ. --ზე ნაჩვენები გადაკეცვის ხაზი ფრონტალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეებს შორის აღნიშნულია T-F-ით, სადაც T (top) ნიშნავს ზედახედს, ხოლო F(front)- წინხედს. გადაკეცვის ხაზი, რომელიც არსებობს ზედახედსა და პირველად დამხმარე ხედს შორის აღნიშნულია

T-1-ით, სადაც T ზედხედს აღნიშნავს, ხოლო 1-პირველად დამხმარე ხედს. ზოგჯერ T-ს ნაცვლად იყენებენ H აღნიშვნას, რადგან H ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეს აღნიშნავს და ზედხედი ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მიიღება.

გადაკეცვის ხაზი პირველად და მეორეულ დამხმარე ხედებს შორის აღნიშნულია 1-2-ით, ხოლო მეორეულ და მესამეულ დამხმარე ხედებს შორის 2-3-ით.

6.2 დამხმარე ხედების აგება

6.2.1. დამხმარე ხედის აგება წინხედიდან

(ფრონტალური გეგმილიდან)

სურ. 6.4-ზე ნაჩვენებია დამხმარე ხედის აგება ფრონტალური ხედიდან. ნახაზზე ნაჩვენებ ობიექტზე ABCD წახნაგის ნადვილი ფორმისა და ზომის გამოსავლენად ამ ტიპის დამხმარე გეგმილის აგებაა საჭირო. განვიხილოთ აგების თანმიმდევრობა ეტაპობრივად.

1. მოცემულია ობიექტის წინხედი, ზედხედი და გვერდხედი. გავატაროთ წარმოსახვითი ხაზი F-1 დახრილი ABCD წახნაგის პარალელურად წინხედიდან ნებისმიერ ხელსაყრელ მანძილზე.

2. გავატაროთ გადაკეცვის ხაზი F-H წინხედსა და ზედხედს შორის, რომელიც ვერტიკალური კავშირის ხაზის მართობული უნდა იყოს. მანძილი ამ ხაზსა და უკანა წიბოს შორის ზედხედზე აღვნიშნოთ X-ით.

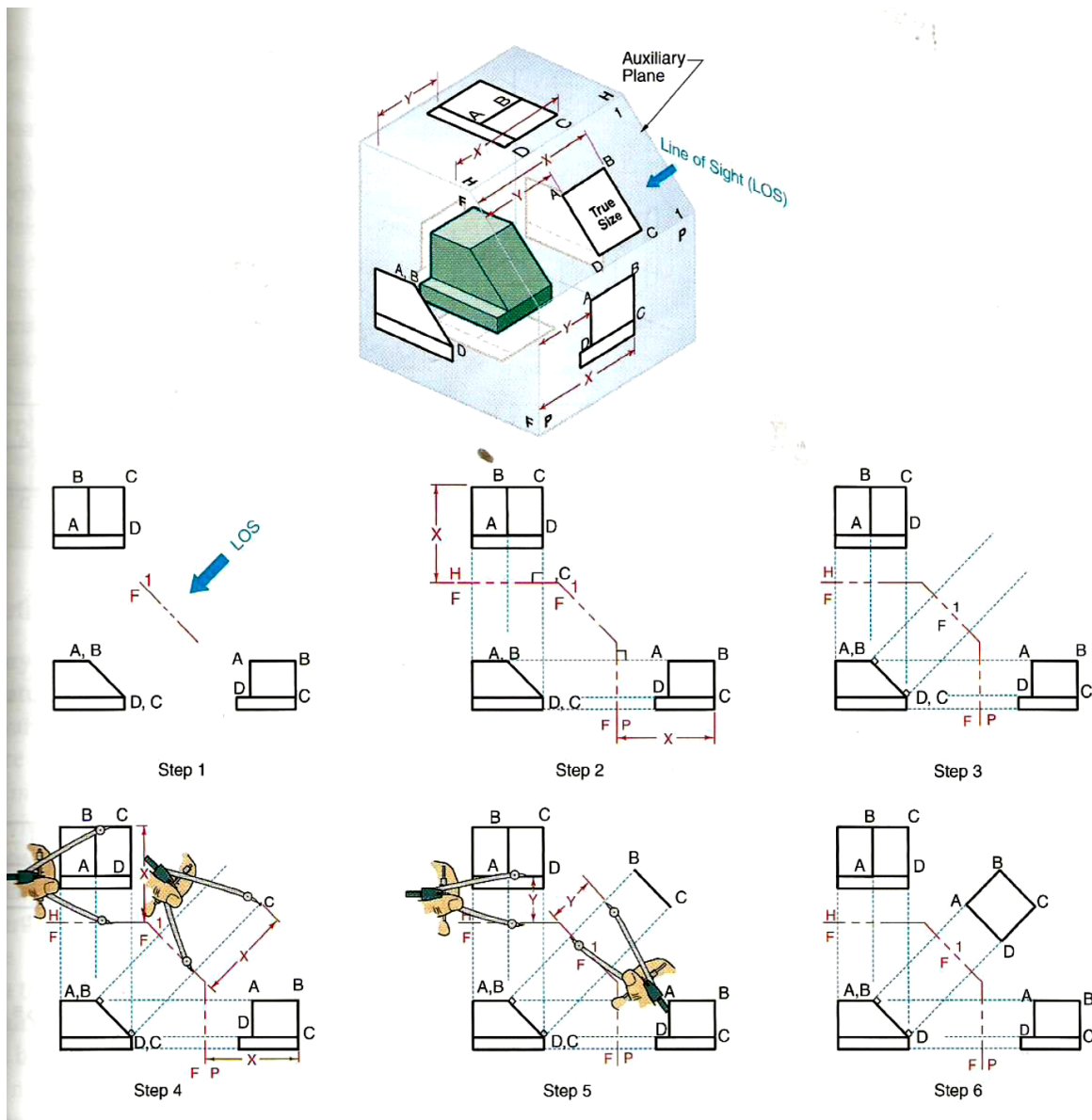
გავატაროთ გადაკეცვის ხაზი F-P წინხედსა და გვერდხედს შორის, რომელიც ჰორიზონტალური კავშირის ხაზის მართობული იქნება, მანძილი ამ ხაზიდან მარჯვენა წიბომდე უნდა იყოს X.

3. ABCD დახრილი წახნაგის წინხედიდან გადაკეცვის F-1 ხაზის მართობულად გავატაროთ კავშირის ხაზები.

4. კავშირის ხაზებზე გადაკეცვის ხაზიდან ფარგლით გადავზომოთ X მანძილი, რომელიც ასახავს ობიექტის უკანა წიბოს დაშორებას გადაკეცვის F-H ხაზამდე. მივიღებთ B და C წერტილების ახალ გეგმილებს.

5. შევადროთ მიღებული წერტილები.ახლა გადაკეცვის F-1 ხაზიდან გადავზომოთ გადავზომოთ Y მანძილი , რომელიც გვიჩვენებს A და B წერტილების დაშორებას H-F ღერძამდე. მივიღებთ A და B წერტილების ახალ გეგმილებს.

6. შევადროთ სქელი კონტურის ხაზით მიღებული წერტილები. მივიღებთ ABCD დახრილი წახნაგის ახალ დამხმარე ხედს. მიღებული ფიგურა ამ წახნაგის ნამდვილ ზომას და ფორმას გვიჩვენებს.



სურ.6. 4

როგორც ხედავთ, დამხმარე სიბრტყეზე მხოლოდ დახრილი სიბრტყის ხედი ავაგეთ, ობიექტის დანარჩენი ნაწილი წარმოდგენილი არ არის. როცა დამხმარე სიბრტყეზე აგებულია ობიექტის მხოლოდ ნაწილი და არა მთლიანად ობიექტი, მიღებულ ხედს ნაწილობრივი დამხმარე ხედი ეწოდება. დამოხმარე ხედების უმრავლესობა ასეთი ტიპისაა. აგრეთვე, დამხმარე ხედებზე არ აჩვენებენ უხილავ ხაზებს, გარდა უკიდურესი აუცილებლობისა.

6.2.2 დამხმარე ხედის აგება ზედხედიდან (ჰორიზონტალური გეგმილიდან)

სურ.6.5-ზე ნაჩვენებია დამხმარე ხედის აგება ჰორიზონტალური გეგმილთა სიბრტყიდან. ამ შემთხვევაში ობიექტის დახრილი სიბრტყის მდებარეობიდან გამომდინარე დამხმარე ხედი ზედხედიდან უნდა აიგოს. განვიხილოთ აგებების თანმიმდევრობა:

1. მოცემულია ობიექტის წინხედი, ზედხედი და მარჯვენა ხედი. გავატაროთ გადაკვეცვის ხაზი H-1 დახრილი წახნაგის შესაბამისი ხაზის პარალელურად ჩვენთვის მოსახერხებელ მანძილზე .

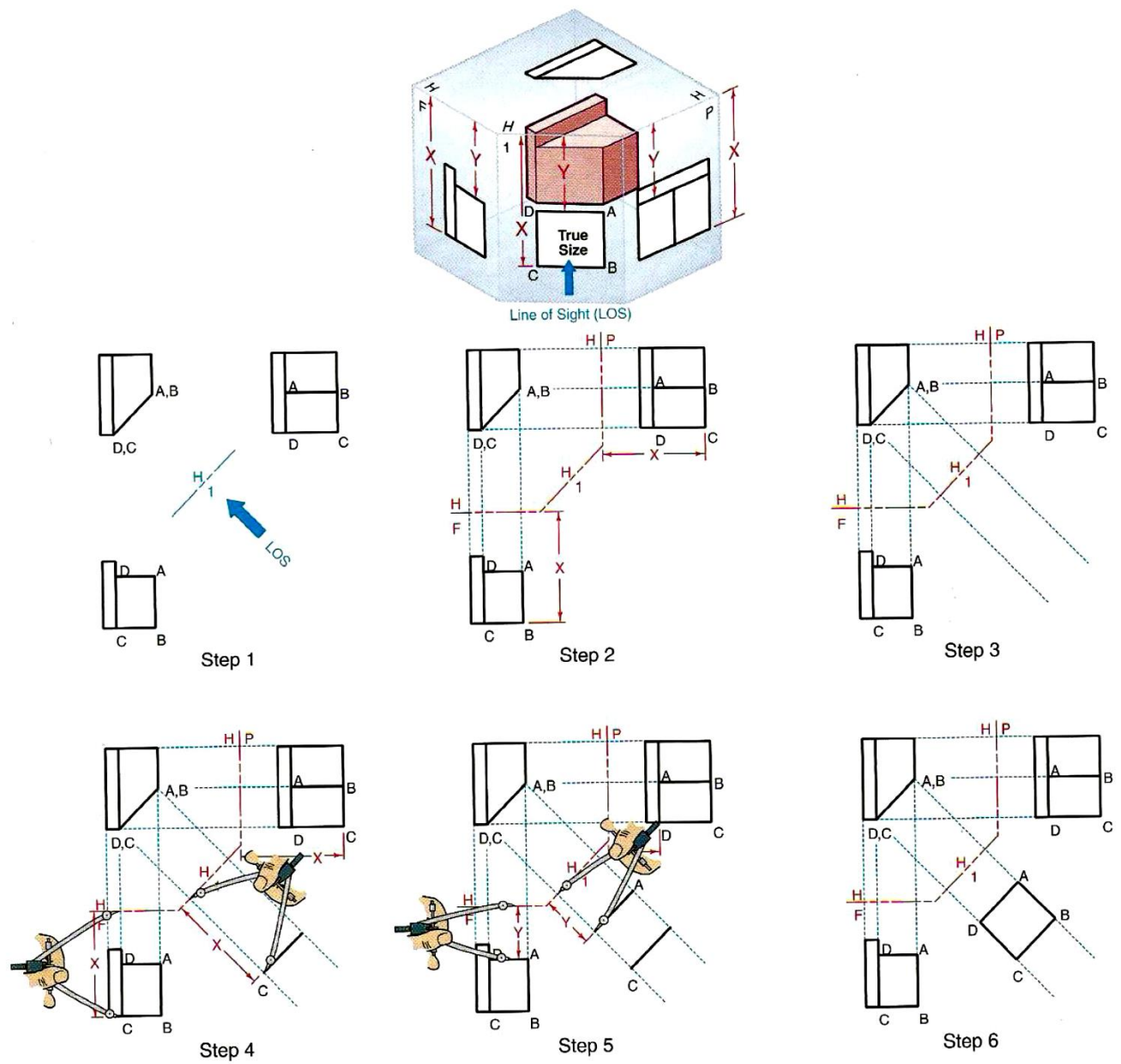
2. დავხაზოთ H-F გადაკვეცვის ხაზი ფრონტალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეს შორის ვერტიკალური კავშირის ხაზის მართობულად. აღნიშნოთ X-ით მანძილი ამ ხაზიდან ობიექტის წინა წიბომდე. ანალოგიურად ჰორიზონტალური კავშირის ხაზების მართობულად გავატაროთ H-P გადაკვეცვის ხაზი, რომელიც გვერდხედზე ობიექტის უკანა წიბოდან დაშორებული უნდა იყოს იგივე X მანძილით.

3. ზედხედზე დახრილი წახნაგის შესაბამისი მონაკვეთის ბოლოებიდან H-1 ხაზის მართობულად გავატაროთ წრფეები.

4. წინხედზე ფარგლით ავიღოთ C და B წერტილების სიმაღლეები, ანუ X დაშორება H-F ხაზიდან. მივიღებთ ამ წერტილების ახალ გეგმილებს.

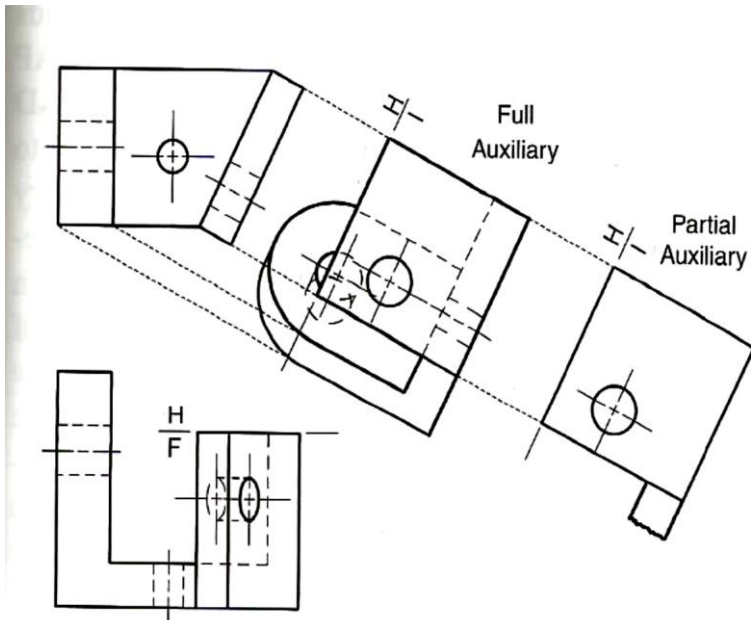
5. შევაერთოთ მიღებული წერტილები. წინა მაგალითის ანალოგიურად ავაგებთ A და D წერტილების ახალ გეგმილებს.

6. სქელი ხაზით შემომავლეთ მიღებული ABCD ფიგურა, რომელიც წარმოგვიდგენს დახრილი წახნაგის ნამდვილ ზომას და ფორმას.



სურ.6.5

6.2.3 ნაწილობრივი დამხმარე ხედები



სურ.6. 6

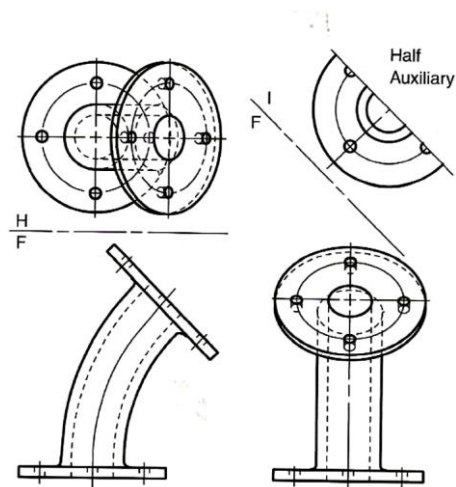
პრაქტიკაში დამხმარე სიბრტყეზე არ აგეგმილებენ ობიექტის უხილავ ელემენტებს, და ასევე იმ ნაწილებს, რომლებიც დახრილ სიბრტყეზე არ მდებარეობენ. როცა დამხმარე სიბრტყეზე იგება ობიექტის არასრული გამოსახულება, ანუ მხოლოდ დახრილ სიბრტყეზე მდებარე ელემენტები, მაშინ მიღებულ გამოსახულებას

ნაწილობრივი დამხმარე ხედი ეწოდება. ნაწილობრივი ხედის აგებით იზოგება დრო და ამასთან მიღებული გამოსახულება უფრო ადვილად წასაკითხი ხდება. სურ.6.6-ზე ნაჩვენებია ერთი და იგივე ობიექტის სრული

და ნაწილობრივი დამხმარე ხედები. ცხადია, რომ სრული დამხმარე ხედის აგება, წაკითხვა და ვიზუალიზაცია გაცილებით რთულია. ამ ნახაზზე ზოგიერთი წრეწირი დამხმარე ხედზე ელიფსების სახით გამოჩნდება, რომელთა აგება მთელ რიგ სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

6.2.4 ნახევარი დამხმარე ხედი

სიმეტრიული ობიექტებისათვის საკმარისია ნახევარი დამხმარე ხედის აგება. სურ.6.7-ზე წარმოდგენილია ობიექტი, რომლის მხოლოდ ნახევარი დამხმარე ხედია მოცემული. აგების



სურ.6. 7

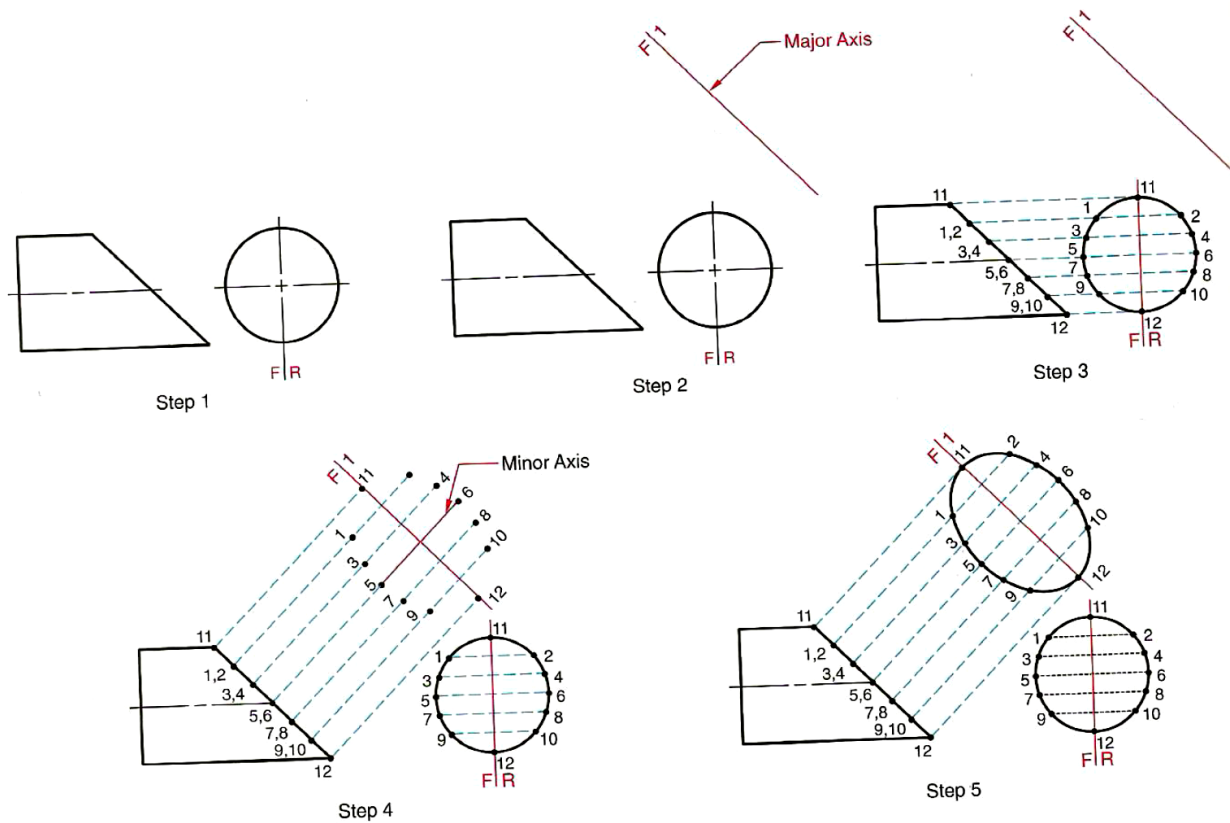
ტექნიკა ანალოგიურია ზემოთ განხილული აგებებისა.

6.2.5 მრუდი წირების დამხმარე ხედები

სურ.6.8-ზე მოცემულია ცილინდრული ზედაპირი, რომელიც წაკვეთილია დახრილი სიბრტყით, რის შედეგად კვეთაში მიღებულია ელიფსი. ელიფსის ნამდვილი ფორმის და ზომის მიღება მხოლოდ დამხმარე ხედზეა შესაძლებელი.

აგების პროცესი წინა შემთხვევების ანალოგიურია. იმ განსხვავებით, რომ აქ დამხმარე სიბრტყეზე 12 წერტილის გეგმილი უნდა ავაგოთ, რომელთა თანმიმდევრული შეერთების შემდეგ მივიღებთ საძიებელ ელიფსს.

348 CHAPTER 6



სურ.6. 8

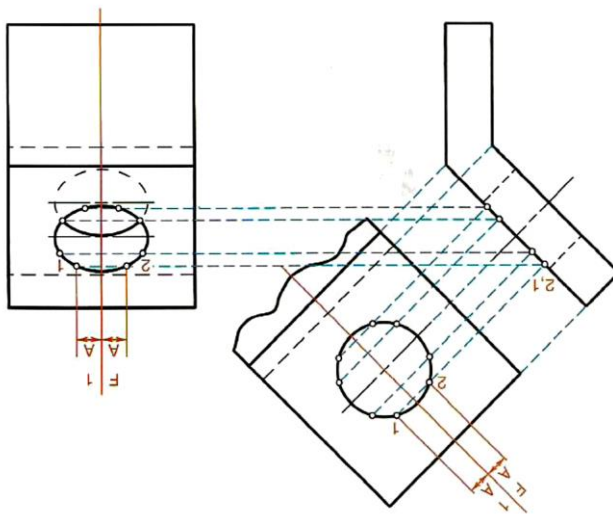
6.3 დამხმარე ხედების გამოყენება

დამხმარე ხედები ძირითადად გამოიყენება ობიექტის ელემენტების ნამდვილი ზომის და ფორმის განსაზღვრისათვის. მათი გამოყენების არე შემდეგნაირად შეიძლება დავაჯგუფოთ.

- რევერსული აგებები
- მონაკვეთის ნამდვილი ზომის განსაზღვრა
- მონაკვეთის წერტილზე დაგეგმილება
- ბრტყელი ფიგურის ნამდვილი ზომის განსაზღვრა
- სიბრტყის წრფეზე დაგეგმილება

6.3.1 რევერსული აგებები

ზოგიერთი ობიექტისათვის დამხმარე ხედი ძირითად ხედზე ადრე იგება, ამ მეთოდს

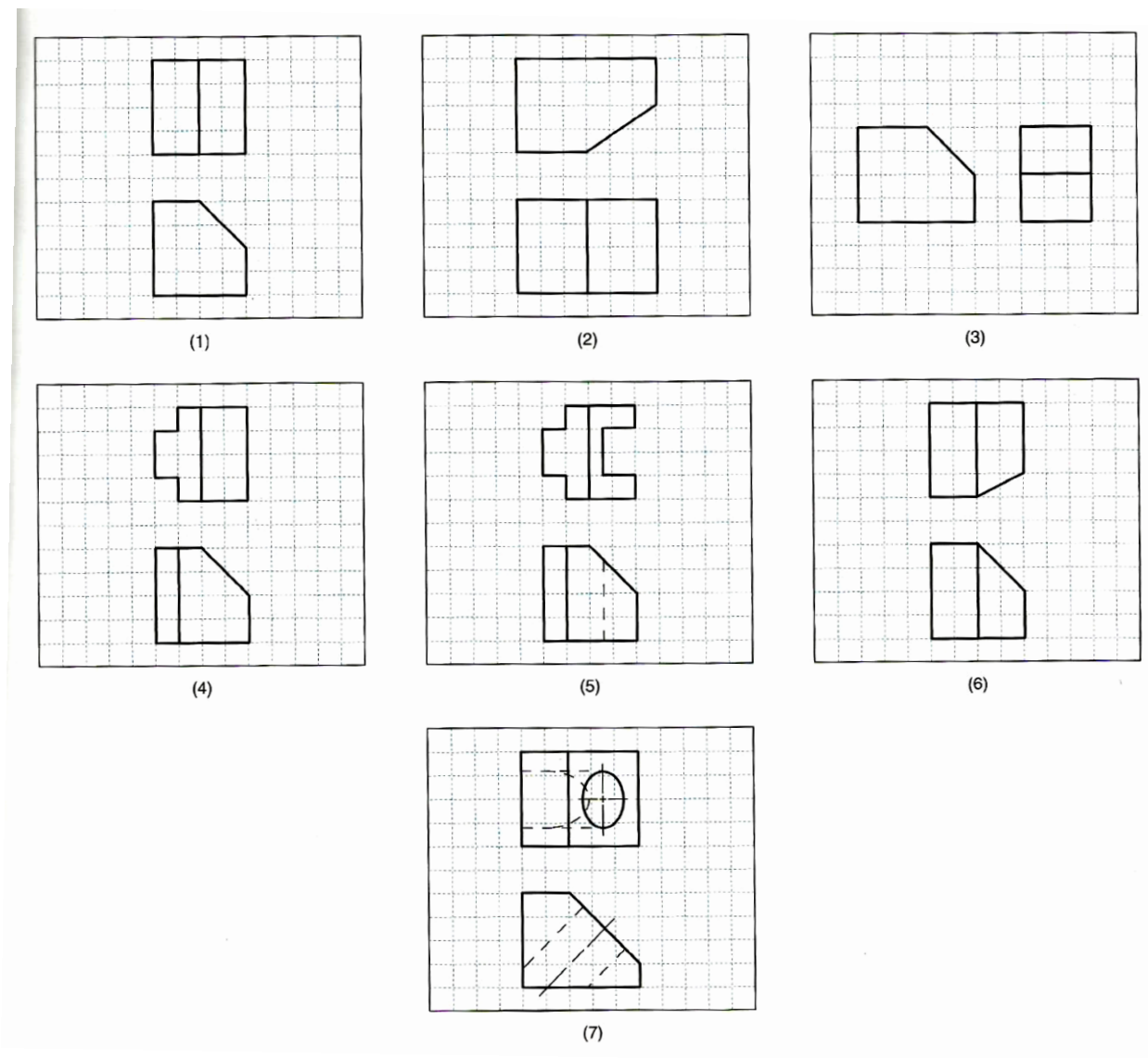


რევერსული აგება ეწოდება. სურ.6.9-ზე ნაჩვენებია ამგვარი მაგალითი, დახრილ სიბრტყეზე მდებარე ცილინდრული ხვრელის შესაბამისი წრეწირის გვერდხედი ელიფსს წარმოადგენს. ამიტომ უმჯობესია ჯერ ავაგოთ ამ წრეწირის დამხმარე ხედი, რომელიც იგივე ზომის წრეწირია. ამის შემდეგ კი ნახაზზე ნაჩვენები თანმიმდევრობით ავაგებთ საძიებელ ელიფსს.

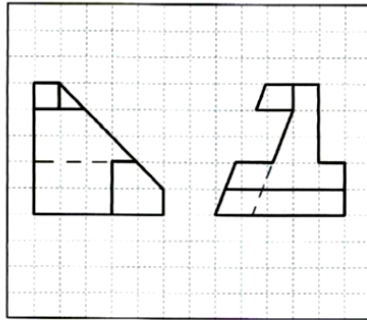
სურ.6. 9

სავარჯიშო.

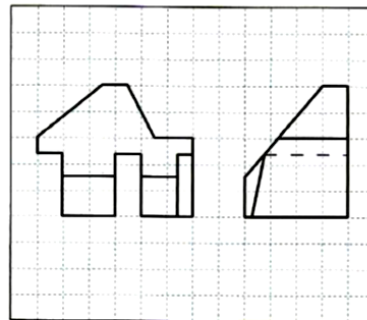
1) მოცემული ხედების მიხედვით ააგეთ საჭირო დამხმარე ხედი



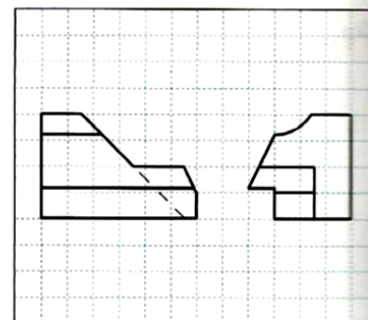
2)



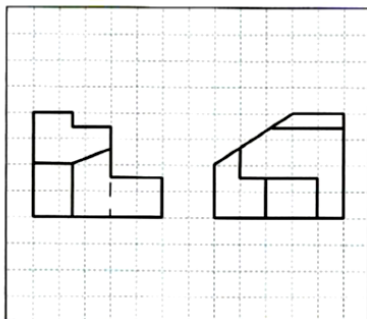
(1)



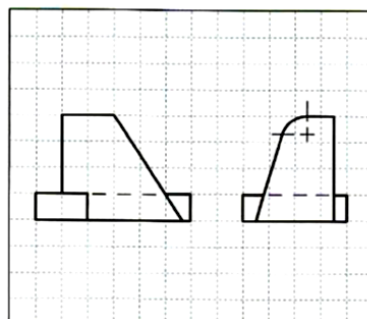
(2)



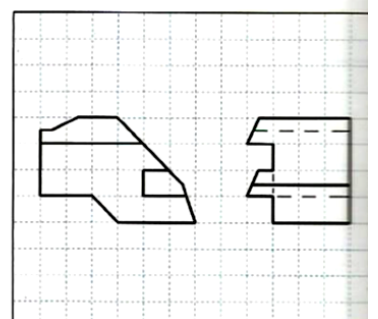
(3)



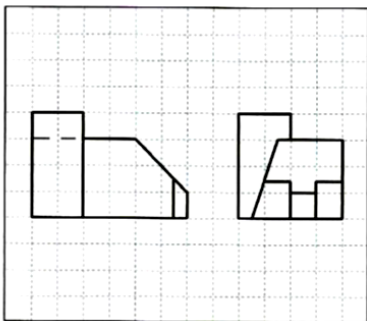
(4)



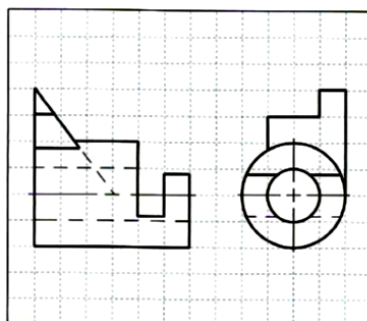
(5)



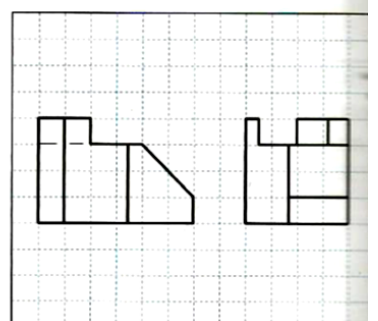
(6)



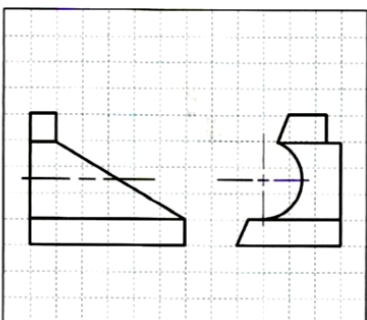
(7)



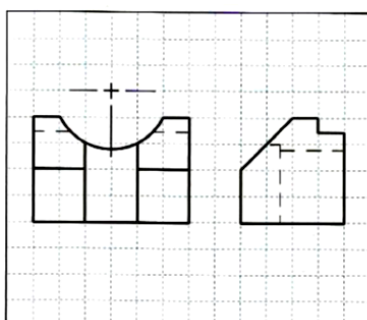
(8)



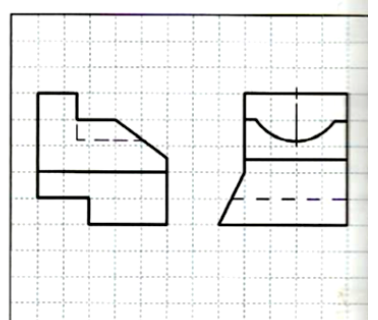
(9)



(10)



(11)



(12)

თავი 7. თვალსაჩინო გამოსახულებები

თვალსაჩინო გამოსახულებები არის ტექნიკური ილუსტრაციის ტიპი, რომელიც ობიექტის სხვადასხვა წახნაგს ერთდროულად გვიჩვენებს. ასეთი ნახაზები გამოიყენება ინდუსტრიაში, დიზაინში, ობიექტის დამზადების, მონტაჟის და ექსპლუატაციისას.

აქსონომეტრიული გამოსახულება იყენებს პარალელურ დაგეგმილების მეთოდს და ხშირად გამოიყენება ტექნიკურ დოკუმენტაციაში, ობიექტის ექსპლუატაციის სახელმძღვანელოებში და სხვა. პერსპექტივა დაფუძნებულია ცენტრალურ დაგეგმილებაზე და გამოიყენება არქიტექტურულ ნახაზებში. პერსპექტიული გამოსახულებები უფრო რეალისტურია და საუკეთესო მეთოდია ობიექტის სამ განზომილებაში წარმოსასადგენად.(სურ. 7.2)

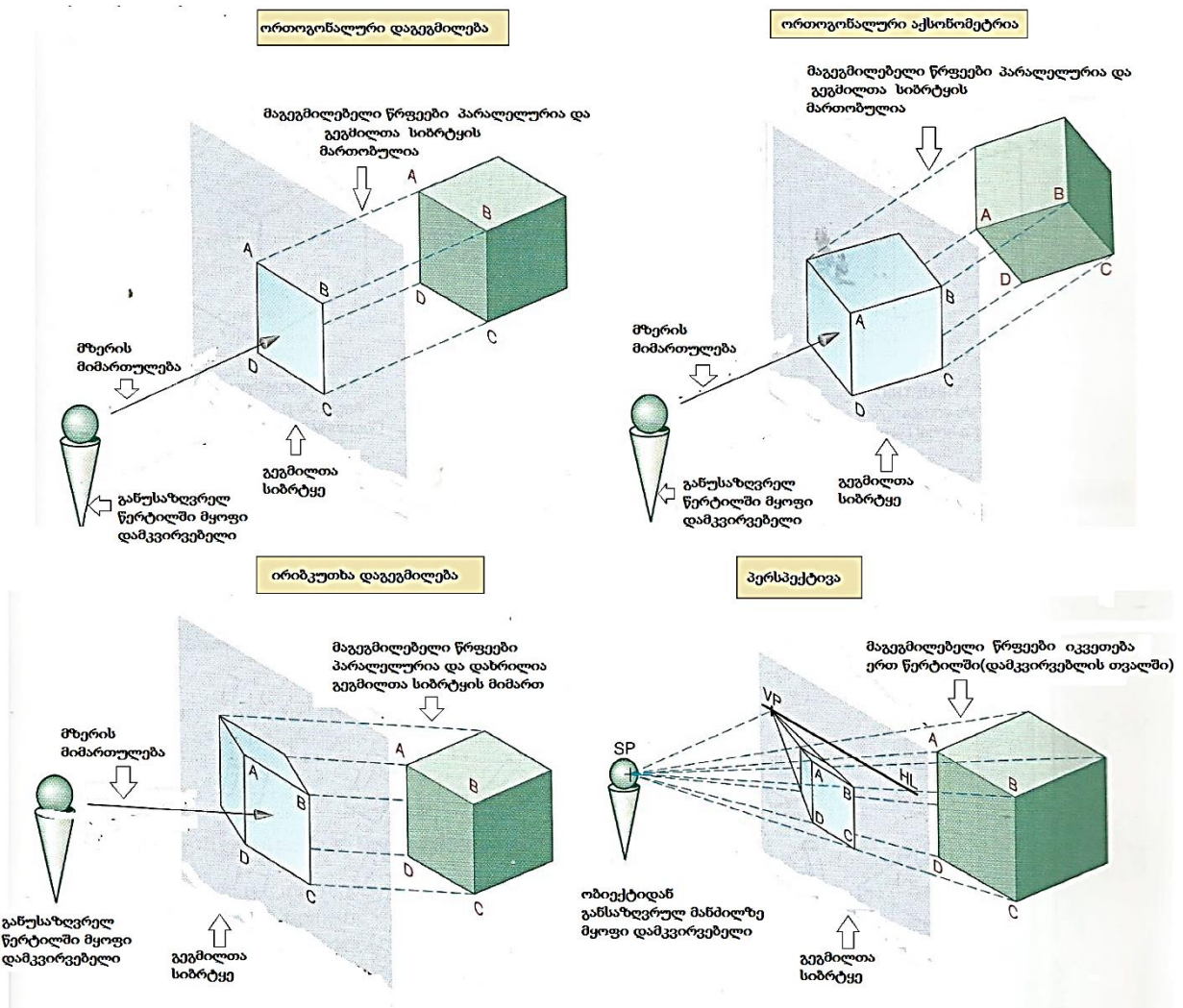
თვალსაჩინო გამოსახულებები არ არის იმგვარად შეზღუდული, როგორც გეგმილური გამოსახულებები, რომლებიც ობიექტის მხოლოდ ორ განზომილებას გვიჩვენებს და მისი სამგანზომილებიანი გამოსახულების წარმოსადგენად გეგმილების მენტალურ კომბინაციას საჭიროებს.

ამ თავში გადმოცემულია აქსონომეტრიული გამოსახულებების აგების თეორიის საფუძვლები და მეთოდები.

7.1 აქსონომეტრიული გამოსახულებები

სიტყვა „აქსონომეტრია“ ბერძნული წარმოშობისაა და ღერძებზე ზომვას ნიშნავს. „აქსონ“ ნიშნავს ღერძს, ხოლო „მეტრია“-ზომვას. აქსონომეტრიული გამოსახულებები მიიღება პარალელური დაგეგმილების შედეგად. ისევე როგორც კომპლექსურ ნახაზების, აგრეთვე აქსონომეტრიული გამოსახულების მიღებისას თვლიან, რომ დამკვირვებელი იმყოფება გეგმილთა სიბრტყიდან უსასრულოდ დაშორებულ წერტილში.

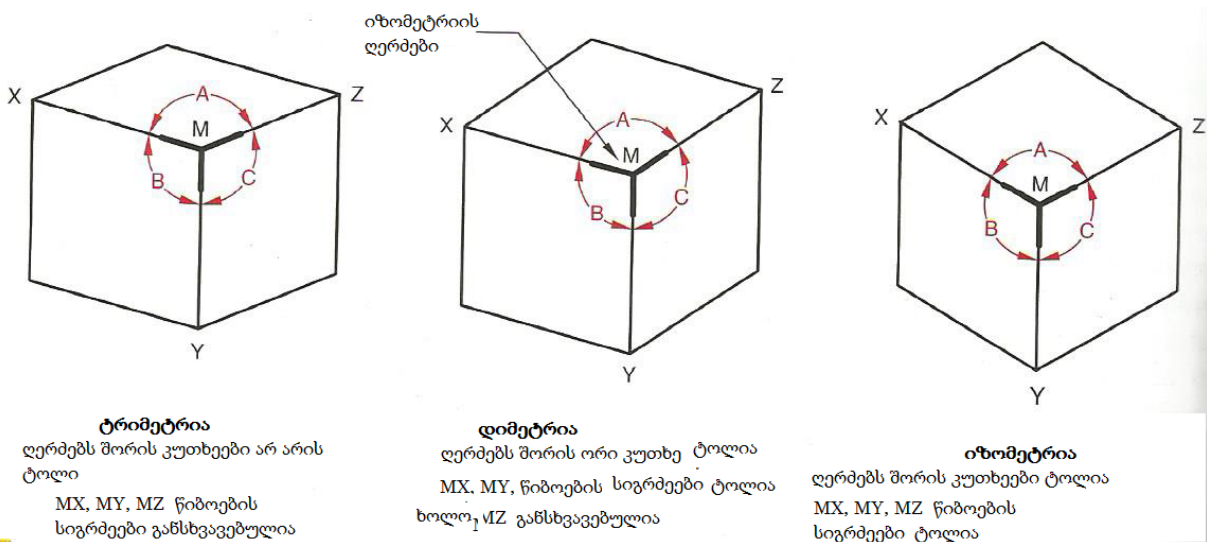
აქსონომეტრიული გეგმილი შეიძლება იყოს ორთოგონალური და ირიბკუთხა. ორთოგონალური აქსონომეტრიული გეგმილის მიღებისას, კომპლექსური ნახაზის მსგავსად, მაგეგმილებელი სხივები აქსონომეტრიული გეგმილთა სიბრტყის მართობულია. კომპლექსურ ნახაზის ცალკეულ ხედებზე წარმოდგენილია ობიექტის მხოლოდ ორი განზომილება და ობიექტის აღქმისათვის ერთი გამოსახულება საკმარისი არ არის, მაშინ როცა აქსონომეტრიულ გეგმილზე ხილვადია ობიექტის სამივე განზომილება და ობიექტის აღქმისათვის ერთი გამოსახულება უკვე საკმარისია.



სურ.7. 1

აქსონომეტრიულ სიბრტყეზე კოორდინატა სისტემა სხვადასხვანაირად გეგმილდება. სურ. 7.2-ზე წარმოდგენილია კუბის სხვადასხვა აქსონომეტრიული გეგმილი- იზომეტრია, დიმეტრია და ტრიმეტრია. როგორც ხედავთ, იზომეტრიაში კუბის წიბოები სამივე ღერძზე ტოლია, დიმეტრიაში-ორ ღერძზე ტოლია და მესამეზე განსხვავებულია, ტრიმეტრიაში კი -სამივე ღერძზე განსხვავებულია.

ტრიმეტრიაში აქსონომეტრიულ ღერძებს შორის კუთხეები განსხვავებულია. ტრიმეტრიაში აგებული ნახაზი თვალისთვის უფრო სასიამოვნოა, მაგრამ ასაგებად ყველაზე რთული. დიმეტრიაში ღერძებს შორის ორი კუთხეა ტოლი და მესამე განსხვავებული.



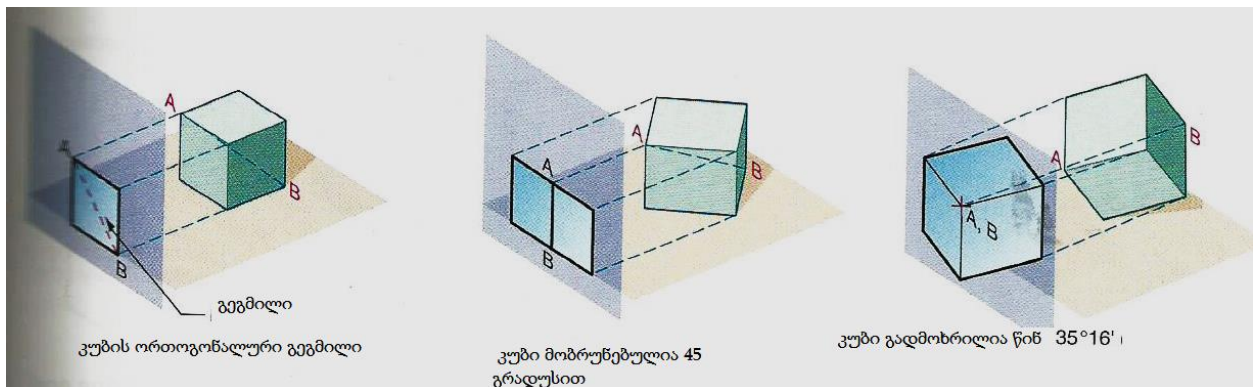
3

სურ.7. 2

ტრიმეტრიასთან შედარებით დიმეტრიაში ნახაზის აგება ნაკლებად რთულია, მაგრამ გამოსახულებაც ნაკლებად რეალისტურია. იზომეტრიაში კუთხეები სამივე ღერძს შორის ტოლია. ტრიმეტრიასთან და დიმეტრიასთან შედარებით იზომეტრიაში ნახაზი თვალისთვის ნაკლებ სასიამოვნოა, მაგრამ აგება ყველაზე უფრო ადვილია, რის გამოც აქსონომეტრიის ამ სახეს ხშირად გამოიყენებენ.

7.2 იზომეტრიული გეგმილები

იზომეტრიულ გეგმილი წარმოადგენს იზომეტრიული ხედის ნამდვილ გამოსახულებას. ობიექტის(ჩვენს შემთხვევაში, კუბის) იზომეტრიული ხედი მიიღება მაშინ, თუ მას ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ 45 გრადუსით შემოვარუნებთ და შემდეგ წინ ისე დავხრით, რომ AB დიაგონალი დაგეგმილდეს ფრონტალურ სიბრტყეზე წერტილად. ამ დროს კუბის დახრილია ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ 35 გრადუსით და 16 მინუტით. კუთხეები იზომეტრიულ ღერძებს შორის 120 გრადუსის ტოლია. (სურ.7. 3)



სურ.7. 3

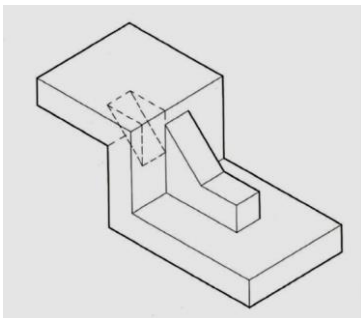
კუბის გადახრამ გამოიწვია ის, რომ მისი წახნაგების და წიბოების გეგმილების ზომები შემცირებულია. კუბის წიბოს გეგმილის ზომა წიბოს რეალური ზომისა და $\cos 35^{\circ}16'$ ნამრავლის ტოლია, რაც დაახლოებით 0,816 შეადგენს. ამრიგად, ობიექტის ზომები იზომეტრიაში 0,82-ჯერ მცირეა რეალურ ზომებზე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რეალური ზომების 80%-ს შეადგენს. თუ ნახაზის აგების დროს გამოვიყენებთ 0,82 მასშტაბს მაშინ მიღებულ ნახაზს იზომეტრიულ გეგმილს უწოდებენ, თუ გამოვიყენებთ სრულ მასშტაბს, მაშინ მიღებულ გამოსახულებას იზომეტრიული ნახაზი ეწოდება, ამ გამოსახულებაზე პროპორციები შენარჩუნებულია, მაგრამ იზომეტრიულ გეგმილთან შედარებით გამოსახულება გადიდებულია 1,23-ჯერ. აგების სიმარტივიდან გამომდინარე, უპირატესობას ცხადია იზომეტრიულ ნახაზს ანიჭებენ.

7.3. იზომეტრიული ნახაზები.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, იზომეტრიულ ნახაზზე ღერძებს შორის კუთხე 120°, ხოლო მასშტაბი ერთის ტოლია. იზომეტრიულ ნახაზზე მონაკვეთის ნამდვილი ზომები მხოლოდ იზომეტრიული ღერძების პარალელურ წრფეებზე გადაიზომება. სხვა მონაკვეთები, რომლებიც ღერძების პარალელური არ არიან, აიგება მათი კუთვნილი ორი წერტილის მდებარეობის მიხედვით.

7.3.1 სტანდარტები ხაზთა ტიპების მიხედვით.

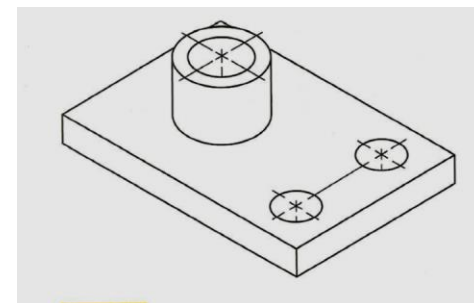
იზომეტრიულ ნახაზზე უხილავი ხაზები უგულვებელყოფილია, გარდა იმ შემთხვევისა



როცა ეს ხაზები უკიდურესად აუცილებელია ობიექტის სრულად აღწერისათვის. იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ უხილავი ხაზების გამოყენება, ამიტომ უნდა შევეცადოთ მოხერხებულად შევარჩიოთ ხედვის წერტილი. თუ შეუძლებელია ობიექტის ეს მდგომარეობა, მაშინ შესაძლებელია გამოვიყენოთ უხილავი ხაზები.(სურ.7.) 4

სურ.7. 4

ცენტრის ხაზები გამოიყენება მხოლოდ სიმეტრიისათვის და ზომების მითითებისთვის. ძირითადად, იზომეტრიაში ცენტრის ხაზებს არ მიუთითებენ, რადგან იზომეტრიული ნახაზი უმეტესწილად განკუთვნილია არატექნიკური განათლების მქონე ადამიანებისთვის და საინჟინრო მიზნებისათვის არ გამოიყენება(სურ.7. 4)



სურ.7. 5

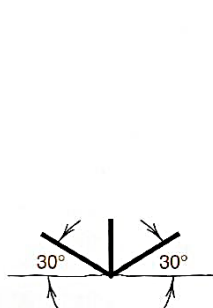
ზომების მითითება იზომეტრიულ ნახაზზე გამოიყენება პროდუქციის წარმოებისათვის. ეს პროცესი რეგულირდება ASME Y14.4M 1989სტანდარტის შესაბამისად. ხაზი რომელსაც ზომას ვაწერთ, ზომის ხაზები და გამოტანის ხაზები ერთ სიბრტყეში მდებარეობს.

7.4. იზომეტრიული ესკიზის აგება

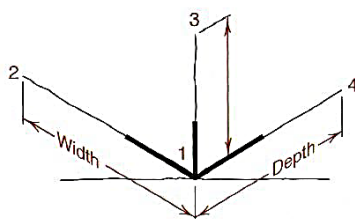
სურ.7. 6-ზე მოყვანილია იზომეტრიული ესკიზის აგების მაგალითი ეტაპების მიხედვით.

ეტაპი 1.

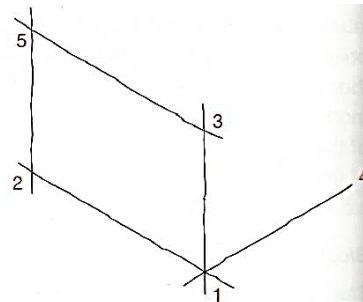
ვაგებთ იზომეტრიულ ღერძებს. ეს არის გადაკვეთილი სამი წრფე, რომელთაგან ერთი



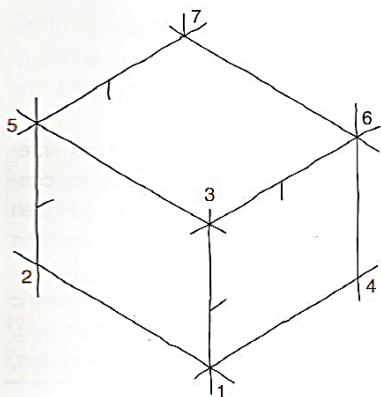
ეტაპი 1



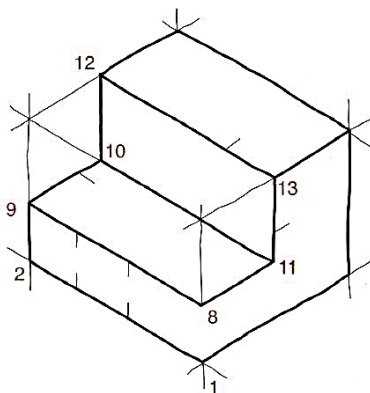
ეტაპი 2



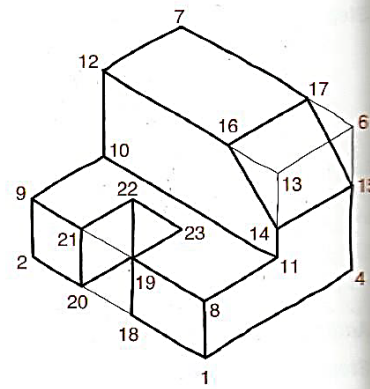
ეტაპი 3



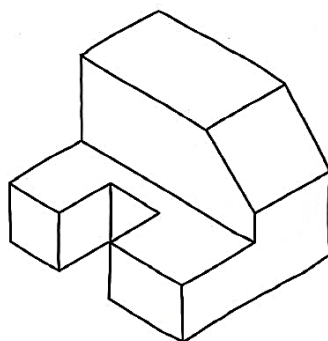
ეტაპი 4



ეტაპი 5



ეტაპი 6



ეტაპი 7

სურ.7. 6

ვერტიკალურ პოზიციაშია, ხოლო დანარჩენი ორი ჰორიზონტალურ ხაზთან 30°-იან კუთხეს ადგენს.

ეტაპი 2.

იზომეტრიული ხაზების გასწვრივ ვატარებთ წრფის მონაკვეთებს, რომლებიც ობიექტის სიგრძეს, სიგანეს და სიმაღლეს შეესაბამება. მივიღებთ 1,2,3,4 წერტილებს. 1-2 მონაკვეთი სიგრძის შესაბამისია, 1-3-სიგანის, ხოლო 1-4 სიგანის.

ეტაპი 3.

ვიწყებთ ობიექტის წახნაგის აგებას, წერტილი 3-დან ვატარებთ 1-2 -ის პარალელურ წრფეს და მასზე მოვნიშნავთ 1-2 მონაკვეთის ტოლ მონაკვეთს. მივიღებთ 5 წერტილს, რომლის შეერთებით 2 წერტილთან მივიღებთ 2-5 წიბოს.

ეტაპი 4.

ვაგებთ დანარჩენ წახნაგებს. წერტილიდან 3 ვაგებთ 1-4-ის პარალელურ და სიგრძით ტოლ მონაკვეთს. მივიღებთ 6 წერტილს, რომელსაც ვაერთებთ 4 წერტილთან. 5 წერტილიდან ვატარებთ 3-6 მონაკვეთის პარალელურ და სიგრძით ტოლ მონაკვეთს. მივიღებთ 7 წერტილს. ამ წერტილს შევაერთებთ 6 წერტილთან. მივიღებთ 6-7 მონაკვეთს, რომელიც 3-5 მონაკვეთის ტოლია და პარალელური.

ეტაპი 5.

1წერტილიდან გადავზომავთ საჭირო სიდიდეს 1-3 მონაკვეთზე, მივიღებთ 8 წერტილს. იგივე სიდიდეს მოვნიშნავთ 2 წერტილიდან 2-5 ხაზზე, მივიღებთ 9 წერტილს. ვაერთებთ 8 და 9 წერტილებს, მივიღებთ 8-9 მონაკვეთს, რომელიც 1-2 მონაკვეთის ტოლი და პარალელურია. 9 წერტილიდან ვატარებთ 5-7 მონაკვეთის პარალელურ წრფეს და მასზე მოვზომავთ საჭირო სიდიდეს, რის შედეგად მივიღებთ 10 წერტილს. 8 წერტილიდან გავატარებთ 9-10 მონაკვეთის ტოლ და პარალელურ მონაკვეთს, მივიღებთ 11 წერტილს, რომელსაც შევაერთებთ 10 წერტილთან. 10 და 11 წერტილებიდან ვატარებთ ვერტიკალურ ხაზებს, რომელთა გადაკვეთის წერტილები წიბოს ხაზებთან იქნება შესაბამისად 12 და 13.

ეტაპი 6.

დახრილი სიბრტყის ასაგებად 6 და 13 წერტილებიდან ვერტიკალურ ხაზზე გადმოვზომოთ საჭირო სიდიდის მონაკვეთი. მივიღებთ 13 და 14 წერტილებს.

ანალოგიურად, იგივე წერტილებიდან 12-13 და 6-7 ხაზებზე მოვაომავთ საჭირო მანძილებს/ მივიღებთ 15 და 17 წერტილებს. შევაერთოთ მიღებული წერტილები. მივიღებთ დახრილ სიბრტყეს 14-15-17-16.

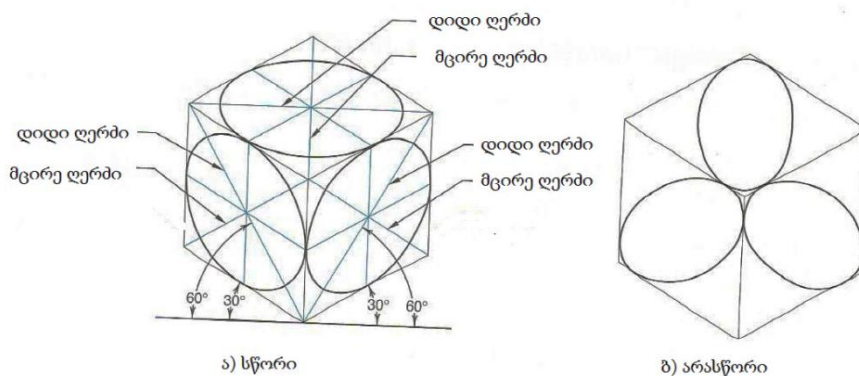
ანალოგიურად ავაგებთ 18,19,20, 21,22, 23 წერტილებს.

ამით ობიექტის იზომეტრიის კონტურის აგება დასრულებულია. როგორც ხედავთ, ამ ნახაზზე არ ვაჩვენებთ ობიექტის უხილავ ნაწილებს. როგორც აღვნიშნეთ, სტანდარტის პირობითობის მიხედვით უხილავი ნაწილებს იზომატრიაში არ აჩვენებენ, გარდა იმ შემთხვევისა როცა ის უკიდურესად აუცილებელია ობიექტის აღწერისათვის.

7. იზომეტრიული ესკიზის დასრულებისთვის სქელი ხაზებით შემოვავლებთ ხილვად კონტურს.

7.5 იზომეტრიული ელიფსები

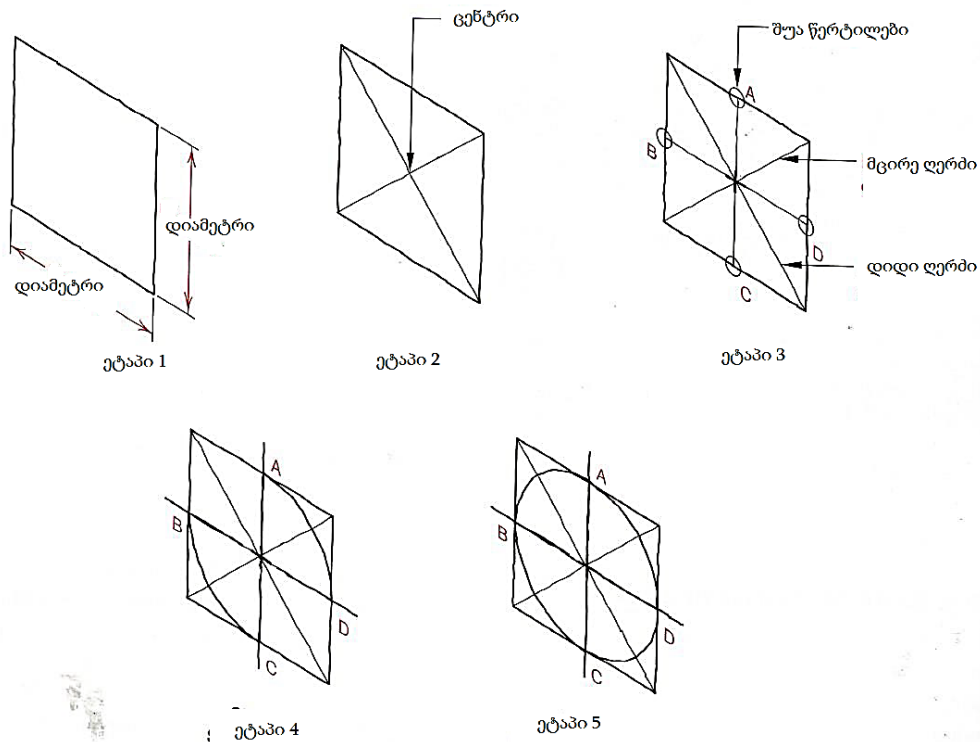
იზომეტრიულ ნახაზზე წრეწირები ელიფსებად დაგეგმილდება, რომლებსაც იზომეტრიულ ელიფსებს უწოდებენ, განვიხილოთ მათი აგება ესკიზზე.



სურ.7. 7

იზომეტრიული ელიფსების აგების დროს ძალიან მნიშვნელოვანია მათი დიდი და პატარა ღერძების ორიენტაციის განსაზღვრა. ღერძების ასაგებად უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი

- დიდი და პატარა ღერძები ურთიერთმართობულია
- ზედხედის სიბრტყეში დიდი ჰორიზონტალურია, ხოლო პატარა ღერძი ვერტიკალური



სურ.7. 8

• წინხედისა და გვერდხედის სიბრტყეებში დიდი ღერძი 60 გრადუსით არის დახრილი ჰორიზონტალურ ღერძთან.

სურ. 7.7-ა-ზე ნაჩვენებია კუბის და მის წახნაგებში ჩახაზული ელიფსების ესკიზი. სურ.7. 7-ბ-ზე ნაჩვენებია ელიფსების არასწორი მდებარეობა,

განვიხილოთ ელიფსის ესკიზის აგების თანმიმდევრობა ეტაპებად(სურ.7. 8) . ელიფსის შესაბამისი წრეწირი წინხედში(ფრონტალურ სიბრტყეში) მდებარეობს. შევნიშნოთ, რომ აგება იდენტურია ელიფსის მე-2 თავში მოცემული აგებისა, განსხვავება მხოლოდ ღერძების ორიენტაციაშია.

ეტაპი 1.

ავაგოთ კვადრატის იზომეტრიული გეგმილია(რომბი), რომლის გვერდებიც მოცემული წრეწირის დიამეტრის ტოლია.

ეტაპი 2.

ავაგოთ რომბის დიაგონალები. გრძელი დიაგონალი ელიფსის დიდი ღერძი იქნება, მოკლე დიაგონალი კი-მცირე ღერძი. დიაგონალების გადაკვეთის წერტილი ელიფსის ცენტრია.

ეტაპი 3.

რომბის გვერდების შუა წერტილები ელიფსის ცენტრთან შევავერთოთ. შუა წერტილები იქნება ელიფსის და რომბის გვერდების შეხების წერტილები. აღვნიშნოთ ეს წერტილები A, B, C, D ასოებით.

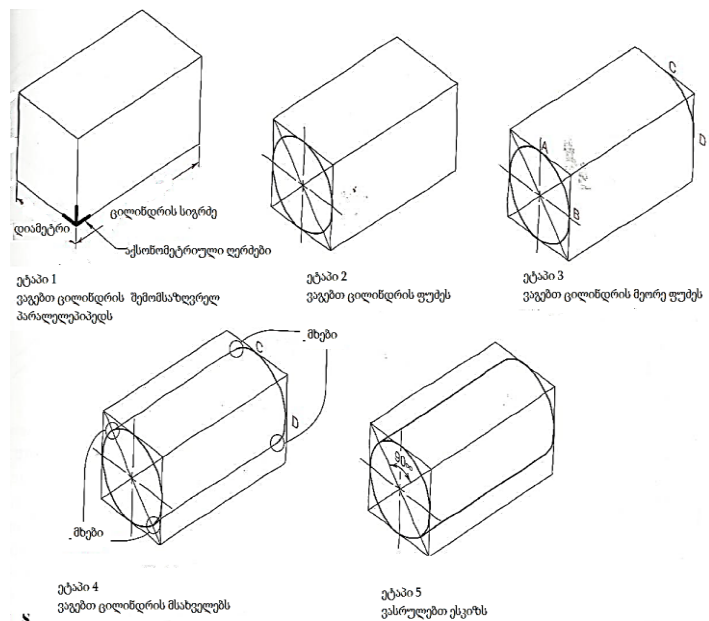
ეტაპი 4

ავაგოთ AD და BC რკალები.

ეტაპი 5

დასასრულ, შევავერთოთ A,B და C,D წერტილები რკალებით.

სურ. 7.9-ზე ნაჩვენებია ცილინდრის იზომეტრიის აგება, ზემოთ აღწერილი აგებების საფუძველზე მოცემული ამოცანის გადაწყვეტა სირთულეს აღარ წარმოადგენს/ ჯერ ვაგებთ ცილინდრის ზედაპირის შემომსაზღვრელ პარალელებიდს, შემდეგ

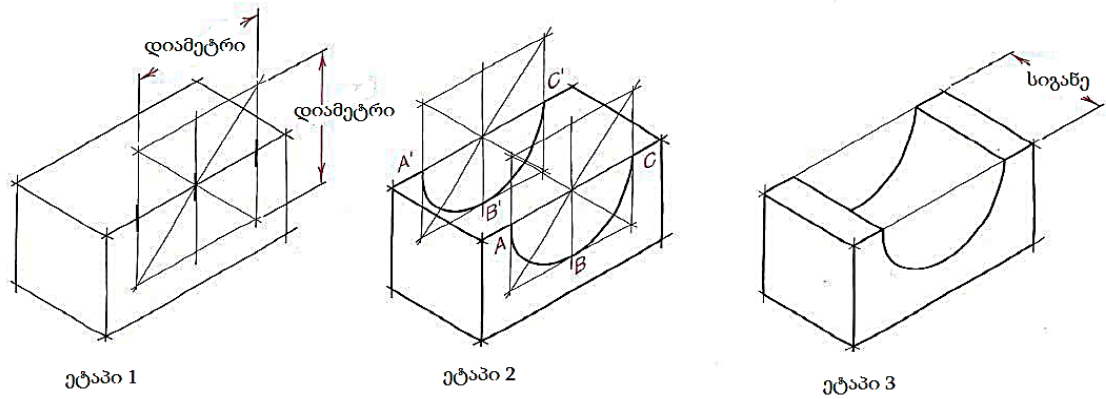


სურ. 7. 9

მისი ფუძის წრეწირის შესაბამის ელიფსს, ბოლოს კი ელიფსების შეხებებად

ვატარებთ ცილინდრის მოხაზულობის მსახველებს. დასასრულს, შემოვავლებთ ელიფსის კონტურს.

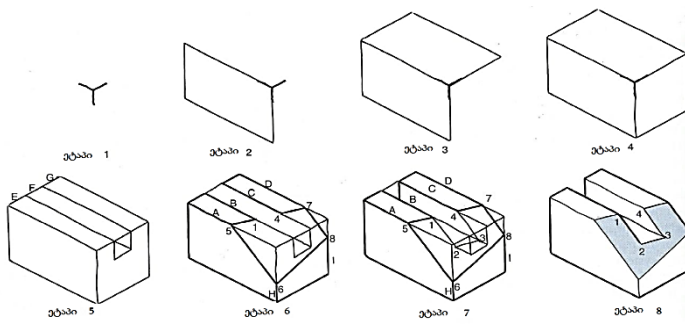
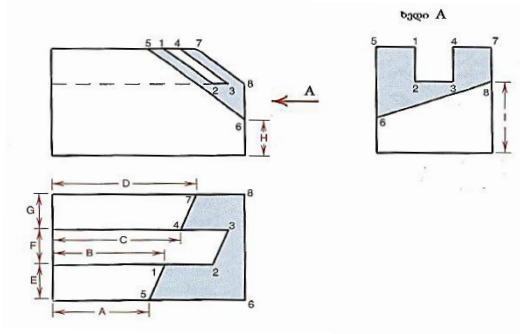
სურ.7.10-ზე ნაჩვენებია დეტალის იზომეტრიის აგება, სადაც ელიფსი პროფილურ სიბრტყეშია აგებული.



სურ.7. 10

7.6 ზოგადი მდებარეობის სიბრტყის აგება აქსონომეტრიაში

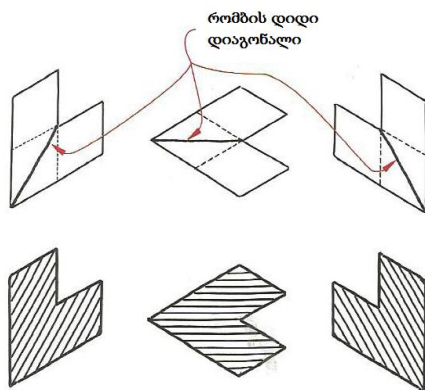
სურ.7.11-ზე მოცემულია ობიექტი, რომლიც შეიცავს ზოგადი მდებარეობის სიბრტყის ელემენტს (1-2-3-4-7-8-6-5 ფიგურა) . ამ ფიგურის გვერდები საკოორდინატო ღერძები არაპარალელური მონაკვეთებია. იზომეტრიაში ამ მონაკვეთების ასაგებად საჭიროა მათი ბოლო წერტილების განსაზღვრა , რომელთა შეერთების შედეგად მიიღება საძიებელი 1-2-3-4-7-8-6-5 ფიგურის იზომეტრია.



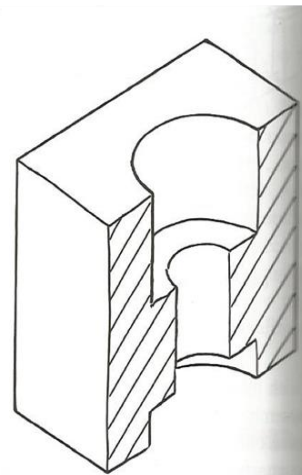
სურ.7. 11

7.7. ჭრილები აქსონომეტრიაში

ჭრილები გამოიყენება დეტალების და სტრუქტურების შიგა ელემენტების



სურ.7. 12



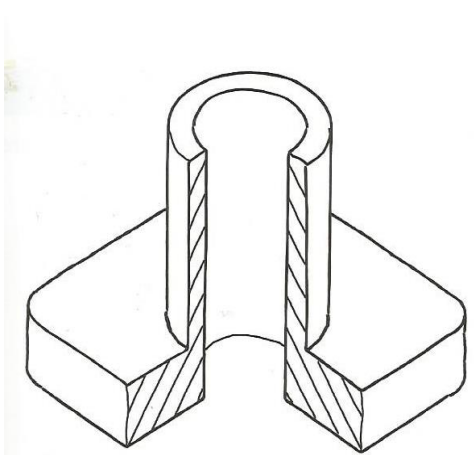
სურ.7. 13

წარმოსაჩენად,(ჭრილებზე დაწვრილებით შემდეგ თავში გვექნება საუბარი)

იზომეტრიულ ესკიზებზე ჭრისთვის ძირითადად გვემილთა სიბრტყეების პარალელური სიბრტყეები გამოიყენება. წახაზვის ხაზებისათვის გამოიყენება ხაზები ის მიმართულება, რომელიც უკეთეს ეფექტს იძლევა. საერთოდ, ასეთი მიმართულება იზომეტრიული კვადრატის(რომის) დიდი დიაგონალია (სურ.7.12)სრული კვეთის შესასრულებლად შეგვიძლია ავაგოთ კვეთის ფიგურა და შემდეგ დავამატოთ დეტალის დარჩენილი ნაწილი კვეთის ფიგურის უკან.(სურ.7.13)

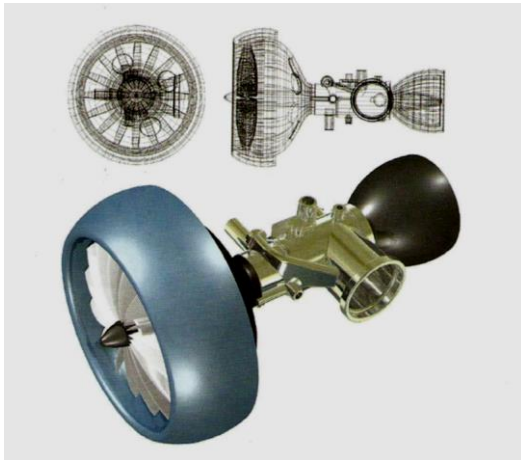
ნახევრად გაჭრილი დეტალის იზომეტრიის ასაგებად უმჯობესია ავაგოთ მთელი დეტალი, შემდეგ დავამატოთ კვეთის წირი და ამოვშალოთ დეტალის ნაწილი. კვეთაში მიღებული ფიგურა წავხაზოთ. და ხილვადი კონტური შემოვაგლოთ.(სურ.7.14)

ჭრილის ეს ტიპი უფრო ხშირად გამოიყენება პრაქტიკაში, რადგან შესაძლებლობა გვეძლევა წარმოვაჩინოთ დეტალის შიგა და გარე ფორმები, რის გამოც სრული დეტალის ვიზუალიზაცია უფრო მარტივი ხდება.



სურ.7. 14

7.8 საამწყობო ნახაზების იზომეტრია



სურ.7. 15

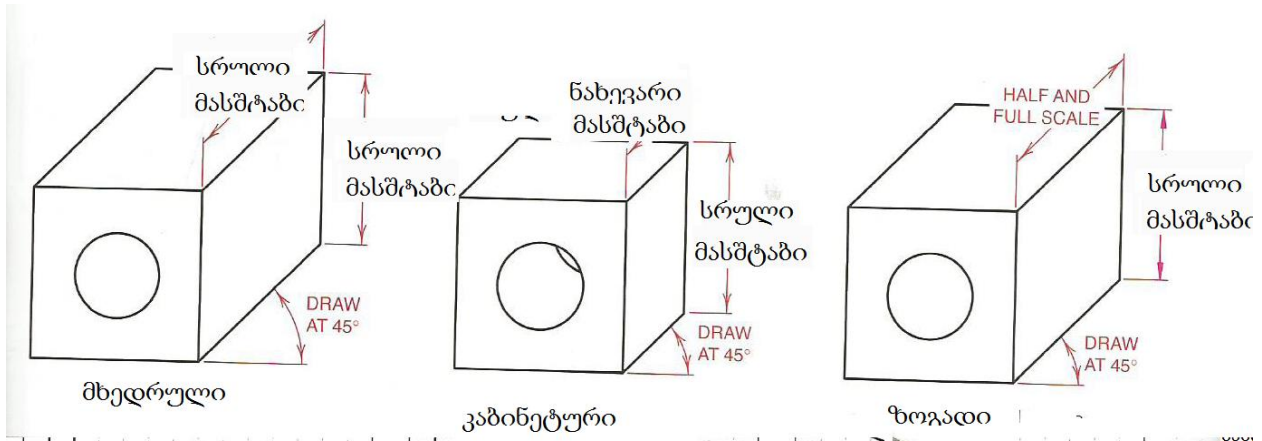
საამწყობო ნახაზები იზომეტრია შეიძლება იყოს აწყობილი(სურ. 7.15) და დაშლილი. ასეთი ტიპის ნახაზებს როგორც წესი მოყვება სახელმძღვანელო ინსტრუქცია, როგორც, მაგალითად, ასაწყობ საოჯახო საგნებს და სათამაშოებს. იზომეტრიულ საამწყობო ნახაზში შემავალი ნაწილები დანომრილია და თავისი განმარტება ახლავს. ამ საკითხზე უფრო დაწვრილებით მე-10 თავში გვექნება ლაპარაკი იზომეტრიული საამწყობო ნახაზები 3D CAD

სისტემების დახმარებითაც შეიძლება გაკეთდეს. ანიმაცია საშუალებას იძლევა ვაჩვენოთ აწყობილი კვანძი, რომელიც შემდეგ ნაწილებად იშლება. შესაძლებელია ასევე გამოყენებულ იქნეს მკვეთი სიბრტყეები ჭრილების საჩვენებლად.

7.9 ირიბკუთხა აქსონომეტრია

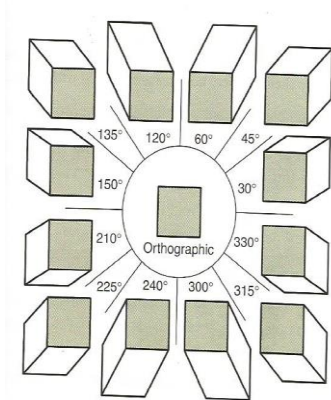
ირიბკუთხა აქსონომეტრია მიიღება პარალელური დაგეგმილების შედეგად, როდესაც მაგეგმილებელი წრფეები არიან ერთმანეთის პარალელური, მაგრამ არ არიან გეგმილთა სიბრტყის მართობული. თუ ობიექტის რომელიმე წახნაგს გეგმილთა სიბრტყის პარალელურად მოვათავსებთ, მაშინ ეს წახნაგი და მასზე მდებარე ელემენტები გეგმილთა სიბრტყეზე დაუმახინჯებლად დაგეგმილდება. ამიტომ, ირიბკუთხა აქსონომეტრიას იყენებენ მაშინ, როცა ერთ რომელიმე წახნაგზე დიდი რაოდენობის მრუდი წირები, მაგალითად, წრეწრიებია განლაგებული და ობიექტის სწორი პოზიციონირების შემთხვევაში შეგვიძლია თავიდან ავიცილოთ ელიფსების აგების პროცესი.

ძირითადად იყენებენ სამი სახის ირიბკუთხა აქსონომეტრიას: მხედრულს, კაბინეტურს და ზოგადს. სურ.7.16-ზე ნაჩვენებია სამივე ტიპის ირიბკუთხა აქსონომეტრიაში ღერძების განლაგება და ღერძის გასწვრივ გადაზომვის მასშტაბები.



სურ.7.16

ნაჩვენებია კუთხის სიდიდეები შეიძლება იცვლებოდეს. (სურ.7.17) ირიბკუთხა



სურ.7.17

აქსონომეტრიის გამოყენებისას ორი ძირითადი წესი უნდა

დავიცვათ: 1) რთული ელემენტები, როგორცაა რკალები,

წრეწირები, მოვათავსოთ ფრონტალური სიბრტყის

პარალელურად,

2) ობიექტი ისე მოვათავსოთ, რომ გრძელი წიბო

ნახევარი მასშტაბით წარმოვადგინოთ. (თუ ეს პირობა პირველ

პირობას არ გამოირიცხავს)

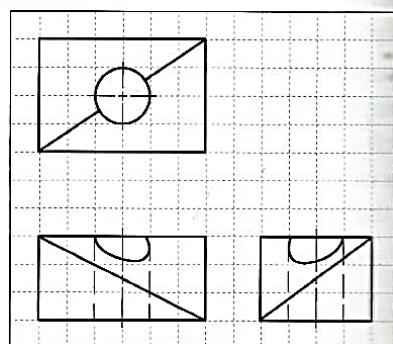
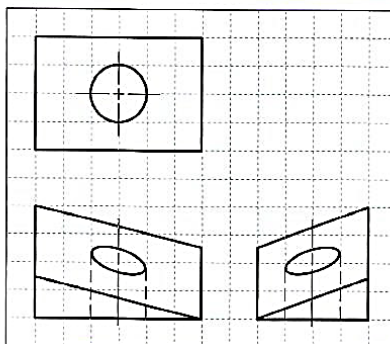
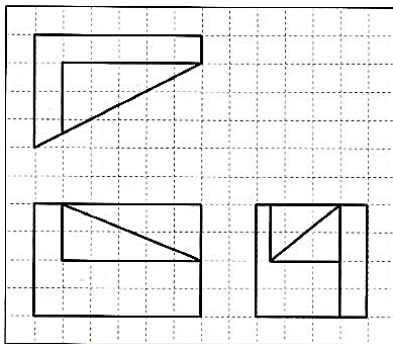
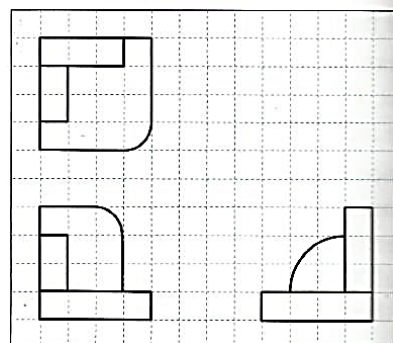
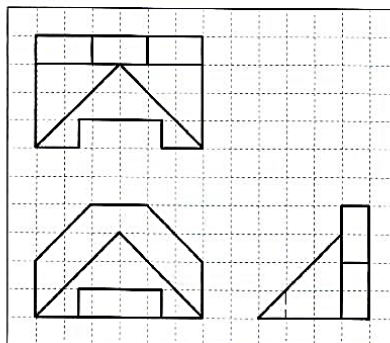
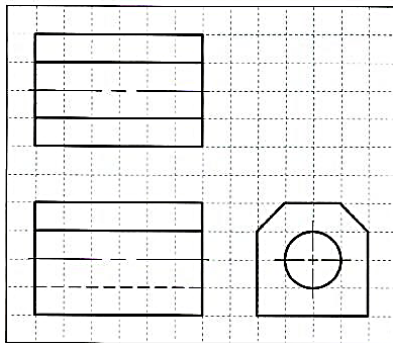
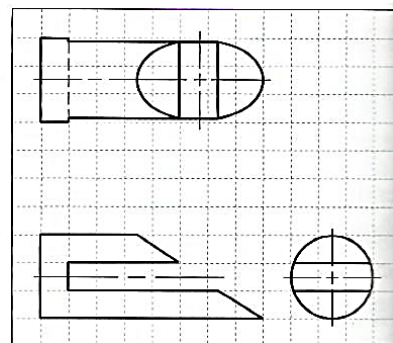
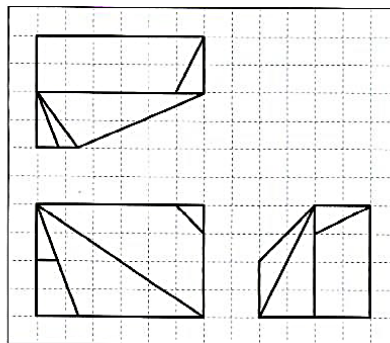
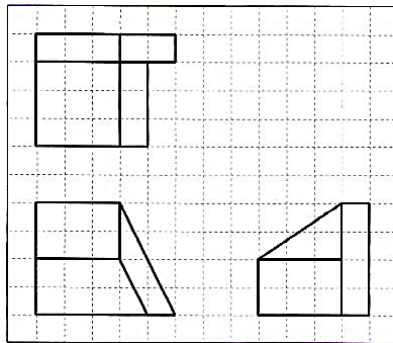
ირიბკუთხა კაბინეტურ აქსონომეტრიაში ღერძის გასწვრივ

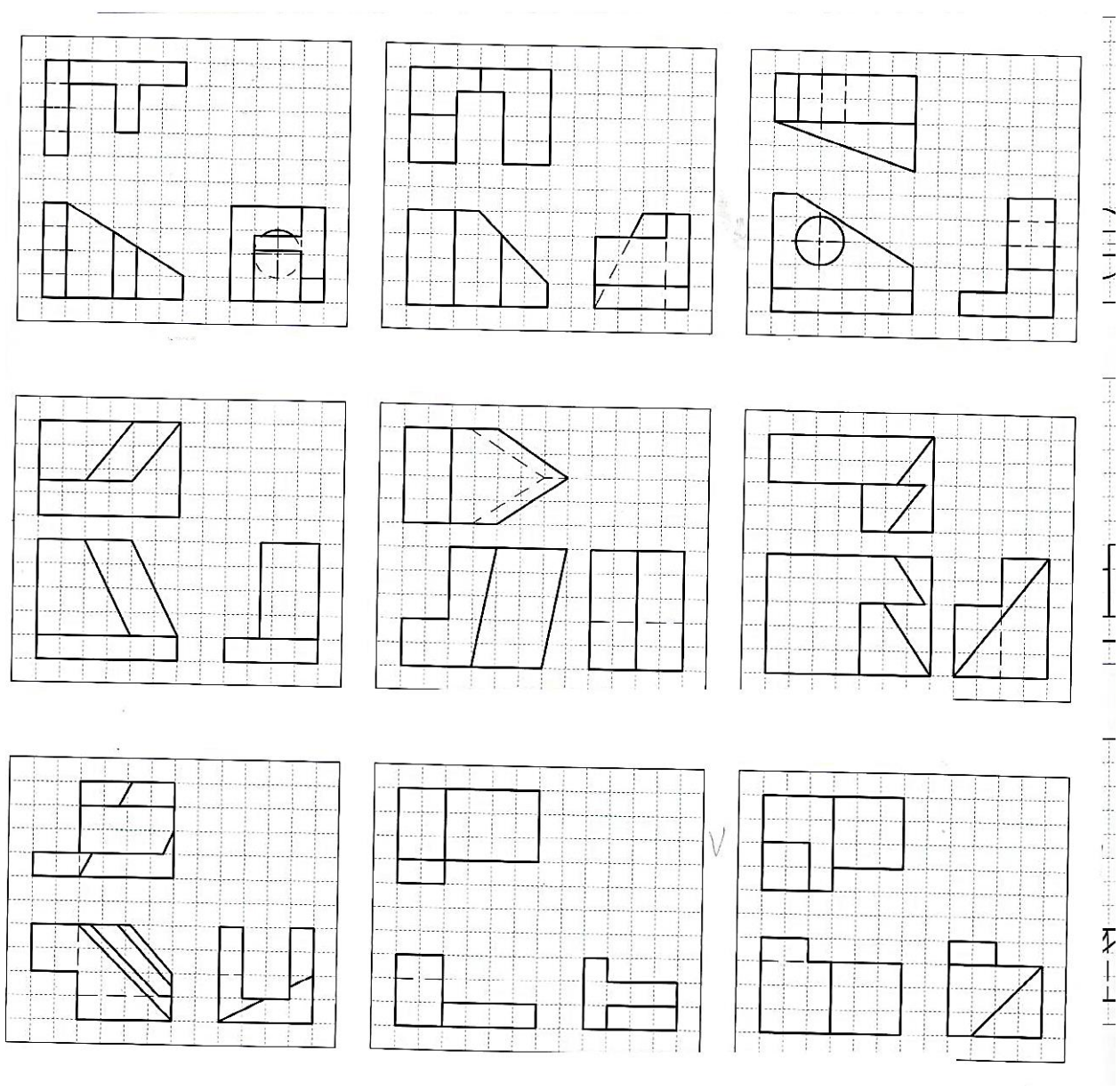
ზომის განახევრება ამცირებს დამახინჯების ხარისხს, ამიტომ

ირიბკუთხა აქსონომეტრიის ამ ტიპს ხშირად იყენებენ პრაქტიკაში.

სავარჯიშო.

მოცემული ხედების მიხედვით ააგეთ ფიგურის თვალსაჩინო გამოსახულება.





თავი 8. ჭრილები

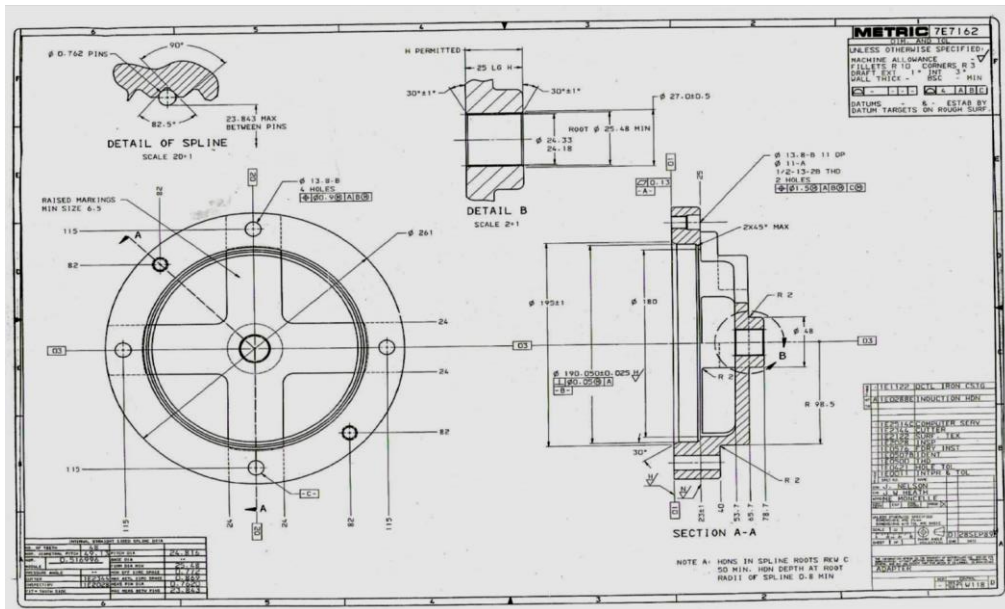
ამ თავის დასრულების შემდეგ სტუდენტი შეძლებს:

1. გამოიყენოს მკვეთი სიბრტყეების მეთოდი და შეასრულოს ჭრილები ხედებზე და სამგანზომილებიან მოდელებზე.
2. აჩვენოს ნახაზზე მკვეთი სიბრტყის წრფე და კვეთის წირი სტანდარტული პირობითობების დაცვით
3. შეასრულოს სხვადასხვა ტიპის ჭრები(სრული, ნახევარი, ადგილობრივი, გამოტანილი, მობრუნებული, დამხმარე, ჭრილი საამწყობო ნახაზზე) სტანდარტული პირობითობების დაცვით
4. გამოიყენოს ჭრის თეორია CAD სისტემებში და ააგოს ჭრილები.

ჭრილების შესრულება ნახაზზე საჭიროა ვიზუალიზაციის გაუმჯობესებისათვის, ნახაზის სიცხადის გაზრდისათვის, ზომების დასმის გამარტივებისათვის,

მაგალითად, მექანიკური დეტალის ან სტრუქტურის ვიზუალიზაცია და გაზომვით რთულ პროცესს წარმოადგენს. ჭრილების საშუალებით შესაძლებლობა გვეძლევა ვაჩვენოთ მათი შიგა აგებულება. ასევე ხშირად გამოიყენება ჭრილები არქიტექტურულ ნახაზებზეც.

ჭრის ტექნიკა დაფუძნებულია წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყის გატარებაზე. ჭრილების შესრულება მოითხოვს კარგად განვითარებულ ვიზუალიზაციის უნარს და სტანდარტულ პირობითობებთან მუშაობის პრაქტიკას. ამ თავში განხილული იქნება ჭრილების მიღების თეორია და მნიშვნელოვანი პირობითობები, რომელიც აუცილებელია ჭრილების ასაგებად , და სტანდარტული პრაქტიკული მაგალითები.



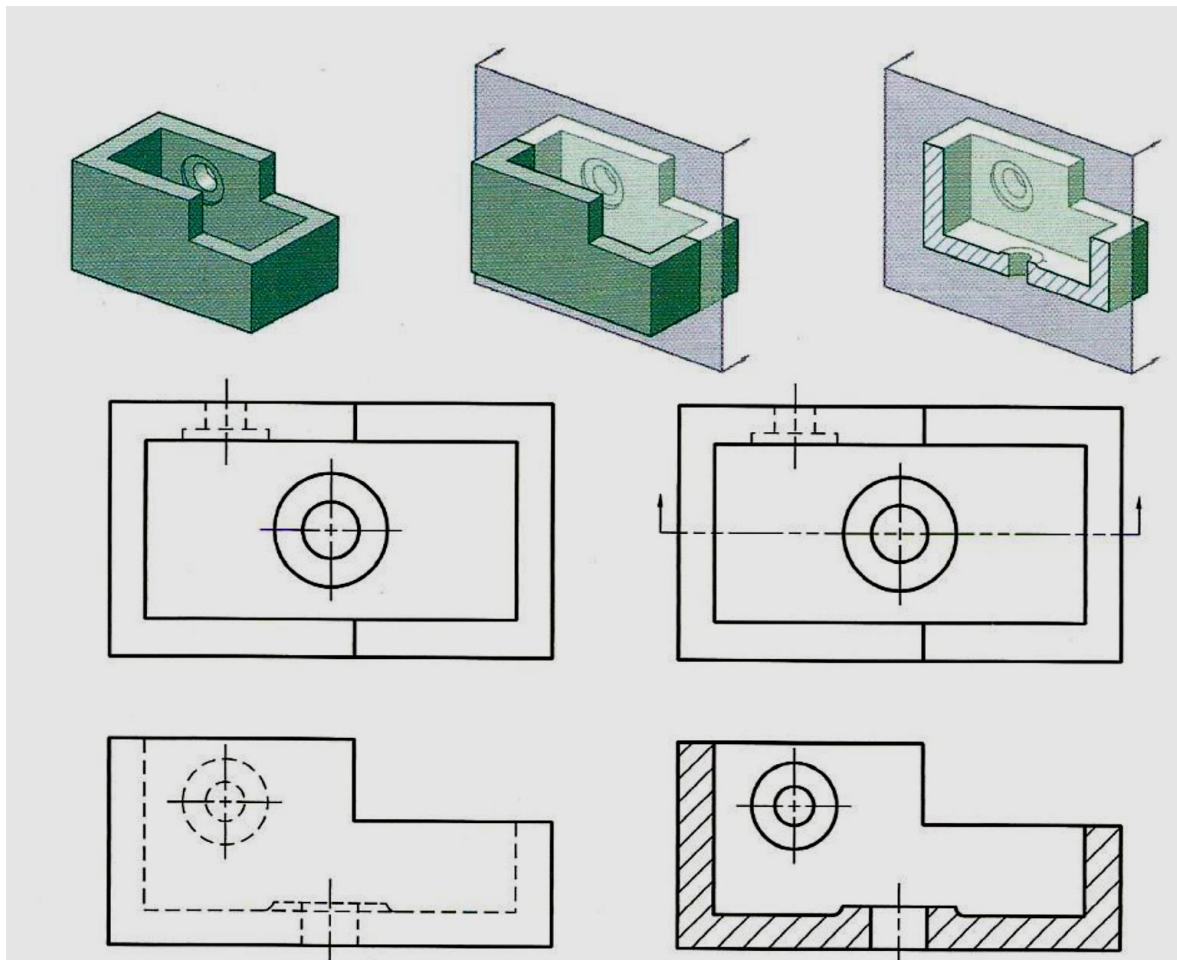
სურ.8. 1

8.1. ძირითადი ცნებები

ჭრილები პროექტირებისა და დოკუმენტირების მნიშვნელოვან ასპექტს წარმოადგენს, რომელიც ემსახურება ნახაზის გარკვეულობის გაუმჯობესებას და წარმოაჩენს დეტალისა და სტრუქტურის შიგა აგებულებებს. (სურ. 8.1)

ჭრილები ხედებზე ხშირად გამოიყენება პროექტირებისას იდეის ჩამოყალიბებისა და დამუშავების ეტაპზე კომუნიკაციისა და პრობლემის გადაწყვეტის გაუმჯობესებისათვის. ჭრილების შექმნის მთავარი მიზანია მაქსიმალურად შეამციროს უხილავი ხაზები ნახაზზე, ისე რომ ნახაზი მეტად გასაგები და ადვილად წარმოსადგენი გახდეს. სურ. 8.2-ზე ერთ მხარეს ნაჩვენებია კომპლექსური ნახაზი, მეორეზე კი წინხედზე შესრულებულია ჭრილი. როგორც ხედავთ, ჭრის შემდეგ დეტალის უხილავი ელემენტები ხილული გახდა.

ტრადიციული ჭრილი სრულდება წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყის გატარებით, რომლითაც გაიჭრება ობიექტი მისი შიგა ელემენტების გამოსაჩენად. (სურ. 8.3)



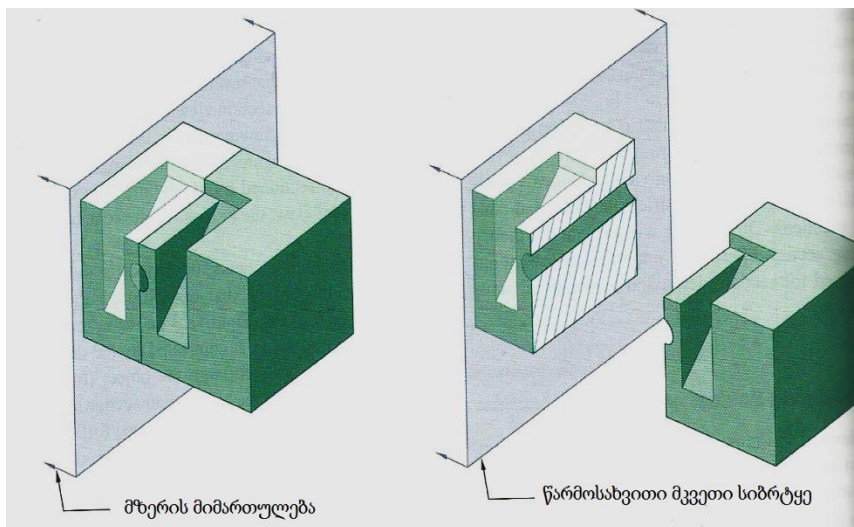
სურ.8. 2

წარმოსახვითი სიბრტყის კონტროლირება ხდება დამპროექტებლის მიერ და შეიძლება

ა) გადიოდეს მთელი ობიექტის გასწვრივ(სრული ჭრა)

ბ) კვეთდეს ობიექტის ნახევარს(ნახევარი ჭრა)

გ) გადიოდეს ტეხილად და კვეთდეს იმ ელემენტებს, რომლებიც მკვეთი სიბრტყის



სურ.8. 3

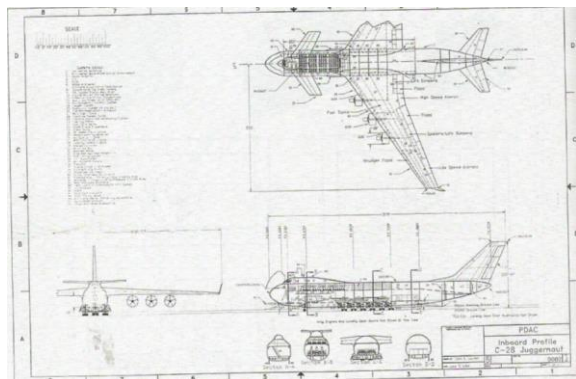
ზემოთჩამოთვლილი მეთოდებით გატარებისას არ იკვეთებიან (საფეხურებრივი ჭრა)

დ)კვეთდეს ობიექტის მხოლოდ ნაწილს (ადგილობრივი ჭრა)

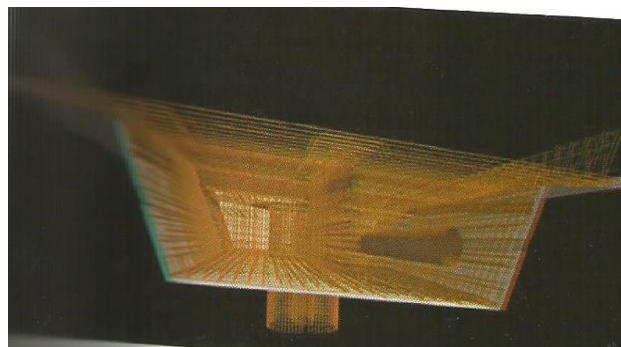
ჭრილები ფართოდ გამოიყენება ყველა საინჟინრო დისციპლინებში. მექანიკური საამწყობო ნახაზის ჭრილი გამოიყენება კომპონენტების

სწორად აწყობისათვის და ვიზუალიზაციის პროცესის გასამარტივებლად (სურ. 8.4) ,

ნახაზები ჭრილებით გამოიყენება სამშენებლო ინჟინერიაში(სურ, 8,5), ჭრილი გამოიყენება



სურ.8. 4



სურ.8. 5



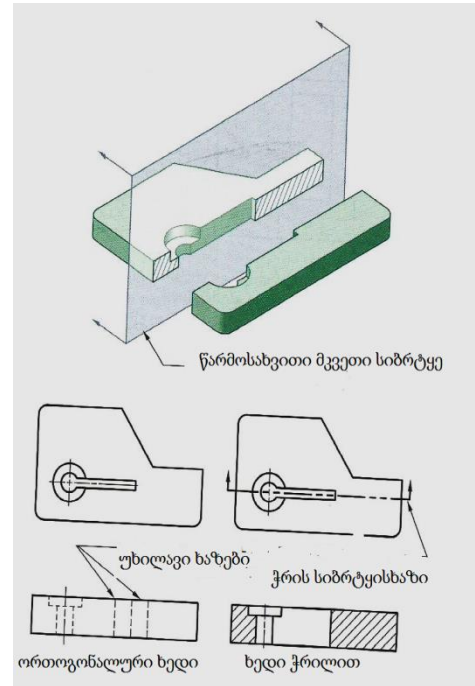
სურ.8. 6

როული ანაწყობი ნახაზის შიგა მახასიათებლების წარმოსაჩენად, (სურ,8.6)

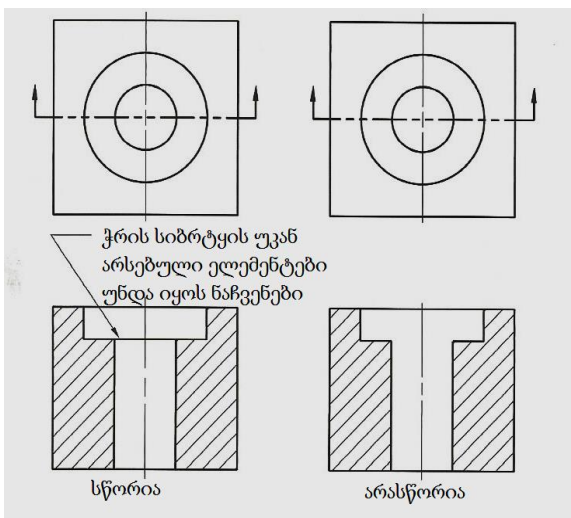
ჭრილების გამოყენების მიზანია უხილავი ხაზების რაოდენობის მაქსიმალური შემცირება, ჭრილი წარმოაჩენს უხილავ ელემენტებს უხილავი

ხაზების გამოყენების გარეშე.(სურ.8.7)

ნახაზზე ნაჩვენები უნდა იყოს ხილული ზედაპირები და წიბოები , რომლებიც კვეთაში მიღებული ფიგურის უკან მდებარეობს, მაგალითად, სურ.8.8 წარმოდგენილია ჭრილი, როცა მკვეთი სიბრტყე ხვრელის ცენტრზე გადის.



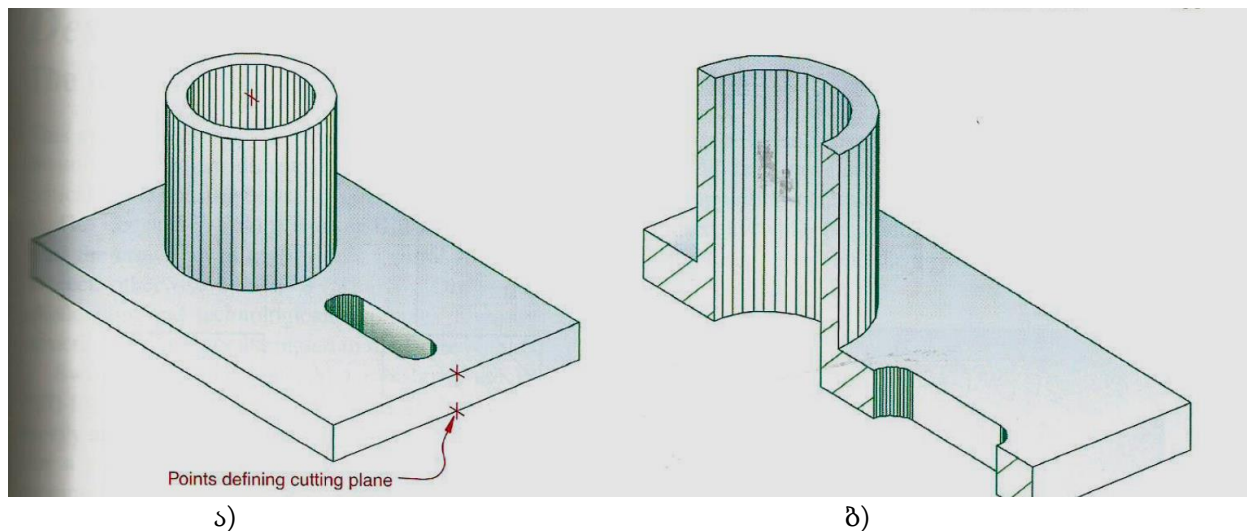
სურ.8. 7



სურ.8. 8

8.1.2 CAD ტექნიკა

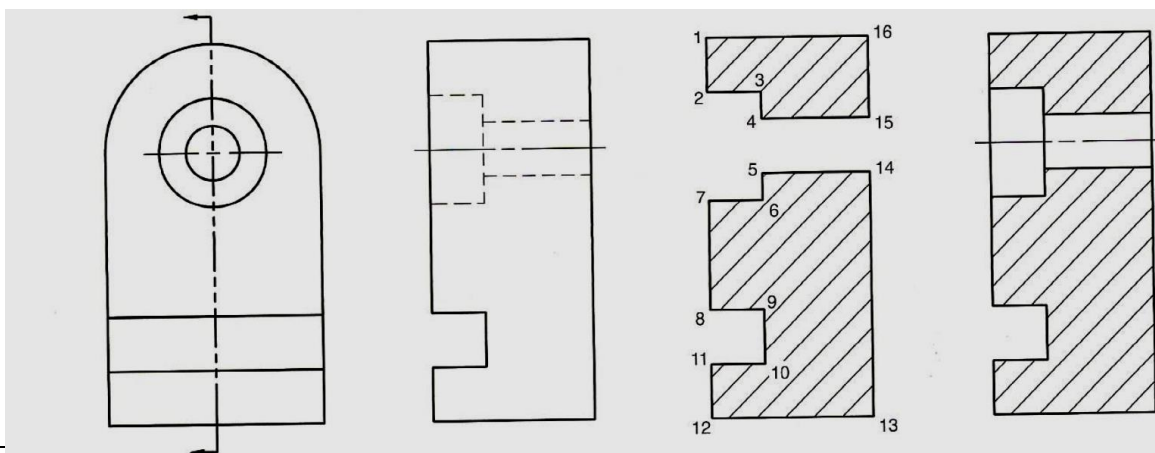
CAD სისტემებში ჭრა სრულდება ავტომატურად, თუ მივუთითებთ მკვეთი სიბრტყის მდებარეობას ობიექტის მიმართ. სურ.8.9-ა ამასთან უნდა მივუთითოთ ჭრის შესრულების შემდეგ ობიექტის რომელი ნაწილი დარჩება ნახაზზე. სურ.8.9-ბ



სურ.8. 9

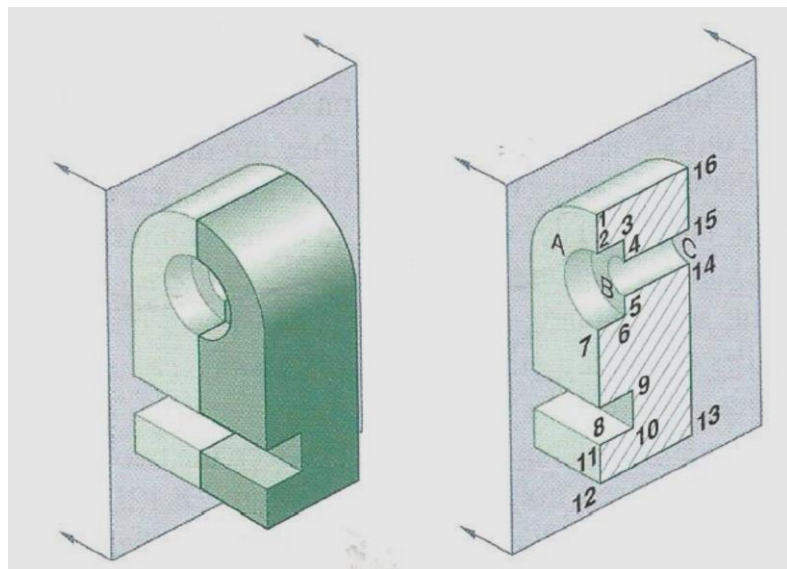
8.1.3 ჭრილების ვიზუალიზაცია

სურ. 8.10-ზე ნაჩვენებია კომპლექსური ნახაზი, რომლის მიხედვით ნახაზზე გამოსახული ობიექტის წარმოდგენა სამ განზომილებაში რთულია ბევრი უხილავი ხაზის გამო. ჭრის



სურ.8. 10

სიბრტყე გატარებულია ვერტიკალურად ობიექტის ცენტრში . სურ. 8.11-ზე წარმოდგენილია

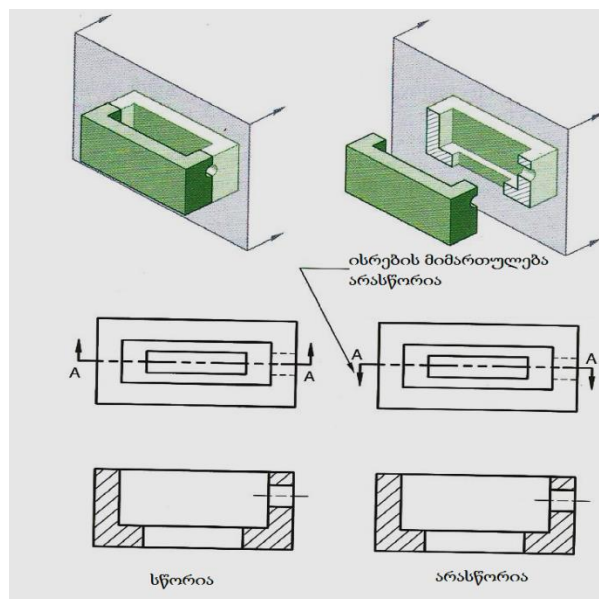


სურ.8. 11

იზომეტრიული გამოსახულება ჭრის შემდეგ. იზომეტრიული გამოსახულების წვეროები დანომრილია ხედზე არსებული ნომრების შესაბამისად.

8.2 ჭრის სიბრტყის ხაზები

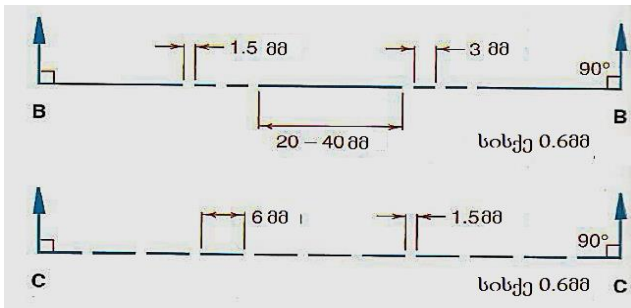
ჭრის სიბრტყის შესაბამისი ხაზები წარმოადგენს ჭრის სიბრტყის გეგმილს, რომლებიც



სურ.8. 12

გვიჩვენებს, თუ სად გადის ეს სიბრტყე. ჭრის სიბრტყის ხაზებს გამოსახვენ ჭრილის მოსაზღვრე ხედზე. სურ. 8.12-ზე ჭრილი შესრულებულია ფრონტალურ გეგმილზე(წინხედზე), ხოლო ჭრის სიბრტყის ხაზი ნაჩვენებია ჰორიზონტალურ გეგმილზე(ზედხედზე). ჭრის სიბრტყის ხაზი გამოისახება სქელი წარმოსახვითი ხაზით(0.6 მმ), რომელიც ობიექტის წიბოდან გადაშორებულია 6 მმ-ით . ხაზების ბოლოს 90°-იანი მიმართულებით გატარებულია პატარა მონაკვეთები, რომლებიც ბოლოვდება

ისრებით. ისრები გვიჩვენებენ მზერის მიმართულებას ჭრილისაკენ.



სურ.8. 13

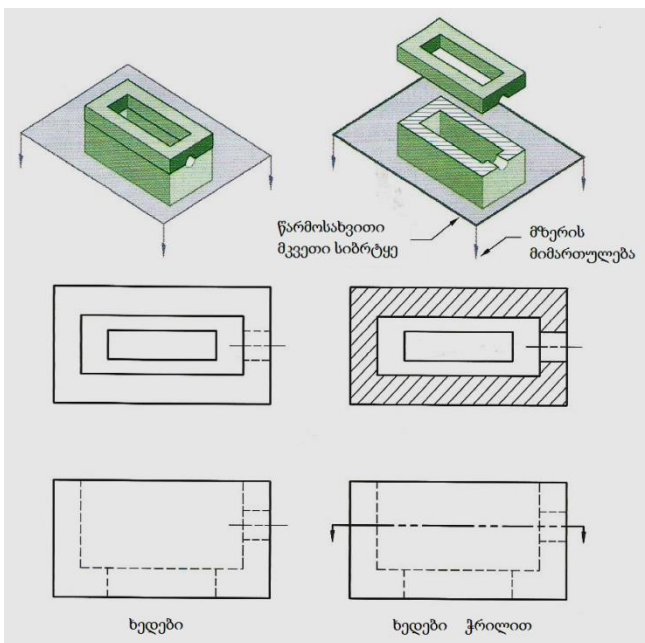
ჭრის სიბრტყის საჩვენებლად გამოიყენება ორი ტიპის ხაზი, რომელიც ნაჩვენებია სურ.8.13-ზე. B-B ხაზი წარმოდგენილია ერთი გრძელი (20-40მმ) და ორი მოკლე (3მმ) წყვეტილი ხაზებით. ხაზებს შორის დაშორება 1.5 მმ-ს

შეადგენს.

C-C ხაზი წარმოადგენს თანაბარი სიგრძის წყვეტილი ხაზების სერიას. ხაზების სიგრძე 6 მმ-ია, ხოლო მათ შორის ინტერვალი-1.5 მმ.

8.2.1 ჭრის სიბრტყის ხაზების განლაგება

ჭრის სიბრტყეს ნახაზზე აჩვენებენ მეტი სიცხადისათვის. სურ.8.12-ზე ნაჩვენებია ჭრის



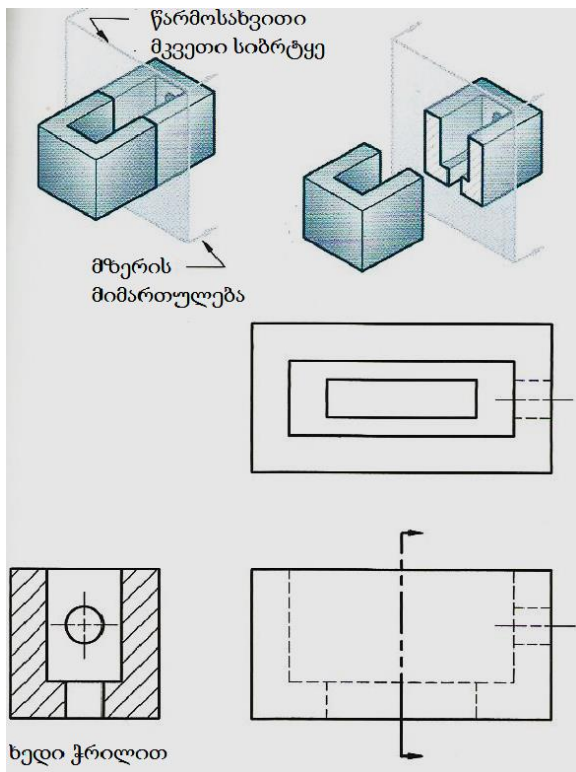
სურ.8. 14

სიბრტყე ფრონტალური სიბრტყის პარალელურია და ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე წრფედ გეგმილდება. ამიტომ მას ფრონტალური ჭრის სიბრტყე ეწოდება. ობიექტის ნახევარი ფრონტალურ გეგმილზე „ამოღებულია”, და ხედზე წარმოდგენილია ჭრილი. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში ჭრის სიბრტყის ხაზი ჰორიზონტალურ გეგმილზეა ნაჩვენები,

თუ ჭრის სიბრტყე პარალელურია ჰორიზონტალური გეგმილთა სიბრტყისა, მას ჰორიზონტალური ჭრის სიბრტყე ეწოდება. ასეთი სიბრტყე წრფედ

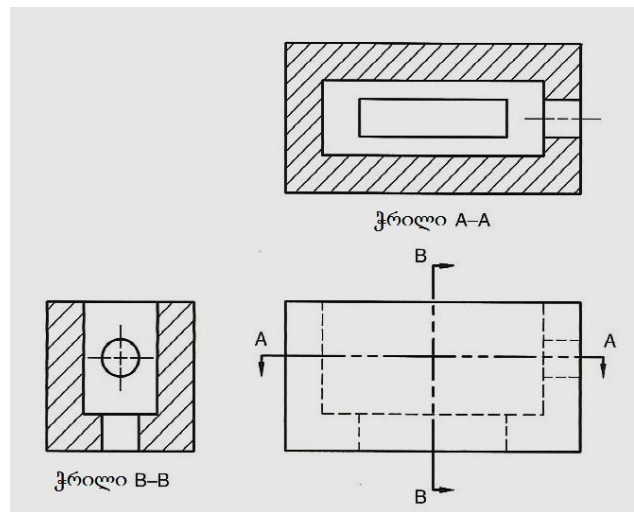
დაგეგმილდება ფრონტალურ სიბრტყეზე და ამიტომაც სიბრტყის ხაზი ფრონტალურ გეგმილზეა ნაჩვენები. ამ დროს (სურ.8.14) ჭრის შემდეგ ობიექტის ზედა ნაწილი „ამოღებულია“ და ხედი ჭრილითაა წარმოდგენილი.

თუ ჭრის სიბრტყე პროფილური სიბრტყის პარალელურია, მაშინ მას პროფილური ჭრის სიბრტყე ეწოდება, სურ. 8.15-ზე ნაჩვენებია პროფილური ჭრილი, ამ დროს „ამოღებულია“ ობიექტის მარცხენა ნახევარი და ხედი ნაჩვენებია ჭრილით. ჭრის სიბრტყის ხაზი ნაჩვენებია ფრონტალურ გეგმილზე.



სურ.8. 16

სურ, 8.16-ზე წარმოდგენილ კომპლექსურ ნახაზზე გამოყენებულია ჭრის ორი სიბრტყე - ჰორიზონტალური და პროფილური. ჭრის



სურ.8. 15

ორივე სიბრტყის ხაზი ნაჩვენებია ფრონტალურ გეგმილზე. A-A შეესაბამება ჰორიზონტალურ ჭრის სიბრტყეს, ხოლო B-B -პროფილურ ჭრის სიბრტყეს, ჭრის თითოეული სიბრტყით მიღებული ჭრილი შესაბამის ხედზე ისეა ნაჩვენები, თითქოს ჭრის მეორე სიბრტყე არ არსებობს.

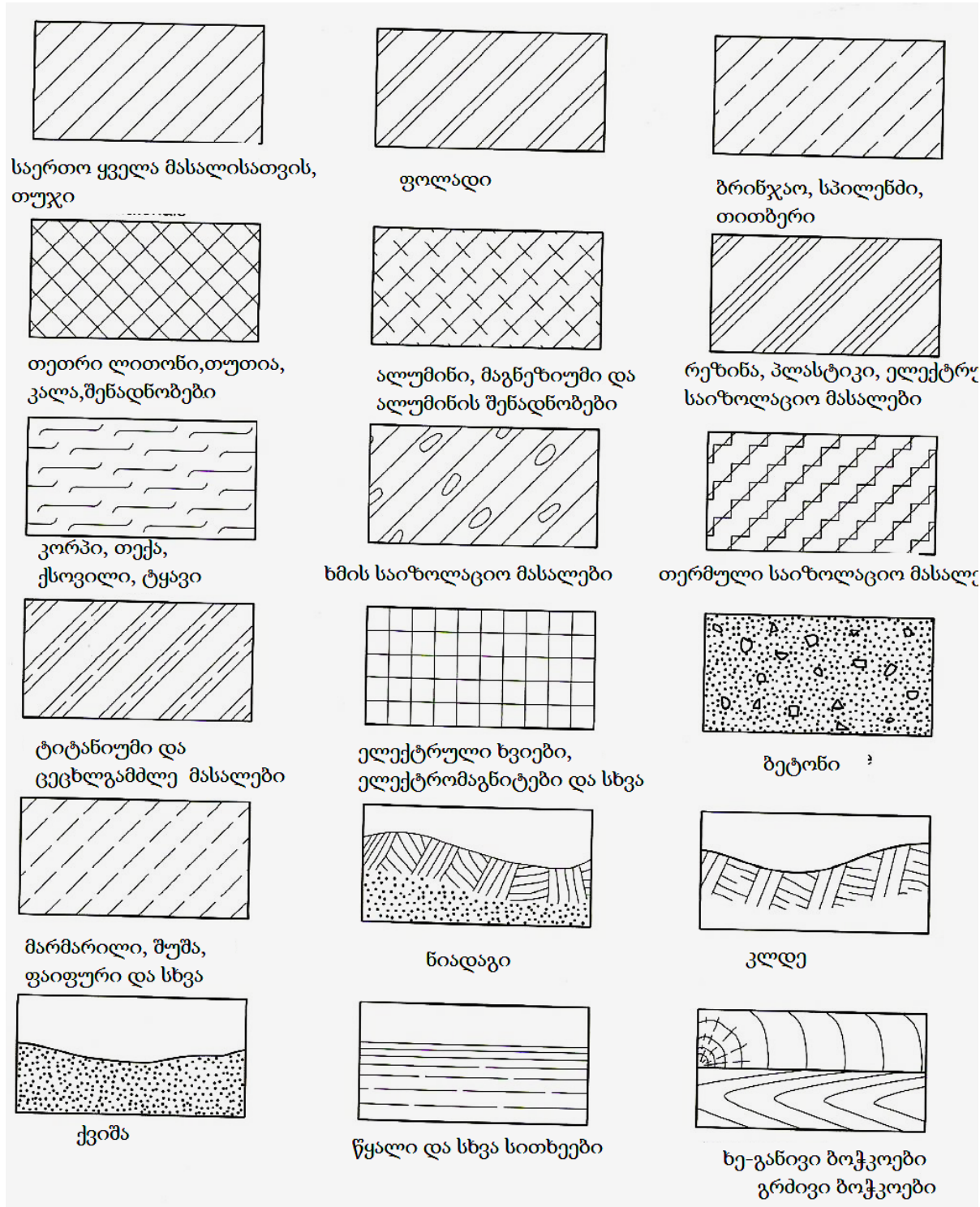
8.3 ჭრილის წახაზვა

ჭრილის წახაზვას იყენებენ ჭრის სიბრტყით კვეთის შედეგად მიღებული ზედაპირის ჩვენებისათვის. სხვადასხვა მასალის საჩვენებლად წახაზვის სხვადასხვა მეთოდს იყენებენ. თუმცა, რადგან მრავალი სხვადასხვა მასალა არსებობს, შეიძლება ნახაზზე გამოვიყენოთ წახაზვის ზოგადი მეთოდი, რომელიც საერთოა ყველა მასალისთვის. ხოლო მასალის ტიპი მივუთითოთ ძირითად წარწერაზე ან სპეციფიკაციებში, ამ დროს წახაზვის ხაზების მიმართულება 45 გრადუსითაა დახრილი ჰორიზონტალური ხაზის მიმართ, თუმცა ერთსა და იმავე ხედზე მოსაზღვრე ნაწილების ჭრილების ჩვენების დროს წახაზვის ხაზების მიმართულება შეიძლება შეიცვალოს. წახაზვის ხაზებს შორის მანძილი ჭრილზე უცვლელი უნდა იყოს.

8.3.1 მასალის აღნიშვნა ჭრილებში

როგორც აღვნიშნეთ, სხვადასხვა მასალისათვის წახაზვის სხვადასხვა ტიპი გამოიყენება. სურ, 8.17-ზე ნაჩვენებია წახაზვის სტილი ზოგიერთი მასალისათვის ASME (American Society of Mechanical Engineers) სტანდარტის მიხედვით. არსებობს ასობით სხვადასხვა მასალა, რომელიც დიზაინში გამოიყენება. იშვიათად, ზოგადი წახაზვის სტილი გამოიყენება ფოლადის მასალების ჯგუფის აღსანიშნავადაც. ფოლადის სპეციფიური ტიპი მითითებული უნდა იყოს ძირითად წარწერაზე ან სპეციფიკაციებში.

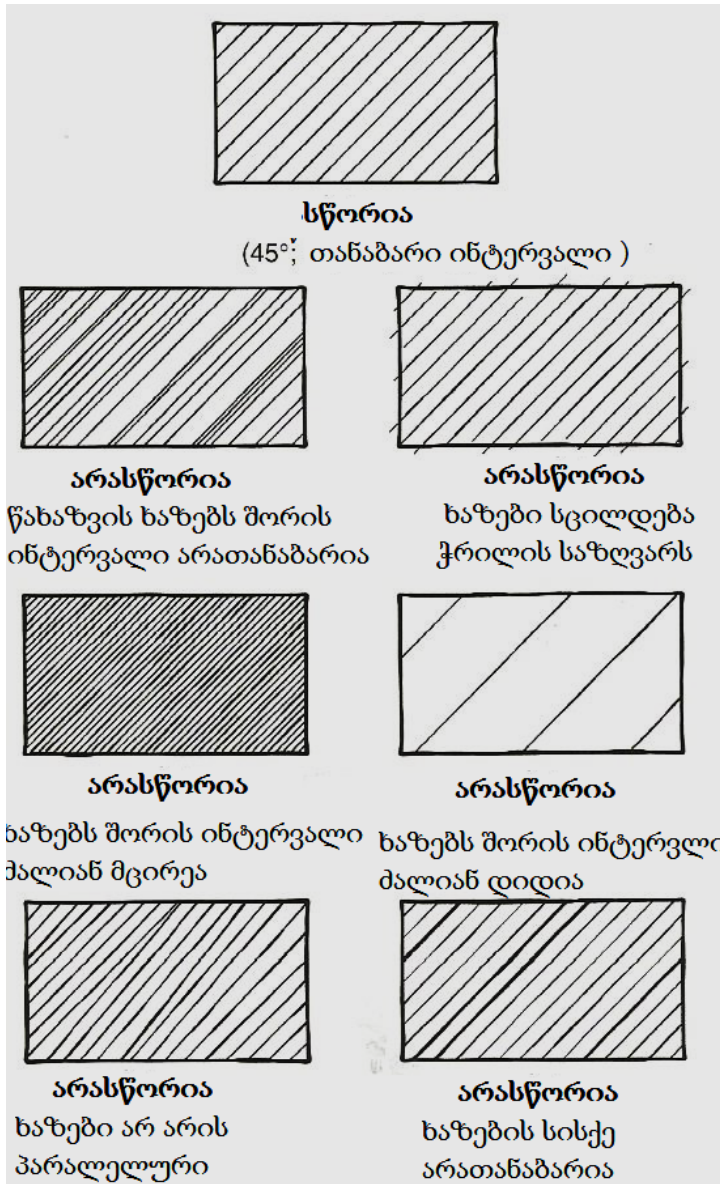
CAD სისტემებში არის წახაზვის სიმბოლოების დიდი ბიბლიოთეკა. ჭრის ზედაპირის წახაზვა ავტომატურად ხდება შესაბამისი ბრძანების გამოყენების შემდეგ.



სურ.8. 17

8.3.2 წახაზვის ტექნიკა ესკიზზე

ესკიზზე ზოგადი წახაზვის ხაზები ტარდება 45 გრადუსიანი დახრილობით. ხაზებს შორის



სურ.8. 18

წახაზვის ხაზები არ უნდა იყოს ხილვადი კონტურის პარალელური ან პერპენდიკულარული. თუ ხილვადი კონტური

ინტერვალი უნდა იყოს 1.5მმ-დან 3მმ-დე, რაც დამოკიდებულია ნახაზის სიდიდეზე. როგორც წესი, იყენებენ 3 მმ-იან წახაზვას. წახაზვის ხაზები სრულდება წვრილი(0.35 მმ სისქის)შავი ხაზებით, H და 2H ფანქრის გამოყენებით,

სურ. 8.18-ზე წარმოდგენილია ესკიზზე წახაზვის სწორი და არასწორი ვარიანტები. წახაზვის ხაზები კონტურის ხაზებზე წვრილი უნდა იყოს და არ უნდა გადმოდიოდეს კონტურის ხაზის მიღმა. ამასთან, ხაზები უნდა იყოს პარალელური, თანაბარი და შესაბამისი ზომის ინტერვალით.

45 გრადუსითაა დახრილი ჰორიზონტალური ხაზის მიმართ, მაშინ წახაზვის ხაზები

განსხვავებული

დახრილობით,

მაგალითად 30

გრადუსიანი კუთხით

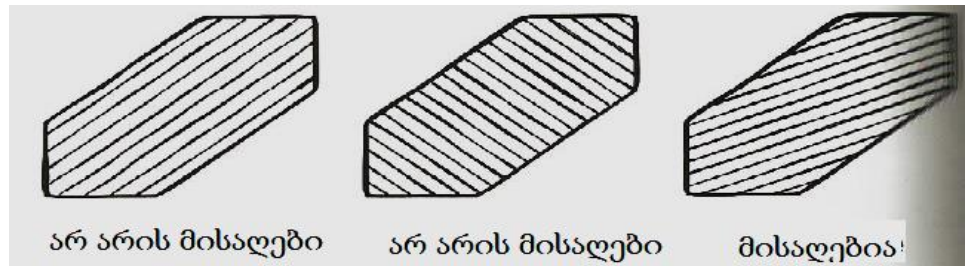
უნდა

გატარდეს. (სურ. 8.19)

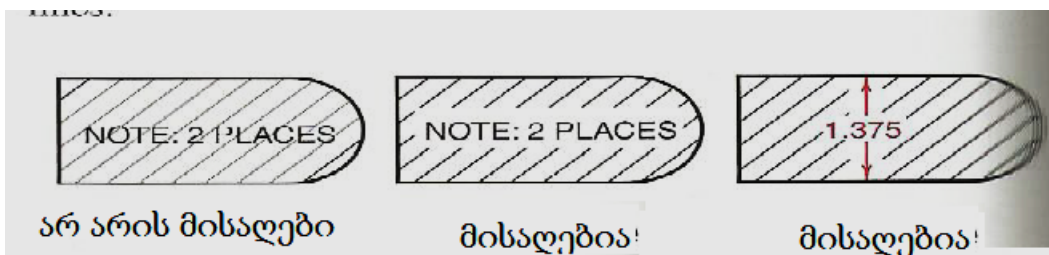
მოერიდეთ წახაზვის

არეში ზომების მითითებას, მაგრამ თუ ეს აუცილებელია, შენიშვნის ადგილას წახაზვის

ხაზები უნდა ამოვიდოთ, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 20-ზე.



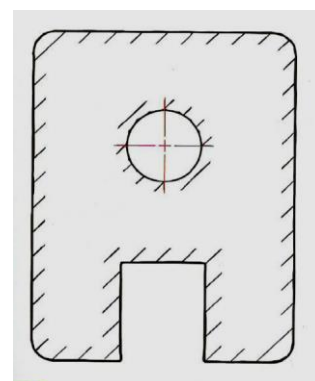
სურ. 8. 19



სურ. 8. 20

8.3.3 ჭრა მოხაზულობაზე

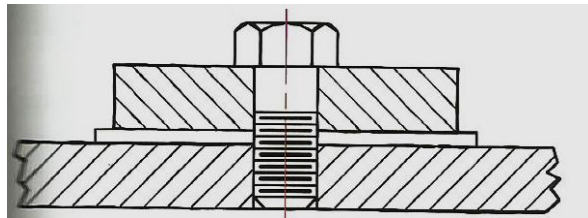
თუ ჭრა მთელს მოხაზულობას მოიცავს, დროის დაზოგვის მიზნით შესაძლებელია წახაზვის ხაზების ნაწილობრივ გატარება მოხაზულობის კონტურის მიმდებარედ. (სურ. 8.21). ასეთი ტიპის ჭრა CAD სისტემებში არის.



სურ. 8. 21

8.3.4. თხელი კედლის წახაზვა

ძალიან თხელი კედლების, როგორცაა მაგალითად საყელური ან შუასადები, ჭრილით წარმოდგენა ადვილი არ არის. ამიტომ სტანდარტული პირობითობების თანახმად, 4 მმ-ზე ნაკლები სისქის დეტალების ჭრილებში წახაზვა არ ხდება. (სურ. 8.22)



სურ.8. 22

8,4 ჭრილების ტიპები

არსებობს სხვადასხვა ტიპის ჭრილები, რომლებსაც იყენებენ ტექნიკურ ნახაზებზე. ეს

ტიპებია:

სრული ჭრილი

ნახევარი ჭრილი

ნაწილობრივი ჭრილი

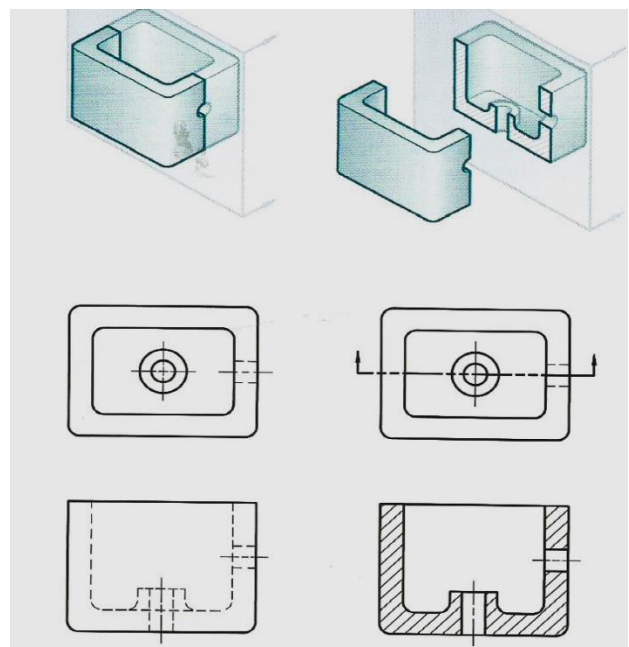
მობრუნებული კვეთა

გამოტანილი კვეთა

საფეხურებრივი ჭრილი

ჭრილი საამწყობო ნახაზზე

დამხმარე ჭრილი



სურ.8. 23

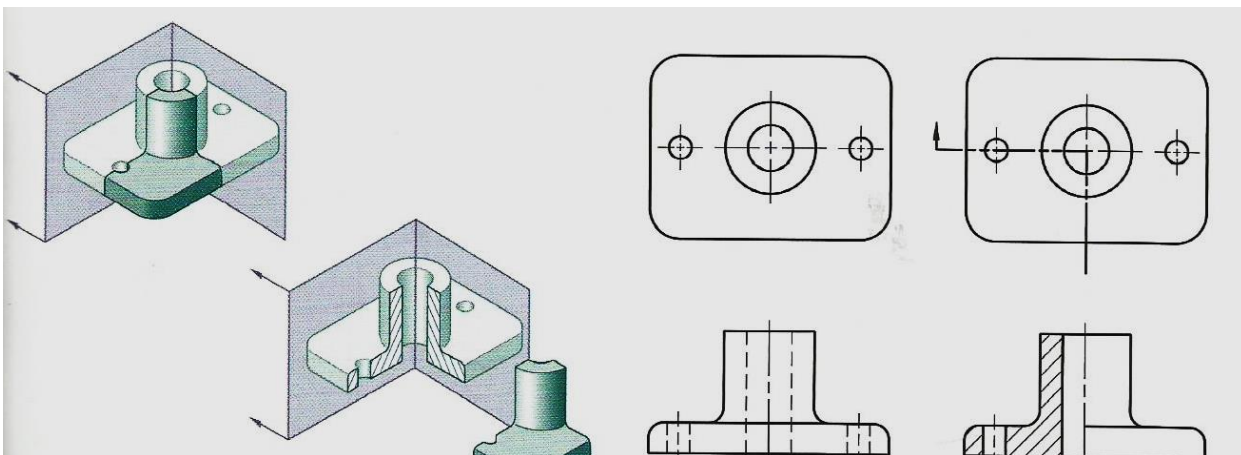
8.4,1. სრული ჭრა

სრული ჭრა მიიღება წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყის გატარებით მთელი ობიექტის

გასწვრი, როგორც ნაჩვენებია სურ. 8.23 -ზე. დეტალის ყველა უხილავი ელემენტი . რომელიც მკვეთი სიბრტყით გადაიკვეთა ჭრილზე წარმოდგენილია ხილვადი ხაზებით. ზედაპირი, რომელსაც შეეხო მკვეთი სიბრტყე, წახაზულია 45-გრადუსიანი დახრილობის ხაზებით, ზედხედზე ნაჩვენებია მკვეთი სიბრტყის შესაბამისი ხაზი, ისრები მიუთითებს მზერის მიმართულებას

8.4.2 ნახევარი ჭრა

ნახევარი ჭრილის მისაღებად წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყე გატარდება ობიექტის გასწვრივ ნახევარზე. სურ.8.24-ბ-ზე წარმოდგენილია ობიექტის ხედები, ხოლო 8.24-გ-ზე იგივე ობიექტის ხედები ჭრილით. როგორც ხედავთ, უხილავი ხაზები ორივე მხარეს ამოღებულია. საჭიროების შემთხვევებში უხილავი ხაზების ჩვენება ობიექტის გაუჭრელ ნაწილზე შესაძლებელია, ნახაზის სიცხადის გაზრდის მიზნით,



სურ.8. 24

ა)

ბ)

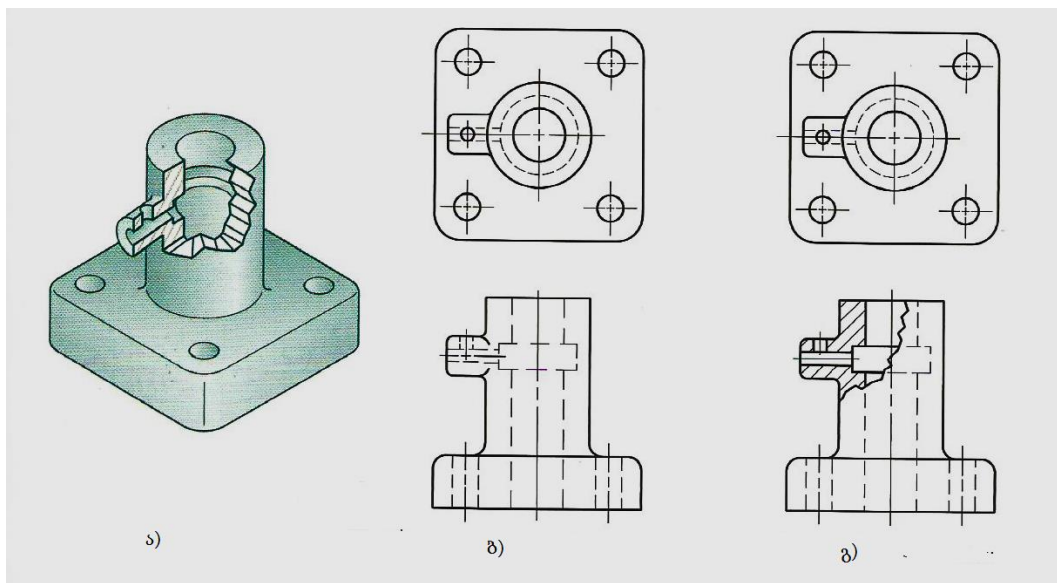
გ)

ცენტრის ხაზი წარმოადგენს გამყოფ ხაზს ჭრილსა და დეტალის გაუჭრელ ნაწილს შორის. ჭრის სიბრტყის ხაზი ნაჩვენებია ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე. ხაზი მოხრილია 90 გრადუსით, ხოლო მზერის მიმართულების მაჩვენებელი ისარი არის მხოლოდ ერთი. ხედები ნახევარი ჭრით ყველაზე ხშირად გამოიყენება სიმეტრიულ დეტალებში. ასევე ხშირად გამოიყენება ნახევარი ჭრა საამწყობო ნახაზებში, როცა საჭიროა დეტალის გარე სახის ჩვენება.

8.4.3 ადგილობრივი ჭრა

ადგილობრივი ჭრა გამოიყენება მაშინ, როცა საჭიროა ობიექტის მხოლოდ ნაწილის გაჭრა.

სურ.8.25-ზე ნაჩვენებია დეტალი, რომლის მხოლოდ ერთი ნაწილია „ამოგლეჯილი“.



სურ.8. 25

ადგილობრივი ჭრა გამოიყენება სრული და ნახევარი ჭრის მაგივრად დროის დაზოგვის მიზნით. ამოგლეჯის ხაზი იხაზება მრუდის სახით და აჩვენებს საზღვარს ამოჭრილ ნაწილსა და ხედს შორის, ამ შემთხვევაში მკვეთი სიბრტყის ხაზი ნაჩვენებია არ არის, უხილავი ხაზები დეტალის გაუჭრელ ნაწილზე შეგვიძლია წავშალოთ, ან მეტი სიცხადისათვის შეგვიძლია დავტოვოთ ისე, როგორც სურ.8.25-ზეა ნაჩვენები.

8.4.4 მობრუნებული კვეთი

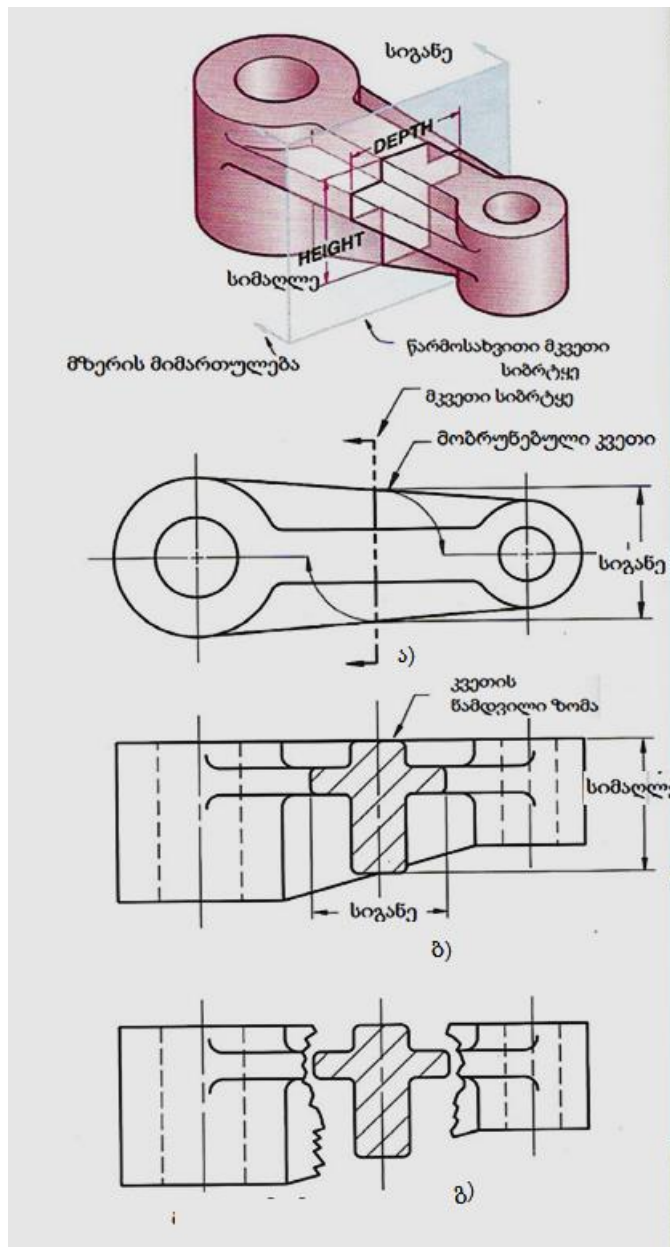
მობრუნებული კვეთი მიიღება ობიექტის განივი კვეთის 90 გრადუსით მობრუნებისა და მისი ხედზე დადების შედეგად. (სურ.8.26) . მობრუნებული კვეთის ასაგებად ვაგებთ ცენტრის ხაზს ჭრის ხაზის გასწვრივ შესაბამის ხედზე. მიღებული კვეთის მობრუნების შედეგად ამ ხაზის ირგვლივ კვეთის ფიგურა დაედება ხედს. თუ არ ხდება ხედის ელემენტების გადაფარვა,

მაშინ მიღებული ფიგურა პირდაპირ ხედზე დაიხაზება ხილვადი კონტურის ხაზებით, წინააღმდეგ შემთხვევაში ხდება ხედის გაწყვეტა და კვეთის ფიგურა იხაზება წყვეტის ადგილას. დასასრულს, ხდება კვეთის ფიგურის წახაზვა. კვეთის ფიგურის მომიჯნავე კონტურის ხაზები შემოივლება სქელი ხაზით ან ხდება ხაზის გაწყვეტა სტანდარტული

პირობითობების შესაბამისად.

კვეთის ფიგურა თავისი ნამდვილი ზომით და ფორმით არის წარმოდგენილი, და არ ხდება მისი დამახინჯება ხედზე მორგების მიზნით. ბრუნვის ღერძი ნაჩვენებია ცენტრის ხაზით.

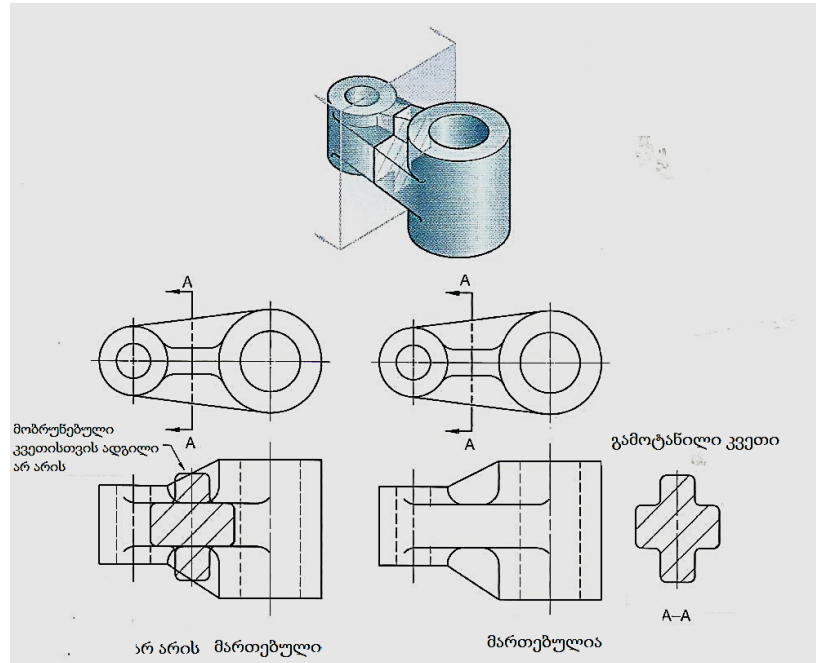
მობრუნებული კვეთები გამოიყენება ძელების, სახელურების, თვითმფრინავის ფრთების და სხვა წაგრძელებული ფორმის ობიექტების გამოხაზვისას. მობრუნებული ხედის გამოყენება ძალიან მოსახერხებელია, რადგან საჭირო არ ხდება სხვა ხედის აგება.



სურ.8. 26

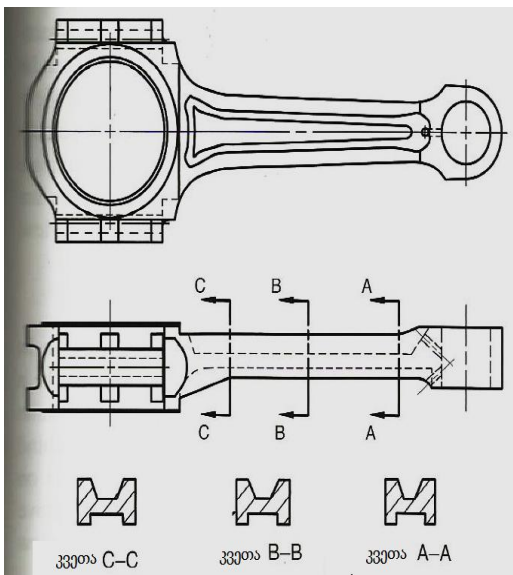
8.4.5 გამოტანილი კვეთი

გამოტანილი კვეთის აგება ანალოგიურია მობრუნებული კვეთის აგებისა. ხდება



სურ.8. 27

წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყის გატარება განივი კვეთის მისაღებად. მიღებული კვეთი მობრუნდება 90 გრადუსიანი კუთხით, მაგრამ არ დაიდება ხედზე. არამედ განთავსდება

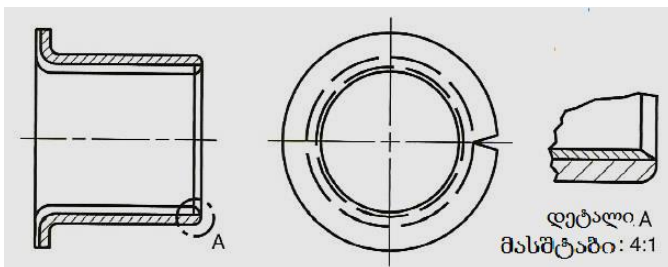


სურ.8. 28

ხედის მახლობლად, გამოტანილი კვეთის ტიპი გამოიყენება მაშინ როცა ხედზე არ არის საკმარისი ადგილი მობრუნებული კვეთის განთავსებისათვის.(სურ. 8.27) გამოტანილი ხედი ხშირად გამოიყენება რთული მოხაზულობის ობიექტების, (როგორცაა, მაგალითად თვითმფრინავის ფრთები და ფიუზელაჟი, ტურბინების და ძრავების ფრთები და სხვა) გამოხაზვის დროს, როცა განივი კვეთები მუდმივად ცვალებადი ფორმისაა.(სურ. 8. 28)

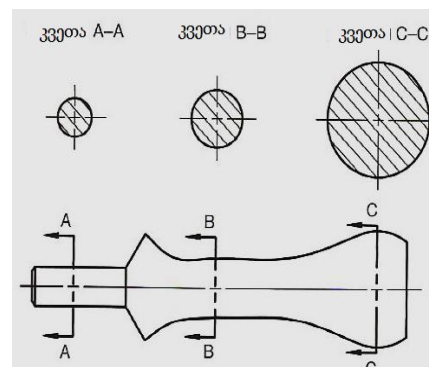
გამოტანილ კვეთას ძირითადად თან ახლავს აღნიშვნა, რომელიც შეესაბამება მკვეთი სიბრტყის აღნიშვნას. მაგალითად კვეთი A-A, კვეთი B-B და სხვა.(სურ. 8.28)

გამოტანილი კვეთები შეიძება დაიხაზოს გადიდებულ მასშტაბშიც, განივი კვეთის ელემენტების უკეთ წარმოჩენისა და ზომების მოხერხებულად მითითებისათვის. ზომის მასშტაბი მითთებულია ხედის ქვემოთ. (სურ. 8.29)



სურ.8. 29

ხშირად გამოტანილი კვეთები განლაგდება კვეთის სიბრტყის ხაზის მომიჯნავე ცენტრის ხაზებზე(სურ.8.30).



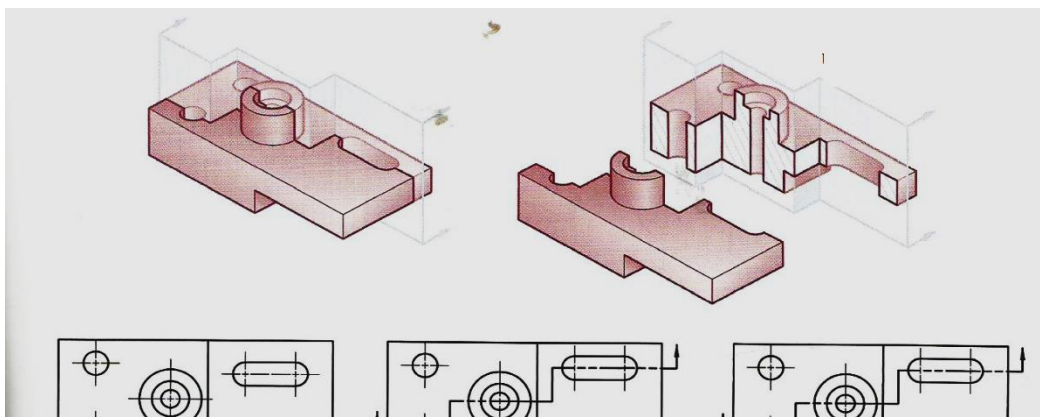
სურ.8. 30

თუ შესაძლებელია, გამოტანილი კვეთები უმჯობესია იგივე ფურცელზე იყოს აგებული, სადაც ხედებია შესრულებული. მაგრამ თუ კვეთა სხვა ფურცელზეა გამოტანილი, მაშინ მას უნდა გაუკეთედეს წარწერა, მაგალითად „კვეთა A-A ფურცელი 2”

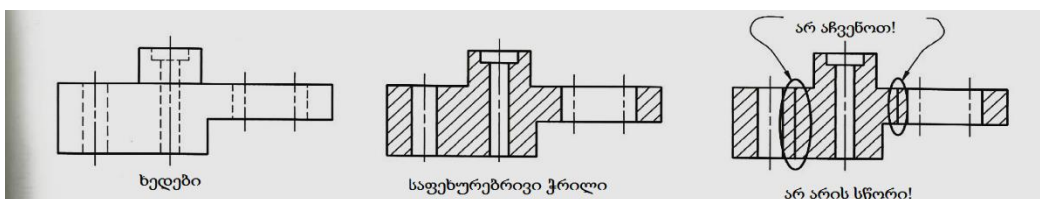
8.4.6. საფეხურებრივი ჭრა

საფეხურებრივი ჭრა სრულდება სიბრტყით რომელიც მოხრილია 90 გრადუსით ერთჯერ ან რამდენიმეჯერ, იმისათვის, რომ მან გადაკვეთოს ობიექტის მნიშვნელოვანი ელემენტები. საფეხურებრივი ჭრა გამოიყენება რთული დეტალებისათვის, როდესაც სასურველი ჭრილის მიღება ერთი სიბრტყით შეუძლებელია. სურ. 8.31-ზე ნაჩვენებ დეტალზე ჭრის სიბრტყე ორჯერ არის მოხრილი 90-გრადუსიანი კუთხით . დეტალის წინა ნაწილი „ამოღებულია”, რომ მივიღოთ დეტალის სრული ჭრის გამოსახულება.

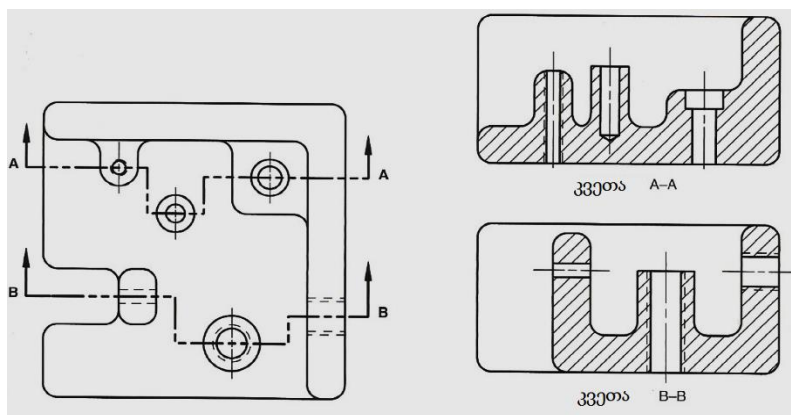
მკვეთი სიბრტყე დახაზულია 90-გრადუსიანი საფეხურებით, როგორც ნაჩვენებია 8.31 სურათზე. სიბრტყეების ცვლილების ადგილები ხედებზე ხაზებით არ გამოისახება.



სურ.8. 29



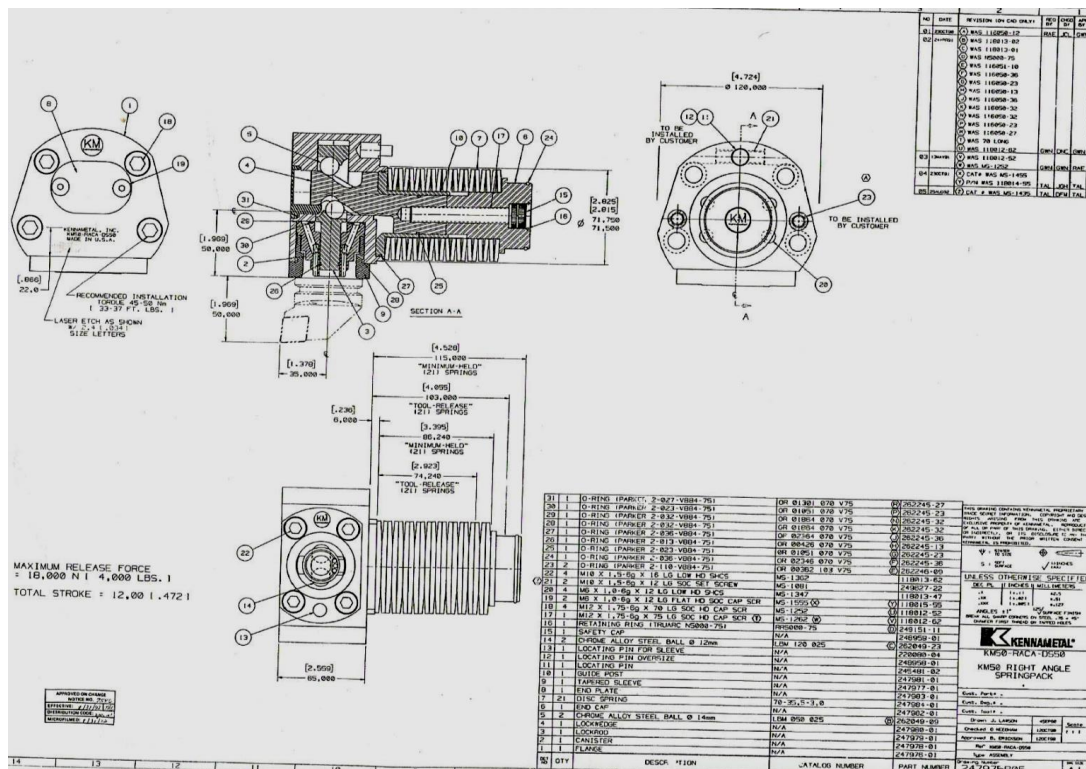
სურ. 8.32-ზე გამოსახულია შემთხვევა, როცა ერთ ხედზე ორჯერ არის გამოყენებული საფეხურებრივი ქრა.



სურ.8. 30

8.4.7 კრასამწყობო ნახაზზე

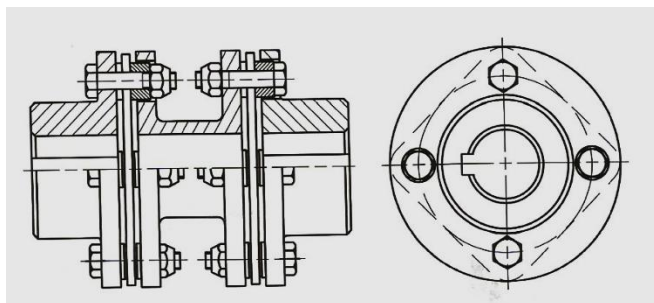
სურ. 8.33-ზე ნაჩვენებია საამწყობო ნახაზზე შესრულებული ჭრილები.



სურ.8. 31

საამწყობო ნახაზზე შესრულებულ ჭრილებს თავისი განსაკუთრებული პირობითობები გააჩნია. სტანდარტული ნაწილები, როგორცაა სამაგრი, სარკი, შუასადები, ზამზარა,

საკისარი, კბილანა და არასტანდარტული ნაწილები, მაგალითად, ლილვები ნახაზებზე გაჭრილი სახით არ გამოისახებიან. მაგალითად, სურ.8.34-ზე წარმოდგენილ საამწყობო ნახაზზე სტანდარტული სამაგრი ნაწილი

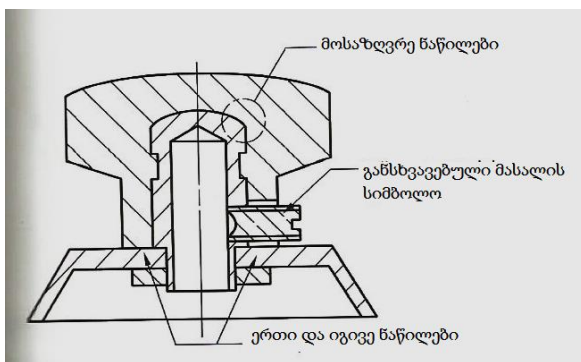


სურ.8. 32

გაჭრილი არ არის, მიუხედავად იმისა, რომ მასზე ჭრის სიბრტყე გატარებული იყო. ქვემოთ ჩამოთვლილია ის ნაწილები, რომლებიც მექანიკურ საამწყობო ნახაზის ჭრილებზე გაჭრილი სახით არ გამოისახებიან:

<i>ლილვები</i>	<i>ყუნწები</i>
<i>საკისრები</i>	<i>შუასადებები</i>
<i>კბილანების კბილები</i>	<i>სარჭები</i>
<i>ხრახნიანი სამაგრი დეტალები</i>	<i>მანები</i>
<i>ჭანჭიკები და ქანჩები</i>	<i>მოქლონები</i>

მომიჯნავე ნაწილები საამწყობო ნახაზე მათი იდენტიფიკაციის გაადვილების მიზნით

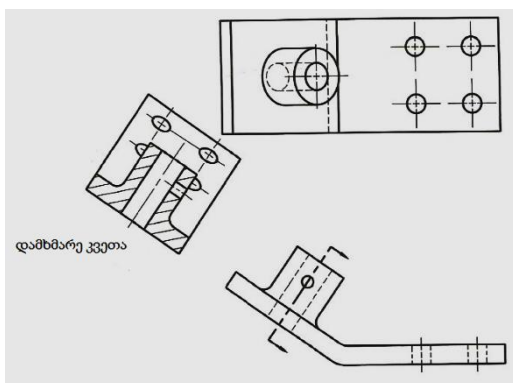


სურ.8. 33

სხვადასხვა მიმართულებით უნდა წაიხაზოს, თუ ნაწილი საამწყობო ნახაზე გარკვეული მიზეზით გაყოფილია, მაშინ წახაზვის მიმართულება იგივე რჩება. (სურ.8.35)

8.4.8. დამხმარე ჭრა

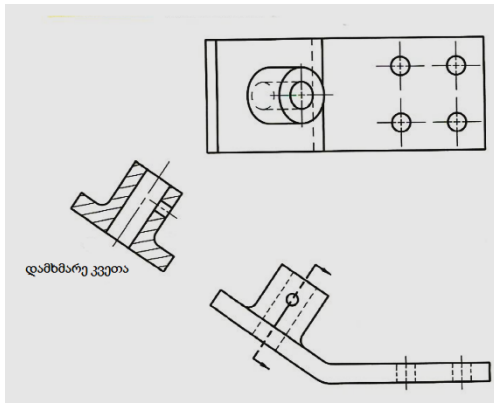
დამხმარე ჭრა სრულდება დამხმარე ხედებზე.(8.36) დამხმარე ჭრა შეიძლება იყოს სრულიც და ნაწილობრივიც.



სურ.8. 34

დამხმარე ჭრილებზე ვრცელდება იგივე პირობითობები, რაც სხვა ჭრილებზე.

დამხმარე ჭრილზე, დროის დაზოგვის მიზნით ჭრის უკან მდებარე ნაწილები შეიძლება არ ვაჩვენოთ.(სურ. 8.37)



სურ.8. 35

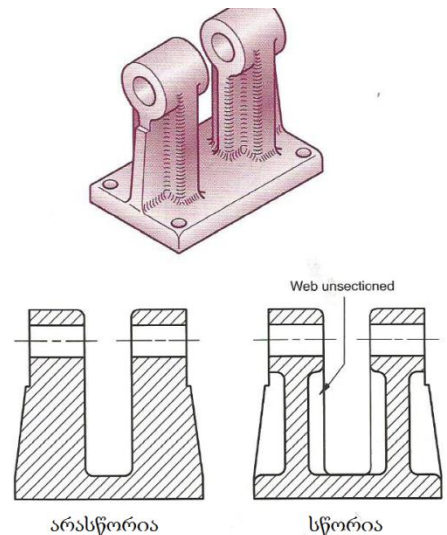
პერპენდიკულარული არ იყოს.

დამხმარე ჭრილებზე განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ წახაზვის ხაზების მიმართულებას, რომ ისინი ხილვადი კონტურის პარალელური ან

8.5 ჭრის სპეციალური პირობითობები

8.5.1. წიბოები, ტიხრები და სხვა თხელი ელემენტები

წიბოები, ტიხრები, ყურები, მანები, კბილანის კბილები გაჭრილი სახით არ გამოისახება, თუ მკვეთი სიბრტყე მათ პარალელურად გადის. წიბო და ტიხარი არის თხელი, ბრტყელი ნაწილი რომელიც ობიექტის გასამაგრებლად გამოიყენება, თუ ჭრაში ამ ელემენტებს წავხაზავთ, შეიქმნება მცდარი შთაბეჭდილება, რომ ისინი იმაზე სქელია, ვიდრე სინამდვილეში არიან. სურ.-ზე მოცემულია მკვეთი სიბრტყე, რომელიც გადის ტიხარის პარალელურად, (ჭრილი B-B). ნახაზზე მოცემულია ჭრის სწორი და არასწორი ვარიანტები. თუ მკვეთი სიბრტყე გადის ამ ნაწილის მართობულად (ჭრილი A-A), მაშინ მისი წახაზვა საჭიროა.

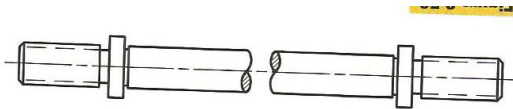


სურ.8. 36

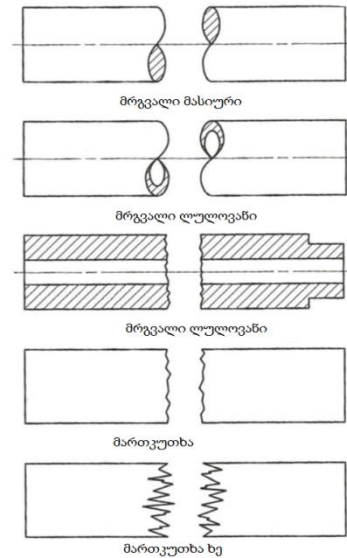
8.5.3 პირობითი გაწყვეტა

პირობითი გაწყვეტა გამოიყენება მოზრუნებული ჭრის დროს ან წაგრძელებული საგნების ხედის დასამოკლებლად, როგორცაა მაგალითად ექსკავატორის ჩამჩის სახელური, ან ავტომობილის ლილვი. დამოკება საშუალებას იძლევა, რომ დეტალი უფრო დიდი მასშტაბით იყოს გამოხაზული.

სხვადასხვა მასალებზე გამოყენებული პირობითი გაწყვეტის და განივი კვეთის აღნიშვნის მაგალითები მოცემულია სურ.--ზე.



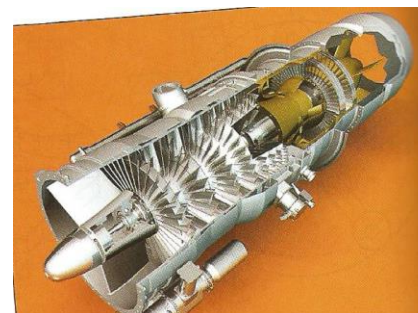
სურ.8. 38



სურ.8. 37

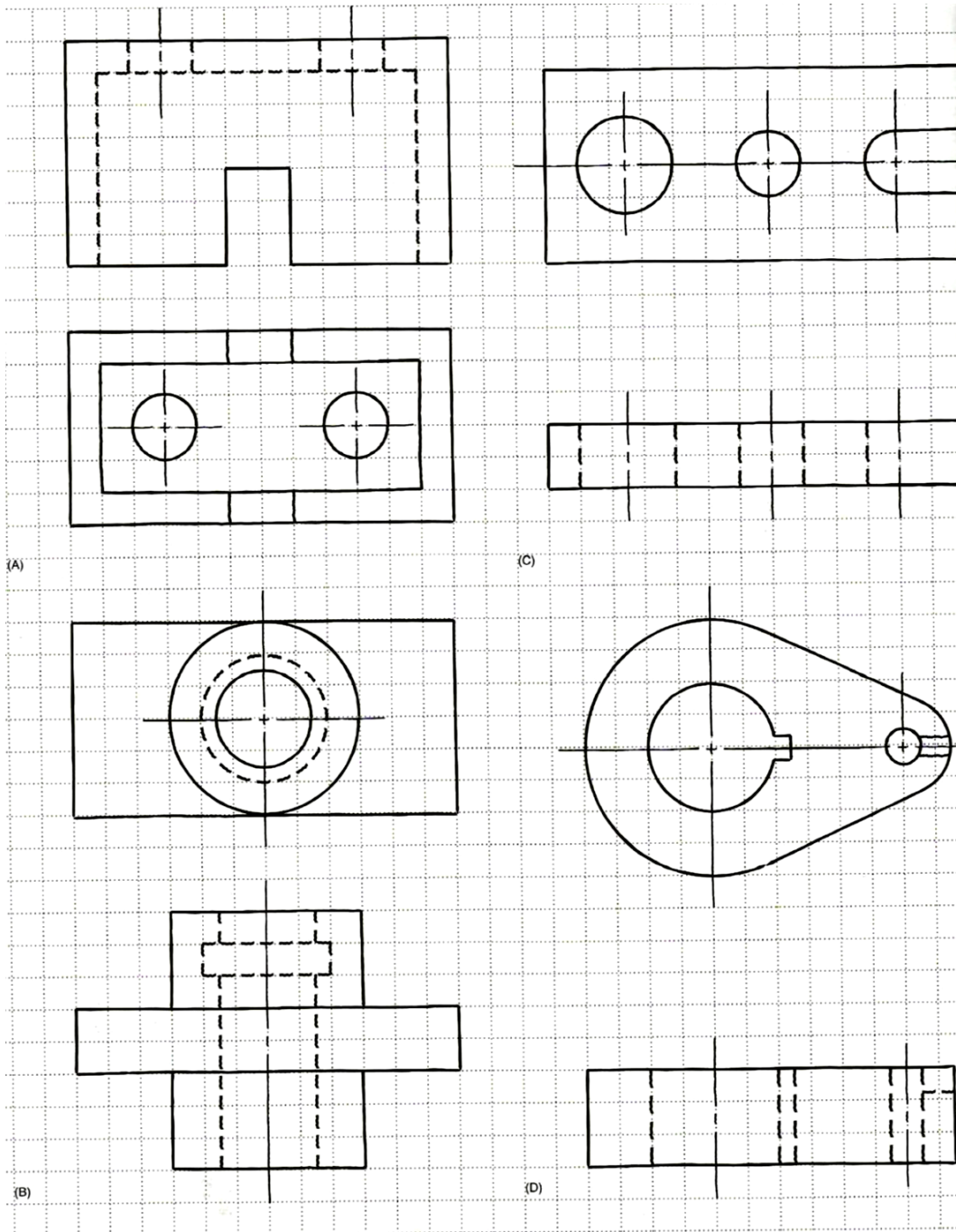
8.6. ჭრილების შესრულება CAD სისტემების გამოყენებით

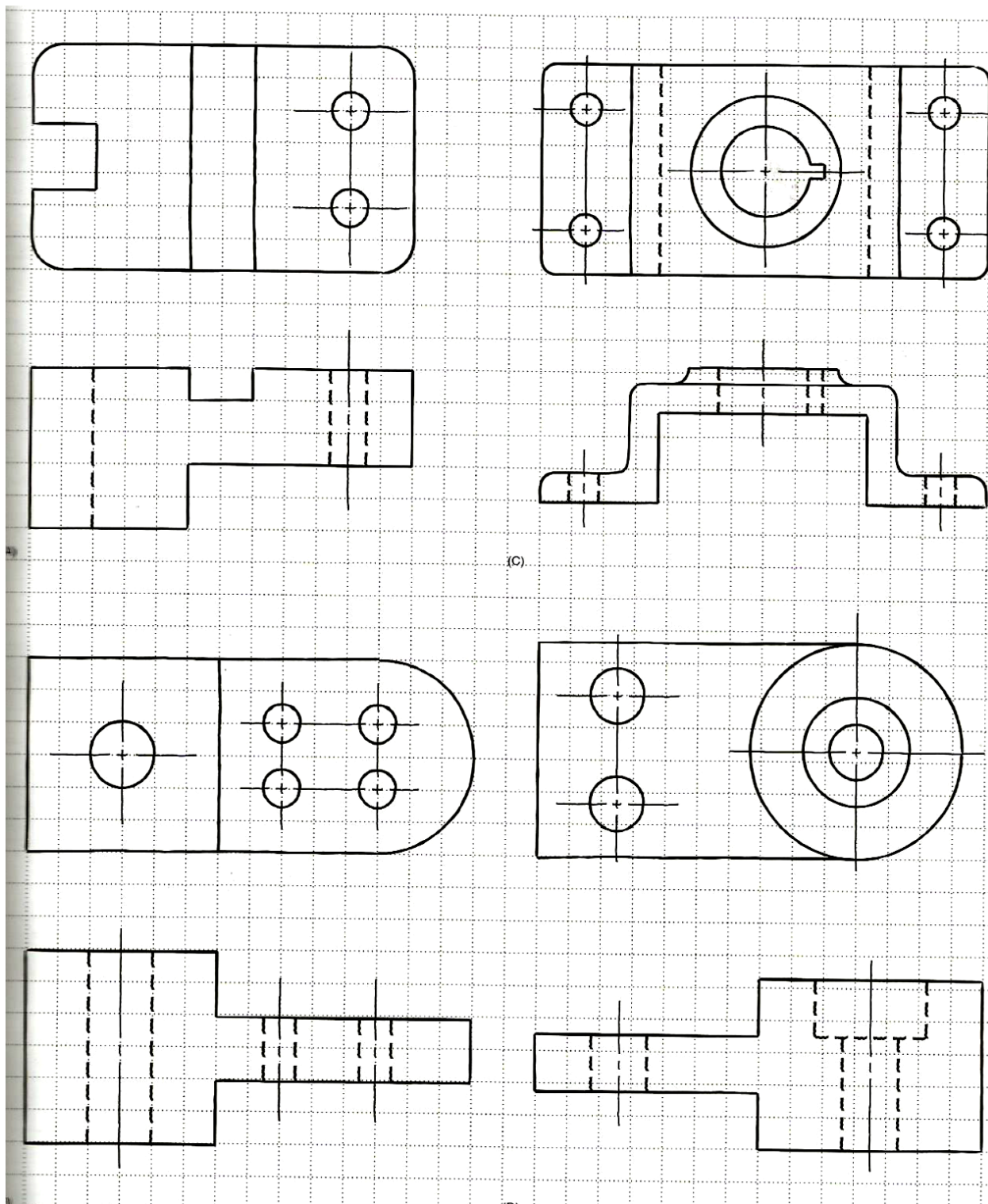
CAD სისტემებში ორგანოზომილებიან ნახაზებზე ჭრილები სრულდება იგივე მეთოდით, როგორც ხელით დახაზულ ნახაზზე. სხვა შემთხვევაა სამგანზომილებიანი მოდელები. ამ დროს საჭიროა შევარჩიოთ შესაბამისი ჭრის ტიპი, კვეთის სიბრტყე და მისი გატარების ადგილი. ჭრილი შესრულდება ავტომატურად.

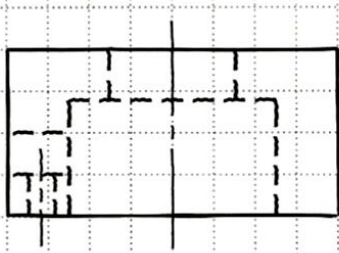


სავარჯიშო

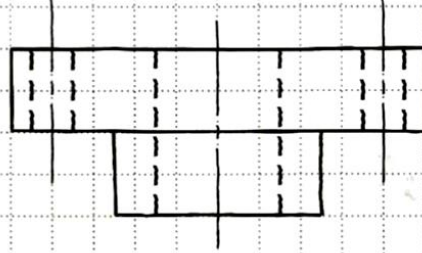
შეასრულეთ ჭრილები მოცემულ ხედებზე და შესაბამის თვალსაჩინო გამოსახულებებზე.



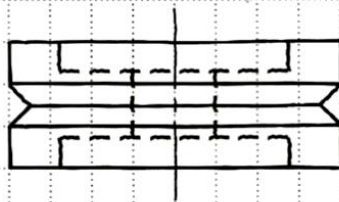
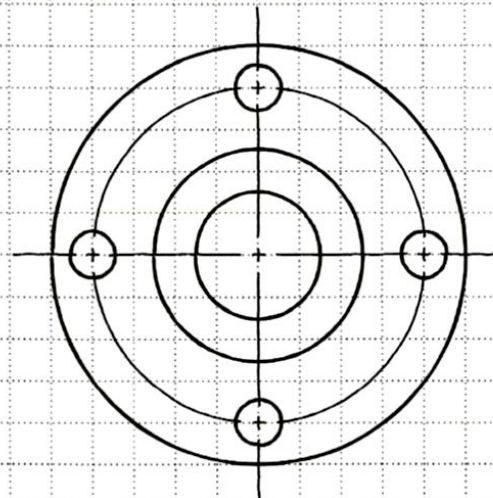
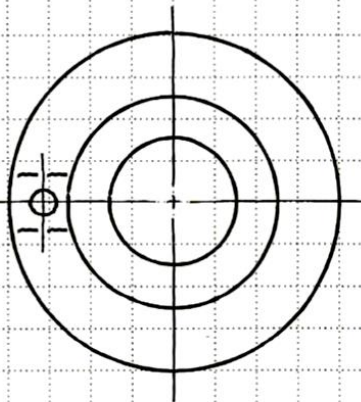




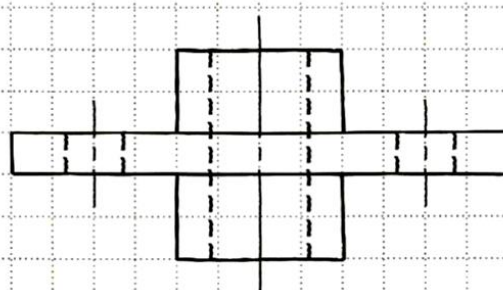
(d)



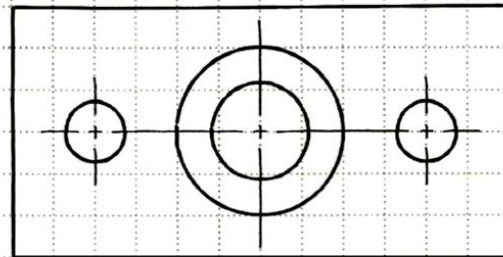
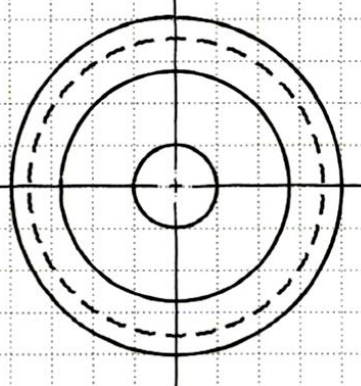
(e)

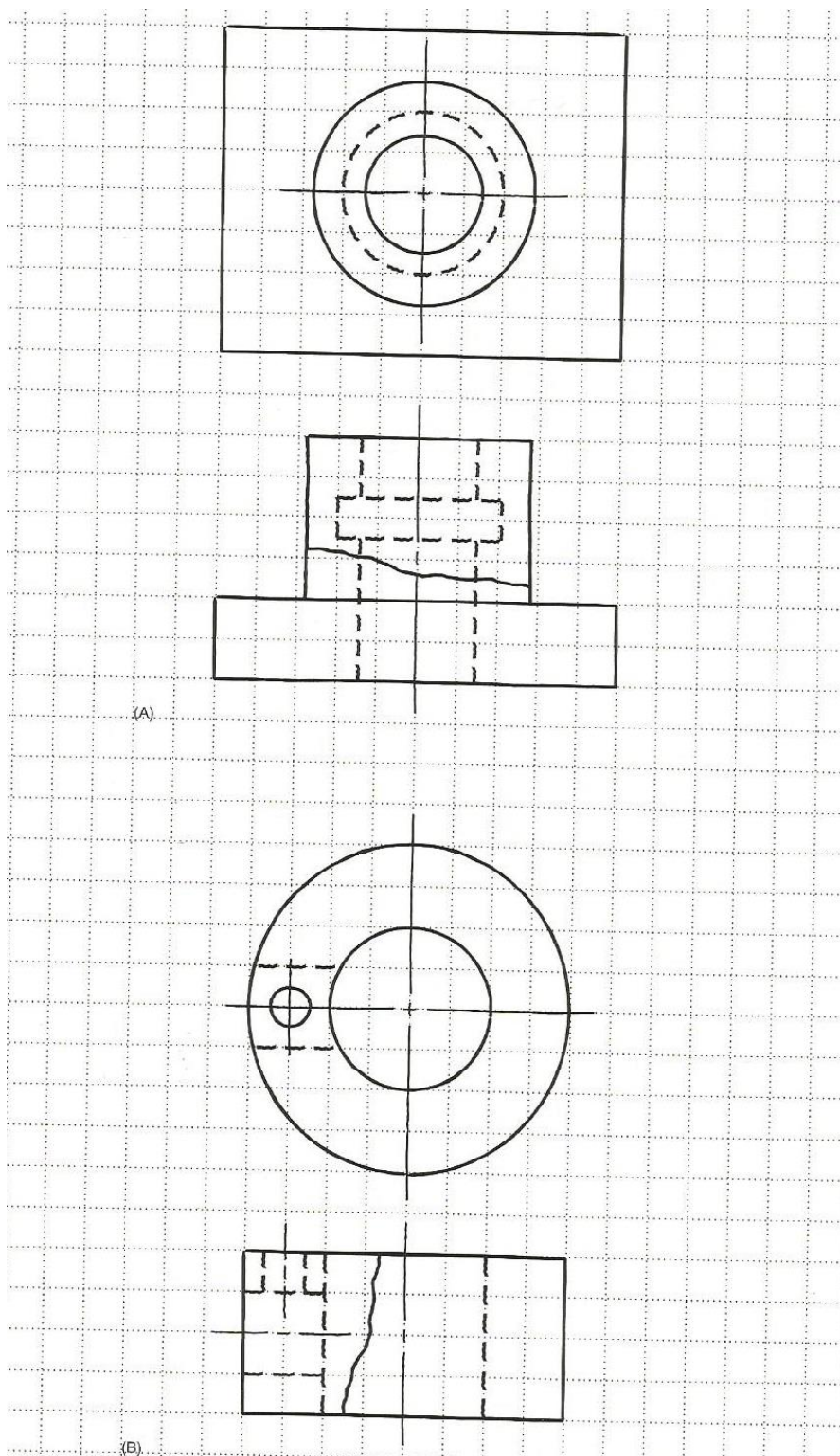


(f)

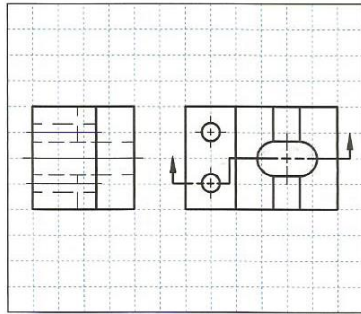


(g)

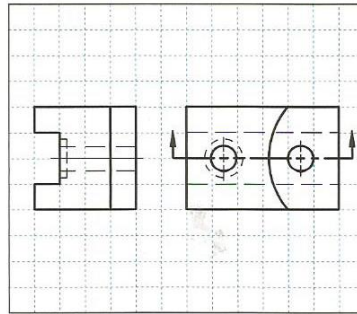




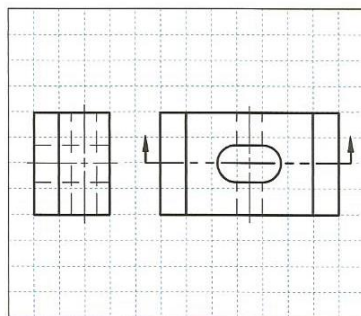
(11)



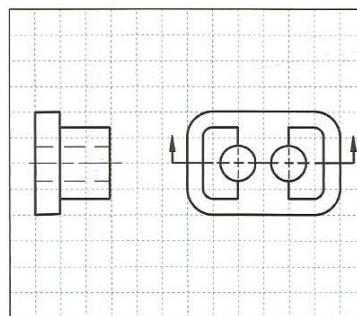
(01)



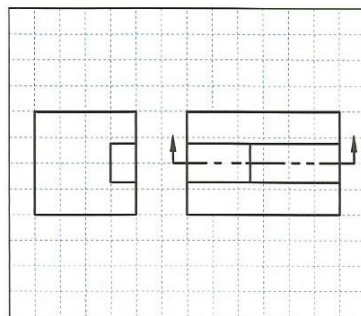
(8)



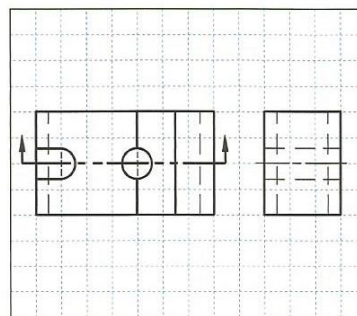
(2)



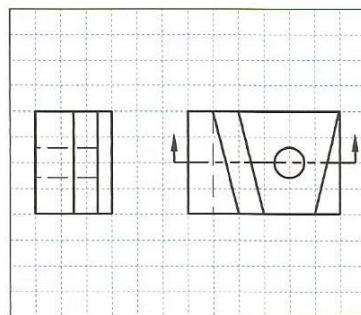
(5)



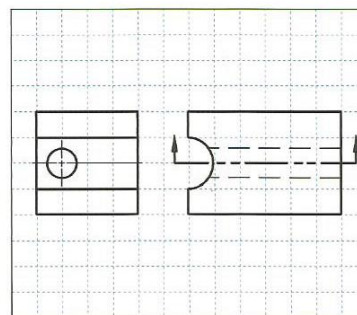
(4)

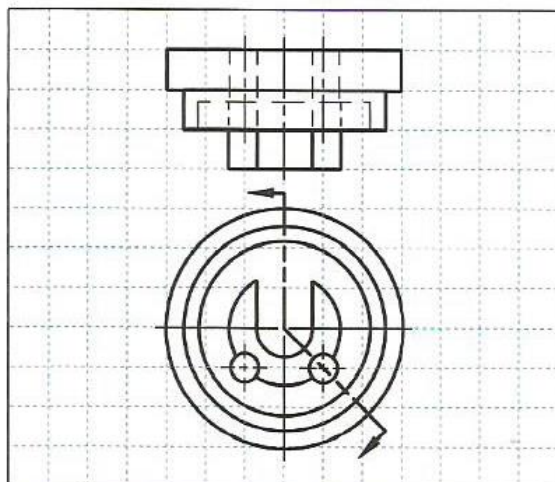
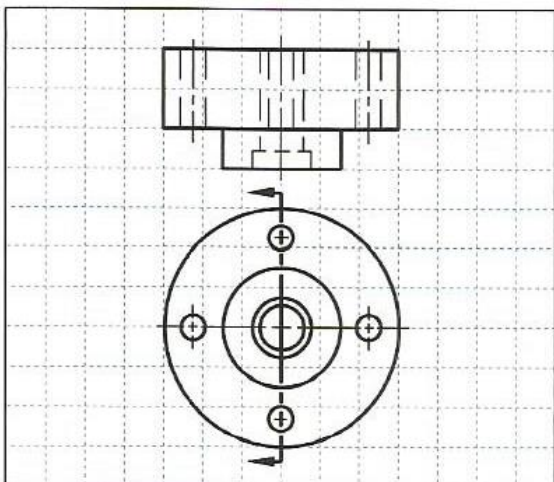
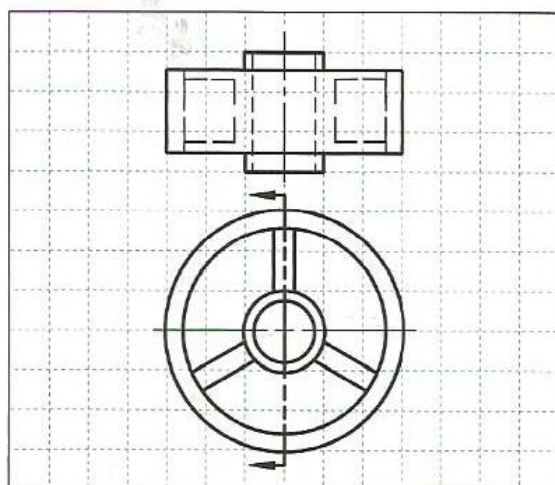
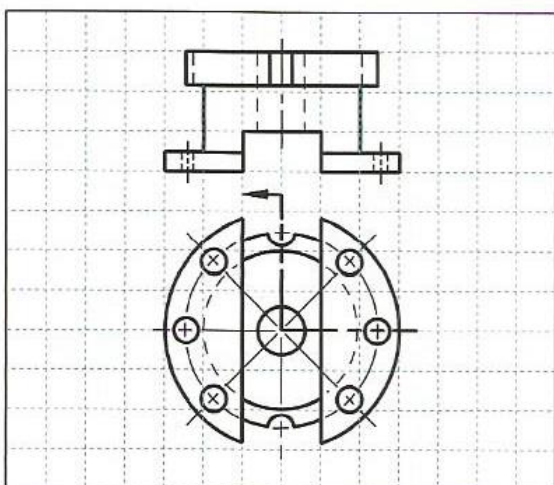
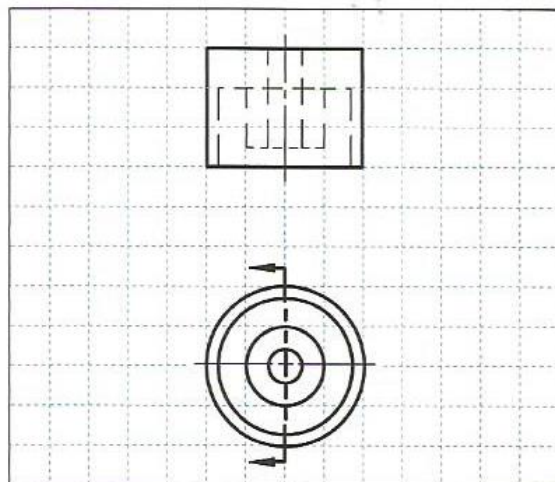
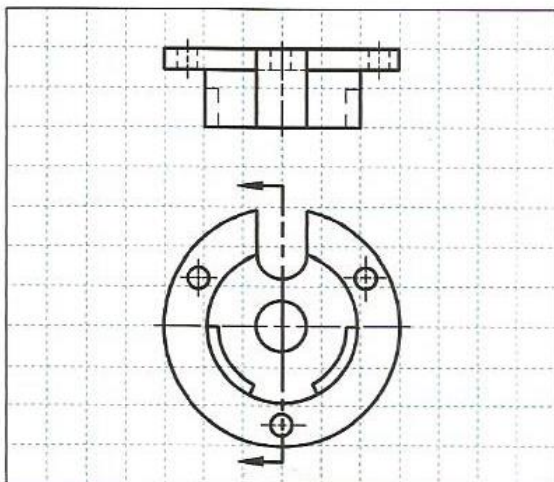


(2)



(1)





თავი 9. ზომების დასმა ნახაზზე

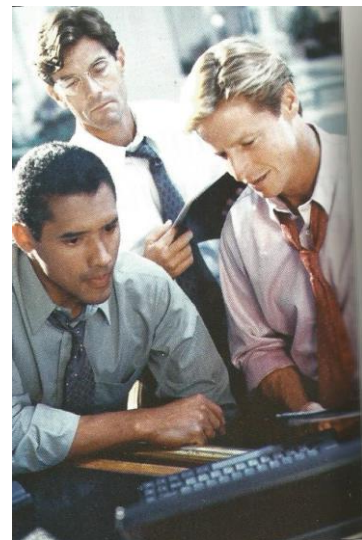
მას შემდეგ, რაც აიგება ობიექტის ორთოგონალური ნახაზი, საჭირო ხდება ზომების დასმა ანუ ამ ნახაზის შევსება ინფორმაციით მისი ზომების შესახებ. არსებობს ზომების დასმის მრავალი სტანდარტი, როგორცაა მაგალითად ზომების სტანდარტები არქიტექტურული, მექანიკური, საგზაო და სხვა ტიპის ნახაზებისათვის. ამ თავში ძირითადად შევხებით ზომების დასმას მექანიკურ ნახაზებზე.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში ყველაზე გავრცელებულია ამერიკის სტანდარტების ეროვნული ინსტიტუტის (American National Standards Institute ANSI) მიერ შემუშავებული სტანდარტი, რომელიც გამოიცა ამერიკის ინჟინერ-მექანიკოსთა საზოგადოების მიერ ASME(American Society of Mechanical Engineers). მიმდინარე სტანდარტი არის ASME Y14.5. წიგნში განხილული ზომების დასმის ამოცანები შეესაბამება ASME სტანდარტის უახლეს ვერსიას.

9.1 ზომების დასმა

ზომების სწორად მითითებას ნახაზზე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. თუ დამპროექტებლის მიერ ზომები სწორად არის მითითებული, მაშინ დამპროექტებლის მიზანი ნათელია მათთვის, ვინც დაამზადებს ნაწარმს და ვინც შეამოწმებს მას. ყველა, ვინც ჩართული იქნება ამ საქმეში(დამპროექტებელი, დამამზადებელი, ხარისხის მკონტროლებელი) ილაპარაკებს და გაიგებს ერთ საერთო ენაზე.ამრიგად, ზომების სწორად დაწერა კომუნიკაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია. (სურ.9.1)

ეფექტური კომუნიკაცია დაპროექტების, წარმოების და ხარისხის კონტროლის რგოლებს შორის დღეს უფრო მნიშვნელოვანი და აუცილებელია, ვიდრე ეს ადრე იყო.



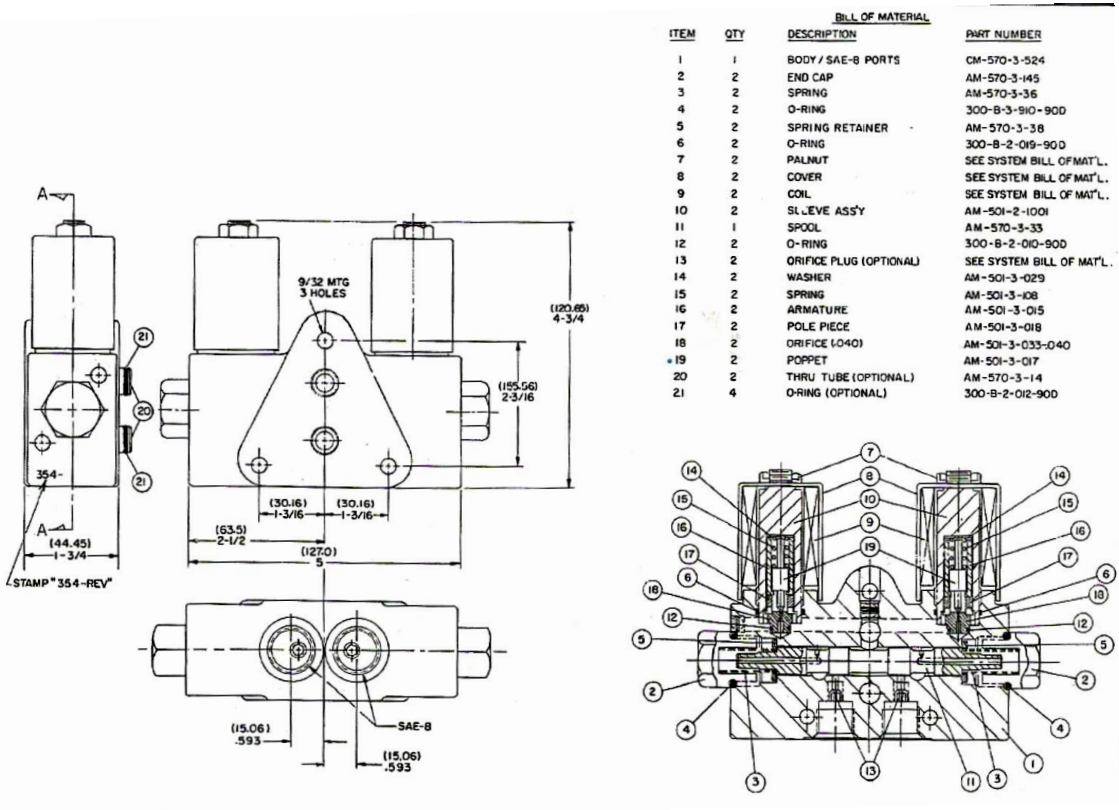
სურ.9. 1

თანამედროვე საწარმოში საზღვრები დაპროექტებას, ხაზვას, პროტოტიპის შექმნას, სპეციფიკაციების წერასა და სხვა ფუნქციებს შორის სულ უფრო ბუნდოვანი ხდება. მაშინ როდესაც, რთულია ერთი „დიზაინერის“ შერჩევა, პროდუქტის განვითარების გუნდი შეიძლება სხვადასხვა ტიპის სპეციალისტებისგან ჩამოყალიბდეს.

თანამედროვე კონკურენტულ საინჟინრო გარემოში ერთი ჯგუფიდან მეორეზე ინფორმაციის გადაცემა კრიტიკულად მნიშვნელოვანია. ყველა ნახაზი უნდა იყოს გასაგები ამ ნახაზების ნებისმიერი მომხმარებლისთვის, პროექტირების პროცესში მისი როლისაგან დამოუკიდებლად.

სრულად განსაზღვრულ დეტალი შედგება სამი ელემენტისაგან-გრაფიკა, ზომები, წარწერები, (სურ.-9.2).

ზომები ექვემდებარება გარკვეულ სიმბოლოებს, რომლებიც წარმოადგენს კომუნიკაციისათვის საჭირო ხელსაწყოთა სპეციალიზირებულ ნაკრებს. ზომების



სურ.9.2

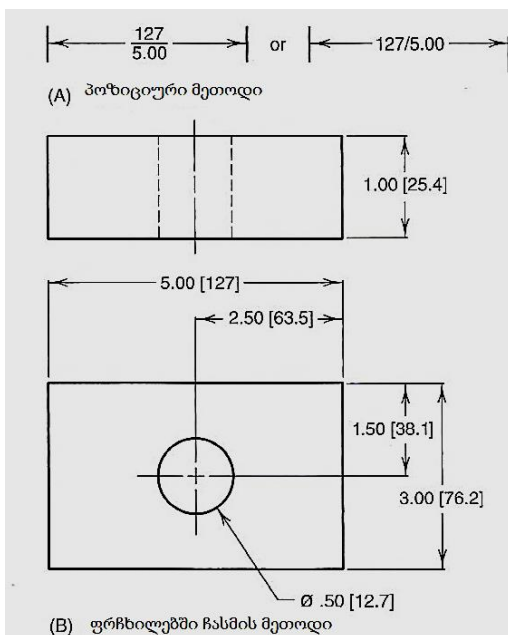
საშუალებით ხდება ინფორმაციის არსებითი დეტალებით შევსება, რაც მხოლოდ ნახაზით შეუძლებელია.

9.2 სიდიდის და მდებარეობის ზომები

ზომების დასმა ემყარება ორ კრიტერიუმს

- 1) ობიექტის ელემენტების ძირითადი ზომები და მდებარეობა
- 2) მონაცემები კონსტრუირებისა და წარმოებისათვის

ზომის ერთეულები შერჩეული უნდა იყოს მომხმარებლის სპეციფიკის შესაბამისად . კონსტრუქციულ და არქიტექტურულ ნახაზებში ზომების ერთეულებად ძირითადად გამოიყენება დუიმები და ფუტები. ამერიკულ ინდუსტრიაში გამოსაყენებელ ნახაზებზეც ძირითადად მიეთითება დუიმები. თუ ნაკეთობის ზომა აღემატება 72 დუიმს, მაშინ სტანდარტის შესაბამისად ნახაზზე დაწერილი ზომები ფუტებშია წარმოდგენილი. შეერთებული შტატებისაგან განსხვავებით ქვეყნების უმრავლესობა იყენებს მეტრულ სისტემას, ანუ ერთეულების საერთაშორისო სისტემას(SI), სადაც ძირითადი ერთეული არის მეტრი. SI სისტემა ამერიკაშიც იკიდებს ფეხს, საერთაშორისო ვაჭრობისა და მულტინაციონალური კომპანიების ფილიალების განვითარების გამო. საინჟინრო



სურ.9. 3

ნახაზებზე ძირითადი ერთეული არის მილიმეტრი (მმ).

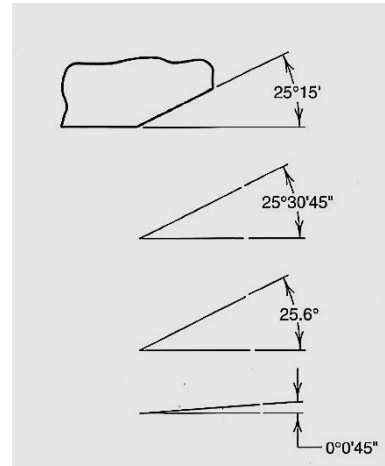
ზომების ინდივიდუალური იდენტიფიკაცია ნახაზზე საჭირო არ არის, თუ მთელი ნახაზი მილიმეტრებში ან დუიმებშია დახაზული. ნახაზზე შეიძლება იყოს წარწერა „ ყველა ზომა მითითებულია მილიმეტრებში(ან დუიმებში)“. თუ ნახაზი მილიმეტრებშია, მაშინ შეიძლება ნახაზს ახლდეს წარწერა „METRIC“, რომელიც ნახაზის ზედა მარჯვენა კუთხეში მიეთითება. თუ ასეთ ნახაზზე რომელიმე ზომა იქნება დუიმებში, მაშინ ზომის გვერდით უნდა იყოს მითითებული

in(inch). თუ ნახაზი დახაზულია დუიმებში და რომელიმე ზომა იქნება მილიმეტრებში, ზომის სიდიდეს გაუკეთდება შესაბამისი აღნიშვნა „მმ“.

ზოგჯერ კომპანიები იყენებენ ზომების ორმაგ აღნიშვნებს. თუმცა ASME სტანდარტის ბოლო ვერსიების მიხედვით სასურველია თავი ავარიდოთ ორმაგი ზომების გამოყენებას. იყენებენ ორმაგი ზომების წარმოდგენის ორ მეთოდს-პოზიციურს და ფრჩხილებში ჩასმას. პოზიციური მეთოდი ნაჩვენებია სურ.9.3 A-ზე, სადაც მეტრული ზომა მითითებულია დუიმის ზომის ზემოთ და გაყოფილია ზომის ხაზით. სურ, 9.3 B-ზე ნაჩვენებია მეორე მეთოდი, როცა ზომა მილიმეტრებში მითითებულია ფრჩხილებშია.

კუთხოვანი ზომები მითითებულია ათწილადი გრადუსებით ან გრადუსებით, მინუტებით და სეკუნდებით. გრადუსის აღნიშვნაა „°“, მინუტის „'“, ხოლო სეკუნდის „''“.

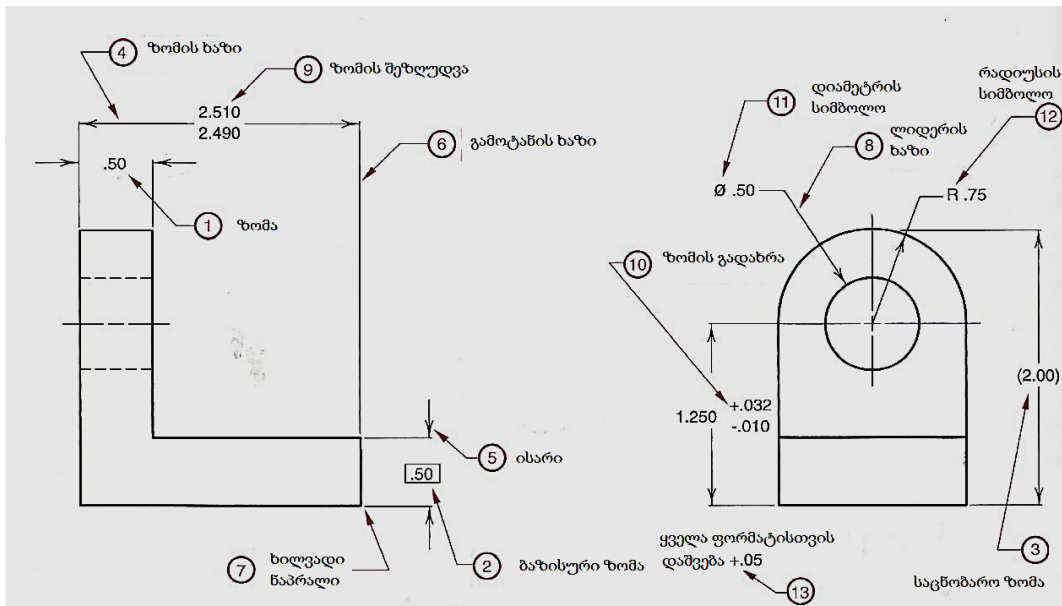
როცა მითითებულია მხოლოდ მინუტები და სეკუნდები, მაშინ კუთხის ზომის წინ უნდა იდგეს 0°.(სურ.9.4)



სურ.9. 4

9.2.1 ტერმინოლოგია

სურ. 9.5-ზე წარმოდგენილია ზომების დაწერისათვის მნიშვნელოვანი ელემენტები:



სურ.9. 5

1. **ზომა**-ზომა არის რიცხობრივი მნიშვნელობა, რომელიც გვიჩვენებს ზომას, ფორმას, მდებარეობას, ზედაპირის ტექსტურას. ანუ ეს არის ელემენტის გეომეტრიული მახასიათებელი. ჩვეულებრივ, ზომას აწერენ 3 მმ სიმაღლის ციფრებით. მეტრულ სისტემაში, როცა სიდიდე ნულზე მცირეა, ათწილადის წერტილის წინ იწერება „0”.

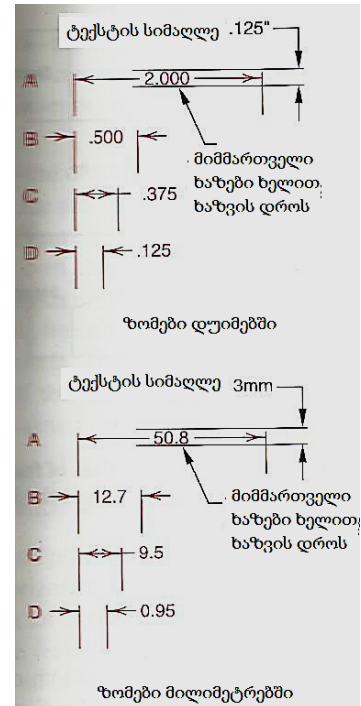
თუ ზომას მივუთითებთ ათწილადით გამოხატულ დუიმებში, ათწილადის წერტილის წინ „0” არ იწერება.(სურ.9.6)

2. **ბაზისური ზომა**- არის რიცხობრივი მნიშვნელობა, რომელიც განსაზღვრავს ზუსტ ზომას, მდებარეობას,ან ორიენტაციას კოორდინატთა სისტემის მიმართ. ბაზისური ზომას დაშვებები არ აქვს. ნახაზზე იგი გამოისახება მართკუთხედში.

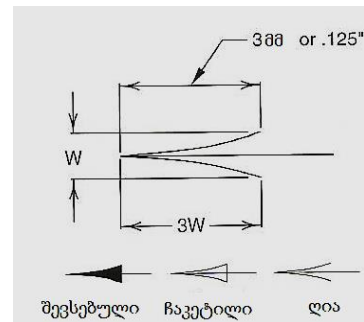
3. **საცნობარო ზომა-ეს** არის რიცხვითი მნიშვნელობა, რომელსაც მხოლოდ საცნობარო ხასიათი აქვს და ნაკეთობის დამზადების პროცესში არ გამოიყენება. საცნობარო ზომა გამოითვლება დაშვებების გარეშე და გამოიყენება ნაკეთობის სავარაუდო სიდიდის მითითებისათვის. საცნობარო ზომა ჩაისმება მრგვალ ფრჩხილებში, თუმცა ძველი სტანდარტით შესრულებულ ნახაზზე საცნობარო ზომის სიდიდეს შეიძლება ჰქონდეს გვერდით მიწერილი „REF”(reference).

4. **ზომის ხაზი-ზომის** ხაზი არის წვრილი მთლიანი ხაზი, რომელიც გვიჩვენებს ზომის განფენილობას და მიმართულებას.

5. **ისრები**-ისრები არის სიმბოლოები, რომლებიც ზომის ხაზის ბოლოებში კეთდება. ისრები დაახლოებით 3 მმ-ის ზომისაა, მისი სიდიდე და სტილი უცვლელია ყველა ნახაზზე. სურ.9.7-ზე ნაჩვენებია ისრების



სურ.9. 6



სურ.9. 5

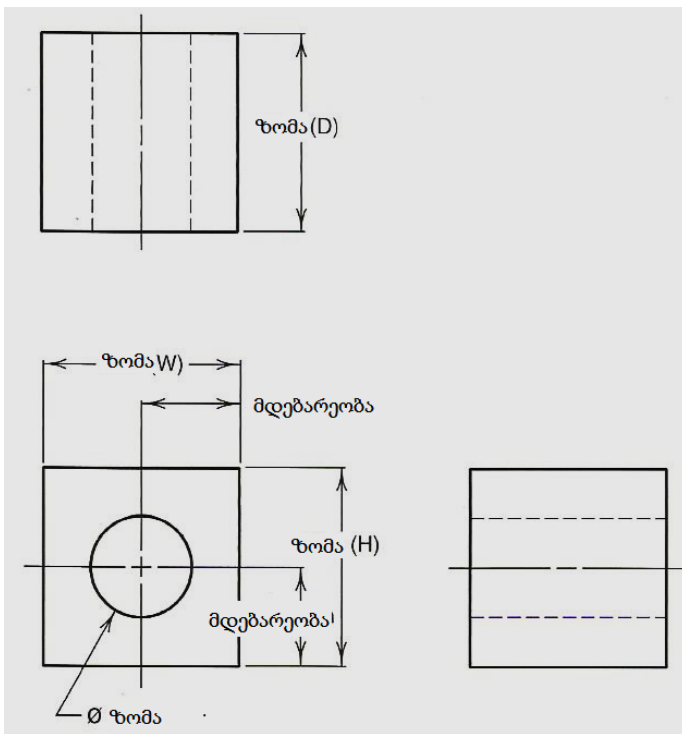
სხვადასხვა სტილი და აგების მეთოდი.

6. **გამოტანის ხაზი**- არის წვრილი, მთლიანი ხაზი, რომელიც ზომის ხაზის მართობულია და გვიჩვენებს რომელ ელემენტთანაა დაკავშირებული მითითებული ზომა.
7. **ხილვადი ნაპრალო**-ეს არის 1მმ-ანი თავისუფალი ადგილი გამოტანის ხაზსა და ობიექტის ელემენტს შორის.
8. **ლიდერის ხაზი**-ეს არის წვრილი მთლიანი ხაზი, რომელიც გვიჩვენებს რომელ ელემენტთანაა დაკავშირებული მითითებული ზომა თუ ტექსტური შენიშვნა. ლიდერის ხაზი დახაზულია დახრილად . იგი არც ჰორიზონტალურია და არც ვერტიკალური. ლიდერის ხაზის ბოლოში არის ისარი, რომელიც ეხება ჩვენთვის საინტერესო ელემენტს, ლიდერის მეორე მხარეს არის მოკლე ჰორიზონტალური თარო. ტექსტი ისე უნდა იყოს განთავსებული, რომ თარო ტექსტის სიმაღლის ცენტრს გაუსწორდეს.
9. **ზომების შეზღუდვა**- ეს არის ნაკეთობის ელემენტის მაქსიმალური და მინიმალური მისაღები ზომა. მაქსიმალური მისაღები ზომა იწერება მინიმალური ზომის ზემოთ.
10. **ზომის გადახრა**-ეს არის ზომების დასაშვები დადებითი და უარყოფითი ცვლილება. პლუს და მინუს სიდიდეები შეიძლება იყოს ან არ იყოს ტოლი სიდიდეები.
11. **დიამეტრის სიმბოლო**-დიამეტრის სიმბოლო იწერება წრეწირის დიამეტრის სიდიდის წინ და უჩვენებს წრეწირის დიამეტრის მნიშვნელობას. დიამეტრი აღინიშნება ბერძნული ასოთი Ø.
12. **რადიუსის სიმბოლო**-ეს სიმბოლო იწერება წრეწირის რადიუსის მნიშვნელობის წინ. და გვიჩვენებს რადიუსის მნიშვნელობას. წრეწირის რადიუსი აღინიშნება ლათინური დიდი R-ით.
13. **დაშვება**-ეს არის სიდიდე, რა სიდიდაც შეიძლება იცვლებოდეს კონკრეტული ზომა. დაშვება შეიძლება გამოისახებოდეს პლუს და მინუს ზომებით, ზომების შეზღუდვით, ან წარწერით, დაშვება არის სხვაობა დასაშვებ მაქსიმალურ და მინიმალურ ზღვარს შორის.
14. **ბაზა**-ეს არის ზუსტი ადგილი, რომელიც გამოიყენება საბაზო ზომების, ასევე ცხრილური ზომების განსაზღვრისათვის (სურ. 9.11)

9.2.2 ძირითადი კონცეფციები

ობიექტის სიდიდის მაჩვენებელი ზომები შეიძლება იყოს ობიექტის სიგანე, სიმაღლე ან ხვრელის დიამეტრი. მდებარეობის ზომა არის, მაგალითად წრეწირის ცენტრის დაშორების მაჩვენებელი ობიექტის წიბოდან.(სურ.9.8).

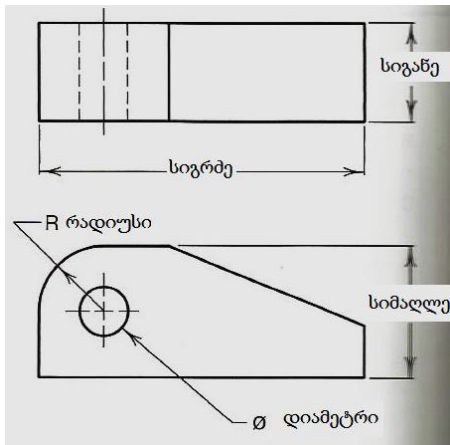
ზომების დასმის ძირითადი კრიტერიუმი ამგვარად შეიძლება ჩამოყალიბდეს-,, რა ინფორმაცია არის აუცილებელი ობიექტის დამზადებისა და კონსტრუირებისათვის”. მაგალითად, ხვრელის გაბურღვისათვის საჭირო მონაცემებია ხვრელის დიამეტრი, ცენტრის მდებარეობა და ხვრელის სიღრმე. ეს სამი ზომა სავსებით საკმარისია დასახული ამოცანის შესასრულებლად.



სურ.9. 6

უნდა მოვერიდოთ ნახაზზე ზედმეტი ზომების მითითებას, ერთი და იგივე ზომის გამეორებას,მაგალითად, თუ ხვრელის დიამეტრი მითითებულია წინხედზე , არ არის საჭირო იგივე ზომის მითითება სხვა ხედებზეც. ან, ნახაზზე ხვრელის დიამეტრის ზომის არსებობის შემთხვევაში არაფრისმომცემი ინფორმაციაა იგივე ხვრელის რადიუსის მითითება.

9.2.3 სიდიდის განმსაზღვრელი ზომები



სურ.9.7

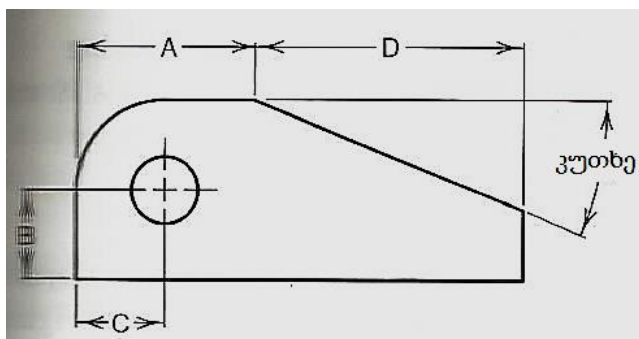
სხვადასხვა მიმართულებებისა.

- **დიამეტრი**-ეს არის წრეწირის ცენტრზე გამავალი და მისი ორი წერტილის შემაერთებული ხაზი. დიამეტრის ზომას მიუთითებენ, თუ ნახაზზე წრეწირი სრულად არის წარმოდგენილი. დიამეტრის ზომას მიუთითებენ წრეწირის რკალზეც, თუ იგი ნახევარწრეწირზე მეტია.
- **რადიუსი**-მანძილი წრეწირის ცენტრიდან მის ნებისმიერ წერტილამდე. რადიუსს მიუთითებენ წრეწირის რკალეზეც, რომლებიც ნახევარწრეწირზე ნაკლებია. (სურ.9.9)

- **ჰორიზონტალური ზომა**-ეს არის ფურცლის მიმართ მარცხნიდან მარჯვნივ მითითებული მანძილი. სურ.9.9-ზე ჰორიზონტალური ზომაა დეტალის სიგრძე.

- **ვერტიკალური ზომა**-ეს არის ფურცლის მიმართ ზემოდან ქვემოთ მითითებული მანძილი. სურ.9.9-ზე ვერტიკალური ზომებია დეტალის სიმაღლე და სიგანე, თუმცა სინამდვილეში ეს ორი ზომა დეტალზე

9.2.4 მდებარეობის განმსაზღვრელი ზომები



სურ.9.8

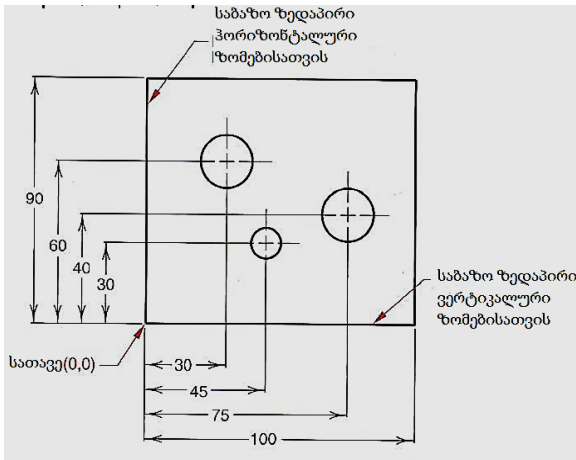
წრეწირის და წრეწირის რკალის ცენტრის ჰორიზონტალურ ორიენტაციას.

- **ჰორიზონტალური**

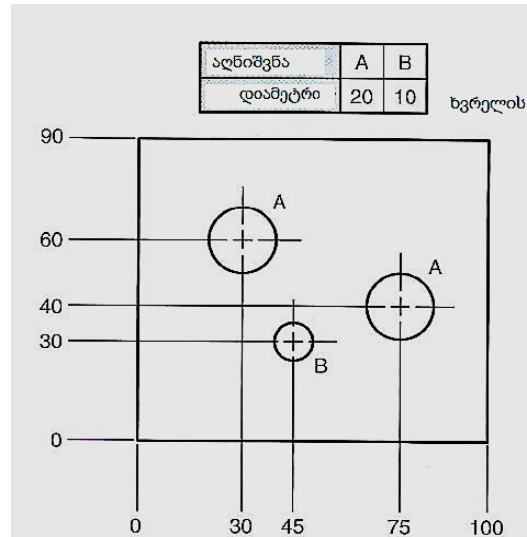
სურ.9.10-ზე მდებარეობის განმსაზღვრელი ჰორიზონტალური ზომებია A, D და C. ზომა A გვიჩვენებს რკალია რადიუსის და მონაკვეთის ჯამს. ზომა D გვიჩვენებს დახრილი ხაზის საწყის და ბოლო წერტილებს შორის ზომას. ზომა C განსაზღვრავს

- **ვერტიკალური**-სურ.9.10-ზე ზომა C განსაზღვრავს წრეწირის ცენტრის ვერტიკალურ ორიენტაციას.
- **კუთხის ზომა**-სურ. 9.10-ზე ნაჩვენებია კუთხე გვირგვინებს კუთხეს ჰორიზონტალურ და დახრილ სიბრტყეებს შორის.

9.2.5 კოორდინატული ზომები



სურ.9.9



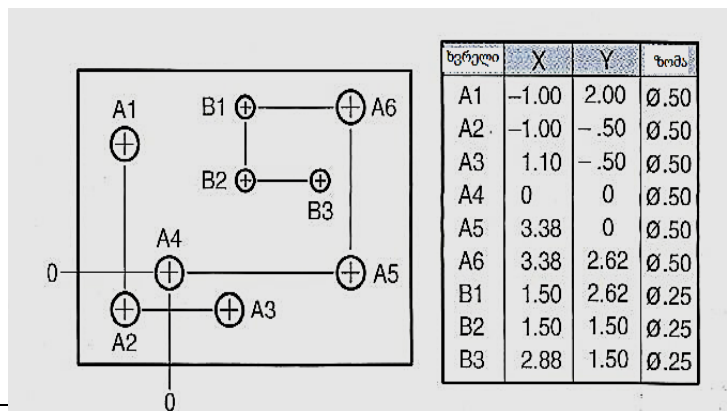
სურ.9.10

წარმოებაში კომპიუტერული მართვის

შემოსვლამ ხელი შეუწყო კოორდინატული

ზომების მეთოდის ფართო გამოყენებას. ამ შემთხვევაში დგინდება საბაზო ხაზები და ყველა ზომა მიეთითება ამ ბაზის მიმართ. ეს ზომები შეიძლება მივუთითოთ ზომის ხაზებით და ისრებით (სურ.9.11)ან მათ გარეშე (9.12) ყველა ზომა განისაზღვრება როგორც კოორდინატი კოორდინატთა სათავის მიმართ, რომელსაც ხშირად დეტალის ქვედა მარცხენა კუთხეში განათავსებენ.

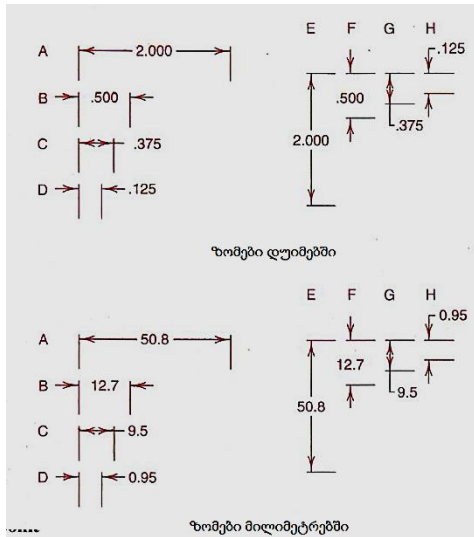
ზომების განსაზღვრის ცხრილური მეთოდის გამოყენებისას საჭირო ხდება ელემენტების აღნიშვნა ასოებით. ცხრილში ნაჩვენებია იქნება ამ ელემენტების მდებარეობის განმსაზღვრელი კოორდინატები,



სურ.9.11

რომლებიც შერჩეულია სათავის მიმართ. (სურ.9.13)

9.2.6 ზომების სტანდარტები



სურ.9. 12

მნიშვნელობებისათვის, მაშინ ისრები კეთდება ხაზებს შორის, ხოლო ზომა იწერება გარეთ.

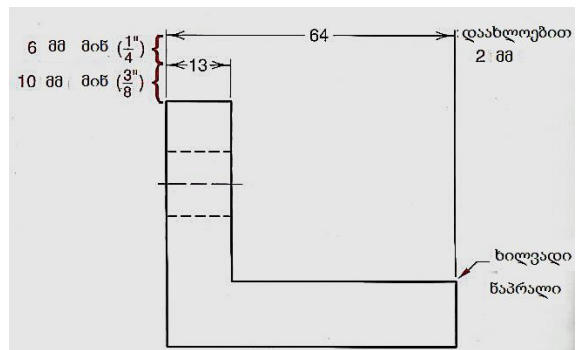
თუ გამოტანის ხაზებს შორის ადგილი ძალიან მცირეა, ზომებიც და ისრებიც კეთდება მის გარეთ,

დაშორება. ზომის ხაზის დაშორება

ობიექტიდან უნდა იყოს მინიმუმ 10 მმ, ისე როგორც ნაჩვენებია სურ. 9.15-ზე. ზომის ხაზებს შორის მინიმალური დაშორება უნდა იყოს 6 მმ. გამოტანის ხაზი 2-3 მმ-ით გადმოცილდება ზომის ხაზებს. გამოტანის ხაზსა და ობიექტს შორის უნდა იყოს მცირე ხილვადი ნაპრალი, რომელიც დაახლოებით 1 მმ-ის ტოლია.

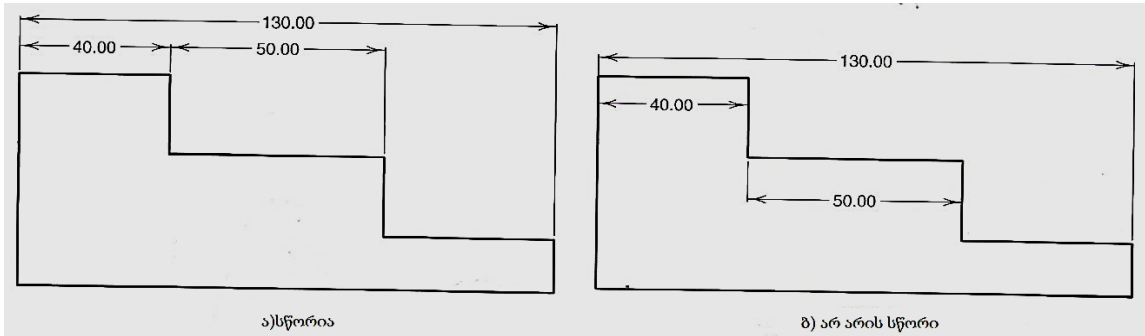
განლაგება. ზომების განლაგება დამოკიდებულია გამოტანის ხაზებს შორის თავისუფალ სივრცეზე. თუ ეს სივრცე საკმარისია, მაშინ საშუალება გვეძლევა ისრები და ზომის სიდიდე გამოტანის ხაზებს შორის მოვაქციოთ(სურ.9.14)

თუ გამოტანის ხაზებს შორის არის ადგილი ზომის რიცხვითი მნიშვნელობისთვის, მაგრამ არა ისრებისათვის, ისრები კეთდება გამოტანის ხაზების გარეთ, ხოლო ზომა იწერება ამ ხაზებს შორის. როცა გამოტანის ხაზებს შორის საკმარისი სივრცეა ისრებისათვის, მაგრამ არა ზომის რიცხვითი



სურ.9. 13

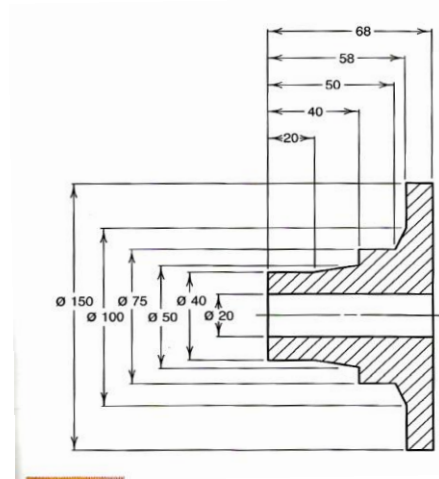
დაჯგუფება ზომები შეიძლება დავაჯგუფოთ(სურ. 9.16-ა). არ შეიძლება ობიექტის ხაზების



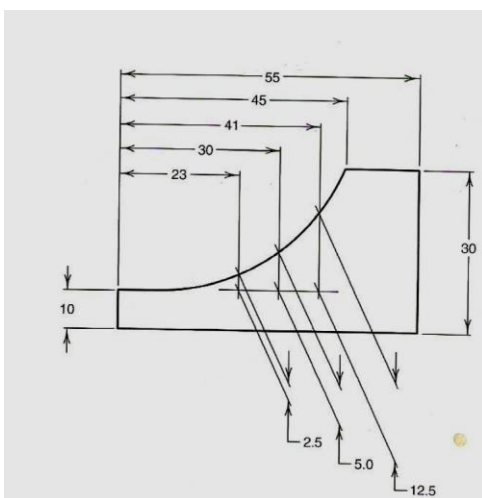
სურ.9. 15

გამოყენება ზომის ხაზების ელემენტებად(სურ. 9.16 ბ) თუ ნახაზზე რამდენიმე ზომა პარალელურად არის მოცემული, მაშინ ზომების აღმნიშვნელი რიცხვები ზიგზაგისებურად უნდა იყოს განლაგებული(სურ. 9.17)

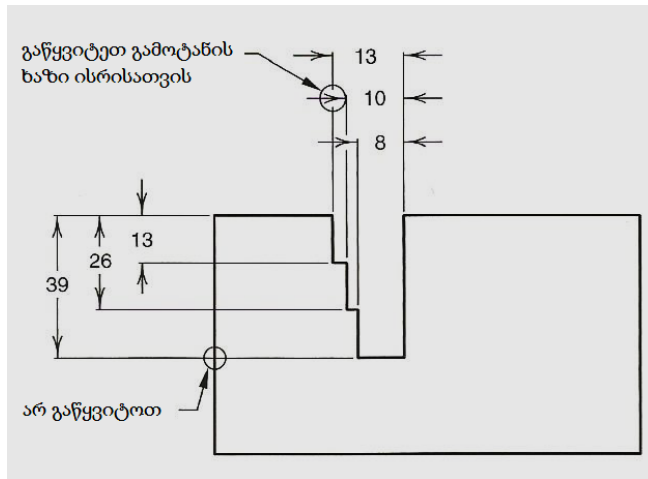
გამოტანის ხაზები გამოტანის ხაზები ძირითადად ზომის ხაზების მართობულია. მაგრამ თუ ადგილი შეზღუდულია, დასაშვებია გამოტანის ხაზების დახრილად ჩვენება.(სურ.9.18)ამ დროს გამოტანის ხაზები ერთმანეთის პარალელური უნდა იყოს.



სურ.9. 14



სურ.9. 16



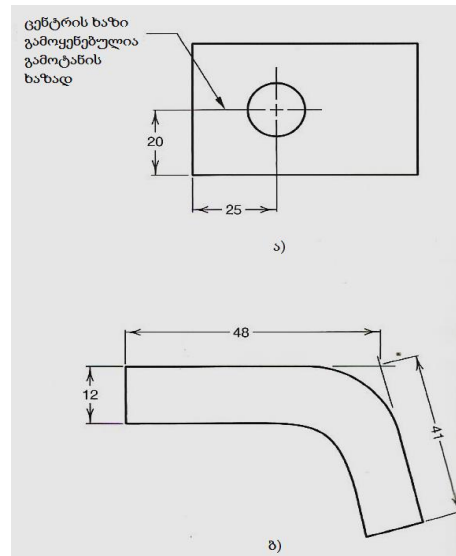
სურ.9. 19

გამოტანის ხაზისთვის არის მითითებული, გამოტანის ხაზი ამ წერტილზე უნდა გატარდეს.(სურ. 9.20-ბ)

წაკითხვის მიმართულება. ზომების ყველა მიმართულება და ტექსტური შენიშვნები წასაკითხად ორიენტირებული უნდა იყოს ნახაზის ქვემოდან(ნახაზის ფორმატის შესაბამად). ამას ერთმიმართულებიანი ზომები ეწოდება. გასწორებული ზომები გამოიყენება ძველ , აგრეთვე არქიტექტურულ ნახაზებზე,(თუმცა ASME-ს ახალი

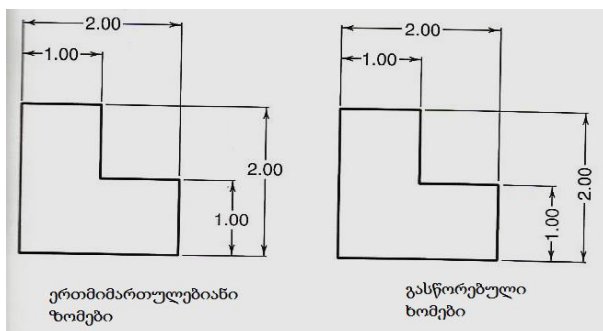
გამოტანის ხაზი არ უნდა კვეთდეს ზომის ხაზს.თუ გამოტანის ხაზი კვეთს ობიექტის კონტურს, ხაზი არ უნდა გაწვევით. თუ გამოტანის ხაზი ეჯახება ისარს, მაშინ ხაზი უნდა გაწყდეს (სურ, 9.19)

თუ უნდა მივუთითოთ ცენტრის მდებარეობა , მაშინ ცენტრის ხაზის გამოყენება გამოტანის ხაზად დასაშვებია. (სურ. 9.20-ა). თუ წერტილი მხოლოდ



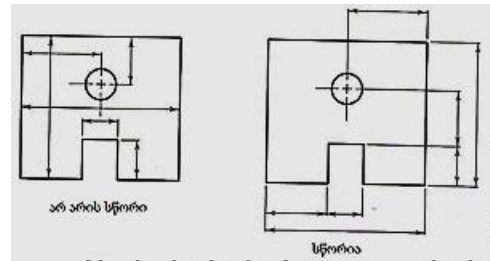
სურ.9. 17

სტანდარტი ასეთ მეთოდს უგულებელყოფს). გასწორებული ზომებისთვის ტექსტი ზომის ხაზის პარალელურია, ასეთ შემთხვევაში ნახაზზე ვერტიკალური ზომები იკითხება ფურცლის მარჯვნიდან. (სურ. 9.21)



სურ.9. 18

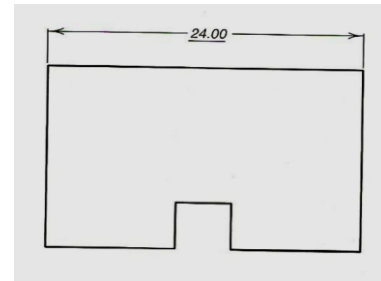
ზომების მითითება ხედებზე. ზომები ხედის კონტურის გარეთ უნდა დაიწეროს. (9.22). ხედის კონტურის შიგნით ზომის დაწერა დასაშვებია, გამოტანის ხაზი ძალიან გრძელი გამოდის ან თუ ნახაზის სიცხადე მოითხოვს ამას.



თუ

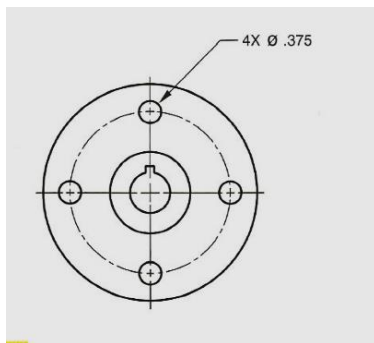
სურ.9. 19

ზომები და მასშტაბი. ნახაზებზე მასშტაბი მიეთითება ძირითად წარწერაზე. თუ ნახაზზე საჭიროა ისეთი ზომის ჩვენება, რომელიც არსებულ მასშტაბს არ შეესაბამება, მაშინ მის ქვემოთ ტარდება პატარა ხაზი. ძველ ნახაზებში ზომის შემდეგ იწერებოდა NTS(not to scale), რაც ნიშნავს, რომ ზომის მასშტაბი არ შეესაბამება ნახაზის მასშტაბს.(სურ.23)



სურ.9. 23

განმეორებადი ელემენტები. სიმბოლო „x” აღნიშნავს ელემენტების განმეორების რაოდენობას.განმეორების რიცხვი იწერება ამ სიმბოლოს შემდეგ. მაგალითად, სურ. 24-ზე



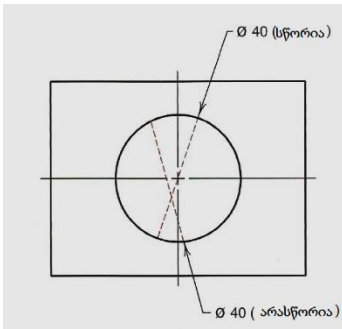
სურ.9. 20

აღნიშვნა 4XØ. 375 ნიშნავს, რომ ნახაზზე არსებობს 4 ხვრელი , რომელთა დიამეტრი .375-ია. უნდა აღვნიშნოთ, რომ იგივე სიმბოლო გამოიყენება სხვა შემთხვევაშიც. კერძოდ, როცა გვაქვს ამონაჭერი ხვრელი და აღვნიშნავთ სიგრძეს და სიგანეს ერთად(სურ. 9.30).

როცა „x” სიმბოლო ორივე მიზნით არის გამოყენებული ერთ ნახაზზე, უნდა შევეცადოთ, რომ ამან დაბნეულობა არ

გამოიწვიოს.

9.3 დეტალური ზომები

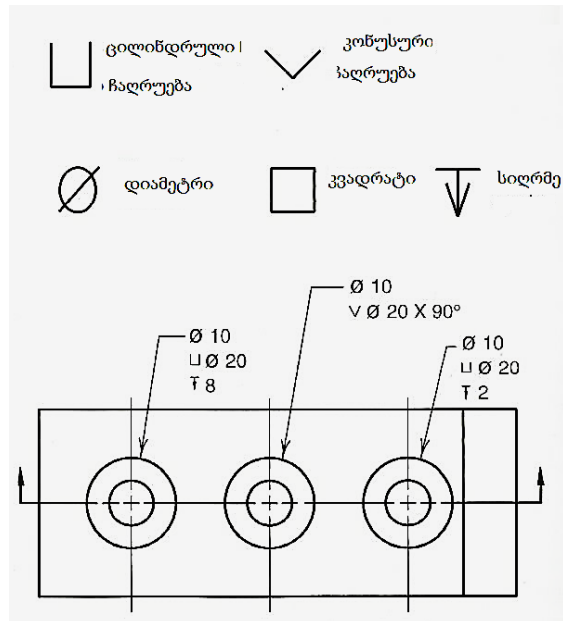


სურ.9. 25

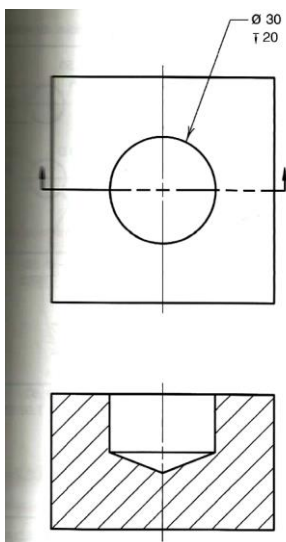
ხვრელებს ძირითადად იმ ხედზე აწერენ ზომებს, სადაც უკეთ არის წარმოდგენილი ხვრელის ფორმა. დიამეტრის აღნიშვნის დროს დიამეტრის სიმბოლო წინ უძღვის რიცხვით მნიშვნელობას. როცა დიამეტრი ლიდერის ხაზით მიეთითება, ეს ხაზი აუცილებლად რადიალური უნდა იყოს. (სურ.9.25). რადიალური ეწოდება ხაზს, რომელიც

წრეწირის ან რკალის ცენტრზე გადის.

სიმბოლოები გამოიყენება ცილინდრული და კონუსური ჩაღრუებისათვისაც. ეს სიმბოლოები დიამეტრის სიმბოლოების წინ იწერება. (სურ.9.26).



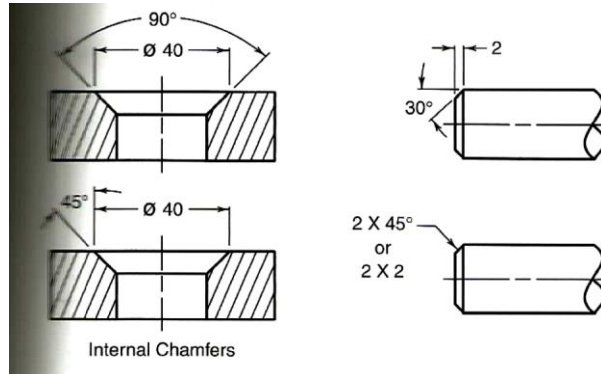
სურ.9. 21



სურ.9.27

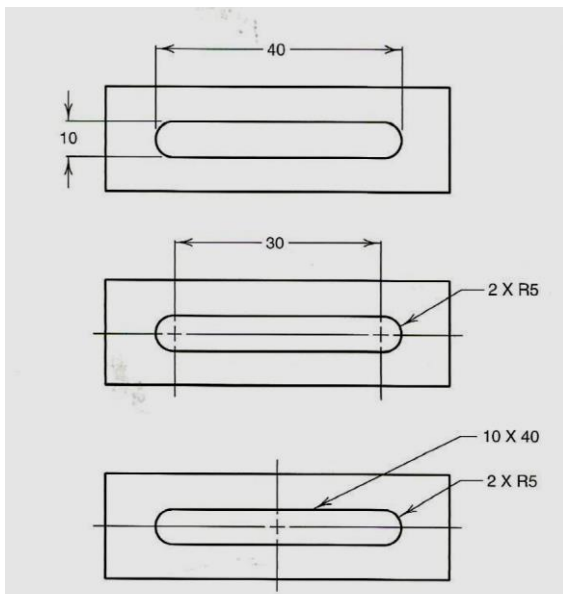
როცა გვაქვს ყრუ ხვრელი, სიღრმის სიმბოლოთი აღნიშნება სრულდიამეტრიანი ხვრელის სიღრმე და არა მანძილი ბოლო წერტილამდე. (სურ.27)

ნაზოლი ნახაზზე განსაზღვრება კუთხით და წრფივი ზომით ან ორი წრფივი ზომით(სურ. 9.28).

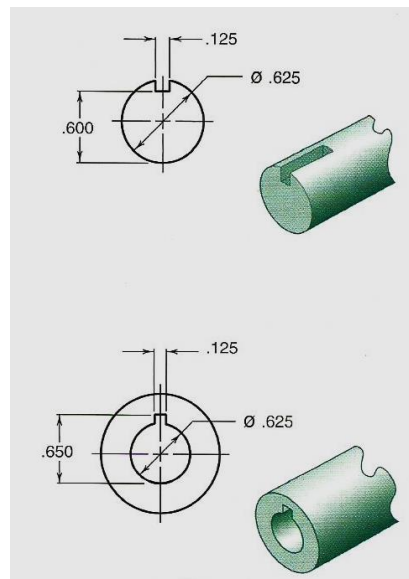


სურ.9.28

ამონაჭერი ხვრელი შეიძლება განსაზღვრული იყოს სხვადასხვა გზით. სხვადასხვა ვარიანტები მოცემულია სურ.9.29-ზე.



სურ.9.29

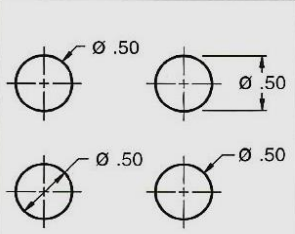
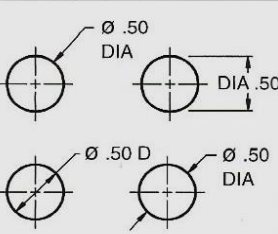
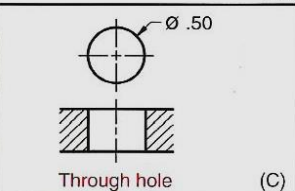
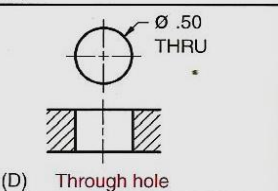
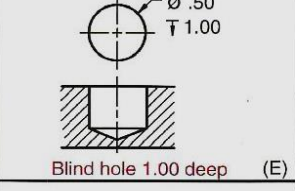
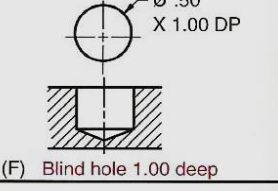
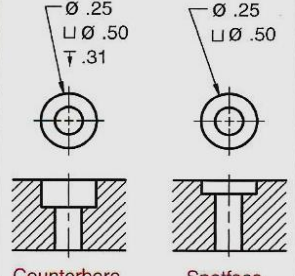
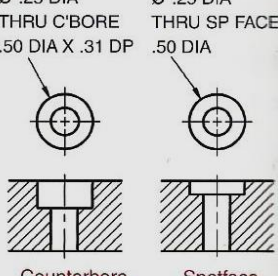
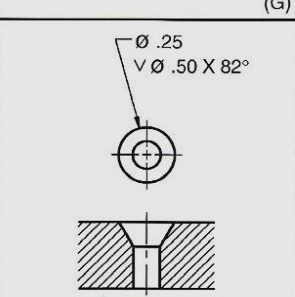



სურ.9.30

სოგმანის ღარების ზომების განსაზღვრა მოცემულია სურ. 9.30-ზე.

სურ. 9.31-ზე მოცემულია ზომების დასმის მეთოდები სხვადასხვა ელემენტისათვის. მარცხნივ ნაჩვენებია ASME Y 14.5-1994 ვერსიის მიხედვით. მარჯვნივ იგივე საკითხები აღრიხდელი სტანდარტით. ASME იყენებს უფრო მეტ სიმბოლოებს და ძალიან ცოტა ინგლისურ სიტყვებს. ძველ სტილში ბევრი სიტყვა და აღწერილობაა. ეს ქმნის პრობლემებს

სხვა ენაზე მომუშავე პერსონალისთვის და საჭიროებს თარგმნას. მაგრამ ძველ მეთოდებს მაინც უნდა ვიცნობდეთ, რადგან ჯერ კიდევ არსებობს ბევრი ნახაზი, რომელიც ამ სტანდარტებითაა შესრულებული.

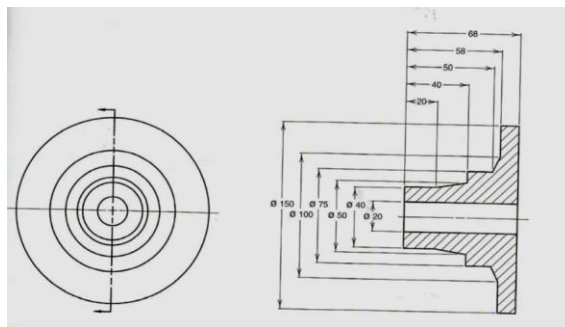
მიმდინარე SME Y 14.5-1994 სტანდარტი	ძველი სტანდარტი
 <p>Diameter dimensions (A)</p>	 <p>Diameter dimensions (B)</p>
 <p>Through hole (C)</p>	 <p>Through hole (D)</p>
 <p>Blind hole 1.00 deep (E)</p>	 <p>Blind hole 1.00 deep (F)</p>
 <p>Counterbore Spotface (G)</p>	 <p>Counterbore Spotface (H)</p>
 <p>Countersink (I)</p>	 <p>Countersink (J)</p>

სურ.9.31

9.3.1. დიამეტრი თუ რადიუსი

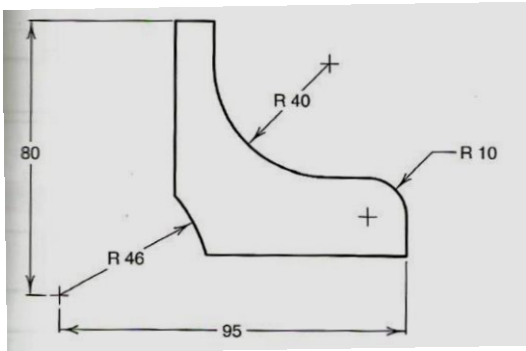
როდესაც ნახაზზე წარმოდგენილია სრული ან ნახევარზე მეტი წრეწირი, მაშინ მიეთითება დიამეტრი, თუ ნახაზზე მოცემულია ნახევარწრეწირზე ნაკლები რკალი, მივუთითებთ რადიუსს. კონცენტრული წრეწირების დიამეტრების ზომები მიეთითება გასწვრივ ხედზე. (სურ. 9.32)

რადიუსის მითითების დროს, თუ სივრცე საკმარისია, რადიუსის ზომა იწერება ცენტრსა და ისარს შორის. როცა ადგილი შეზღუდულია, გამოიყენება რადიალური ლიდერები. (სურ.9.33)

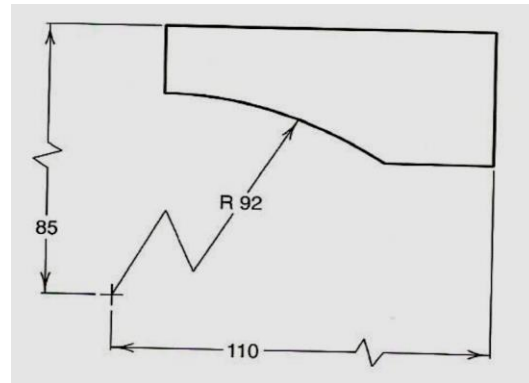


სურ 9 33

თუ რკალის ცენტრი სახაზავ არეზე არ მდებარეობს, შეიძლება გამოვიყენოთ დამოკლებული რადიუსის ზომის აღმნიშვნელი ხაზი(სურ.9.34)



სურ.9.34



სურ.9.33

სფერული რადიუსის აღსანიშნავად იყენებენ სიმბოლოს SR, რომელიც ზომის მნიშვნელობის წინ იწერება.

9.3.2 ხვრელები და ყრუ ხვრელები

ხვრელების და ყრუ ხვრელების აღსანიშნავად გამოიყენება დიამეტრი. ყრუ ხვრელი ეწოდება ხვრელს, რომელიც გამჭოლად არ გადის ობიექტში. ამ შემთხვევაში ხვრელის განსაზღვრისათვის საჭიროა სიღრმის მითითება. ხვრელის სიმბოლო იწერება რიცხვითი მნიშვნელობის წინ.(სურ.9.31 E და F). თუ სიღრმის მნიშვნელობას წინ არ უძღვის სიმბოლო, მაშინ ხვრელი არის გამჭოლი. (სურ.9.31 C და D).

9.3.3 ხვრელები ცილინდრული და კონუსური ჩაღრუებით

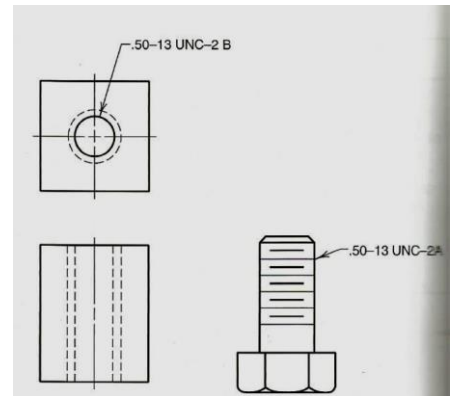
ცილინდრული ჩაღრუების შემთხვევაში სიმბოლო იწერება დიამეტრის ზომის წინ , და ჩაღრუების სიღრმის რიცხვით მნიშვნელობას წინ უძღვის სიღრმის სიმბოლო.(სურ.9.31 G)

კონუსური ჩაღრუებისათვის მიუთითებენ დიამეტრს და კუთხის ზომას. სიმბოლო იწერება დიამეტრის ზომის წინ. სიღრმის მნიშვნელობას არ მიუთითებენ(სურ.9.31-I)

9.3.4 ხრახნკუთხვილები

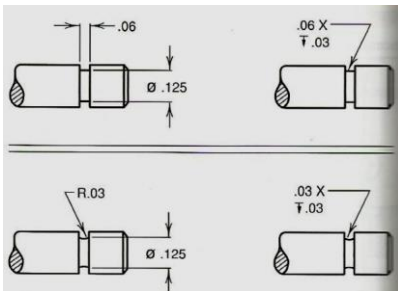
ნებისმიერი ზომის კუთხვილისათვის არსებობს სტანდარტი. ASME სტანდარტით განისაზღვრება ხრახნკუთხვილების ყველა სერია.

ადგილობრივი წარწერით ხდება ხრახნკუთხვილის ტიპის და ზომების იდენტიფიცირება. ხრახნიანი ხვრელებისათვის აღნიშვნა განთავსდება წრიულ ხედზე. გარე ხრახნისთვის ზომა მიეწერება ხრახნკუთხვილის მერიდიანულ ხედზე. (სურ. 9.35)



სურ.9.35

9.3.5 ღარები



სურ.9.36

ღარებისთვის ორი ზომაა საჭირო-სიგანე და სიღრმე (ან დიამეტრი). სურ.9.38-ზე ნაჩვენებია ლილვის ღარებზე ზომების დასმის ყველაზე გავრცელებული მეთოდები.

9.4 დაშვებები

დაშვებები გამოიყენება იმ გადახრების საკონტროლებლად, რომელიც შეიძლება არსებობდეს დეტალზე. ზომების დაშვებები აკონტროლებს კვანძში შემავალი თითოეული დეტალის ზომების გადახრის სიდიდეს. გადახრის დასაშვები სიდიდე დამოკიდებულია დეტალისა და თავად კვანძის ფუნქციაზე. მაგალითად, ელექტრობურღით დახვრეტილ დეტალზე სიზუსტის მოთხოვნა ისე მკაცრი არ არის, როგორც თვითმფრინავის ძრავის

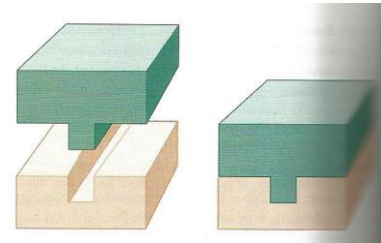
შემადგენელ ნაწილზე. რაც უფრო მეტია სიზუსტის ხარისხი, მით მეტია დასამზადებელი დეტალის ფასი. ამიტომ, დაშვებები უნდა იყოს

განსაზღვრული იმ ხარისხით, რომ ფუნქციონირებასთან მიმართებაში ობიექტის ღირებულება მისაღები იყოს.

დაშვება 4.650 ± 0.003 ნიშნავს, რომ დეტალის საბოლოო ზომა შეიძლება მერყეობდეს 4.647-დან 4.653-მდე და დეტალი მაინც ფუნქციონირებადი იყოს. ზომის ქვედა

ზედა ზღვარი არის ზომების შეზღუდვა, ხოლო მათ სხვაობას დაშვება ეწოდება. ამ მაგალითში ზედა ზღვარი არის 4.653, ხოლო ქვედა ზღვარი-4.647. მათი სხვაობა გაძლევს დაშვების მნიშვნელობას რომელიც განხილულ მაგალითში 0,006-ის ტოლია.

დაშვებები გამოიყენება შეწყვილებულ ნაწილებში. მაგალითად, სურ.9.37-ზე ნაჩვენებია ამონაჭერი, რომელზეც უნდა „ჩაეტოს სხვა ნაწილი.“

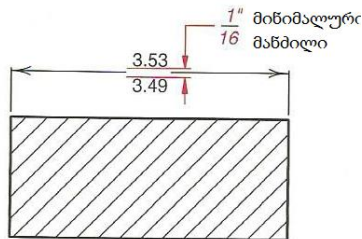


სურ.9.37

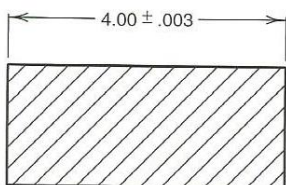
და

9.4.1 თავსებადობა

დაშვებების დიდი უპირატესობა არის ის, რომ ისინი ნაწილების თავსებადობის საშუალებას იძლევიან. ეს თავის მხრივ საშუალებას გვაძლევს საჭიროების შემთხვევაში შევცვალოთ ერთი ნაწილი, მთელი სისტემის შეცვლის ნაცვლად.



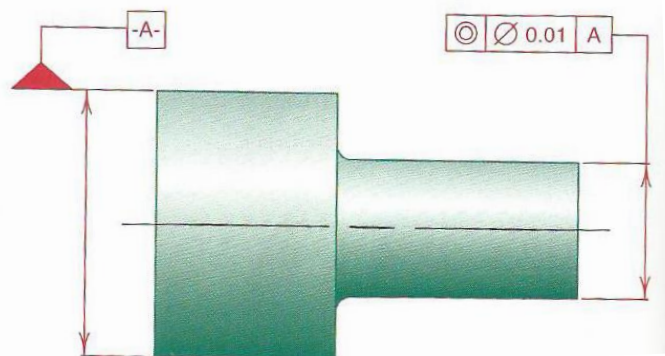
(A) პირდაპირი შეზღუდვა



(B) დაშვების სიდიდე

სურ.9.38

მაგალითად, თუ საკისარი გაცვდა. მაშინ მისი გამოცვლა იგივე სპეციფიკაციის საკისრით საკმარისია, რომ სისტემა კვლავ ამუშავდეს.



სურ.9.39

ინდუსტრიული რევოლუციის გარიჟრაჟზე დეტალებს ხელით ამზადებდნენ და კვანძებსაც ხელით აწყობდნენ. ხდებოდა კვანძში შემავალი ყველა დეტალის მორგება, მოჭრა, გაპრიალება და მომზადება თავისი შეწყვილებულ ნაწილზე მოსარგებად.

დღევანდელ სამყაროში ერთი კომპანია ერთ დეტალს ამზადებს, მეორე კომპანია სხვას, ხოლო მესამე კიდევ სხვას. ზომებისა და დაშვებების სწორად განსაზღვრის შემთხვევაში ან ნაწილების აწყობა წარმატებით არის შესაძლებელი.

9.5 დაშვებების წარმოდგენა

დაშვებები შეიძლება გამოიხატოს სხვადასხვა გზებით

- 1) პირდაპირი შეზღუდვა(სურ.9.38)
- 2) გეომეტრიული დაშვება(სურ.9.39)
- 3) შენიშვნები, რომელიც ეხება სპეციფიურ გარემოებებს
- 4) ზოგადი დაშვებები, რომელიც ძირითად წარწერაშია მოცემული

9.5.1 ზოგადი დაშვებები

ზოგადი დაშვებები მოცემულია ცალკეული შენიშვნის სახით ან ძირითად წარწერაში.

ზოგადი დაშვების მაგალითი ასე შეიძლება გამოიყურებოდეს:

ყველა მეტრული ზომა გატარდება ± 0.005 გადახრით

კუთხური ზომებისათვის დაშვების მაგალითი ასეთი სახის შეიძლება იყოს:

ყველა კუთხური ზომის დაშვება ± 1 გრადუსი

თუ ზომას თან ახლავს დაშვება, მაშინ ის ჩაანაცვლებს ზოგადი დაშვების პირობას.

9.5.2 ზომების შეზღუდვა

ამ შემთხვევაში პირდაპირ მიეთითება მინიმალური და მაქსიმალური ზომები. ზედა ლიმიტი ქვედა ლიმიტის ზემოთ განთავსდება, (სურ. 9.38 A), ხოლო თუ შეზღუდვა ერთ ხაზზე უნდა იყოს, მაშინ ქვედა ლიმიტი დაიწერება ზედა ლიმიტის წინ და გაიყოფიან დეფისის ხაზით.

ინდუსტრიული რევოლუციის გარიჟრაჟზე დეტალებს ხელით ამზადებდნენ და კვანძებსაც ხელით აწყობდნენ. ხდებოდა კვანძში შემავალი ყველა დეტალის მორგება, მოჭრა, გაპრიალება და მომზადება თავისი შეწყვილებულ ნაწილზე მოსარგებად.

დღევანდელ სამყაროში ერთი კომპანია ერთ დეტალს ამზადებს, მეორე კომპანია სხვას, ხოლო მესამე კიდევ სხვას. ზომებისა და დაშვებების სწორად განსაზღვრის შემთხვევაში ან ნაწილების აწყობა წარმატებით არის შესაძლებელი.

9.5 დაშვებების წარმოდგენა

დაშვებები შეიძლება გამოიხატოს სხვადასხვა გზებით

- 1) პირდაპირი შეზღუდვა(სურ.9.38)
- 2) გეომეტრიული დაშვება(სურ.9.39)
- 3) შენიშვნები, რომელიც ეხება სპეციფიურ გარემოებებს
- 4) ზოგადი დაშვებები, რომელიც ძირითად წარწერაშია მოცემული

9.5.1 ზოგადი დაშვებები

ზოგადი დაშვებები მოცემულია ცალკეული შენიშვნის სახით ან ძირითად წარწერაში.

ზოგადი დაშვების მაგალითი ასე შეიძლება გამოიყურებოდეს:

ყველა მეტრული ზომა გატარდება ± 0.005 გადახრით

კუთხური ზომებისათვის დაშვების მაგალითი ასეთი სახის შეიძლება იყოს:

ყველა კუთხური ზომის დაშვება ± 1 გრადუსი

თუ ზომას თან ახლავს დაშვება, მაშინ ის ჩაანაცვლებს ზოგადი დაშვების პირობას.

9.5.2 ზომების შეზღუდვა

ამ შემთხვევაში პირდაპირ მიეთითება მინიმალური და მაქსიმალური ზომები. ზედა ლიმიტი ქვედა ლიმიტის ზემოთ განთავსდება, (სურ. 9.38 A), ხოლო თუ შეზღუდვა ერთ ხაზზე უნდა იყოს, მაშინ ქვედა ლიმიტი დაიწერება ზედა ლიმიტის წინ და გაიყოფიან დეფისის ხაზით.

9.5.3 პლუს და მინუს ზომები

ამ შემთხვევაში მოცემულია ძირითადი ზომა, რომელსაც ახლავს პლუს/მინუს სიმბოლოები და გადახრის სიდიდე. (სურ.9.40).

დაშვება შეიძლება იყოს

უნილატერული(ერთსიდიდიანი) და

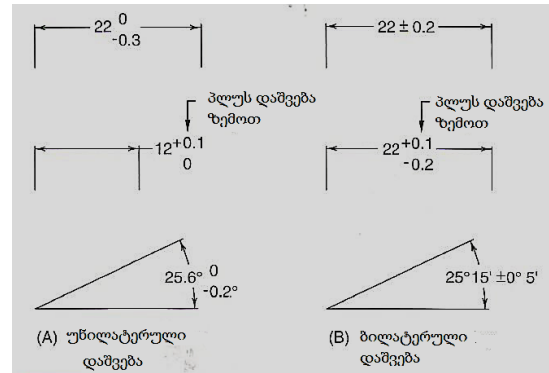
ბილატერული(ორ-სიდიდიანი).

უნილატერული დაშვების შემთხვევაში ზომა

იცვლება ერთი მიმართულებით. ბილატერული

დაშვების შემთხვევაში-ორი მიმართულებით. თუ ცვლილება ორივე მიმართულებით

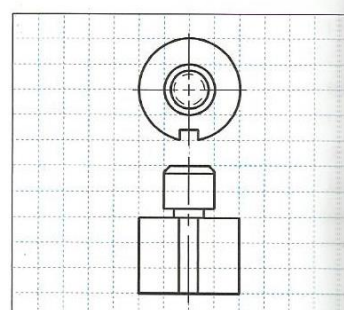
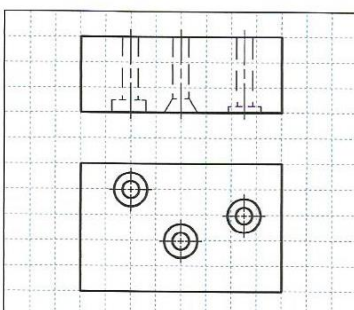
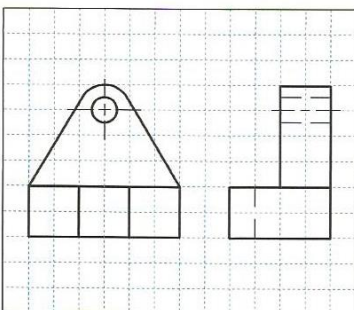
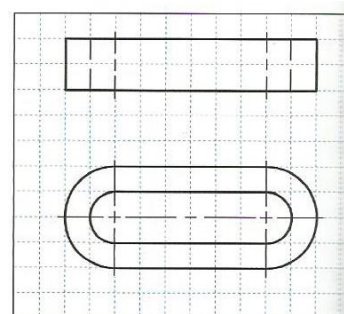
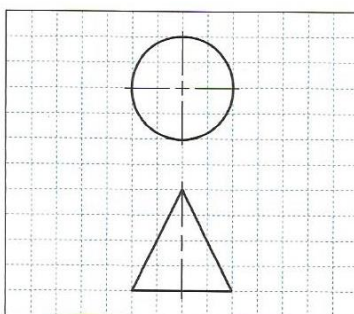
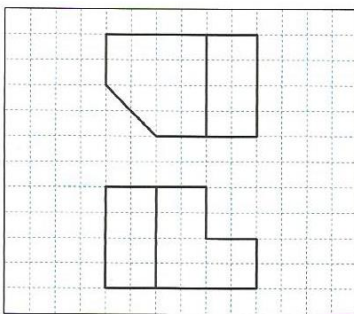
ერთნაირია, მაშინ გამოიყენება \pm სიმბოლო.



სურ.9.40

სავარჯიშო.

1) მოცემულ ნახაზებზე მიუთითეთ შესაბამისი ზომები . ჩათვალეთ. რომ უჯრის გვერდის ზომაა 5 მმ.



თავი 10. საამწყოზო ნახაზები

10.1 სამუშაო ნახაზები

სამუშაო ნახაზები არის სტანდარტიზებული ნახაზების სრული კომპლექტი, რომელიც განსაზღვრავს პროდუქტის პროექტზე დაფუძნებულ დამზადებას და აწყოზას . პროქტის სირთულე განსაზღვრავს ნახაზების რაოდენობას და ტიპებს, სამუშაო ნახაზები შეიძლება შეიცავდეს წერილობით ინსტრუქციას, რომელსაც სპეციფიკაცია ეწოდება.

სამუშაო ნახაზები ფაქტიურად წარმოადგენს პროგრამას პროდუქტის დამზადების პროცესისათვის. ამიტომ ნახაზების ნაკრები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- 1) სრულად უნდა აღწერდეს დასამზადებელი პროდუქტში შემავალ დეტალებს, ვიზუალური ფორმებისა და ზომების დასმის თვალსაზრისით.
- 2) სამუშაო ნახაზის ნაკრებში უნდა იყოს საამწყოზო ნახაზი
- 3) განსაზღვრული უნდა იყოს ყველა დეტალი
- 4) განსაზღვრული უნდა იყოს სტანდარტული დეტალები

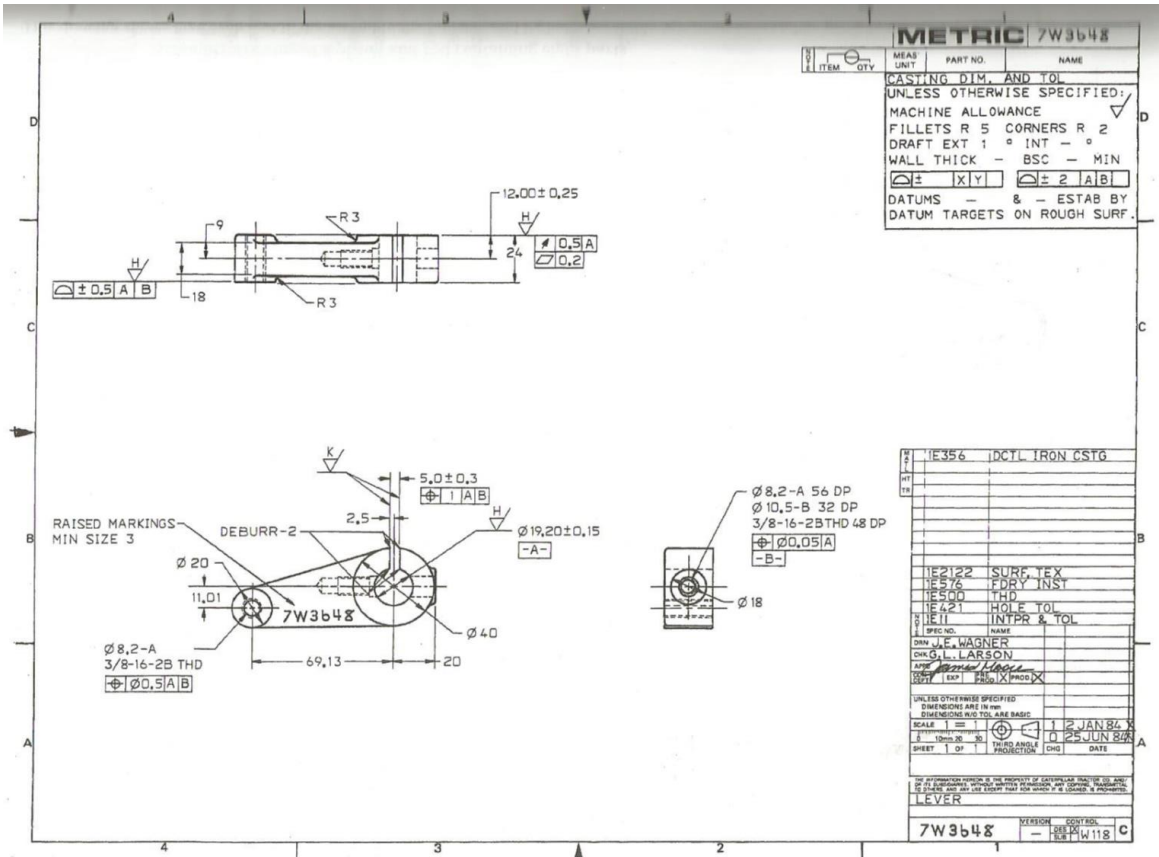
გრაფიკული და ტექსტური ინფორმაცია უნდა იყოს საკმარისად სრული და ზუსტი პროდუქტის უშეცდომოდ დამზადებისა და აწყოზისათვის.

ზოგადად, სამუშაო ნახაზების კომპლექტი შეიცავს:

- 1) არასტანდარტული ნაწილების დეტალურ ნახაზებს
- 2) საამწყოზო ნახაზს, სადაც ყველა სტანდარტული და არასტანდარტული ნაწილი ერთ ნახაზზე იქნება ნაჩვენები.
- 3) მასალების სიას
- 4) ძირითად წარწერას

10.1.1 დეტალური ნახაზები

დეტალური ნახაზი წარმოადგენს მთელი აგრეგატის ცალკეული ნაწილების ხედებში შესრულებულ ნახაზს, რომელზეც მითითებულია ზომები. ეს ნახაზი აღწერს ობიექტის ფორმას, ზომას, მასალას. დეტალური ნახაზები შეიძლება მიღებული იყოს საპროექტო



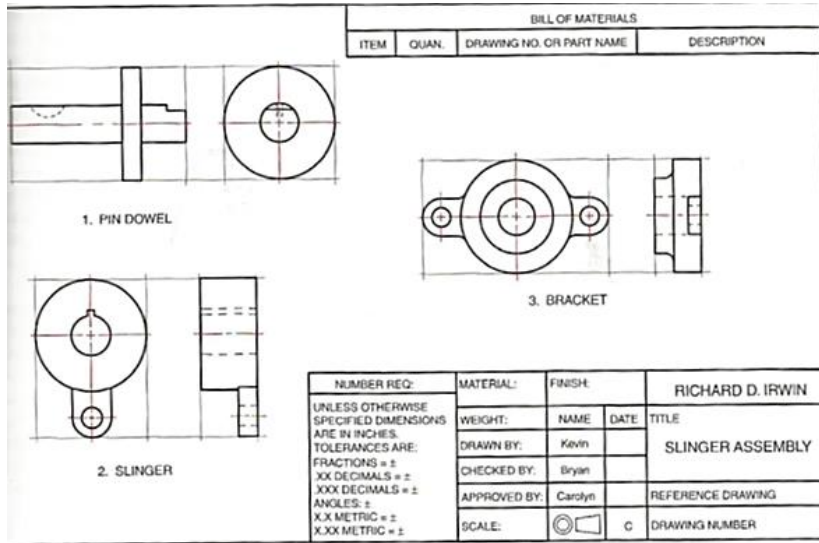
სურ.10. 1

ესკიზებიდან ან სამგანზომილებიანი კომპიუტერული მოდელებიდან. ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს სტანდარტის შესაბამისად.

სტანდარტული ნაწილების დეტალური ნახაზები ცალკე არ იხაზება. ისინი ნაჩვენებია იქნება საამწყობო ნახაზზე.

დიდი ზომის ობიექტების დეტალური ნახაზები მოიცავს მრავალ ფურცელს, ამასთან ცალკეული ფურცელი შეიძლება საამწყობო ნახაზის ნაწილს წარმოადგენდეს. თუ ობიექტი მარტივია, მაშინ მასში შემავალი დეტალები ერთ ფურცელზე შეიძლება გამოიხაზოს.

CAD სისტემების დახმარებით დეტალების განთავსების და თავისუფალი ადგილების განაწილების პროცესი გაცილებით მარტივია.



სურ.10. 3

10.1.2 საამწყობო ნახაზები

საამწყობო ნახაზი გვიჩვენებს, თუ როგორ არის ცალკეული ნაწილი განლაგებული ერთად. თუ ნახაზზე მთელი აგრეგატის ერთი სექცია არის წარმოდგენილი, მაშინ მას შეიძლება ვუწოდოთ კვანძი. სურ.10.2-ზე სწორედ კვანძია ნაჩვენები, რომელიც ძრავის დგუმს წარმოადგენს.

საამწყობო ნახაზები შეიცავს

- 1) ყველა ნაწილს, რომელიც თავის სამუშაო პოზიციაშია აგებული.
- 2) ნაწილების ჩამონათვალს, რომელიც მდებარეობს ფურცლის ქვედა კუთხეში ძირითადი წარწერის მარცხნივ. იგი გვიჩვენებს დეტალების ნომრებს, მათ საჭირო რაოდენობას, ნაწილის სახელს ან აღწერილობას, სტანდარტული ნაწილის საკატაოგო ნომრს და კომპანიის ნომრს.
- 3) ლიდერის ხაზებს წრეწირებით, სადაც მითითებულია დეტალების ნომრები. მაგალითად, სურ. --ზე აღნიშნულია 21 ნაწილი. დეტალი მე-5 ნომრით სიაში მითითებულია, როგორც საცობი.
- 4) საჭირო მითითებები და რეკომენდაციები ობიექტის ასაწყობად.

საამწყოზო ნახაზი გვიჩვენებს როგორ არიან განლაგებული დეტალები ერთმანეთის მიმართ . ხედები და ხედების რაოდენობა უნდა იყოს მინიმალური, რომელიც საკმარისია მონტაჟის სრულად აღწერისათვის. მიღებული პრაქტიკაა მხოლოდ ერთი ხედის, მაგალითად წინხედის წარმოდგენა ზედხედისა და გვერდხედის ჩვენების გარეშე.

საამწყოზო ნახაზებზე ზომებს ძირითადად არ მიუთითებენ, გარდა იმ შემთხვევებისა, როცა ეს აუცილებელია მონტაჟის პროცესისათვის. საამწყოზო ნახაზზე შეიძლება მითითებული იყოს ობიექტის სრული ზომები.

საამწყოზო ნახაზზე, გარდა აუცილებელი შემთხვევებისა, არ უჩვენებენ უხილავ ხაზებს.

საამწყოზო ნახაზზე შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მხოლოდ ობიექტის მოხაზულობა, რომელიც გვიჩვენებს მის გარე ფორმებს, ტიპის სამონტაჟო ნახაზები გამოიყენება ნაწილების კატალოგისთვის და საინსტალაციო ინსტრუქციებში, ან მარტივი ობიექტებისათვის, როცა ვიზუალიზაციისათვის სხვა ტიპის ნახაზები საჭირო არ არის. უხილავ ხაზები, გარდა განსაკუთრებული შემთხვევებისა, უგულებელყოფილია.

საამწყოზო ნახაზის სხვა ტიპზე ობიექტი წარმოდგენილია ჭრილში. ამ ტიპის ნახაზი იძლევა წარმოდგენას ობიექტის შიგა ფორმების შესახებ. მკვეთი სიბრტყე სრულად ან ნაწილობრივ შეიძლება იყოს გატარებული.. მერვე თავში განხილული იყო პირობითობები საამწყოზო ნახაზზე ჭრილის შესასრულებლად, რომელიც მოკლედ შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს

- 1) სტანდარტული ნაწილები საამწყოზო ნახაზზე ჭრილში არ იხაზება
- 2) მომიჯნავე ნაწილები სხვადასხვა მიმართულებით წაიხაზება.
- 3) თხელი ელემენტები, მაგალითად, შუასადები ნაჩვენები უნდა იყოს მთლიანი შავი ფერით.

საამწყოზო ნახაზის კიდევ ერთი ტიპი არსებობს. ეს არის მთლიანი ობიექტის თვალსაჩინო გამოსახულება, რომელიც საერთო წარმოდგენას იძლევა მის შესახებ. თვალსაჩინო გამოსახულებაზე შეიძლება გამოყენებული იქნეს ცენტრის ხაზები, რომლებიც გვაჩვენებს, თუ როგორ ხდება შემადგენელი ნაწილების მონტაჟი. თვალსაჩინო გამოსახულება

ძირითადად არის ობიექტის იზომეტრია და გამოოიყენება საინსტალაციო და საექსპლუატაციო ინსტრუქციებში.

10.1.3. შემადგენელი ნაწილების ნომრები

საამწყობო ნახაზის ნაწილებს მინიჭებული აქვთ მკაცრად განსაზღვრული ნომრები, რომლებიც კოდირებულია კომპანიის მიერ იმ მიზნით, რომ ჰქონდეს ზუსტი ჩანაწერი თავისი პროდუქტის შესახებ . სურ. --ზე მაგალითად, ნაწილების ჩამონათვალში მითითებულია, რომ მე-5 დეტალის ნომერია 247987-01. ზოგი ობიექტის, მაგალითად თვითმფრინავის საამწყობო ნახაზი განსაკუთრებულად რთულია, და ათასობით ნაწილისაგან შედგება. ამიტომ დოკუმენტაციის სწორად წარმოება აუცილებელია თვითმფრინავის დაპროექტების, წარმოების და ექსპლუატაციისათვის.

10.1.4 ნახაზების ნომრები

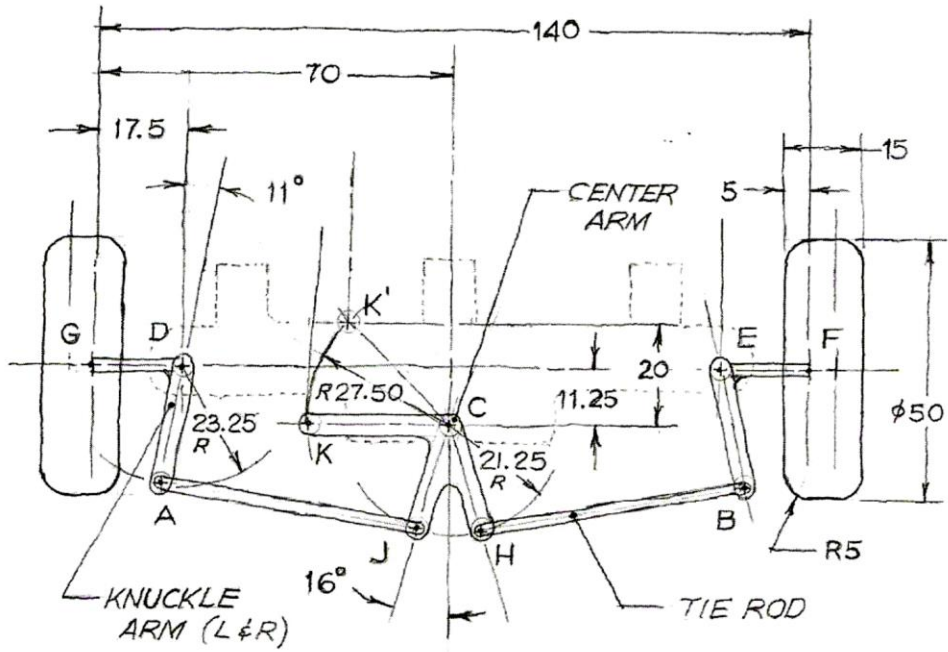
ყველა ნახაზს, რომელსაც ინდუსტრიაში იყენებენ აქვს თავისი ნომერი. ყველა კომპანიას ნახაზების დანომვრის საკუთარი მეთოდები აქვს, რომელიც განისაზღვრება სხვადასხვა კრიტერიუმებით, როგორცაა მაგალითად რიცხვების გარკვეული თანმიმდევრობა, რიცხვების და ასოების კომბინაცია, ფურცლის ზომები, მოდელების ნომრები, ნაწილების ნომრები, ფუნქციები და სხვა.

მაგალითად, სურ.-ზე მოცემული ნახაზის ნომერია 247783R03, რომელიც განთავსებულია ნახაზის ქვედა მარჯვენა კუთხეში.

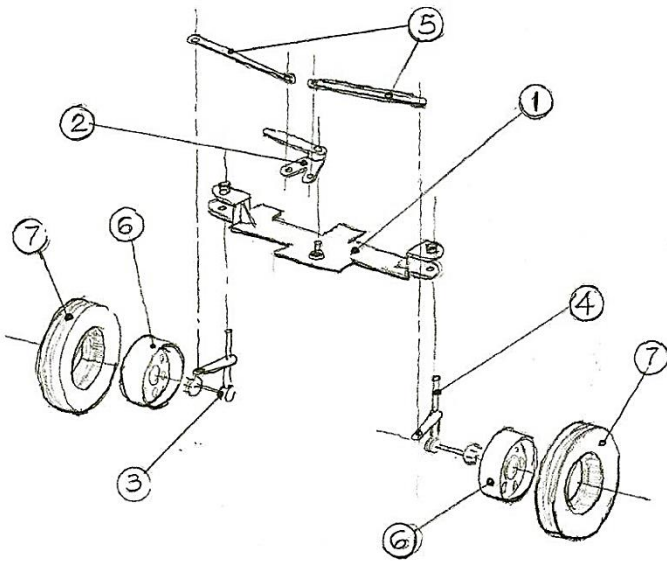
10.1.5 ძირითადი წარწერა.

ძირითადი წარწერა გამოიყენება ყველა იმ ინფორმაციის ჩასაწერად, რაც სჭირდება სამუშაო ნახაზს. იგი განთავსდება ნახაზის მარჯვენა დაბალ კუთხეში. ძირითად წარწერაზე იწერება კომპანიის სახელწოდება, ნახაზის დასახელება, ნახაზის ნომერი, შემსრულებლის სახელი, ნახაზის მასშტაბი, მწარმოებლის კოდი, ნაწარმის საბოლოო სავარაუდო წონა , ფურცლის ნომერი , მასალის გამძლეობა, დამუშავების ხარისხი, სითბოგამძლეობა და სხვა. ძირითად წარწერაზე ასოები ვერტიკალურია ან დახრილი. ასოების სიმაღლე იცვლება ინფორმაციის მნიშვნელობის შესაბამისად. **სავარჯიშო 1.**

N1)



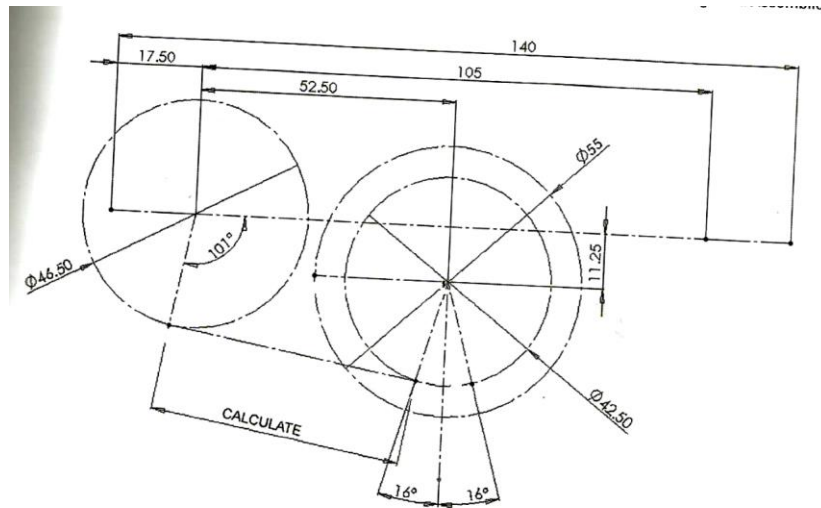
Geometric Analysis Sketch for Rear Steering Linkage



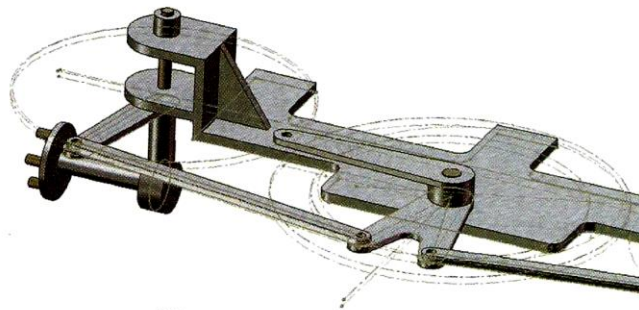
REAR STEERING LINKAGE MECHANISM			
No.	PART	QTY.	MTRL.
1	FRAME - REAR	1	STEEL
2	CENTER ARM	1	"
3	KNUCKLE ARM - LEFT	1	"
4	KNUCKLE ARM - RIGHT	1	"
5	TIE ROD	2	"
6	WHEEL	2	"
7	TIRE	2	COMPOS.

Parts List - Rear Steering Linkage Mechanism

ნახ. 2

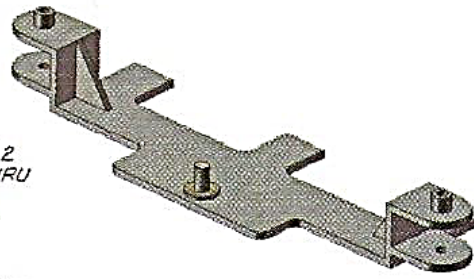
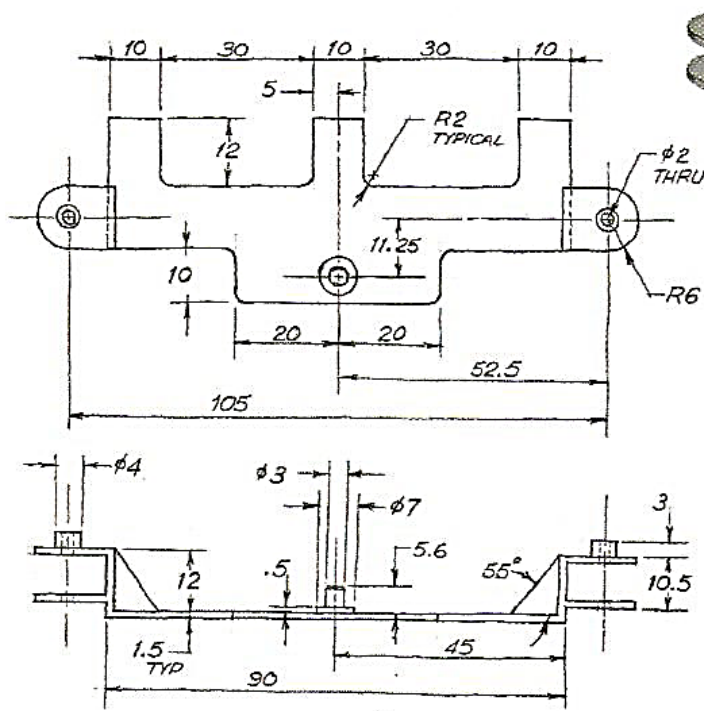


Solid Modeling Skeleton Schematic – Partial



Solid Modeling Skeleton with Parts – Partial

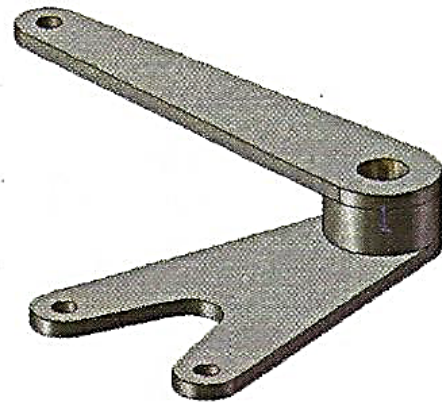
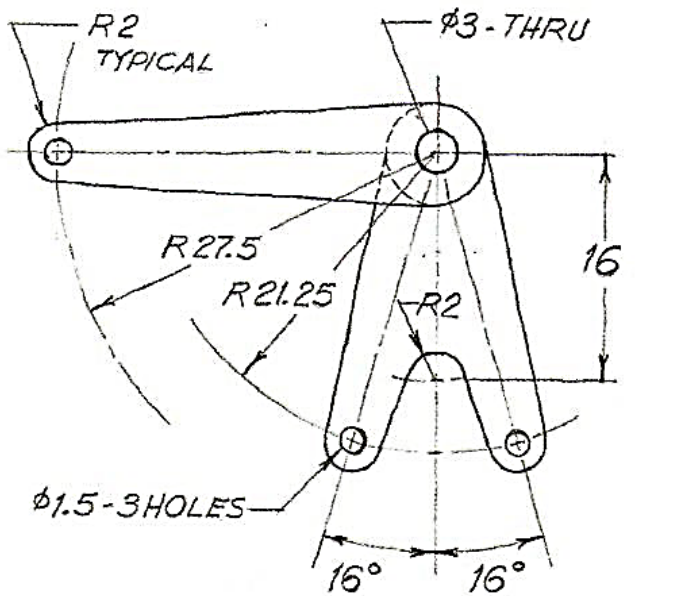
ნახ. 3



Solid Model

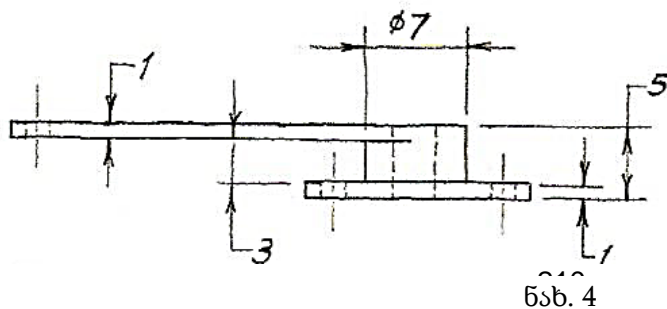
① FRAME - REAR
CENTIMETERS - STEEL

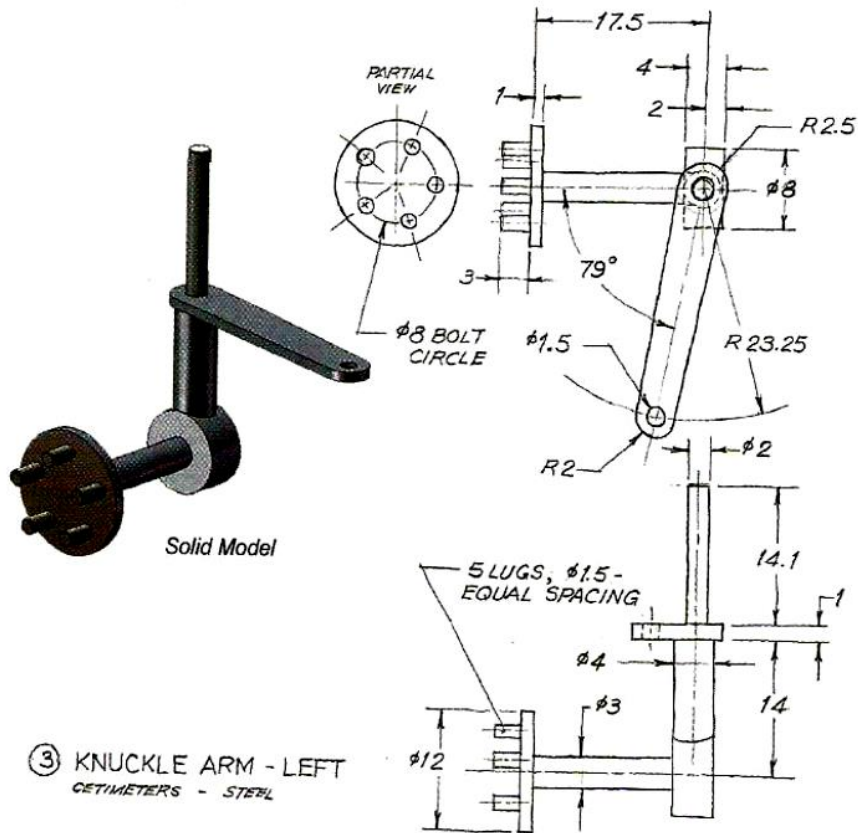
Sketch for Part Number 1: FRAME - REAR



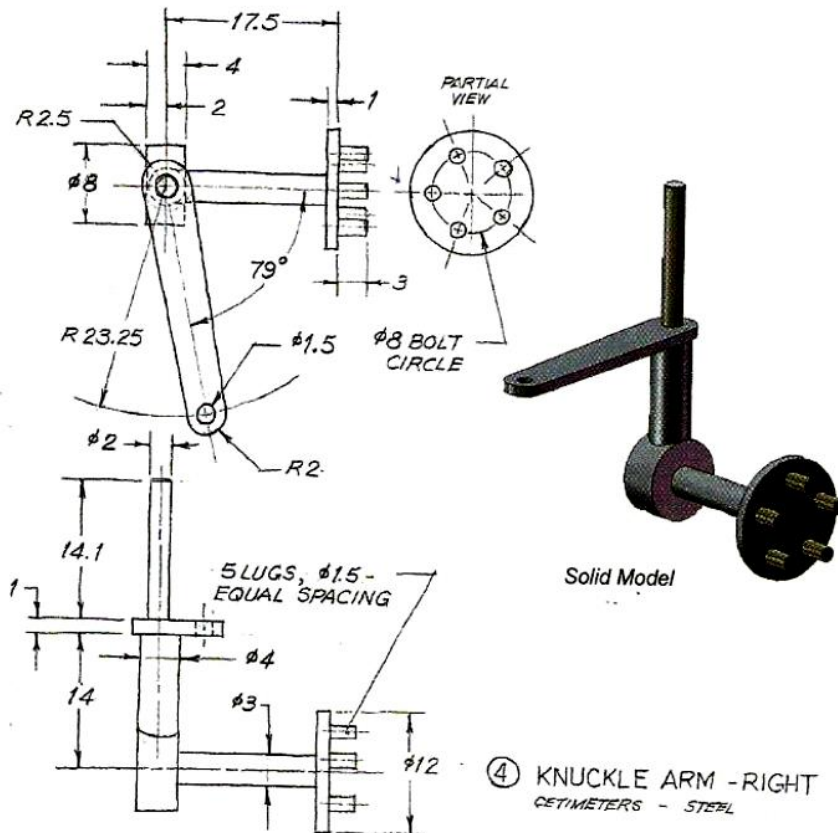
Solid Model

② CENTER ARM
CENTIMETERS - STEEL

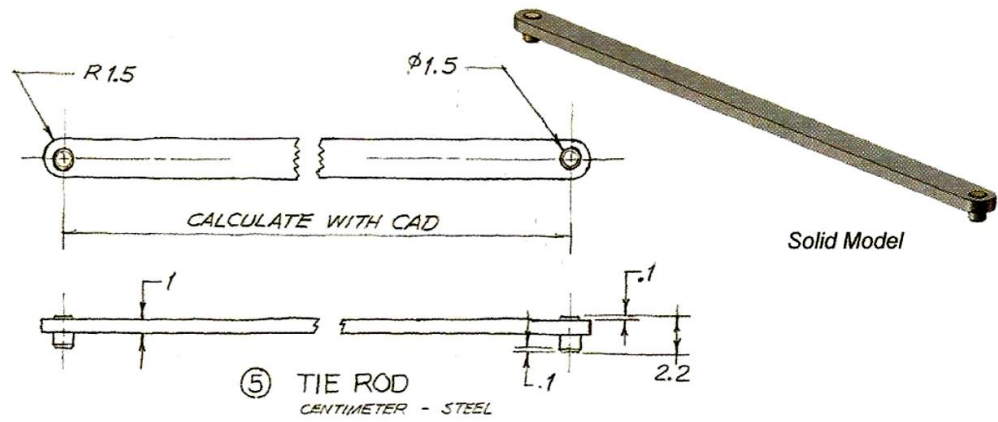




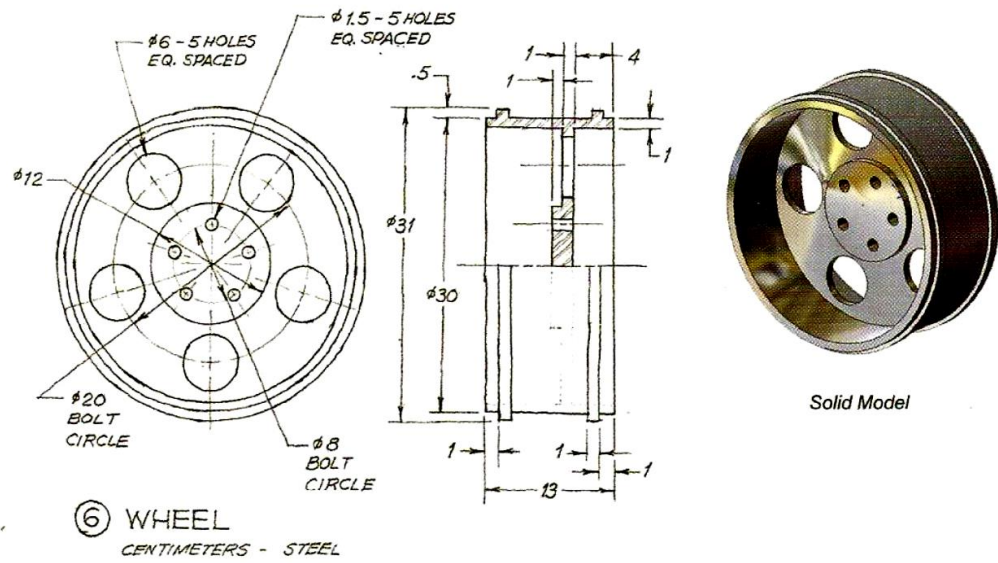
Sketch for Part Number 3: KNUCKLE ARM - LEFT



Sketch for Part Number 4: KNUCKLE ARM - RIGHT



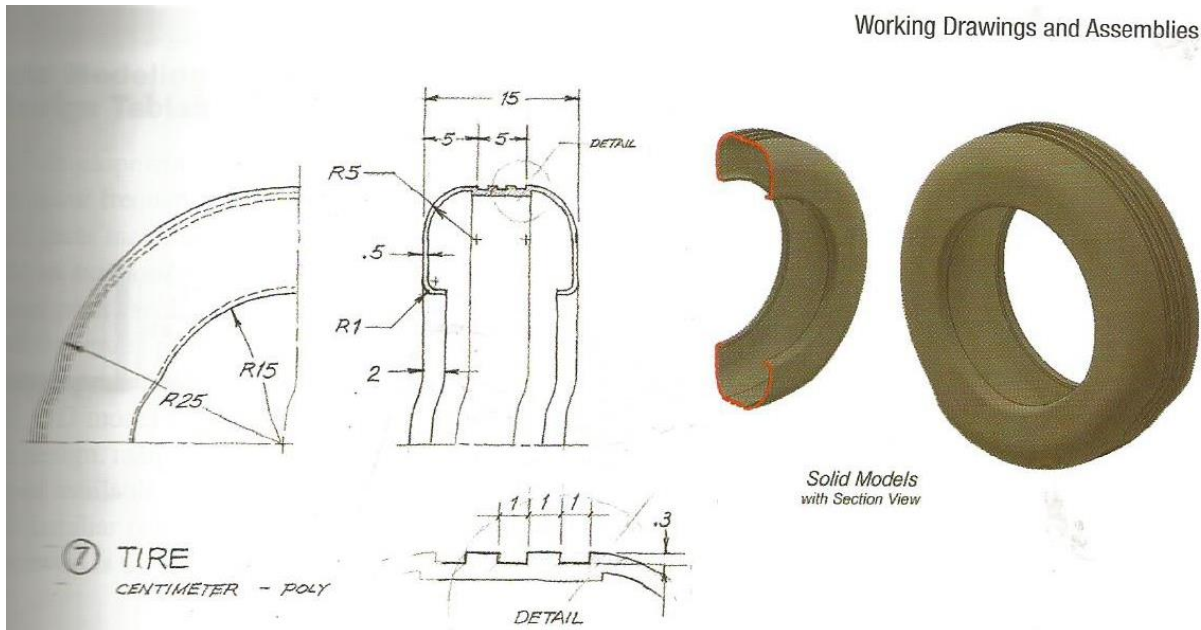
Sketch for Part Number 5: TIE ROD(S)



Sketch for Part Number 6: WHEEL

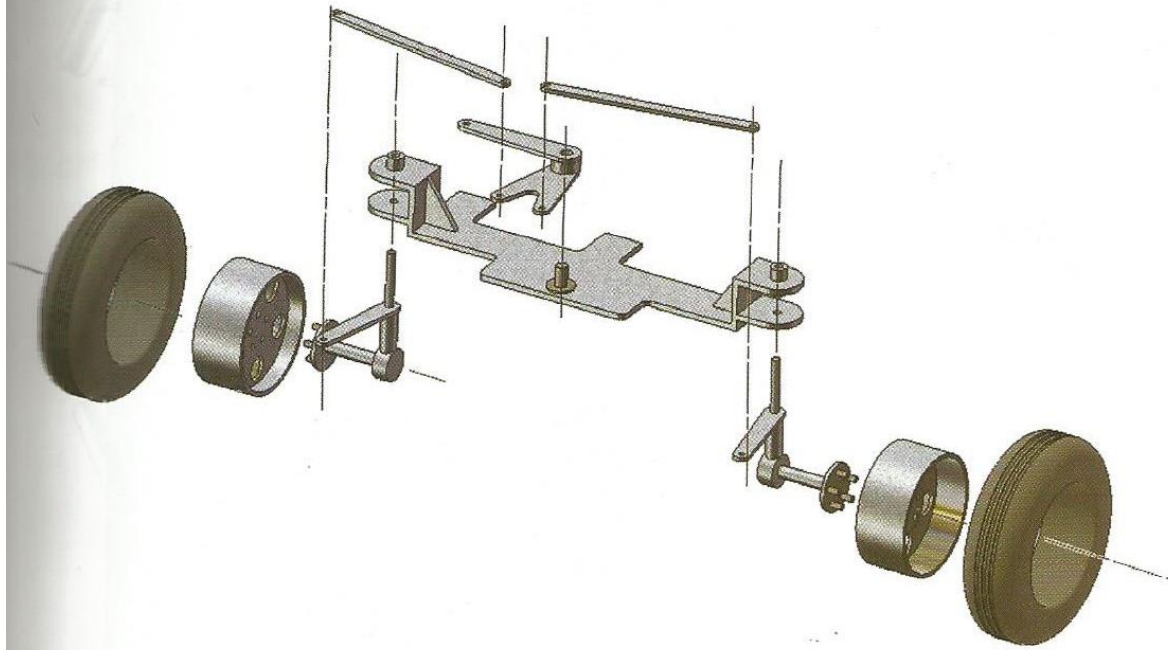
ნახ. 6

Working Drawings and Assemblies



⑦ TIRE
CENTIMETER - POLY

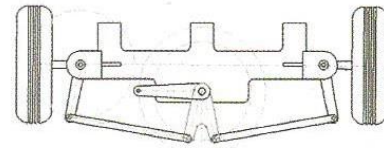
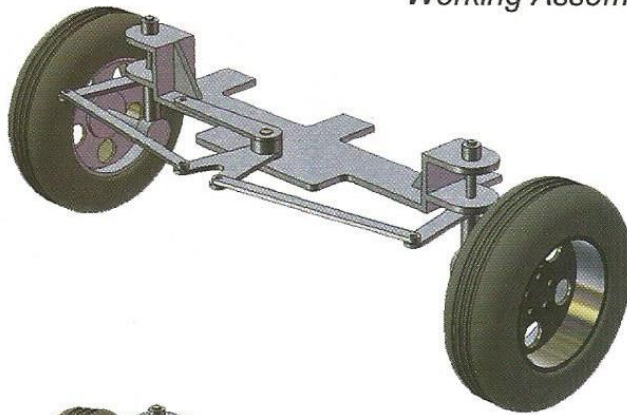
Sketch for Part Number 7: TIRE



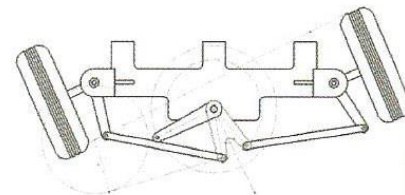
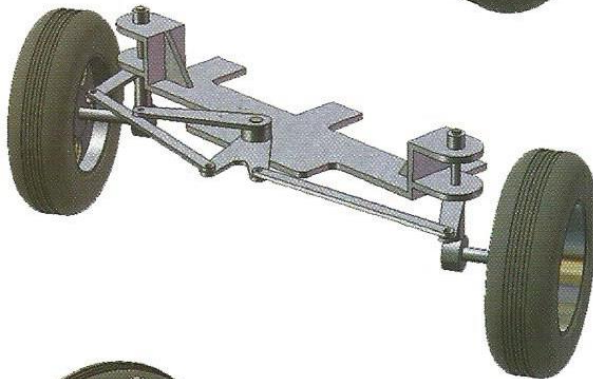
Mechanism Assembly Model - Exploded

ნახ. 7

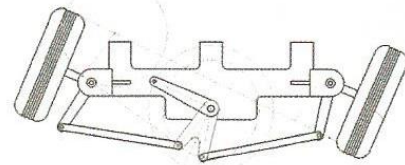
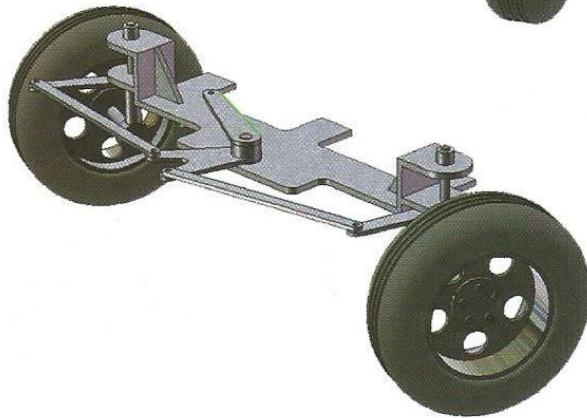
Rear Steering Linkage Mechanism Working Assembly Model



In-Line Position



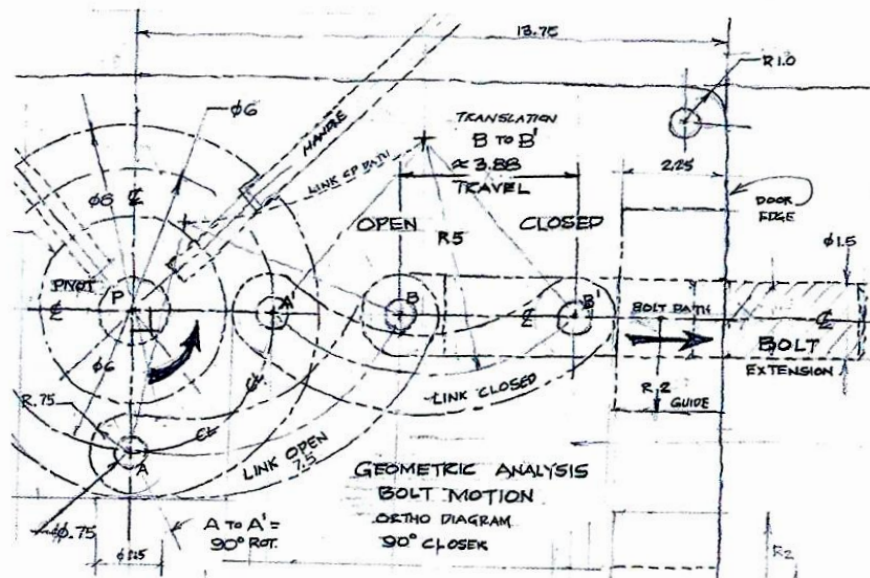
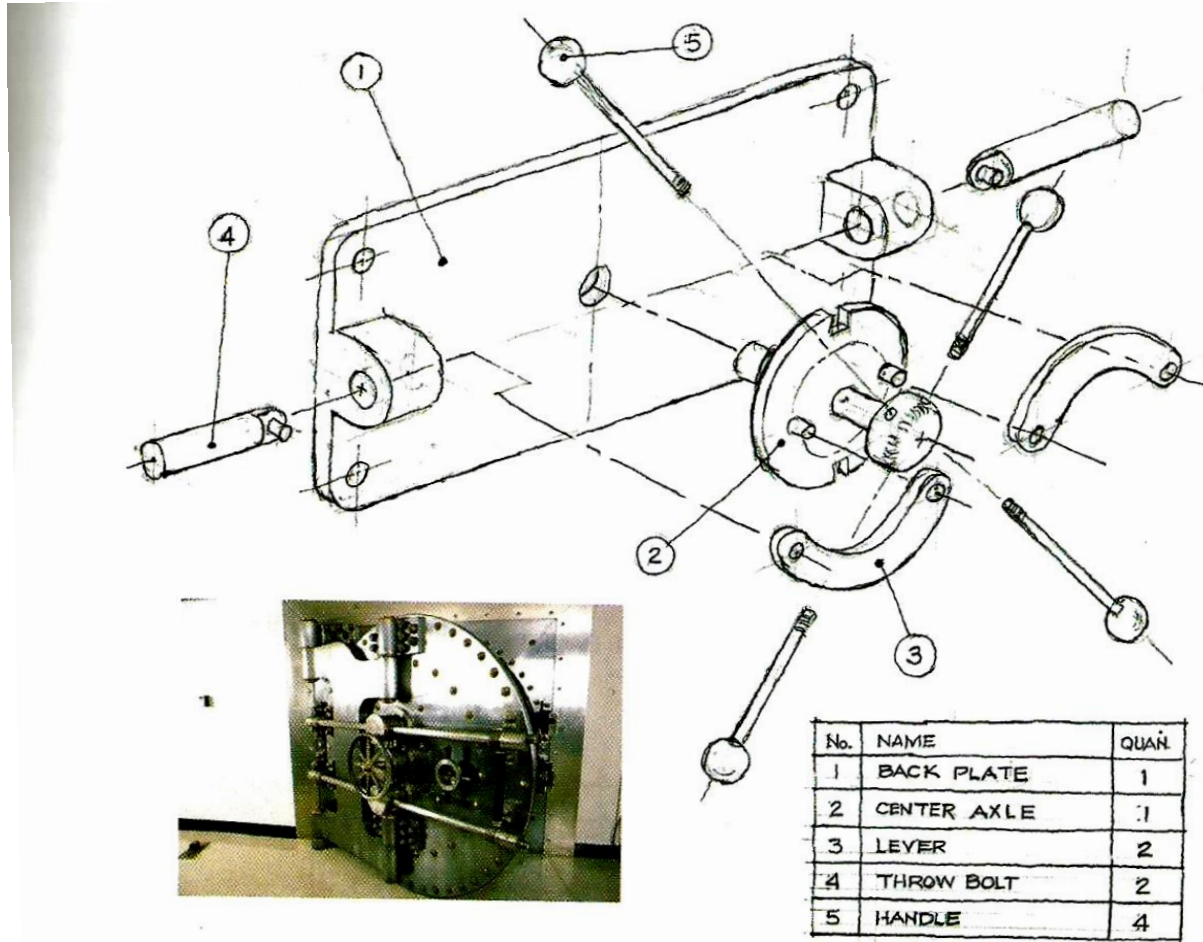
Left Position



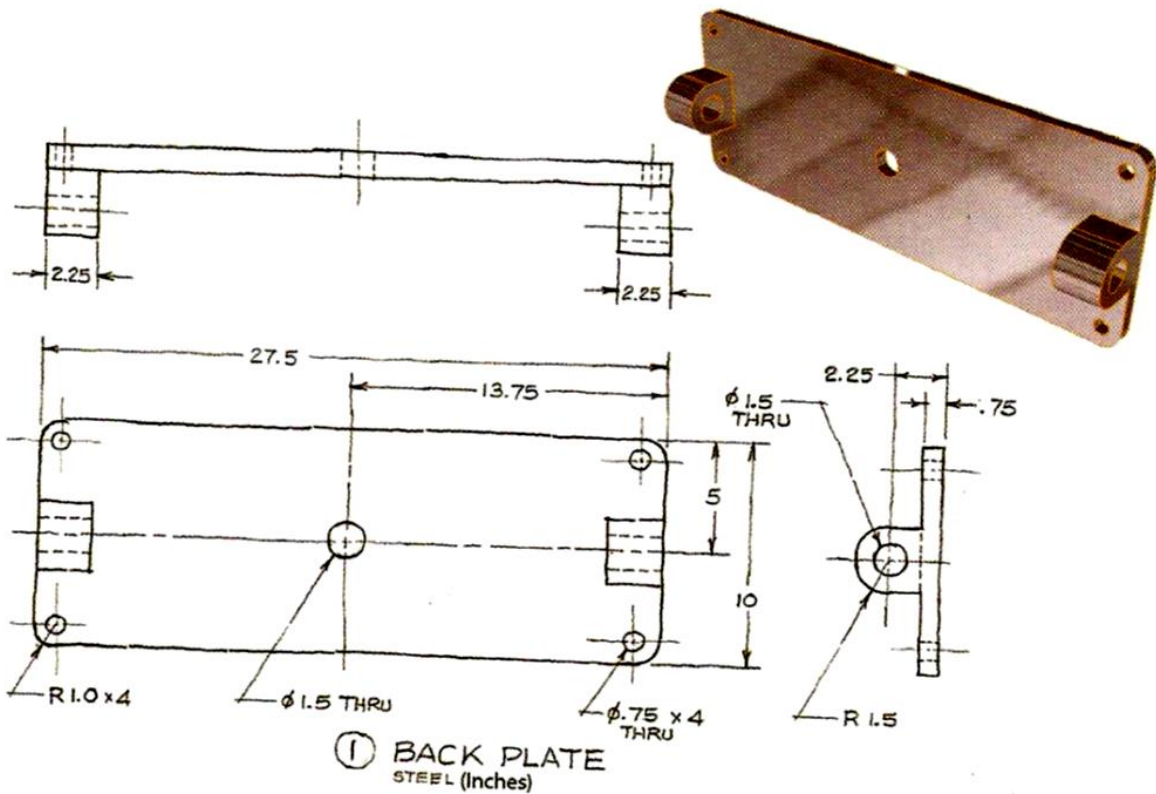
Right Position

ნახ. 8

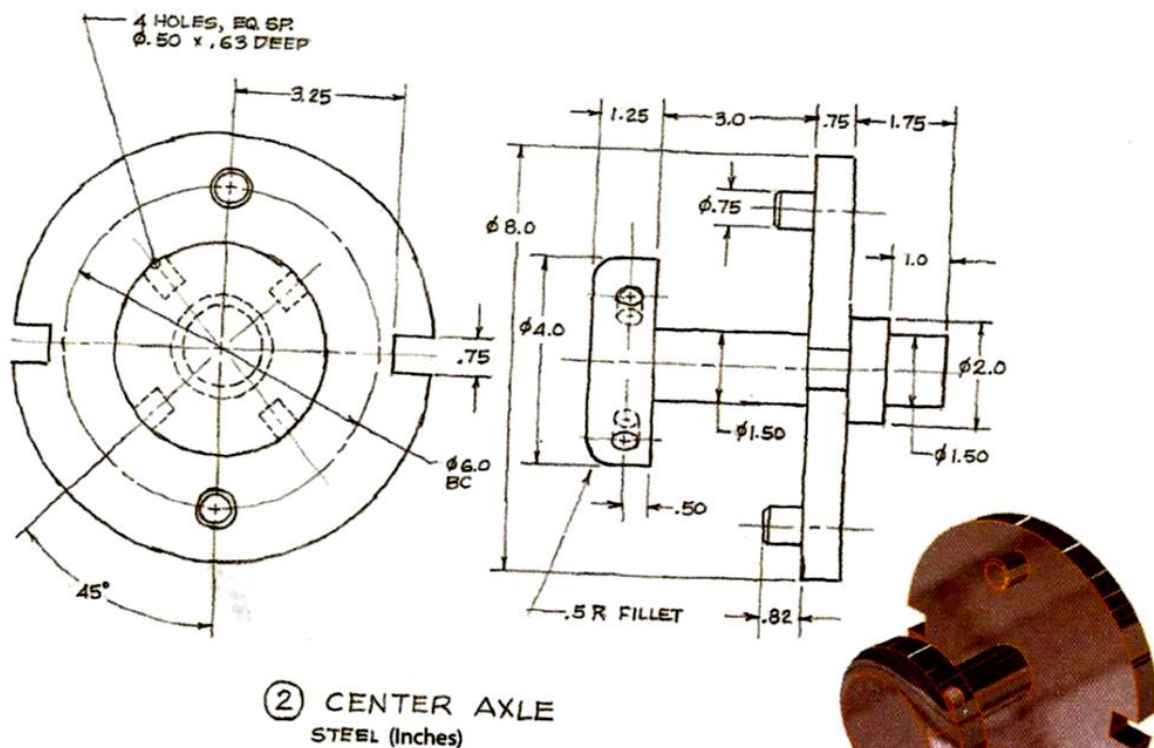
N) 2



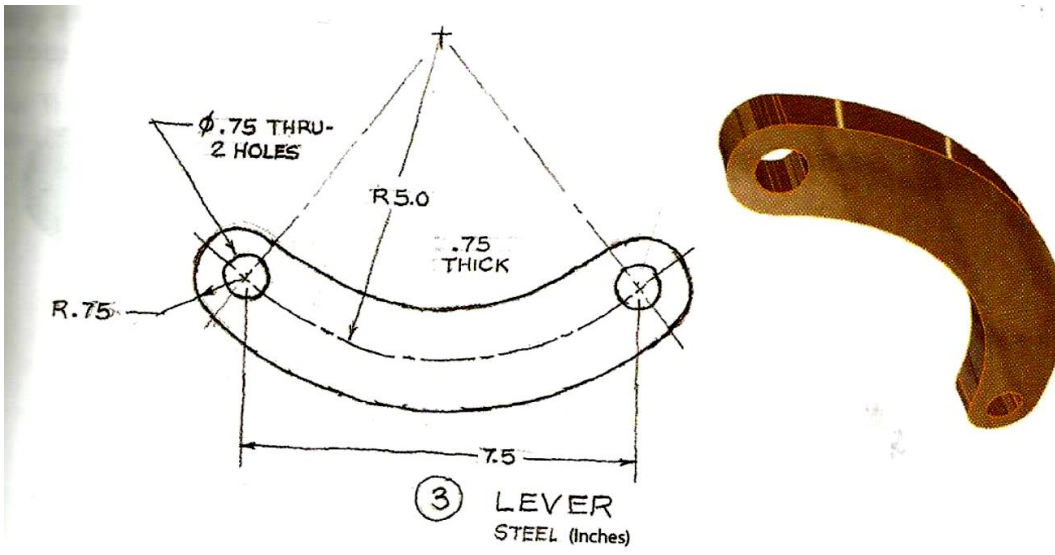
Context Photo, Exploded Assembly Sketch, Analysis Diagram & Parts List



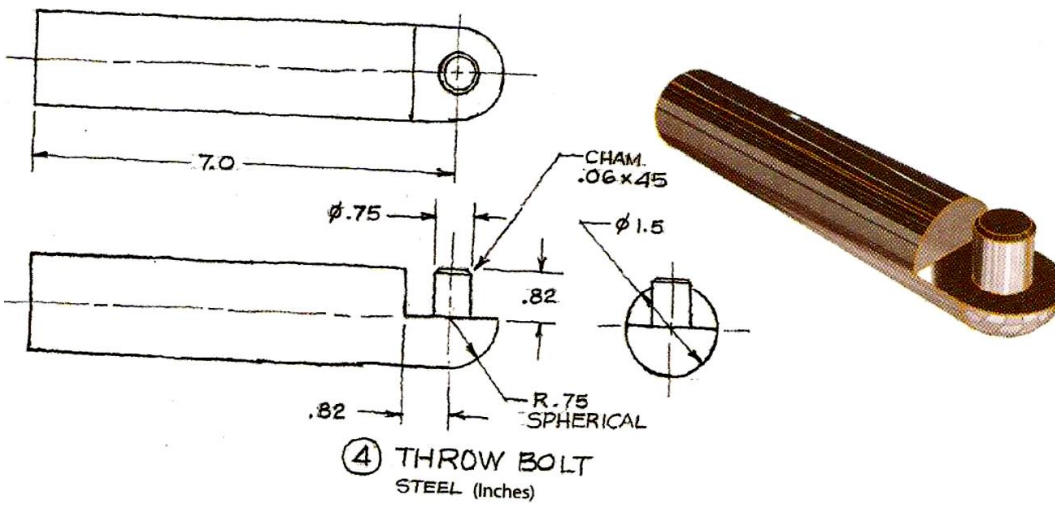
Sketch for Part Number 1: BACK PLATE



Sketch for Part Number 2: CENTER AXLE



Sketch for Part Number 3: LEVER



Sketch for Part Number 4: THROW BOLT

5sb . 3