ჰიდროტექნიკური მშენებლობა



თბილისი
2016

ავტორები: **ირმა ღარიბაშვილი** - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და ინჟინერიის სკოლის ლექტორი. განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრის აკრედიტაციის ექსპერტი, დარგის და განათლების ფასილიტატორი. მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრის დარგის ფასილიტატორი.

თავები: შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში, სამშენებლო ხაზვა, განმარტებითი ლექსიკონი.

გივი დოლიძე - შ.პ.ს. ,,ახალი საქალაქმშენპროექტი“ კონსტრუქტორი.

თავი: სამშენებლო ხაზვა.

ნოდარ მათიაშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. გეოდეზისტი.

თავი: გამოყენებითი გეოდეზია

ია მშვიდობაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი.

თავი: გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა.

იოსებ კაკუტაშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი.

თავი: ტექნიკური მექანიკა

ავთანდილ გოგოლაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. ჰიდროინჟინერიის სასწავლო-სამეცნიერო და საექსპერტო ლაბორატორიის ხელმძღვანელი.

თავები: ჰიდრომექანიკა; ჰიდროტექნიკა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, მათი როლი ქვეყნის წყლის მეურნეობაში. წყლის მეურნეობის დარგები.

ამირან საყვარელიძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი.

თავი: საშენი მასალები, კონსტრუქციები და ნაგებობები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში.

გიორგი დალაქიშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი.

თავი: ჰიდროტექნიკურ სამუშაოთა წარმოება.

ანა გოგბერაშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის უფროსი მასწავლებელი. „სამშენებლო კომპანია N1“ საწარმოო ტექნიკური განყოფილების მთავარი სპეციალისტი.

თავები: ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაცია, შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში.

შალვა დოლიძე - შ.პ.ს. ,,ახალი საქალაქმშენპროექტის” კონსტრუქციული განყოფილების უფროსი. ექსპერტი მშენებლობის საკითხებში.

თავები: ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაცია, შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში.

კონსტანტინე ხაზალია - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი.

თავი: ლანდშაფტური დიზაინი.

გოჩა ჩავლეშვილი - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ინჟინერიისა და მშენებლობის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი. ტექნოლოგიური ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი.

თავი: საინჟინრო კომპიუტერული გრაფიკა (AutoCAD).

რეცენზენტები:

იური ქადარია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი.
სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე.

დავით ბაქრაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი.

რედაქტორი:

მაია ტიელიძე
სსიპ განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი

სარჩევი

წინასიტყვაობა----------13

თავი 1. სამშენებლო ხაზვა ----------14

1.1. დეტალების ხედებისა და აქსონომეტრიული გეგმილების აგება----------16

1.1.1. გეგმილური ხაზვის მნიშვნელობის აღწერა----------16

1.1.2. სახაზავი ქაღალდის სტანდარტული ზომები----------24

1.1.3. ხაზთა ტიპები----------25

1.1.4. ძირითადი გეომეტრიული აგებები სიბტრყეზე----------26

1.1.5. გეომეტრიული ფიგურის ხედების აგება----------29

1.1.6. გეომეტრიული ფიგურის აქსონომეტრიული გეგმილის აგება----------31

1.1.7. ზომების დატანა----------37

1.2. მარტივი საცხოვრებელი შენობის გეგმის, ჭრილისა და ფასადის გამოხაზვა----------41

1.2.1. სამშენებლო ნორმალებისა და პირობითი აღნიშვნების აღწერა----------41

1.2.2. ავეჯის გეგმები ----------45

1.2.3. სამშენებლო ნახაზების სახეები----------43

1.2.4. მარტივი საცხოვრებელი სახლის და სამრეწველო შენობის გეგმის აგება----------49

1.2.5. მარტივი საცხოვრებელი და სამრეწველო შენობების გრძივი და განივი ჭრილები---------51

1.2.6. მარტივი საცხოვრებელი და სამრეწველო შენობების ფასადი----------53

1.2.7. შენობის ზომების და ნიშნულების გამოტანა----------55

1.2.8. დაკვალვის ღერძთან მიბმის მეთოდები---------- 57

1.2.9. კონსტრუქციული ნახაზები----------58

1.3. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------64

თავი 2. გამოყენებითი გეოდეზია----------65

2.1 გეოდეზიის განვითარების ისტორია----------67

2.2 დედამიწის ფორმა და ზომა----------68

2.3 დედამიწის ზედაპირის წერტილების მდებარეობის განსაზღვრა----------70

2.4 გეოდეზიური კოორდინატები----------71

2.4.1 მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა (ზონალური)----------72

2.5 სიმაღლური სისტემები----------73

2.6 პროექციის მეთოდი გეოდეზიაში----------74

2.7 მასშტაბები----------76

2.7.1 რიცხვითი და ხაზოვანი მასშტაბი----------76

2.8 ხაზების ორიენტირება----------79

2.8.1 ორიენტირების არსი----------79

2.9 გეოგრაფიული (ჭეშმარიტი) აზიმუტი----------81

2.10 დირექციული კუთხე----------82

2.10.1. რუმბები----------82

2.11 დედამიწის მაგნიტიზმი----------83

2.12 მაგნიტური აზიმუტი----------84

2.13 კომპასი და ბუსოლი----84
2.14 ტოპოგრაფიული რუკები----86
2.15 ტოპოგრაფიული რუკების ნომენკლატურა----89
2.16. ადგილმდებარეობის რელიეფი----94
2.17. რელიეფის ხაზვა----96
2.18. ტოპოგრაფიული რუკის პირობითი აღნიშვნები----97
2.19. რუკის ჩარჩო და საკოორდინატო ბადე----99
2.20.1. ტოპოგრაფიულ რუკაზე გეოდეზიური კოორდინატების განსაზღვრა----100
2.20.2. ტოპოგრაფიულ რუკაზე მართკუთხა კოორდინატების განსაზღვრა----101
2.20.3. წერტილის ნიშნულის განსაზღვრა----101
2.20.4. ტოპოგრაფიულ რუკაზე მოცემული მიმართულების დირექციული კუთხის აზიმუტისა და მაგნიტური აზიმუტის განსაზღვრა----102
2.20.5. ქვედებულის მასშტაბი (დახრილობის მასშტაბი)----102
2.20.6. ხაზის გატარება მოცემული ქანობით ----104
2.21. კუთხმზომი ინსტრუმენტები და მათი გამოყენება----104
2.21.1 თეოდოლიტი და თეოდოლიტური სამუშაოები----105
2.21.2. ჰორიზონტალური კუთხეების გაზომვა თეოდოლიტით----107
2.21.3. ჰორიზონტალური კუთხის გაზომვა ილეთების ხერხით----108
2.21.4. ვერტიკალური კუთხეების გაზომვა----109
2.22. ნიველობა----110
2.22.1. ზოგადი ცნობები ნიველობის შესახებ----110
2.22.2. გეომეტრიული ნიველობის წესები----111
2.22.3. სანიველო ლარტყები----113
2.22.4. ბუნიკი და ომბოხო----114
2.22.5. ტექნიკური ნიველობა----115
2.22.6. ფართობის ნიველობა----116
2.23. ხაზობრივი გაზომვები----117
2.23.1. ხაზის სიგრძის საზომი მარტივი ხელსაწყოები----117
2.23.2. ლაზერული მანძილმზომი (DISTO)----119
2.23.3. გლობალურ პოზიციონირების სისტემა ,,GPS“----120
2.23.4. ელექტრონული ტაქეომეტრები----123
2.24 კითხვები თვითშეფასებისთვის----134
თავი 3 გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა----136
3.1. ქვიშოვანი გრუნტის სახეობის დადგენა----137
3.1.1. ქვიშოვანი გრუნტების გრანულომეტრიულ შედგენილობის განსაზღვრა საცრული მეთოდით----138
3.1.2. ცდის მსვლელობის თანმიმდევრობა---- 140
3.1.3. მონაცემების დამუშავება----141
3.1.4. ქვიშოვანი გრუნტის ბუნებრივი დაფერდების კუთხის განსაზღვრა----143
3.2. მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტიპის დადგენა----143

3.2.1. გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვრა----------143
3.2.2. ცდის თანმიმდევრობა----------145
3.2.3. თიხოვანი გრუნტის პლასტიკურობის ზღვრების განსაზღვრა----------145
3.2.4. დენადობის ზღვრის განსაზღვრა----------147
3.2.5. აგორების ზღვრის განსაზღვრა----------148
3.3. ფილტრაცია----------151
3.3.1. ცდის მსვლელობა----------153
3.4. გრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები----------154
3.5. გრუნტის მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა----------156
3.6. გრუნტის წყლის სინჯის ქიმიური ანგარიში----------158
3.7. სამშენებლო მოედნის გეოლოგიური ჭრილის აგება----------162
3.7.1. ძირითადი ცნებები და ტერმინები----------163
3.7.2. სამუშაოს შესრულების მეთოდიკა----------166
3.8. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------169
თავი 4. ტექნიკური მექანიკა----------171
4.1. თეორიული მექანიკა----------172
4.1.1. სტატიკის ძირითადი პრინციპები და ცნებები----------172
4.1.2. ძალის მომენტი წერტილისა და ღერძის მიმართ----------173
4.1.3. მასალათა გამძლეობის ძირითადი დაშვებები და ჰიპოთეზები----------177
4.1.4. პუასონის კოეფიციენტი----------179
4.1.5. სტატიკურად ურკვევი ამოცანები----------183
4.1.6. სტატიკურად რკვევად ორ საყრდენზე მდებარე კოჭებში მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის ანგარიში. ეპიურების აგება----------186
4.2. სტატიკურად რკვევადი ფერმა (წამწე)----------188
4.3. კვანძების ამოკვეთის მეთოდი----------190
4.3.1. სამომენტო წერტილების მეთოდი (რიტერის ხერხი)----------191
4.3.2. დაგეგმილების მეთოდი----------191
4.4. სტატიკურად რკვევადი თაღი----------192
4.5. სავარჯიშო მაგალითები----------196
4.6. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------200
თავი 5. ჰიდრომექანიკა----------201
5.1. სითხეების ძირითადი ფიზიკური თვისებები----------201
5.2. ჰიდროსტატიკური წნევა და მისი თვისებები----------206
5.3. ჰიდროდინამიკა. სითხის მოძრაობის რეჟიმები----------215
5.3.1. ბერნულის განტოლება იდეალური სითხის ელემენტარული ჭავლისათვის----------219
5.4. სითხის ნაკადის ცოცხალი კვეთი და ხარჯი----------221
5.5. ჰიდრავლიკური წინაღობები და ნაკადის დაწნევის დანაკარგები----------223
5.5.1. შეზის ფორმულა და სადინარის სიგრძეზე დაწნევის დანაკარგები----------226
5.6. სადაწნეო მილსადენების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება----------227
5.7. სითხის თანაბარი მოძრაობა ღია კალაპოტებში----------229

5.8. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------233
თავი 6. ჰიდროტექნიკა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, მათი როლი ქვეყნის წყლის მეურნეობაში. წყლის მეურნეობის დარგები----------234
6.1. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა სახეობანი----------237
6.2. მდინარის წყლის გატარება, დროებითი ნაგებობები ჰიდროკვანძის მშენებლობის დროს----------239
6.3. ჰიდროკვანძის ნაგებობათა მშენებლობა კალაპოტიდან მდინარის გადაუგდებლად------239
6.4. ჰიდროკვანძების მშენებლობა ჭალური და კალაპოტიდან მდინარის გადაგდების ხერხების გამოყენებით----------242
6.4.1. მდინარის გადაგდება გვირაბებით----------244
6.4.2. მდინარის წყლის გადაგდების სხვა ხერხები----------246
6.4.3. წყლის გატარება მშენებარე ნაგებობათა ხვრეტებით----------246
6.5. ზღუდარების ტიპები და კონსტრუქციები----------249
6.6. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------250
თავი 7. საშენი მასალები, კონსტრუქციები და ნაგებობები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში----251
7.1. მასალები და მათი კლასიფიკაცია----------252
7.2. საშენი მასალების ფიზიკური თვისებები----------252
7.3. საშენი მასალების მექანიკური თვისებები ----------254
7.3.1. საშენი მასალების დეფორმაციული თვისებები----------254
7.3.2. სიმტკიცე----------255
7.4. ბუნებრივი ქვის საშენი მასალები ----------257
7.4.1. მთის ქანები----------257
7.4.2. ბუნებრივი ქვის მასალების კლასიფიკაცია ტექნიკური თვისებების მიხედვით----------259
7.4.3. ბუნებრივი ქვის მასალების სახეები და გამოყენება----------260
7.5. ხელოვნური ქვის მასალები----------263
7.5.1. ზოგადი ცნობები----------263
7.5.2. კერამიკული ნაკეთობები----------263
7.5.3. ჩვეულებრივი თიხის აგური----------265
7.5.4. ღრუტანიანი და სამშენებლო მსუბუქი აგურები და კერამიკული ქვები----------267
7. 5.5. სპეციალური დანიშნულების კერამიკული ნაკეთობები----------268
7. 5.6. თიხის კრამიტი----------270
7. 6. არაორგანული შემკვრელი ნივთიერებები ----------271
7.6.1. ზოგადი ცნებები----------271
7.6.2. ჰაერკირი----------272
7.6.3. ჰიდრავლიკური კირი----------272
7.6.4. პორტლანდცემენტი----------272
7.6.5. პორტლანდცემენტის ძირითადი თვისებები----------274
7.6.6. ცემენტის გამოყენების არე, ტრანსპორტირება და შენახვა----------275
7.6.7. შლაკოპორტლანდცემენტი----------275
7.6.8. პუცოლანიანი პორტლანდცემენტი----------276

7.6.9. თიხამიწოვანი ცემენტი----276
7.7. ბეტონი----277
7.7.1. ბეტონების სახეობები და კლასიფიკაცია----278
7.7.2. მასალები მძიმე ბეტონის დასამზადებლად----279
7.7.3. ბეტონის შედგენილობის (შემადგენელი კომპონენტების თანაფარდობა) გაანგარიშება---281
7.7.4. ბეტონის ნარევის მომზადება----285
7.7.5. ბეტონის ნარევის ჩაწყობა და გამკვრივება----287
7.7.6. ბეტონის თვისებები----290
7.8. წვრილმარცვლოვანი ბეტონები----292
7.8.1. მსუბუქი ბეტონები----293
7.9. ბეტონის სპეციალური სახეები----294
7.9.1. ჰიდროტექნიკური ბეტონი----294
7.9.2. საგზაო ბეტონი----297
7.9.3. მხურვალმედეგი ბეტონი----297
7.9.4. მჟავაგამძლე ბეტონი----297
7.9.5. რადიაციული გამოსხივებისაგან დამცავი ბეტონი----298
7.9.6. ფოლადფისობეტონი----298
7.9.7. ბაზალტოფიბრობეტონი----299
7.9.8. თვითშემჭიდროებადი ბეტონი----299
7.9.9. დანამატიანი ბეტონი----300
7.10. მაღალი სიმტკიცის ბეტონი----301
7.11. სამშენებლო დუღაბი----301
7.11.1. მასალები დუღაბების ნარევების დასამზადებლად, დუღაბის თვისებები----302
7.12. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები----304
7.12.1. დაარმირების ხერხები----308
7.12.2. კონსტრუქციების დაყალიბება----310
7.12.3. რკინაბეტონის კოროზიისაგან დაცვა----312
7.13. სილიკატური საშენი მასალები----319
7.14. ხის კონსტრუქციები----320
7.15. მშენებლობაში გამოყენებული ხის ნაკეთობები----322
7.16. ნაკეთობების დაზიანების სახეები----323
7.17. ორგანული შემკვრელი ნივთიერებები ----326
7.18. ჰიდროსაიზოლაციო მასალები----328
7.19. მასალების რაოდენობის და ხარისხის შემოწმება----331
7.20. ჰიდროტექნიკური ნაგებობები----334
7.21. ჰიდროტექნიკური ნაგებობები და მათში გამოყენებული კონსტრუქციები----338
7.22 კითხვები თვითშეფასებისთვის----346
თავი 8. ჰიდროტექნიკურ სამუშაოთა წარმოება----347
8.1. მოსამზადებელი სამუშაოების წარმოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში----348
8.1.1. ტერიტორიის მომზადება----348

8.1.2. ქვაბულის მოწყობის სამუშაოების კონტროლი----------351
8.2. საავტომობილო გზები----------355
8.2.1. საავტომობილო გზების მიწის ვაკისი----------355
8.2.2. საავტომობილო გზების, საფარის ტიპები----------356
8.3. ჰორიზონტალური ტრანსპორტი და გზები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში----------357
8.3.1. სარკინიგზო ტრანსპორტი----------358
8.3.2. წყლის ტრანსპორტი----------359
8.3.3. საბაგირო გზები----------359
8.3.4. ტრანსპორტიორის ხაზები----------359
8.4. სამუშაოთა წარმოება ექსკავატორებით----------361
8.4.1. ერთჩამჩიანი ექსკავატორები პირადპირი ნიჩბით----------362
8.4.2. ექსკავატორი დრაგლაინი----------363
8.4.3. გრეიფერი----------364
8.4.4. უსაფრთხოების ტექნიკა გრუნტების ექსკავატორებით დამუშავების დროს----------365
8.5. სამუშაოთა წარმოება----------365
8.5.1. სკრეპერები. მათი კლასიფიკაცია და დანიშნულება----------366
8.5.3. ბულდოზერები და მათი დანიშნულება----------367
8.5.4. გრუნტების დამუშავება ბულდოზერებით----------367
8.5.5. უსაფრთხოების ტექნიკა სამუშაოთა წარმოების დროს მიწისმთხრელი სატრანსპორტო მანქანებით----------370
8.6. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გრუნტის ხელოვნური გამაგრების ხერხები----------370
8.6.1. ჰიდროტექნიკური მშენებლობა სხვადასხვა გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში----------370
8.6.2. ინექციური სამუშაოების უსაფრთხოების ტექნიკა----------375
8.7. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გრუნტის ხელოვნური გამაგრების ხერხი----------375
8.7.1. მიწის ნაგებობის ფერდობის გამაგრება----------375
8.8. ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები----------380
8.8.1. ბურღვის სამუშაოები. ბურღვის მექანიკური ხერხები----------380
8.9. ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოები----------383
8.9.1. საყალიბე სამუშაოები----------384
8. 9.2. საყალიბე სამუშაოების წარმოება----------385
8.9.3. არმატურის სამუშაოები----------386
8.10. ბეტონის შემვსებები----------388
8.10.1. ბეტონის ნარევის (ხსნარის) ტრანსპორტირება----------390
8.10.2. ბეტონის ნარევის ჩაწყობა და დატკეპვნა----------394
8.10.3. წყალქვეშა ბეტონირება----------398
8.10.4. შესრულებელი კონსტრუქციების ხარისხის კონტროლი სტანდარტული მეთოდებით----401
8.10.5. ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოების უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვა----------403
8.11. ზღუდარების აგება----------404
8.12. გვირაბების გაყვანა სუსტ და არამდგრად ქანებში----------406

8.13. კითხვები თვითშეფასებისთვის----414
თავი 9. შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში----415
9.1. შრომითი ურთიერთობის მონაწილენი----417
9.2. მუშათა უფლებები და ვალდებულებები----418
9.3. საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადებები----421
9.3.1. მტვერი----422
9.3.2. ხმაური----423
9.3.3. ვიბრაცია----425
9.3.4. განათება----426
9.3.5. რადიაქტიური ნივთიერებები მშენებლობაზე---- 427
9.4. სამშენებლო მოედნის ორგანიზება----429
9.5. უსაფრთხოების წესების დაცვა----433
9.5.1. დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები----434
9.6. უსაფრთხოების ნიშნები----437
9.7. მანქანა-მექანიზმების, მოწყობილობების უსაფრთხო მუშაობის უზრუნველყოფა----440
9.7.1. ამწე-სატრანსპორტო სამუშაოების უსაფრთხოება----443
9.7.2. ტექნიკური აღჭურვილობისა და ინსტრუმენტების ექსპლუატაცია----444
9.8. ხანძარსაწინააღმდეგო წესების და ნორმების დაცვა----447
9.9. საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოები----455
9.10. კითხვები თვითშეფასებისთვის----458
თავი 10. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაცია----459
10.1. მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტის გაცნობა----460
10.2. ძირითადი ობიექტების მშენებლობის ხანგრძლივობის განსაზღვრა----467
10.3. დაგეგმილი სამუშაოს პროექტის მიხედვით განაწილება----468
10.4. რეკომენდაციები პროექტის განვითარების შემდეგი ეტაპებისთვის----468
10.5. მუშა-პერსონალის მიერ შესრულებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა თანამიმდევრობის და ვადების გაკონტროლება----475
10.6. უწყვეტი სამშენებლო პროცესებისთვის მასალებით მომარაგების უზრუნველყოფა----477
10.7. სამშენებლო მექანიზმების უწყვეტი ფუნქციონირების უზრუნველყოფა----479
10.8. სამუშაოს მოცულობებისა და ხარისხის პროექტის შესაბამისად შემოწმება და სამშენებლო გრაფიკის დარღვევაზე მიღებული მასალების ხარისხის დარღვევაზე რეაგირება----480
10.9. კითხვები თვითშეფასებისთვის----484
თავი 11. ლანდშაფტური დიზაინი----485
11.1. ლანდშაფტის ესკიზური პროექტის წაკითხვა----487
11.2. ბაღის ბილიკის დაპროექტება----495
11.3. ბაღის საფეხურების დაპროექტება----502
11.4. რეკრეაციულ ზონაში განათების ბოძების დაპროექტება----508
11.5. საბაღე სკამის მოწყობა----514
11.6. ფანჩატურის მოწყობა----518
11.7. გაზონის მოწყობა----523

11.8. აუზის პროექტირება----528
11.9. კითხვები თვითშეფასებისთვის----535
თავი 12. საინჟინრო კომპიუტერული გრაფიკა (AutoCAD) ----536
12.1. AutoCAD სისტემის სამუშაო ფანჯარა----538
12.2. ნახაზის შექმნა და შენახვა----540
12.2.1. ხაზვის ერთეულები----543
12.2.2. ნახაზის საზღვრები----543
12.2.3. ბადე და მიბმა----544
12.2.4. ნახაზის დათვალიერება----546
12.2.5. წერტილის კოორდინატების შეტანის ხერხები----547
12.3. პრიმიტივები----548
12.3.1. მონაკვეთი LINE----548
12.3.2. ობიექტის სახასიათო წერტილებზე მიბმა----550
12.3.3. ხაზვის რეჟიმები----552
12.3.4. ხაზვის რეჟიმების პარამეტრების დაყენება----553
12.3.5. მარტივი პრიმიტივები----555
12.3.6. რთული პრიმიტივები----560
12.3.7. მრავალსტრიქონიანი ტექსტი MULTILINE TEXT----565
12.3.8. ერთსტრიქონიანი ტექსტი SINGLE LINE TEX----566
12.3.9. ბლოკები----567
12.3.10. ატრიბუტები ATTRIBUTE DEFINITION----569
12.3.11. რედაქტირების ბრძანებები ----571
12.3.12. წაშლა ERASE----571
12.3.13. გადაადგილება MOVE----571
12.3.14. კოპირება COPY----572
12.3.15. სარკული ასახვა MIRROR----573
12.3.16. ტირაჟირება OFFSET----574
12.3.17. მოკვეთა TRIM----575
12.3.18. დაგრძელება თანაკვეთამდე EXTEND----575
12.3.19. მობრუნება ROTATE----576
12.3.20. მასშტაბი SCALE----577
12.3.21. გაჭიმვა STRETCH----577
12.3.22. დანაწევრება EXPLODE----579
12.3.23. შეუღლება FILLET----579
12.3.24. ობიექტის თვისებები----580
12.3.25. ფერი----580
12.3.26. ხაზის ტიპი----582
12.3.27. ფენები----584
12.3.28. თვისებების რედაქტირება----587
12.3.29. ზომები----589
12.3.30. ხაზოვანი და პარალელური ზომები----589

12.3.31. რკალის სიგრძე DIMARC----------591
12.3.32. საფეხუროვანი ზომა DIMJOGGED----------592
12.3.33. დიამეტრი DIMDIAMETER----------592
12.3.34. კუთხური ზომა DIMANGULAR----------592
12.3.35. სწრაფი ზომები QDIM----------593
12.3.36. საბაზო ზომა DIMBASELINE---------- 594
12.3.37. ზომათა ჯაჭვი DIMCONTINUE----------595
12.3.38. ცენტრის მარკერი DIMCENTER----------595
12.3.39. ზომების სტილის შერჩევა DIMENSION STYLE----------596
12.4. სამგანზომილებიანი აგებები სამგანზომილებიანი კოორდინატების შეტანა ----------601
12.4.1. საკოორდინატო სისტემები----------602
12.4.2. ვიზუალიზაციის სტილი----------607
12.4.3. არე REGION----------608
12.4.4. გაერთიანება UNION----------609
12.4.5. გამოკლება SUBTRACT----------610
12.4.6. თანაკვეთა INTERSECT----------611
12.4.7. ამოწევა EXTRUDE----------612
12.4.8. სხეულები----------612
12.4.9. კედელი POLYSOLID----------613
12.4.10. პარალელეპიპედი BOX----------614
12.4.11. სოლი WEDGE----------615
12.4.12. ჭრა SLICE----------616
12.4.13. ფურცლის სივრცე----------618
12.4.14. ფურცლის პარამეტრების დაყენება----------619
12.4.15. ნახაზის ხედი----------621
12.4.16. კითხვები თვითშეფასებისთვის----------629

განმარტებითი ლექსიკონი----------630
გამოყენებული ლიტერატურა ----------652

წინასიტყვაობა

წინამდებარე სახელმძღვანელოს დამკვეთია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს სსიპ. განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი და ის პროფესიულ კვალიფიკაციათა განვითარების ხელშეწყობის პროგრამის ფარგლებშია მომზადებული. სახელმძღვანელო განკუთვნილია ,,ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ტექნიკოსის“ მოდულური საგანმანათლებლო პროგრამის მეხუთე საფეხურის სტუდენტებისა და სხვა დაინტერესებულ პირთათვის. სახელმძღვანელო ბევრი ადამიანის ურთიერთთანამშრომლობისა და შრომის შედეგია. სახელმძღვანელოს სხვადასხვა თავის შემუშავებაში მონაწილეობდნენ დარგის სპეციალისტები, განათლების მუშაკები. სახელმძღვანელო მოიცავს ,,ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ტექნიკოსის“ პროგრამის შემდეგ მოდულებს:

- სამშენებლო ხაზვა
- გამოყენებითი გეოდეზია
- გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა
- ტექნიკური მექანიკა
- ჰიდრომეტრია და ჩამონადენის რეგულირება
- ჰიდრომექანიკა
- სამშენებლო მოედნიდან წყლის არიდება
- საშენი მასალები, კონსტრუქციები და ნაგებობები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში
- მოსამზადებელი სამუშაოების წარმოება
- ჰიდროტექნიკურ სამუშაოთა წარმოება
- შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში
- ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაცია
- ლანდშაფტური დიზაინი (არჩევითი მოდული)
- საინჟინრო-კომპიუტერული გრაფიკა AutoCad
- ჰიდროტექნიკაში გამოყენებული ტრადიციული და ახალი თაობის კომპოზიტური მასალების მექანიკა (არჩევითი მოდული - დაიფარა ნაწილობრივ)

სახელმძღვანელოში წარმოდგენილია:

- მოდულის ყველა მისაღწევი შედეგი
- საკითხები ძირითადად დალაგებულია მოდულში ჩაშლილი თემატიკის შესაბამისად, გარდა ცალკეული შემთხვევებისა
- ყოველი თემა დასურათებულია (სლაიდი, ნახაზები, დოკუმენტური ფოტო)
- თითოეული დიდი თემის დასასრულს მოცემულია კითხვები თვითკონტროლისთვის

ვიმედოვნებთ, რომ სახელმძღვანელო დიდ დახმარებას გაუწევს სტუდენტებს ჰიდროტექნიკურ მშენებლობასთან დაკავშირებული თეორიული და პრაქტიკული საკითხების უკეთ ათვისებაში.

თავი 1. სამშენებლო ხაზვა



თანამედროვე მშენებლობა ძირითადად წარმოებს მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციებით. ეს საშუალებას იძლევა, რომ აშენდეს ნებისმიერი არქიტექტურული გადაწყვეტის ნაგებობა. ამან განაპირობა ისიც, რომ სხვადასხვა კლიმატურ და სეისმურ პირობებში შეიძლება აიგოს მდგრადი შენობა-ნაგებობა.

დანიშნულების მიხედვით შენობები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: სამოქალაქო შენობები (საცხოვრებელი სახლები, სასწავლო დაწესებულებები, კინოთეატრები, მაღაზიები), სამრეწველო და საწარმოო შენობები (ქარხნები, ფაბრიკები, საამქროები, სახელოსნოები), ჰიდროტექნიკური ნაგებობები (კაშხალი, გვირაბი, მილსადენი, დამბა, გზა, ხიდი, ნაპირსამაგრი, სადრენაჟო, წყალსარინი, კაპტაჟი) და სოფლის მეურნეობის მომსახურეობის შენობები (საკვების საწყობები, ფაბრიკები, სათბურები).

შენობა უნდა იყოს თავისი დანიშნულების შესაბამისი და უზრუნველყოს ადამიანის ცხოვრებისა და შრომის ხელსაყრელი პირობები - საკმარისი განათება, ტემპერატურული და ტენიანობის რეჟიმების დაცვა. შენობის სიმტკიცეს და მდგრადობას აღწევენ მისი კონსტრუქციული სქემის შერჩევით, რომელიც დგინდება შესაბამისი კონსტრუქციული გაანგარიშებების საფუძველზე.

დამბა-საზღვაო ჰიდროტექნიკური ნაგებობა ზღვის სანაპირო დაბლობების დატბორვისგან დასაცავად.

დრენაჟი-დაჭაობებული ნიადაგის ამოშრობა (დაწრეტა) თხრილების, არხების ან მიწისქვეშა მილების სისტემის საშუალებით.

კაპტაჟი-სითხის ან გაზის მიწისქვეშა წყაროს მოქცევა მილებში, ჭებში და სხვა.

ჩვენი მიზანია შეგასწავლოთ დეტალების, ხედებისა და აქსონომეტრიული გეგმილების აგება, მარტივი საცხოვრებელი და ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის გეგმის, ჭრილისა და ფასადის გამოხაზვა.



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ ახსნათ, რატომ არის გეგმილური ხაზვა პროფესიისთვის მნიშვნელოვანი. დაადგინოთ, თუ როგორ ხდება საშუალო სირთულის სასწავლო მოდელის თვალსაჩინო ნახაზის მიხედვით ხედებისა და აქსონომეტრიული გეგმილის აგება, ზომების დასმა, მარტივი საცხოვრებელი შენობის და მარტივი ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის გეგმის, ჭრილის და ფასადის გამოხაზვა.

1.1. დეტალების ხედებისა და აქსონომეტრიული გეგმილების აგება

1.1.1. გეგმილური ხაზვის მნიშვნელობის აღწერა

გეგმილური ხაზვა - შეისწავლის ნაგებობების, ნაკეთობებისა და მათი შემადგენელი ნაწილების გამოსახულებების აგების წესებს.
სამშენებლო ხაზვა - განიხილავს შენობა-ნაგებობების ნახაზების შესრულების წესებს.

დაგეგმილება ეწოდება გეომეტრიული ფიგურების სიბრტყეზე ასახვას. სიბრტყეს, რომელზეც უნდა აისახოს ორიგინალი, ეწოდება გეგმილთა სიბრტყე. ხოლო გამოსახულებას, რომელიც მიღებულია გეგმილთა სიბრტყეზე, ეწოდება გეგმილი (ანასახი). დაგეგმილების მეთოდებია ცენტრალური და პარალელური დაგეგმილება. პარალელური დაგეგმილების მეთოდის კერძო შემთხვევას კი წარმოადგენს ორთოგონალური დაგეგმილების მეთოდი.
ნებისმიერი ფიგურა შეიძლება განვიხილოთ როგორც წერტილთა სასრული ან უსასრულო სიმრავლე. ლათინური ანბანის ასომთავრული ასოებით - A, B, C, D, E… აღინიშნება სივრცის წერტილები, ხოლო გეგმილები (ანასახები) - A′, B′, C′, D′, E′; წრფეები - a, b, c, d, e… ასოებით აღინიშნება, სიბრტყეები და კუთხეები კი - α, β, γ, δ, ε... ასოებით; სიბრტყეების და კუთხეების შესაბამისი გეგმილები აღინიშნება - α′, β′, γ′, δ′, ε′ ასოებით; გეგმილთა სიბრტყეები აღინიშნება - Π′ ასოთი.

- **ცენტრალური დაგეგმილების მეთოდის აპარატი გეგმილთა სიბრტყით და წერტილითაა განსაზღვრული.**

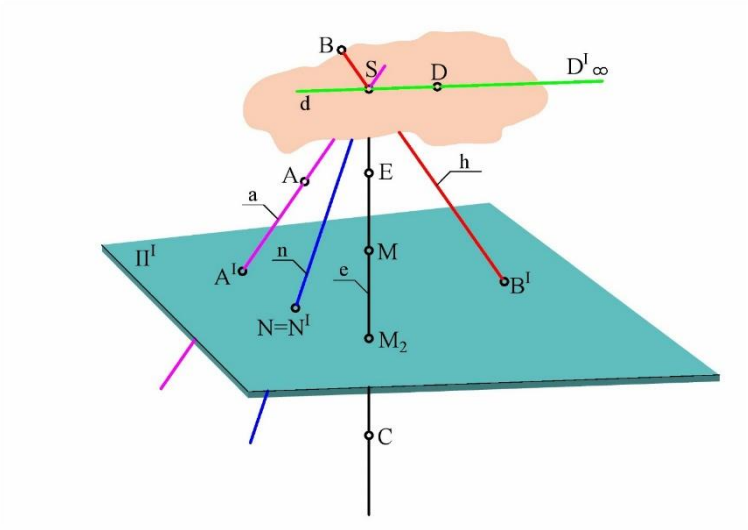
დაიმახსოვრეთ!

- წერტილის გეგმილი წერტილია.
- წრფის გეგმილი წრფეა.
- სიბრტყის გეგმილი სიბრტყეა, თუ ის არ არის მაგეგმილებელი.
- მაგეგმილებელი სიბრტყის გეგმილი წრფეა.
- დაგეგმილების კოეფიციენტი იცვლება შემდეგ ზღვრებში: $0 \le k \le \infty$.

გეგმილი (პროექცია) - სხეულის გამოსახვა სიბრტყეზე.

წრფეთა კონა - ერთ სიბრტყეში მდებარე ერთ წერტილზე გამავალი წრფეების ერთობლიობა.

S წერტილის გეგმილი Π′ სიბრტყეზე.



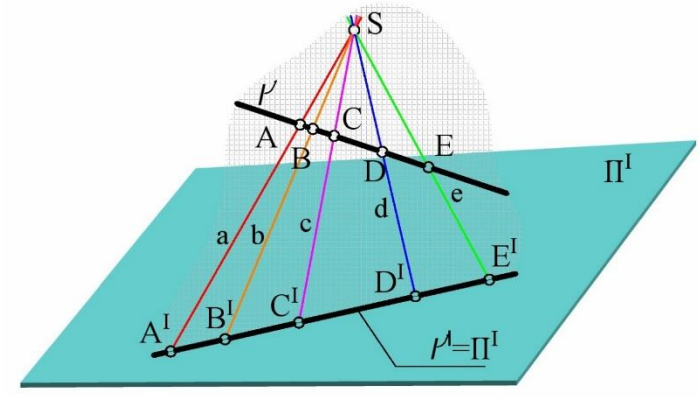
პროექცია - სხეულის გამოსახვა სიბრტყეზე, გეგმილი.

ნახაზი 1.

S წერტილი გეგმილთა ცენტრია. ნებისმიერი წერტილის (A) გეგმილი სიბრტყეზე (Π′) განისაზღვრება როგორც წრფის (SA) მოცემულ სიბრტყესთან გადაკვეთის წერტილი (A′). 1-ლ ნახაზს თუ დავაკვირდებით, ვნახავთ, რომ სივრცის ნებისმიერ წერტილს Π′ სიბრტყეზე ერთადერთი წერტილი შეესაბამება, ვინაიდან მოცემულ წერტილსა და S წერტილზე ერთადერთი წრფის აგებაა შესაძლებელი. Π′ სიბრტყე მხოლოდ ერთ წერტილში გადაიკვეთება. S წერტილზე გამავალ ყველა წრფესა და სიბრტყეს მაგეგმილებელი ეწოდება. A წერტილის გეგმილი Π′ სიბრტყეზე არის A′ წერტილი.

e წრფის გეგმილი წარმოადგენს e′ წერტილს. მასზე მდებარე ყველა წერტილის გეგმილი ერთ წერტილზე აისახება და მაგეგმილებელი წრფის გეგმილს უთავსდება (M′=E′=C′= e′).

- **ℓ წრფის გეგმილი მაგეგმილებელ Π′ სიბრტყეზე.**



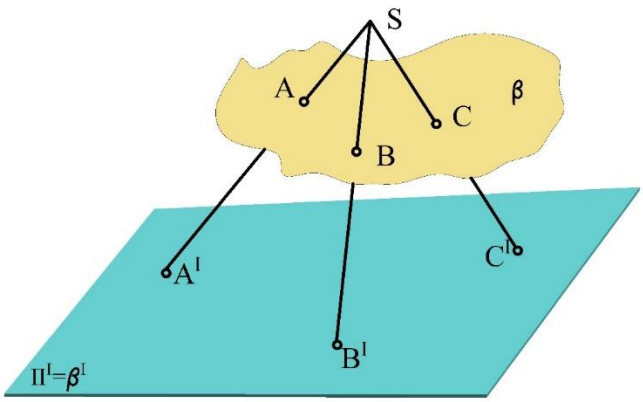
ნახაზი 2.

A, B, C, D, E წერტილზე გამავალი a, b, c, d, e მაგეგმილებელ წრფეთა Π′ სიბრტყესთან გადაკვეთის წერტილთა სიმრავლეა A′, B′, C′, D′, E′ წერტილები. α მაგეგმილებელი სიბრტყეა, რომელსაც განსაზღვრავს S წერტილზე გამავალი წრფეთა კონა. ეს ნიშნავს იმას, რომ წრფის გეგმილი მასზე გამავალი α მაგეგმილებელი სიბრტყის Π′ სიბრტყესთან გადაკვეთის **ℓ′ წრფეს წარმოადგენს.**

დაიმახსოვრეთ!

- წრფის გეგმილი წრფეს წარმოადგენს (იხ. ნახაზი 2).
- მაგეგმილებელი წრფის გეგმილი წერტილს წარმოადგენს (იხ. ნახაზი 1).

- **α სიბრტყის გეგმილი სიბრტყეა.**



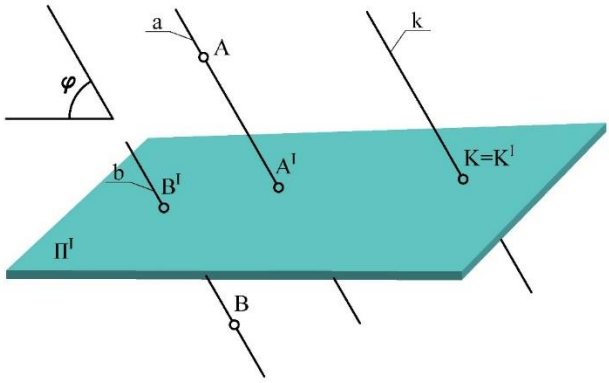
ნახაზი 3.

დაიმახსოვრეთ!

- სიბრტყის გეგმილი სიბრტყეს წარმოადგენს (იხ. ნახაზი 3).
- მაგეგმილებელი სიბრტყის გეგმილი წრფეს წარმოადგენს (იხ. ნაზაზი 2).

- **პარალელური დაგეგმილების მეთოდი:**

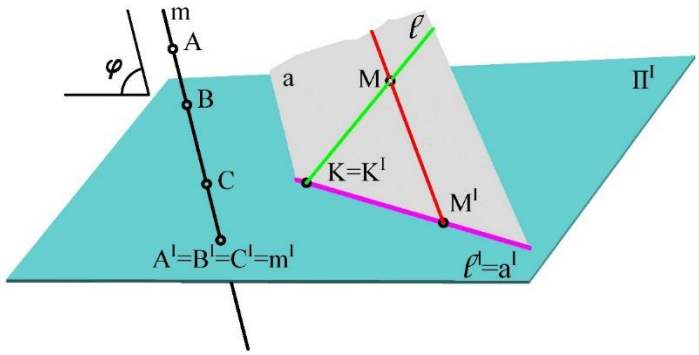
მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, თუ როდის გეგმილდება მონაკვეთი ნატურალური სიდიდით. გეგმილი და ორიგინალი ერთი და იმავე სიდიდისაა იმ შემთხვევაში, როცა მონაკვეთი გეგმილთა სიბრტყის პარალელურია (თუმცა არსებობს ერთი კონკრეტული შემთხვევა - გეგმილთა სიბრტყის არაპარალელური მდებარეობა, როცა ის ზუსტი სიდიდით გეგმილდება).



ნახაზი 4

Π′- გეგმილთა სიბრტყეა.
S- არის წრფე, რომელიც მაგეგმილებელი წრფეების მიმართულებას განსაზღვრავს.

თუ S წრფე Π′ სიბრტყის მიმართ დახრილია φ≠90° კუთხით, მაშინ დაგეგმილების მეთოდს ირიბკუთხა პარალელური დაგეგმილების მეთოდი ეწოდება, φ კუთხეს კი - დაგეგმილების კუთხე.



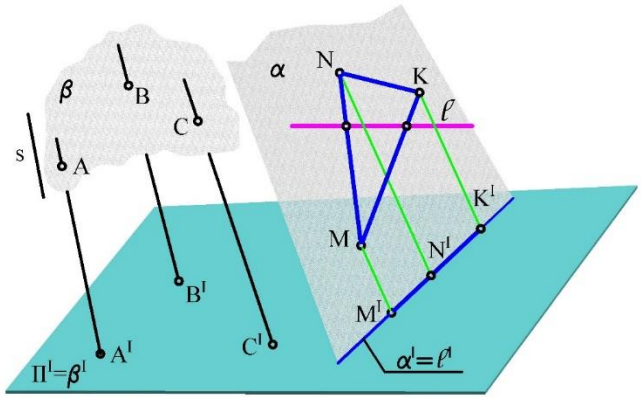
ნახაზი 5

თუ φ=90°, მაშინ დაგეგმილების მეთოდს მართკუთხა პარალელური დაგეგმილების მეთოდი ეწოდება, φ კუთხეს კი - დაგეგმილების კუთხე. A წერტილის გეგმილი, A წერტილზე გამავალი S წრფის პარალელური a წრფის Π′ სიბრტყესთან გადაკვეთის A′ წერტილია.

წერტილის გეგმილი წერტილს წარმოადგენს.

ℓ წრფის გეგმილი ℓ′ წრფეა. თუ m წრფე მაგეგმილებელია, მისი გეგმილი არის m′. თუ M წერტილი ℓ წრფეს ეკუთვნის, მისი გეგმილი ℓ წრფის ℓ′ გეგმილში M′ წერტილზე აისახება. (იხ. ნახ. 5)

წრფის გეგმილი წრფეს წარმოადგენს.

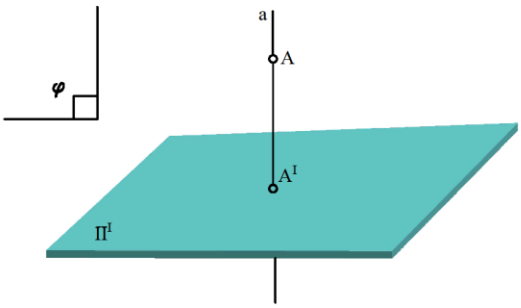


ნახაზი 6

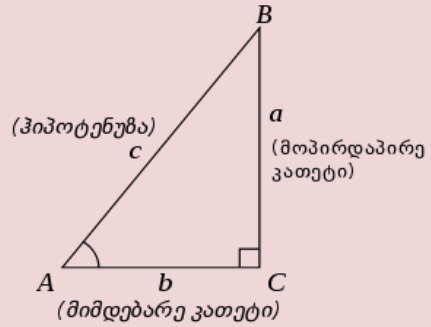
არამაგეგმილებელი β სიბრტყის გეგმილი Π′ სიბრტყეს შეუთავსდება.
α სიბრტყეში მდებარე ნებისმიერი ფიგურის გეგმილი Π′ სიბრტყეში აისახება.

ორთოგონალური (მართკუთხა) დაგეგმილების მეთოდი

ორთოგონალური (მართკუთხა) დაგეგმილების მეთოდი წარმოადგენს პარალელური დაგეგმილების მეთოდის კერძო შემთხვევას (დაგეგმილების კუთხე φ=90°).



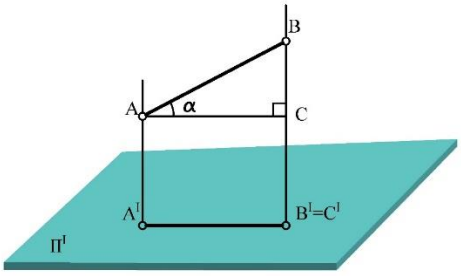
ნახაზი 7



მახვილი კუთხის **კოსინუსი** ამ კუთხის მიმდებარე კათეტის სიგრძის ჰიპოტენუზის სიგრძესთან შეფარდების ტოლია. **cosA=b/c**

კონგრუენტული - თანხვდენილი, რაც ერთიმეორეზე დადებისას ერთმანეთს ემთხვევა.

A წერტილის გეგმილი A წერტილიდან Π′ სიბრტყეზე დაშვებული პერპენდიკულარის ფუძეს წარმოადგენს (A′). A არის მაგეგმილებელი წრფე. გეგმილი და ორიგინალი მოცემულ შემთხვევაში ერთი და იმავე სიდიდისაა მაშინ, როცა მონაკვეთი გეგმილთა სიბრტყის პარალელურია. დაგეგმილების კოეფიციენტი (k) იცვლება 0 ≤ k ≤ 1 ზონებში. დაგეგმილების კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია დახრის კუთხეზე და მისი კოსინუსის ტოლია (cosα). cosα კი ერთზე მეტი არ შეიძლება იყოს. (ნახაზი 8)



ნახაზი 8

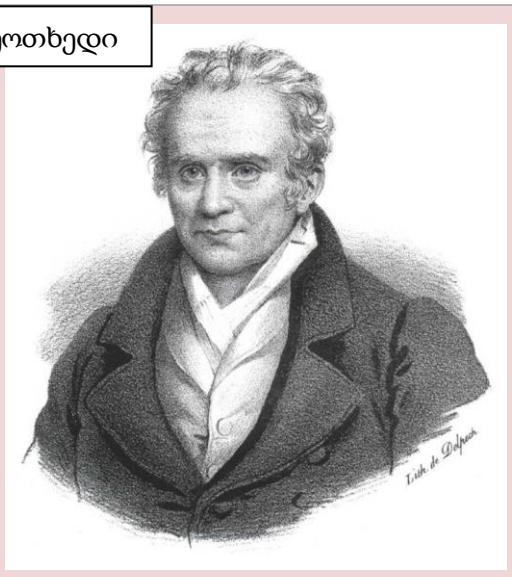
როცა α=0, k=1; მონაკვეთი და მისი გეგმილი კონგრუენტულია.
როცა α=90°, k=0. მონაკვეთის გეგმილი წერტილია.

სამშენებლო ნახაზები სრულდება ძირითად საპროექციო სიბრტყეებზე მართკუთხა დაგეგმილების საერთო წესების მიხედვით. გამოსახულებები ნახაზზე მათი შინაარსობრივი დატვირთვის მიხედვით გეგმებად, ხედებად და ჭრილებად იყოფა. გამოსახულებათა რაოდენობა ნახაზზე უნდა იყოს მინიმალური, მაგრამ საკმარისი საგნის ცალსახად წარმოდგენისათვის.
გამოსახულება გარკვეულ მასშტაბში დაგეგმილების შერჩეული მეთოდის გამოყენებით შესრულებული საგნის გრაფიკულ გამოხატულებას წარმოადგენს. იგი განსაზღვრავს როგორც საგნის ცალკეული ნაწილების გეომეტრიულ ფორმასა და ზომებს, ასევე მისი შემადგენელი ნაწილების ურთიერთკავშირს.

ორთოგონალური დაგეგმილება ორ გეგმილთა სიბრტყეზე

II მეოთხედი

III მეოთხედი





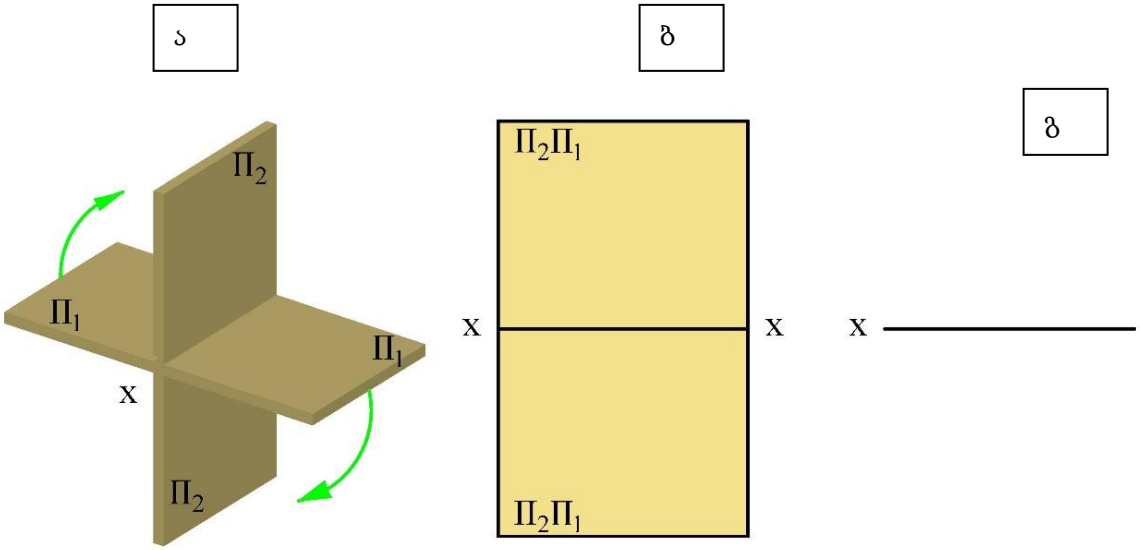
ნახაზი 9

9 ნახაზზე მოცემულია ორი ურთიერთმართობული გეგმილთა სიბრტყე $П_1$ და $П_2$. $П_1$ - ჰორიზონტალური მდებარეობისაა და მას ჰორიზონტალური გეგმილთა სიბრტყე ვუწოდოთ, ხოლო

გეგმილი შექცევადია, თუ ფიგურას (ორიგინალს) გეგმილთ სიბრტყეზე შეესაბამება ერთადერთი ანასახი და პირიქით, ანასახს - ერთადერთი ორიგინალი სივრცეში.

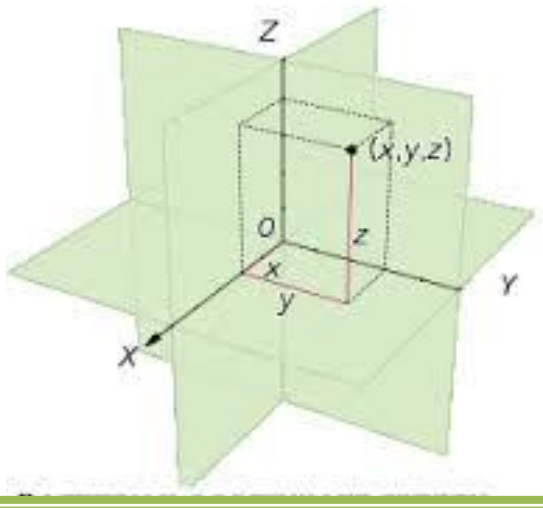
$П_2$ - ვერტიკალურია და ვერტიკალური გეგმილთა სიბრტყე, მათი გადაკვეთის x წრფეს კი - **გეგმილთა ღერძი.** $П_1$ და $П_2$ სიბრტყეებით სივრცე 4 ნაწილად (მეოთხედად) იყოფა. შექცევადი გამოსახულების მიღება საინჟინრო საქმეში მნიშვნელოვანია. შექცევადი გამოსახულების მიღებას ფრანგმა მეცნიერმა გასპარ მონჟმა ერთი და იმავე ფიგურის ორ ურთიერთპერპენდიკულარულ გეგმილთა სიბრტყეზე ასახვის შედეგად მიაღწია. ეს **მონჟის მეთოდის** სახელითაა ცნობილი.

თუ $П_1$ სიბრტყეს ვაბრუნებთ x ღერძის მიმართ ისე, რომ $П_1$ სიბრტყის წინა ნახევარი შეუთავსდეს $П_2$ სიბრტყის ქვედა ნახევარს (იხ. ნახაზი 10 ა. ბ.), მივიღებთ ორ შეთავსებულ ბრტყელ ველს, რომლის ნებისმიერი წერტილი ეკუთვნის როგორც $П_1$ სიბრტყეს, ისე $П_2$ ველს (სიბრტყეს).



ნახაზი 10

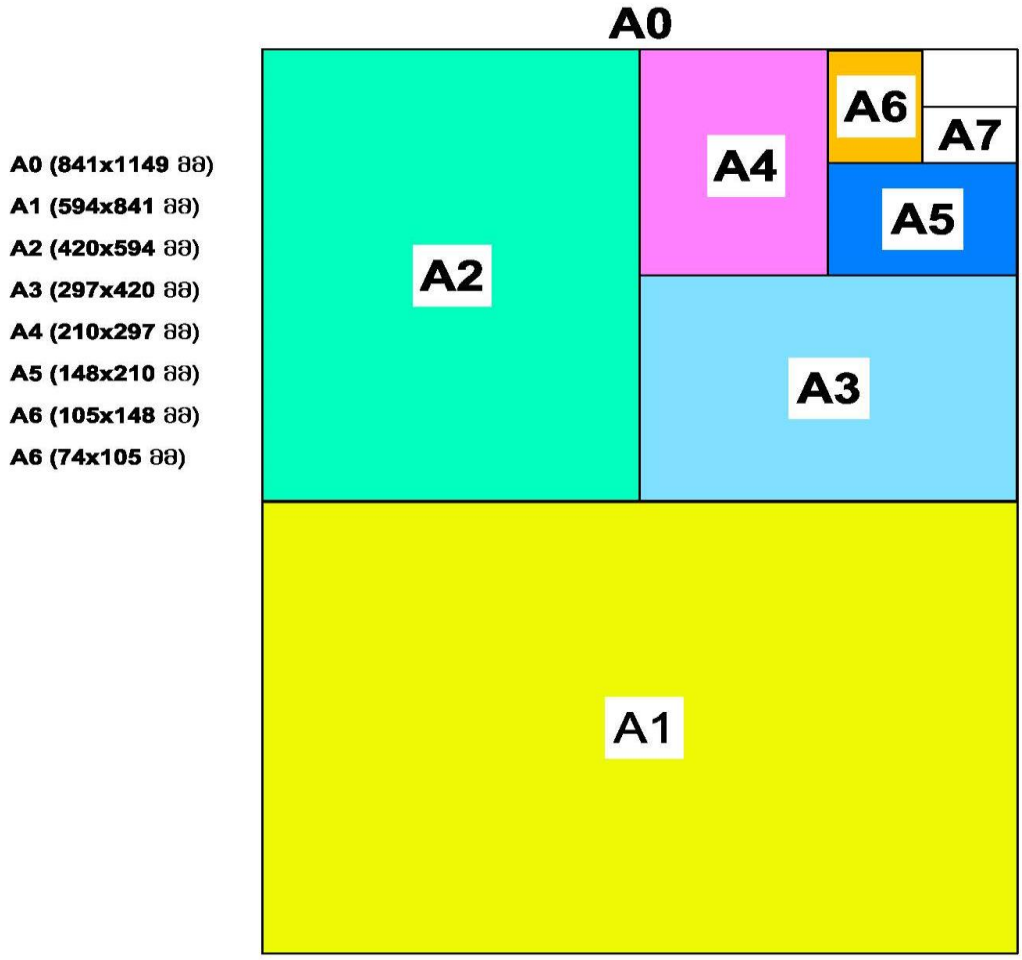
$П_1$ და $П_2$ გეგმილთა სიბრტყეების შეთავსების შედეგად მიღებულ სივრცის ბრტყელ ანასახს **ეპიური ეწოდება** (ნახაზი 10 გ).



ნახაზი 11. წერტილის გეგმილები ეპიურზე

1.1.2. სახაზავი ქაღალდის სტანდარტული ზომები

ძირითადად სახაზავი ფურცლის სტანდარტულ ზომად ითვლება A2 ან A3 (420მმ x 597მმ, 297მმ x 420მმ), მაგრამ არსებობს ფურცლის სხვა ზომებიც, რომლებსაც ასევე იყენებენ ხაზვაში:

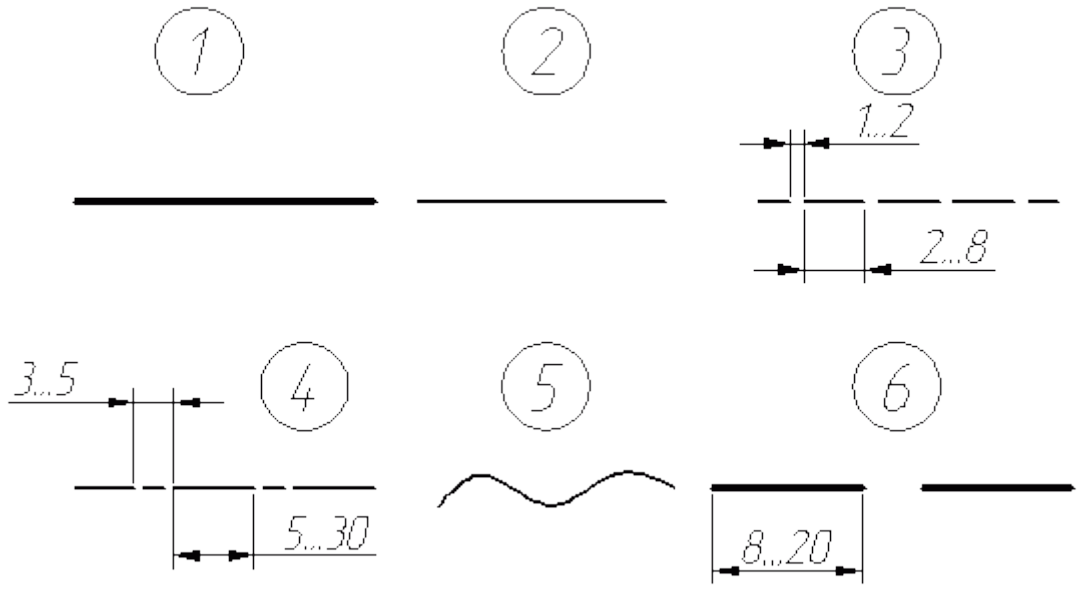


სახაზავი ფურცლის სტანდარტულ ზომები

1.1.3. ხაზთა ტიპები

საგნების ნახაზებზე გამოსახვისათვის იყენებენ სხვადასხვა ტიპისა და სისქის ხაზებს, რაც ხელს უწყობს გამოსახული საგნის უფრო ნათლად გამოსახვას. ხაზის სისქეს ირჩევენ გამოსახულების

სიდიდის სირთულისა და ნახაზის დანიშნულების მიხედვით. ხაზის სისქეები **S** იცვლება 0,6-დან 1,5 მმ-მდე ხელით ხაზვისას, ხოლო კომპიუტერში მუშაობისას - 0,0-დან 2,11მმ-მდე.



1. **სქელი უწყვეტი ძირითადი ხაზი** - კონტურის ხაზი გამოიყენება ობიექტის, შენობის ან გასასვლელის ძირითადი ელემენტების აღსანიშნავად. კონტურის ხაზი მსხვილი, უწყვეტი ხაზია, რომელიც ყველა კიდესა და ზედაპირს აღნიშნავს. ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S .**

   ხილვადი კონტურის ხაზის სისქე **S** ნახაზის სირთულის, დანიშნულების და ფორმატის ზომაზე დამოკიდებულებით 0.6÷1.5 მმ-მდე აიღება.

2. **წვრილი უწყვეტი ხაზი** - ზომისა და გამოსატანი ხაზები წვრილი ხაზებია, რომლებიც აღნიშნავს ზომების განფენას და მიმართულებას. ზომის ხაზს ავლებენ გასაზომი მანძილის სიგრძეზე. ზომის ხაზის თითოეულ ბოლოში კეთდება აღნიშნვა - ისარი, წერტილი ან „/“ ნიშანი. გამოსატან ხაზს ავლებენ ზომის ხაზის პერპენდიკულარულად იმ ელემენტების აღსანიშნავად, რომელთა შორისაც იზომება მანძილი. მანიშნებელ ხაზს ერთ ბოლოში ისარი აქვს და მეორეში - ტექსტური კომენტარი. ისარი მიუთითებს იმ დეტალსა თუ ელემენტზე, რომელსაც ეხება კომენტარი. ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S/2-დან S/3-მდე.**
3. **წყვეტილი** - უხილავი კონტურის ხაზები, გადასვლის უხილავი ხაზები. დაფარული ხაზი საშუალო სისქის მოკლე შტრიხებისაგან შედგება. ის აღნიშნავს იმ კიდეებსა და ზედაპირებს, რომლებიც არ ჩანს მოცემულ ხედში. მკითხველმა ნახაზების კომპლექტში

უნდა იპოვოს სხვა ხედი, რომელშიც ჩანს ეს კონტურები. დაფარული ხაზები, რომლებსაც ნახაზისთვის განმსაზღვრელი მნიშვნელობა არა აქვს, არ აღინიშნება.
ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S/2-დან S/3-მდე.**

4. <u>წყვეტილ-წერტილოვანი</u> - წარმოადგენს ცენტრისა და ღერძულ ხაზებს; ასევე - სიმეტრიის ღერძებს გამოტანილი ან ზედნადები კვეთებისათვის.
ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S/2-დან S/3-მდე.**

5. <u>ტალღისებური უწყვეტი ხაზი</u> - ამოგლეჯის ხაზი, ხედისა და ჭრის გამმიჯნავი ხაზები.
ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S/2-დან S/3-მდე.**

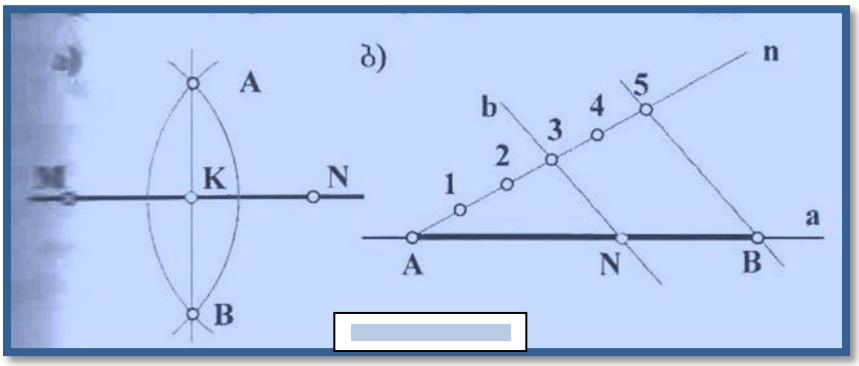
6. <u>განრთული ხაზი</u> - არის კვეთის ხაზი
ხაზის სისქე ძირითადი ხაზის სისქესთან მიმართებით არის - **S-დან 1/5 S-მდე.**

საკუთრების გამომყოფი ხაზი: საკუთრების გამომყოფი ხაზი ძალიან მსხვილი ხაზია, რომელიც შედგება ერთი გრძელი და ორი მოკლე შტრიხის თანმიმდევრული მონაცვლეობისგან. თითოეული ამგვარი ხაზის სიგრძე და განლაგება (მიმართულება) სიტუაციურ გეგმაზე არის ნაჩვენები.

ღერძის ხაზი: ღერძის ხაზი გამოიყენება სვეტების, აღჭურვილობის, მოწყობილობებისა და სხვა ობიექტების ცენტრის აღსანიშნავად. ამ ობიექტების ზომები მიბმულია ღერძის ხაზთან. ღერძის ხაზი ასევე გამოიყენება ნულოვანი დონის აღსანიშნავად. ეს ხაზი წვრილია და შედგება ურთიერთმონაცვლე გრძელი და მოკლე შტრიხებისაგან.

1.1.4. ძირითადი გეომეტრიული აგებები სიბრტყეზე

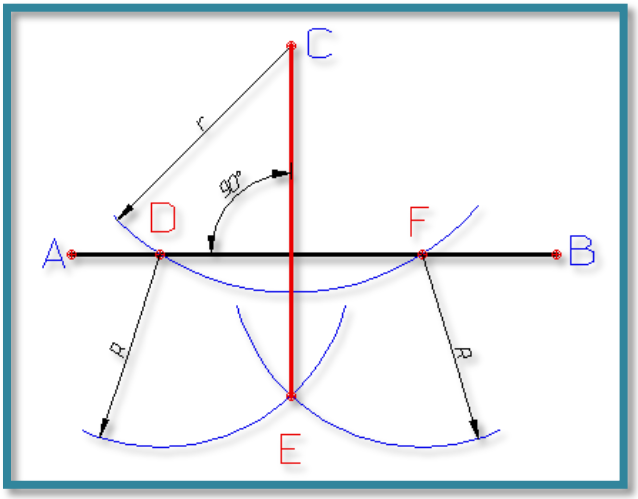
<u>მონაკვეთის გაყოფა:</u>



ა) მონაკვეთის შუაზე გაყოფა: M და N წერტილებიდან |MN| მონაკვეთის სიგრძის ნახევარზე მეტი რადიუსით შემოხაზეთ წრეწირის რკალები. |MN| მონაკვეთს შუაზე ყოფს წრეწირის რკალების თანაკვეთის შემაერთებელი AB წრფე.

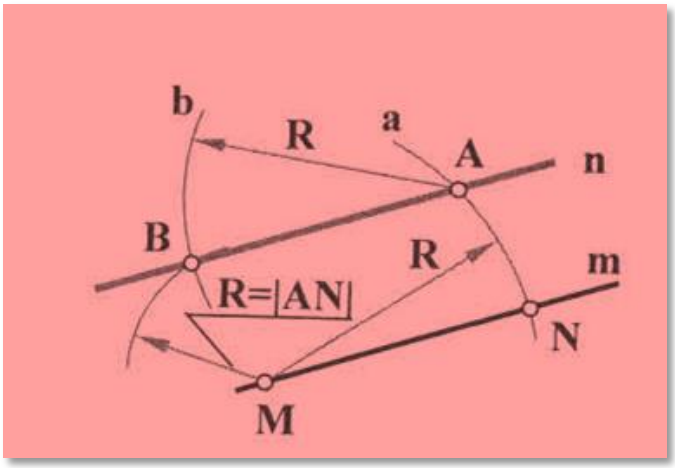
ბ) მოცემული ფართობით მონაკვეთის გაყოფა: A წერტილზე გაატარეთ a წრფის მიმართ ნებისმიერი კუთხით დახრილი n წრფე. n წრფეზე A წერტილიდან ხუთი ერთმანეთის ტოლი მონაკვეთი გადაზომეთ და წერტილი 5B წერტილთან შეაერთეთ. წერტილ 3-ზე გამავალი (5B) წრფის პარალელური b წრფე a წრფესთან გადაკვეთის N წერტილით |AB| მონაკვეთს 3:2 ფართობით გაყოფს.

<u>მოცემულ C წერტილზე მოცემული |AB|მონაკვეთის პერპენდიკულარული წრფის აგება</u>



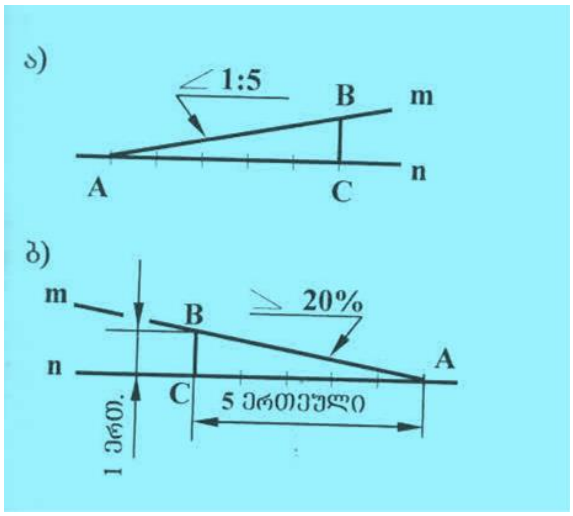
C წერტილიდან ნებისმიერი რადიუსით შემოხაზეთ |AB| მონაკვეთის მკვეთი წრეწირის რკალი. A და B წერტილებიდან იმავე რადიუსით შემოხაზეთ რკალები და მონიშნეთ მათი თანაკვეთის E წერტილი. CE საძიებელ წრფეს წარმოადგენს.

მოცემულ A წერტილზე m წრფის აგება



წრეწირის a რკალი შემოხაზეთ N წერტილში გადაკვეთამდე. A წერტილიდან იმავე რადიუსით შემოხაზეთ წრეწირის b რკალი. მასზე M წერტილიდან შემოხაზული R=|AN| რადიუსიანი წრეწირის რკალით მონიშნეთ B წერტილი. N (AB) წრფე საძიებელი წრფეა.

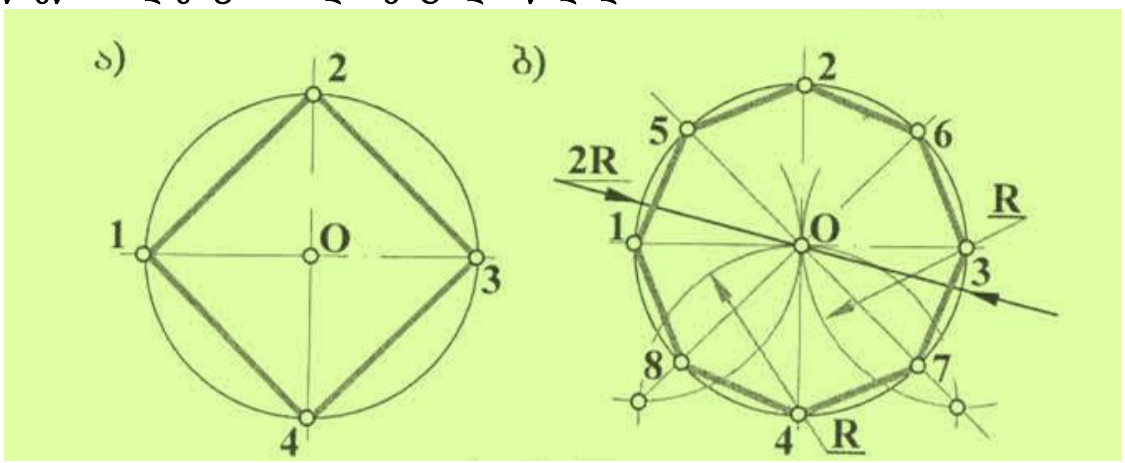
დახრილობა



ა) m წრფის n წრფესთან დახრილობა ეწოდება ABC მართკუთხა სამკუთხედის |bc| კათეტის |AC|კათეტთან ფარდობას.

ბ) α კუთხის ტანგესი ტოლი იქნება |BC| კათეტისა და |AC| კათეტის ფარდობის. |BC | / |AC |= 1/5 ან 20 %. დახრილობა გამოისახება წილადით ან პროცენტით, რომელთაც წინ უსვამენ დახრილობის ნიშანს (∠) ან (>). ნიშნების წვერო მიმართული უნდა იყოს დახრილობისკენ.

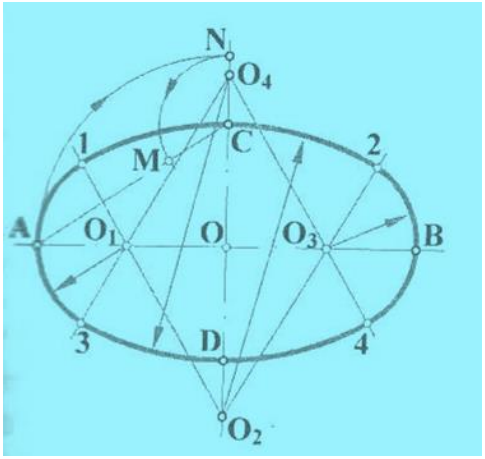
წრეწირის დაყოფა ოთხ და რვა ტოლ ნაწილად:



ა) წრეწირის ორი ურთიერთპერპენდიკულარული ღერძის წრეწირთან გადაკვეთის წერტილები წრეწირს ოთხ ტოლ ნაწილად ყოფს;

ბ) წრეწირის რვა ტოლ ნაწილად გასაყოფად საჭიროა, რომ 1, 2, 3 და 4 წერტილებთან ერთად 1O4 და 3O4 კუთხეების ბისექტრისების წრეწირთან გადაკვეთის 5, 6, 7 და 8 წერტილები ააგოთ.

ოვალის აგება



ააგეთ ოვალის დიდი |AB| და მცირე |CD| ღერძი. A და C წერტილები შეაერთეთ. O წერტილიდან |OA| რადიუსით შემოხაზეთ წრეწირის რკალი ოვალის მცირე ღერძის გაგრძელების N წერტილში გადაკვეთამდე. C წერტილიდან შემოხაზეთ წრეწირის რკალი, რომლის რადიუსია |CN| = |OA| – |AC|. რკალმა |AC| მონაკვეთი უნდა გადაკვეთოს M წერტილში. მიიღებთ წრეწირების O_1 და O_2 ცენტრებს. დიდი და მცირე ღერძების მიმართ სიმეტრიული წერტილები O_3 და O_4 განსაზღვრავენ ოვალის შემადგენელი კიდევ ორი წრეწირის ცენტრს. შეუღლების 1, 2, 3 და 4 წერტილები ცენტრების შემაერთებელ $|O_1O_2|$, $|O_2O_3|$, $|O_3O_4|$ და $|O_1O_4|$ წრფეებზე მდებარეობს. ოვალის განმსაზღვრელი რადიუსები ტოლია $|O_1A|$, $|O_2C|$, $|O_3B|$, $|O_4D|$ მონაკვეთების.

1.1.5. გეომეტრიული ფიგურის ხედების აგება

საგნის დამკვირვებლისაკენ მიმართული ხილვადი ნაწილის გამოსახულებას **ხედი ეწოდება.**

ხედზე უხილავი ნაწილების ჩვენება ნებადართულია წყვეტილი ხაზის საშუალებით, თუ ისინი სიმრავლის გამო არ ართულებენ ნახაზის წაკითხვას. მიუხედავად იმისა, რომ ამ შემთხვევაში ხედსა და გეგმილს შორის განსხვავება, ფაქტობრივად, ისპობა, მას უნარჩუნდება სახელწოდება ხედი. ასეთი დაშვება ნახაზზე გამოსახულებათა რაოდენობის შემცირების მიზნით გამართლებულია.

- **ძირითადი ხედები**

ძირითადი ეწოდებათ ხედებს, რომლებიც საგნის ძირითად გეგმილთა სიბრტყეებზე დაგეგმილების შედეგადაა მიღებული. სამშენებლო ნახაზებში ხედებს შეიძლება სხვა სახელწოდებები მიეკუთვნოს, მაგალითად, ხედს ზევიდან - გეგმა, ხედს წინიდან - ფასადი და ა. შ.

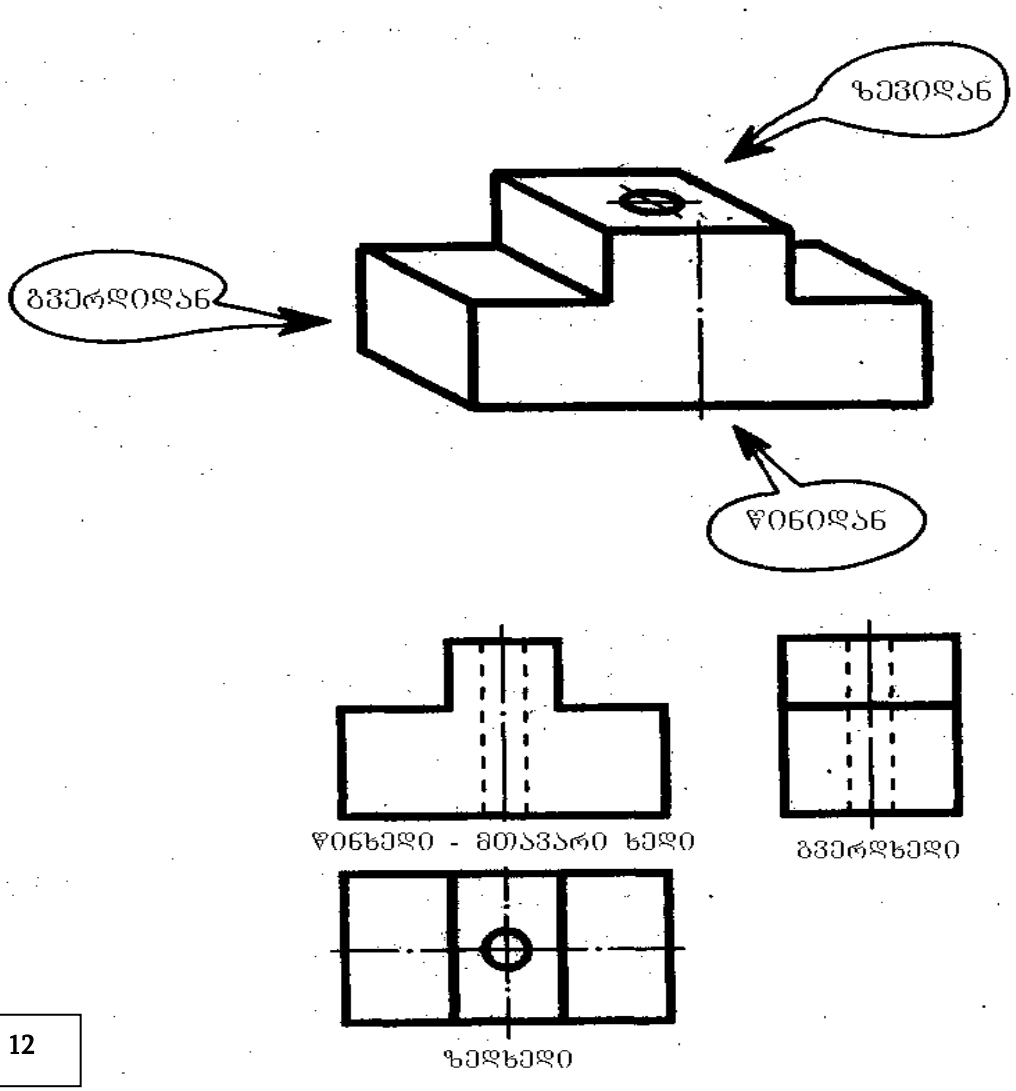
სტანდარტის მიხედვით ძირითადი ხედების შემდეგი დასახელებებია დადგენილი.

- ხედი წინიდან - მთავარი ხედი (წინხედი)
- ხედი ზევიდან (ზედხედი)
- ხედი მარცხნიდან (გვერდხედი)
- ხედი მარჯვნიდან
- ხედი ქვევიდან
- ხედი უკნიდან

კუბის წახნაგებზე მიღებული ექვსი ძირითადი ხედიდან მთავარ ხედად ფრონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მიღებული გამოსახულება, ანუ წინხედი მიიჩნევა.

საგნის მთავარი ხედი ისე უნდა შეირჩეს, რომ მიღებულმა გამოსახულებამ მაქსიმალურად სრული წარმოდგენა მოგვცეს როგორც საგნის ფორმაზე, ასევე მის ზომებზეც.

ნახაზის შედგენის დროს აუცილებელია მასში ჩავდოთ ხედების ის მინიმალური რაოდენობა, საიდანაც შევძლებთ საგნის კონსტრუქციის შესახებ მაქსიმალურად სრული ინფორმაციის მიღებას. ამასთან ,უნდა შევძლოთ ფორმატის სახაზავი არეალის (არის) მაქსიმალურად სრული გამოყენება.



ნახაზი 12



1.1.6. გეომეტრიული ფიგურის აქსონომეტრიული გეგმილის აგება

სიტყვა „აქსონომეტრია“ ბერძნულიდან გამომდინარეობს, „აქსონ“ - ღერძი და „მეტრეო“ - ვზომავ და ნიშნავს ღერძზე ზომვით მიღებულ გამოსახულებას.

ხშირად გეომეტრიული ფიგურის ფორმის გარკვევისათვის საჭირო ხდება ორთოგონალურ გეგმილთან ერთად მისი თვალსაჩინო გამოსახულების აგება. ასეთი თვალსაჩინო გამოსახულების მისაღებად იყენებენ **ასახვის აქსონომეტრიულ მეთოდს, ან მოკლედ, აქსონომეტრიას.**
აქსონომეტრიული გეგმილები მიიღება ერთ სიბრტყეზე (აქსონომეტრიულ გეგმილთა სიბრტყე) ერთი მიმართულებით დაგეგმილების შედეგად. იგი შექცევადია და გარდა გეომეტრიული ფიგურის ფორმისა, მის მიხედვით ფიგურის ცალკეული ელემენტების სიდიდეების განსაზღვრაცაა შესაძლებელი. ასეთ გამოსახულებას მივიღებთ, თუ გეომეტრიულ ფიგურას აქსონომეტრიულ გეგმილთა სიბრტყეზე იმ კოორდინატთა ღერძების სისტემასთან ერთად დავაგეგმილებთ, რომელთანაც იგი ხისტადაა დაკავშირებული.
დაგეგმილების კოეფიციენტის მიხედვით აქსონომეტრიული გეგმილები არის სამი სახის. მათი სახელწოდებებია - იზომეტრია, დიმეტრია, ფრონტალური დიმეტრია:

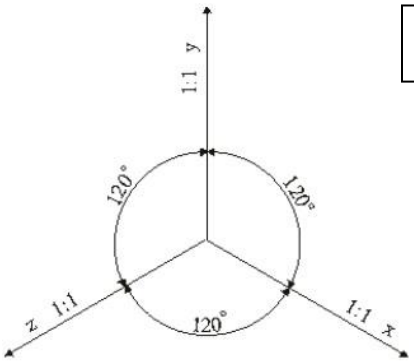
1. **იზომეტრია** - არის ობიექტის ასახვის ხერხი, სადაც კოორდინატთა ღერძებს შორის კუთხეები 120^0 - ის ტოლია. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, X და Y ღერძები ჰორიზონტისადმი 30^0 - ით არის დახრილი, როლო Z ღერძი ვერტიკალურია. იზომეტრიაში ობიექტის ზომები სამივე ღერძზე გადაიზომება მოცემულ სიდიდეებში (როცა სამივე დაგეგმილების კოეფიციენტი ტოლია).

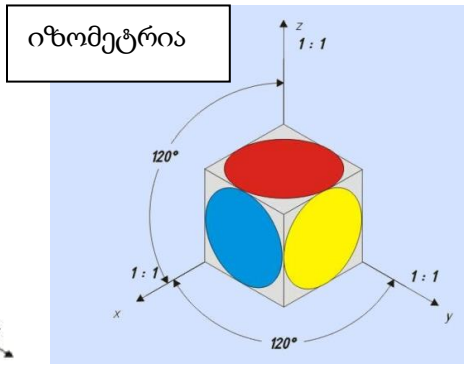
2. **დიმეტრია** - არის ობიექტის ასახვის ხერხი, სადაც საკოორდინატო X ღერძი ჰორიზონტისადმი 7° - ით, Y ღერძისადმი 41^0 -ით არის დახრილი, ხოლო Z - ღერძი ვერტიკალურია. ობიექტის ზომები X და Z ღერძებზე გადაიზომება მოცემულ სიდიდეებში, ხოლო Y - ღერძზე ორჯერ შემცირებული (როცა ნებისმიერი ორი დაგეგმილების კოეფიციენტი ტოლია).

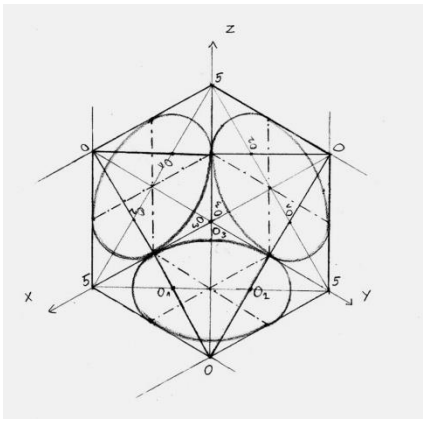
3. **ფრონტალური დიმეტრია** - არის ობიექტის ასახვის ხერხი, სადაც საკოორდინატო X ღერძი ჰორიზონტალურია, Y - ღერძი ჰორიზონტალისადმი 45^0 - ით არის დახრილი, ხოლო Z ღერძი ისევ ვერტიკალურია. ობიექტის ზომები X და Z ღერძებზე დაიტანება მოცემული სიდიდეებში, ხოლო Y - ღერძზე ორჯერ შემცირებული (როცა სამივე დაგეგმილების კოეფიციენტი ერთმანეთისგან განსხვავებულია).

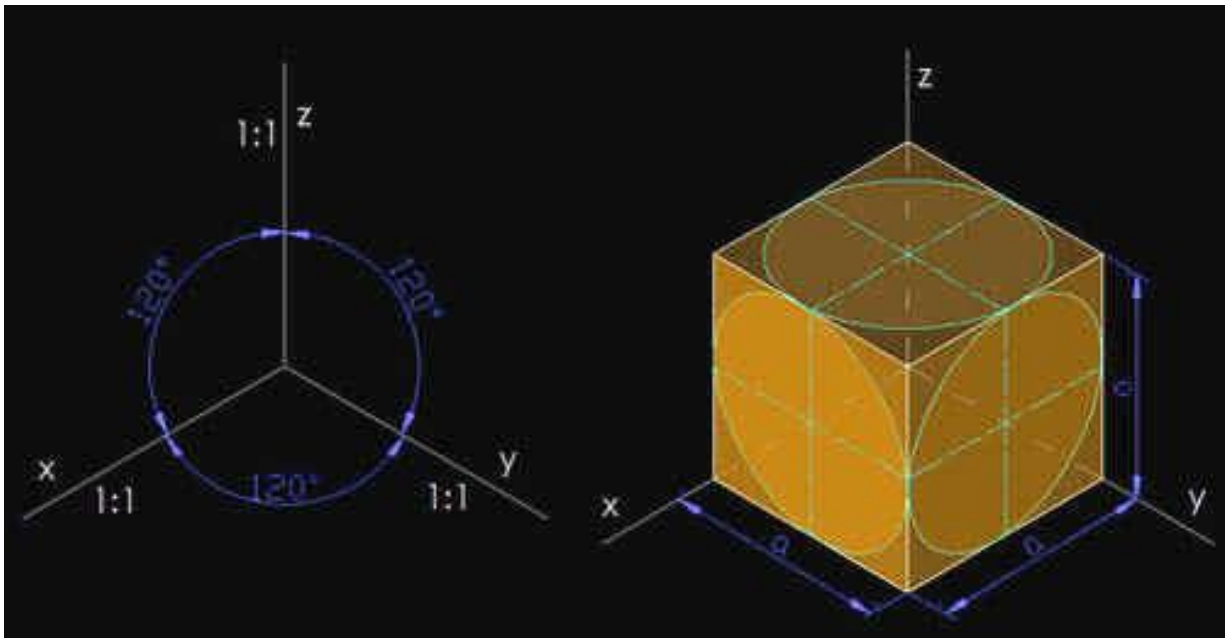
იზომეტრიული გეგმილები:

- მართკუთხა იზომეტრიაში X, Y და Z საკოორდინატო ღერძები თანაბრადაა დახრილი. აქსონომეტრიულ ღერძებს შორის კუთხე 120° -ის ტოლია.









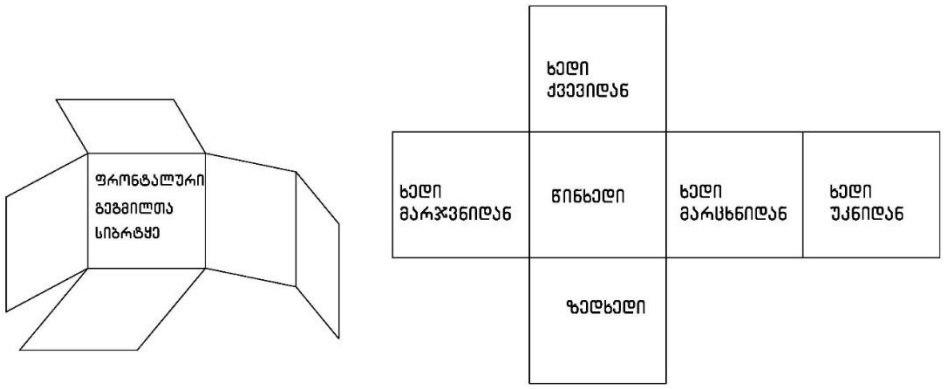
წრეწირის გეგმილები მართკუთხა აქსონომეტრიაში

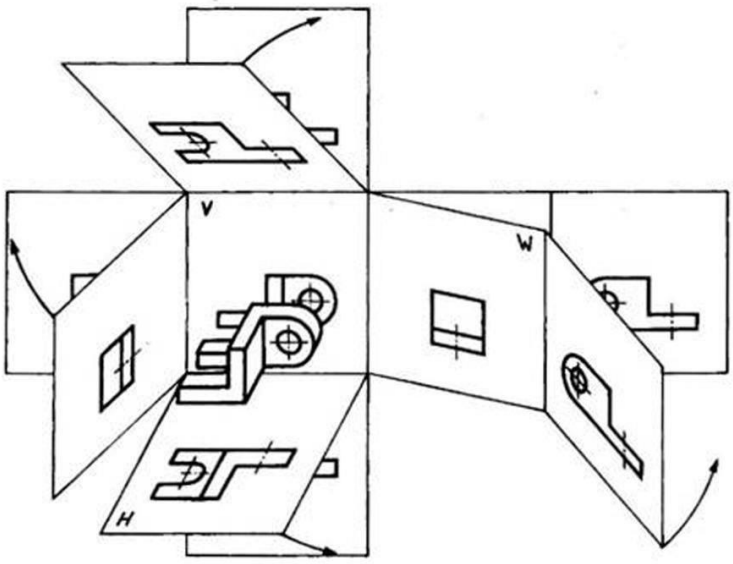
ნებისმიერ გეგმილთა სიბრტყის პარალელურ სიბრტყეში მდებარე წრეწირის ერთ-ერთი დიამეტრი აქსონომეტრიულ გეგმილთა სიბრტყეზე დაუმახინჯებლად აისახება. გეგმილთა სიბრტყის უდიდესი დახრილობის წრფის პარალელური დიამეტრის გეგმილი კი წრეწირის ყველა დიამეტრის აქსონომეტრიულ გეგმილებთან შედარებით ყველაზე მცირეა. წრეწირის ამ დიამეტრების აქსონომეტრიული გეგმილები განსაზღვრავენ წრეწირის გეგმილის, ელიფსის დიდ და პატარა ღერძებს. ე.ი. ელიფსის დიდი ღერძი კვალთა სამკუთხედის შესაბამისი გვერდის პარალელურია, მცირე ღერძი კი იმ აქსონომეტრიული ღერძის პარალელური, რომელიც

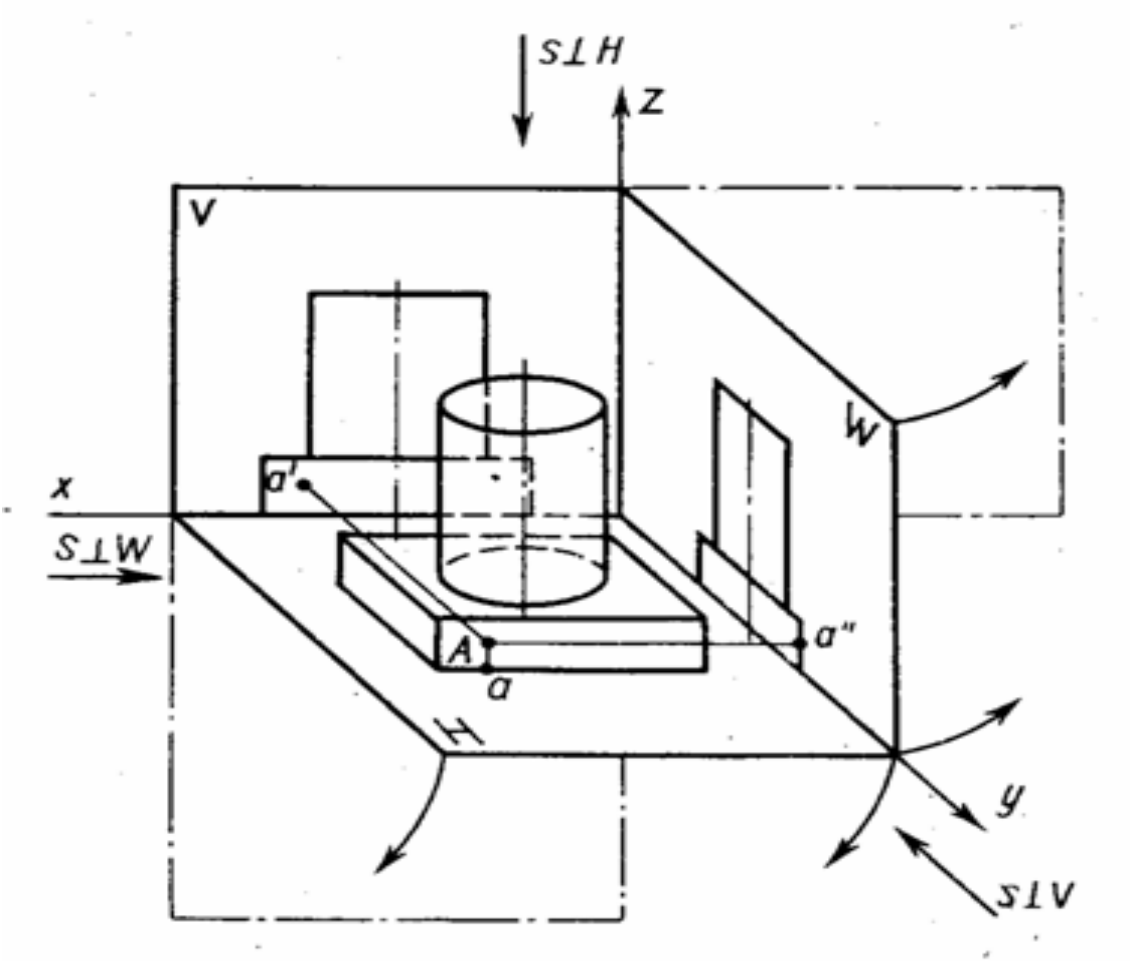
აღნიშნულ გეგმილთა სიბრტყის პერპენდიკულარული საკოორდინატო ღერძის გეგმილია. აქსონომეტრიული ღერძები კვალთა სამკუთხედის სიმაღლეებს წარმოადგენს.

იზომეტრიულ გეგმილში სამივე სიბრტყის პარალელურ სიბრტყეში მდებარე წრეწირების აქსონომეტრიული გეგმილები ერთმანეთის ტოლი ელიფსებია.

გეგმილური ხაზვა შეისწავლის ნაგებობების, ნაკეთობების და მათი შემადგენელი ნაწილების გამოსახულებების აგების წესებს.





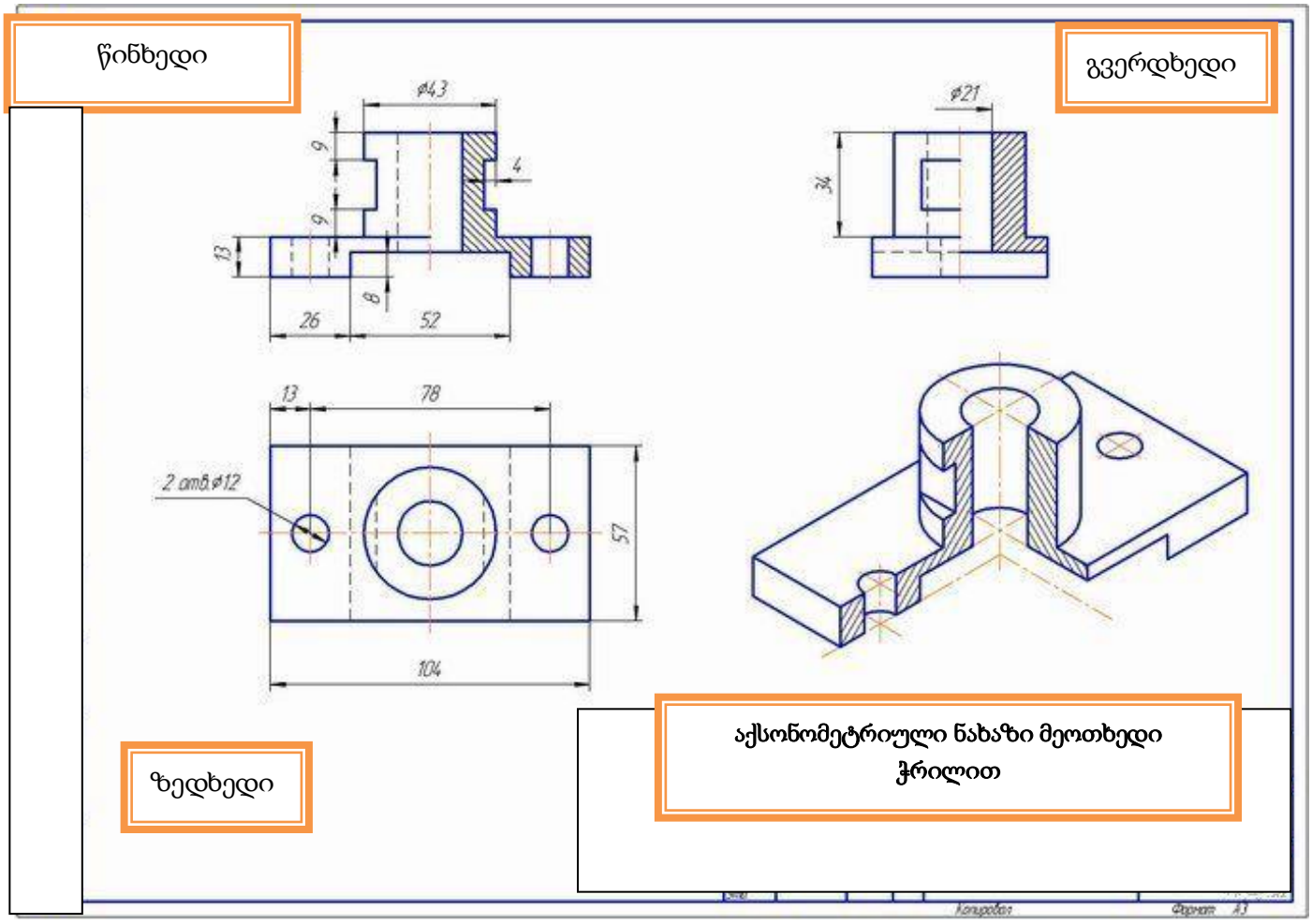


ნახაზზე მოცემული წესებით შეიძლება აიგოს ნებისმიერი ობიექტი სამივე აქსონომეტრიული გამოსახულებით.

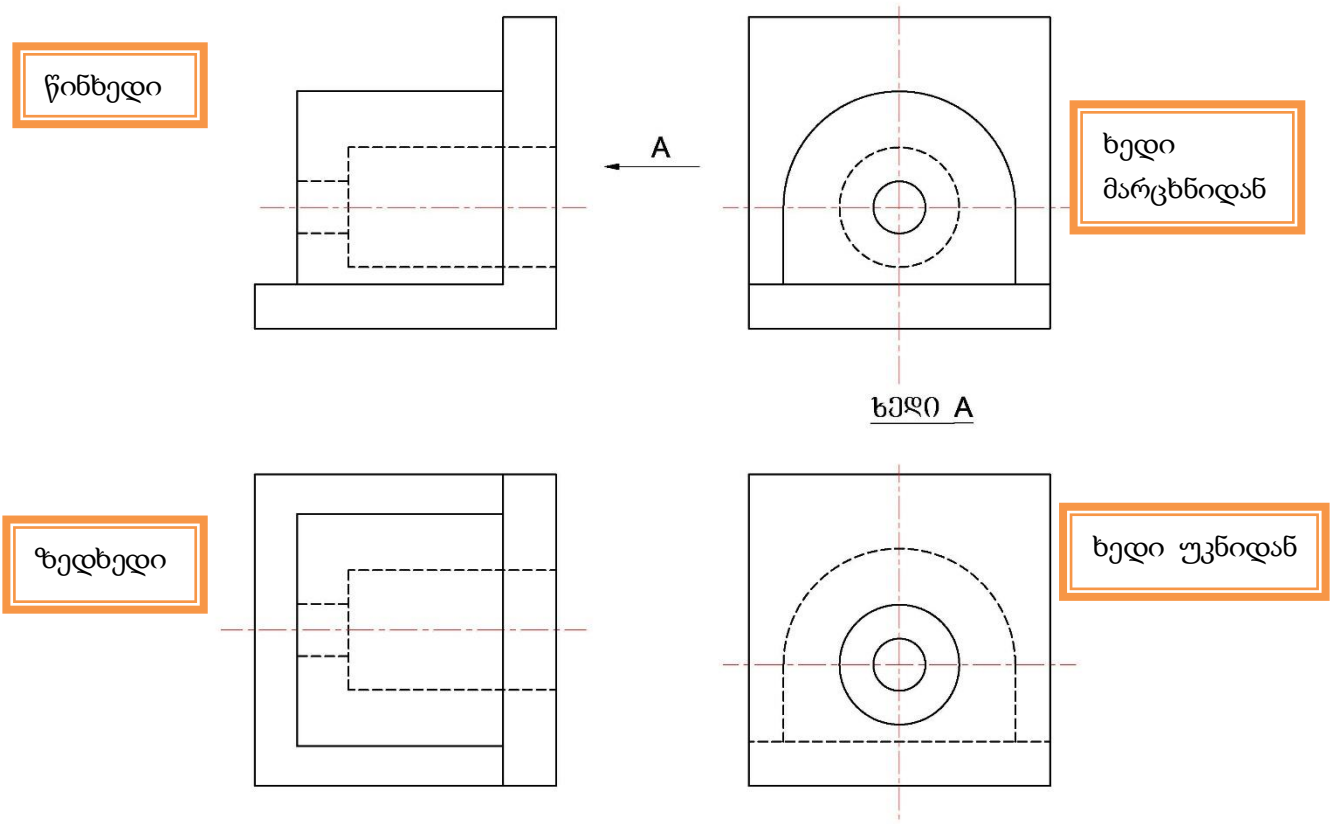
გეომეტრიული ფიგურის აქსონომეტრიული გეგმილის ზუსტად აგება ხედების გამოყენებით

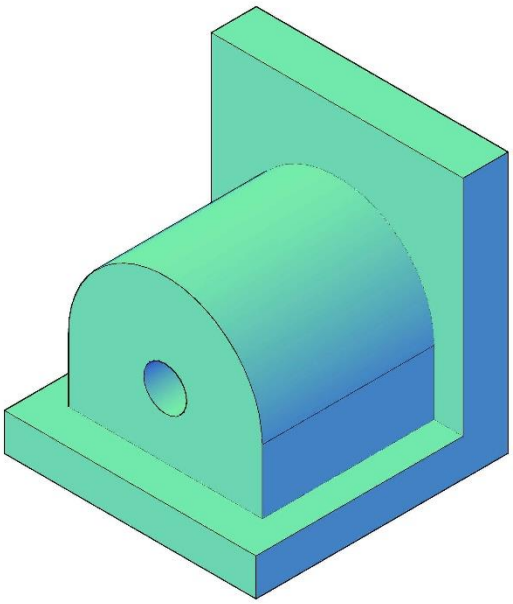


წინხედიდან, გვერდხედიდან და ზედხედიდან აუცილებლად აიგება აქსონომოტრიული ნახაზი, თუ ყველა ზომა მოცემულია ან შეიძლება მათი გამოთვლა.

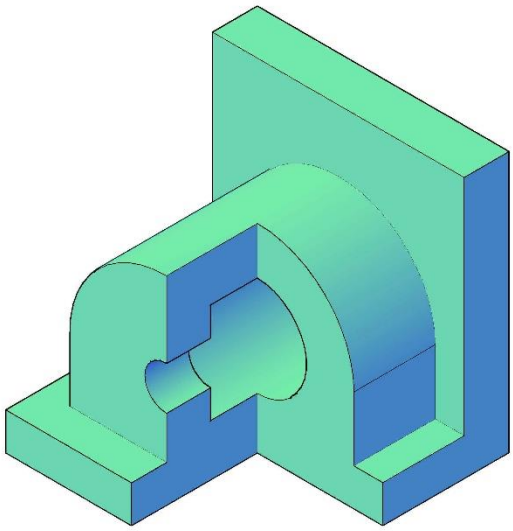

წინხედი
გვერდხედი
ზედხედი
აქსონომეტრიული ნახაზი მეოთხედი ჭრილით
ø43
9
9
4
13
8
26
52
ø21
34
13
78
2 отв.ø12
57
104

ნახაზი 13.





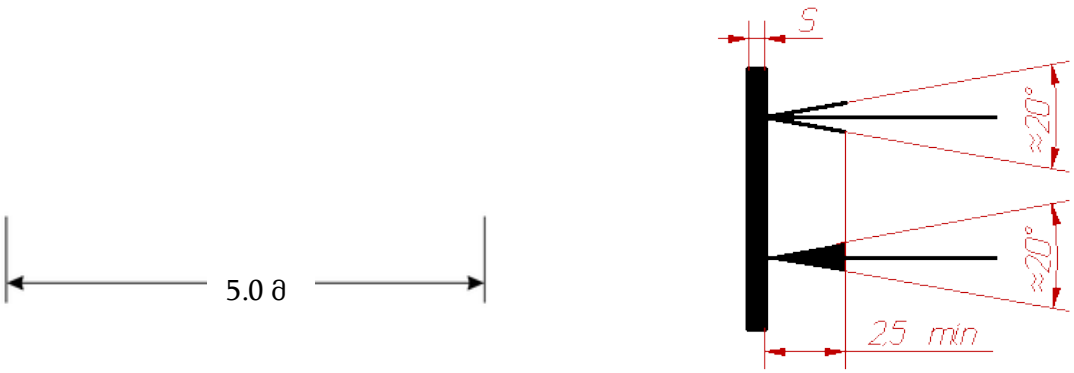
აქსონომეტრიული ნახაზი



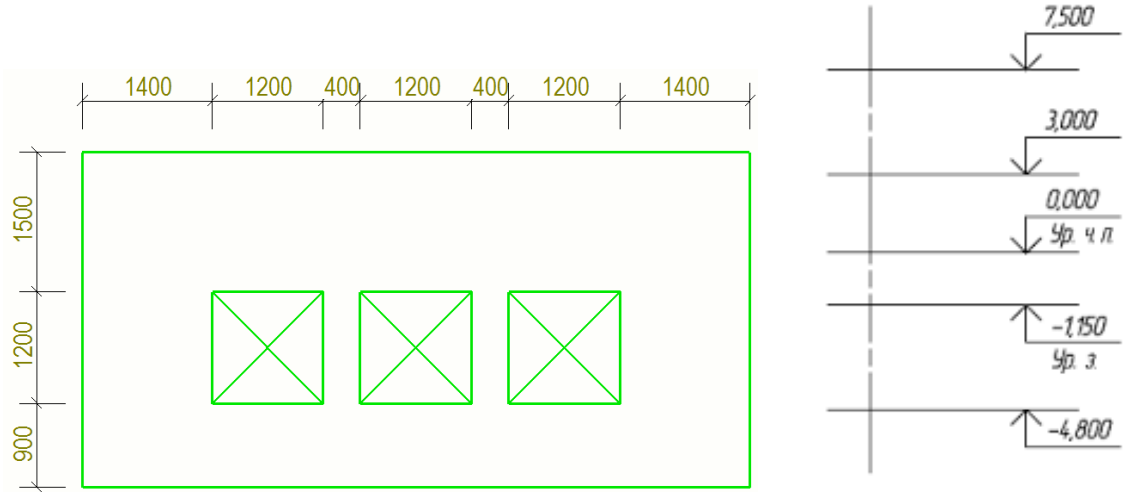
აქსონომეტრიული ნახაზი მეოთხედი ჭრილით

1.1.7.ზომების დატანა

ზომა - ნახაზის არსებითი ელემენტია. ნახაზის წამკითხველი უნდა იცნობდეს ზომის დასმის სხვადასხვა მეთოდს. მხაზველები სხვადასხვაგვარად აღნიშნავენ ზომის ხაზების წყვეტას გამოსატან ხაზებზე. ამჟამად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება დახრილი ხაზი, ზომის აღმნიშვნელი რიცხვები და ისრები. სამუშაოსთვის ინდივიდუალური ხასიათის მისანიჭებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა მეთოდები.



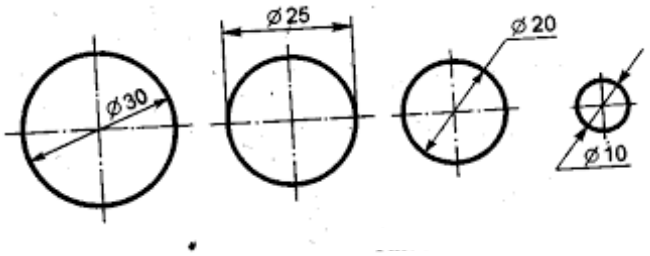
ზომის აღმნიშვნელი რიცხვები და ისრები

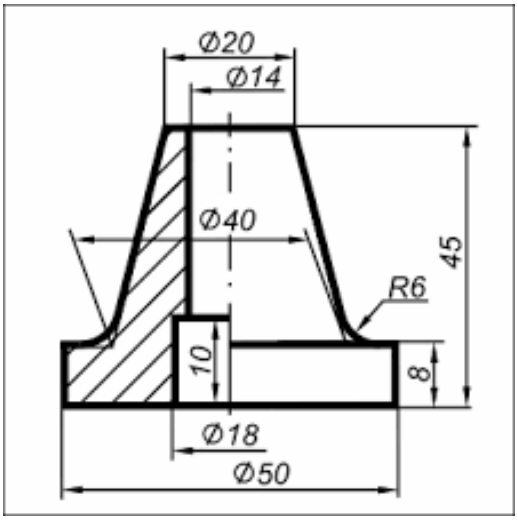


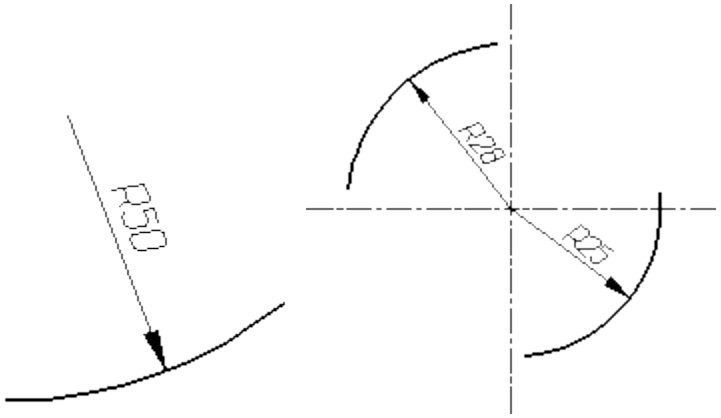
ზომის აღმნიშვნელი დახრილი ხაზი

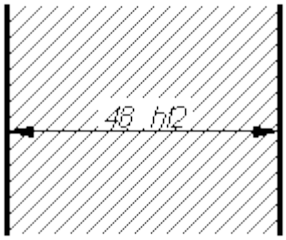
1. ზომები სასურველია გატანილ იქნეს გამოსახულების კონტურის გარეთ;
2. ზომები თანაბრად უნდა განაწილდეს საგნის ყველა გამოსახულებას შორის. ზომის ხაზება არ უნდა წარმოადგენდეს კონტურის, ღერძის, გამოტანის ხაზების გაგრძელებებს. გამონაკლისს შეიძლება წარმოადგენდეს მრუდე ზედაპირის განფენაზე დატანილი ზომები;
3. ზომის აღმნიშვნელი ციფრები ჰორიზონტალურ ზომის ხაზებს ეწერება ზემოდან, ვერტიკალურს კი - მარცხნიდან ზომის ხაზის პერპენდიკულარული მიმართულებით, ნახაზისათვის შერჩეული შრიფტის ზომების გათვალისწინებით;
4. ზომის ხაზებს ატარებენ 8÷10 მილიმეტრის დაშორებით კონტურის ან სხვა ზომის ხაზიდან. ზომის ხაზებს შორის მანძილი უნდა იყოს თანაბარი;
5. დიამეტრის განმსაზღვრელი რიცხვის წინ იწერება **Φ** ასო, რადიუსის განმსაზღვრელი რიცხვის წინ კი **R** ასო.

<u>დიამეტრის და რადიუსის განმსაზღვრელი ზომები:</u>

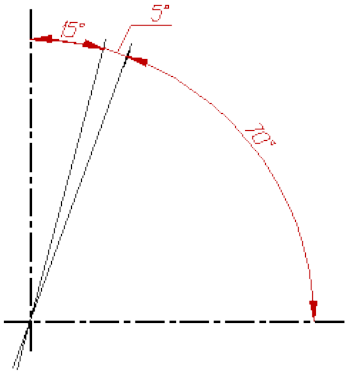


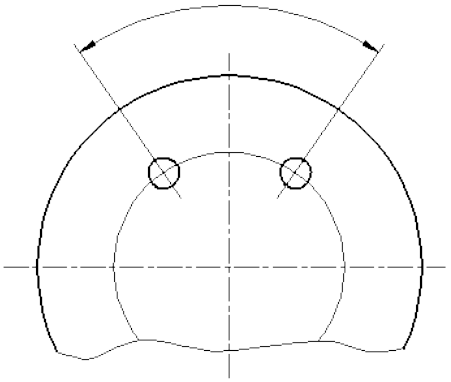




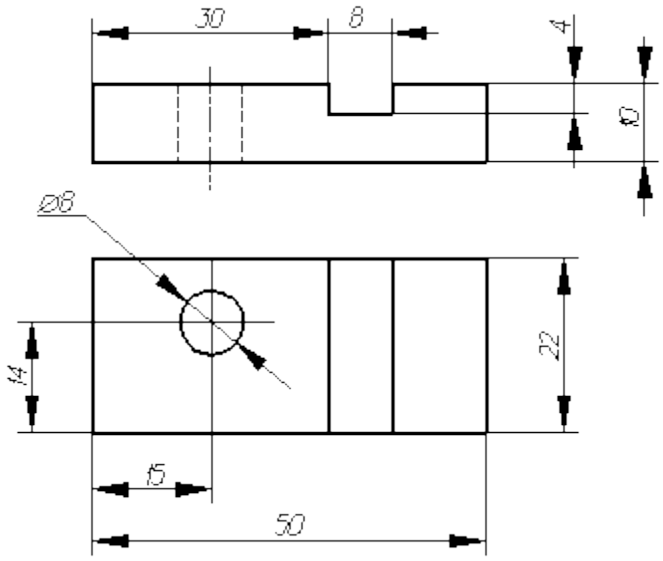


ზომის ხაზის დატანა
კონტურის ხაზებზე

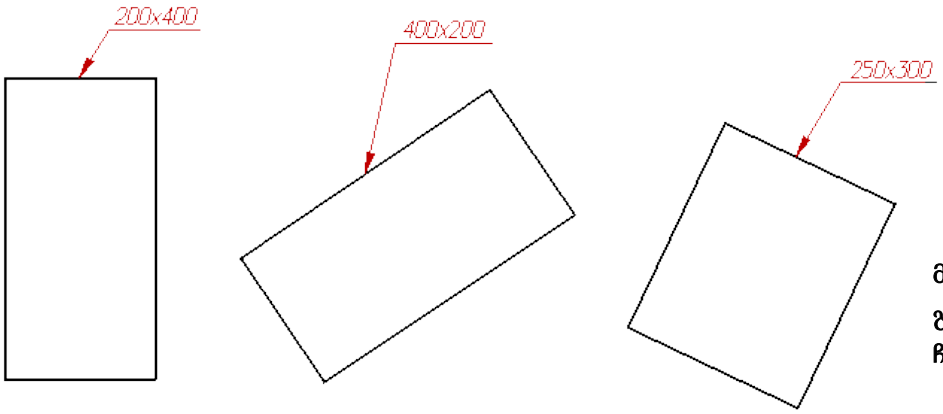




კუთხური ზომების დატანა (გრადუსი, წუთი, წამი)



წრფოვანი ზომების აღმნიშვნელი რიცხვების დატანა ზომის ერთეულის მიუთითებლად. ზომები მოცემულია მილიმეტრებში.



მართკუთხედის გვერდების ზომების ჩვენება (მმ)

შეუძლებელია ნაგებობის მთლიანად გამოხაზვა ფურცელზე რეალურ ზომაში. ამის გამო გამოიყენება **მასშტაბი.** სამშენებლო ობიექტი ნახაზზე შემამცირებელი მასშტაბითაა (ფაქტობრივზე მცირე ზომით) გამოსახული. საქართველოში მიღებულია ერთეულთა მეტრული სისტემა. შესაბამისად, ნახაზის ზომები და მასშტაბი მოცემულია მეტრულ სისტემაში.

მასშტაბი:

მასშტაბები მშენებლობაში იყოფა სამ ჯგუფად - **შემამცირებელი, ნატურალური და გამადიდებელი.**

შემამცირებელი მასშტაბებია: **1:2; 1:2,5; 1:5; 1:10; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500: 1:800; 1:1000.**

ნატურალური მასშტაბია: **1:1.**

გამადიდებელი მასშტაბებია: **2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.**



საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი ნაგებობების არქიტექტურულ-სამშენებლო ნახაზების შესრულების მასშტაბები

- სარდაფი, სახურავის გეგმები, ფასადები, სართულები და გადახურვის სამონტაჟო გეგმები - 1:100, 1:200;
- ჭრილები, სექციების გეგმები, გეგმების და ფასადების ფრაგმენტები - 1:50, 1:100;
- ნაკეთობანი და კვანძები-1:5. 1:10, 1:20.

სამრეწველო შენობების სამუშაო ნახაზების შესრულების მასშტაბები

- სართულის გეგმები, ჭრილები, ფასადები, გადახურვის და იატაკის გეგმები - 1:200, 1:400;
- მიწისქვეშა კონსტრუქციების გეგმები, დამხმარე სათავსოების გეგმები, ტიხრების განლაგების და ფანჯრის ღიობების შევსების სქემები - 1:100, 1:200;
- გეგმების ჭრილების და ფასადების ფრაგმენტები -1:50, 1:100;
- ნაკეთობანი და კვანძები-1:2, 1:5, 1:20.

მსხვილი ობიექტების, გენერალური გეგმების დაპროექტებისას დასაშვებია 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000 მასშტაბის გამოყენება.

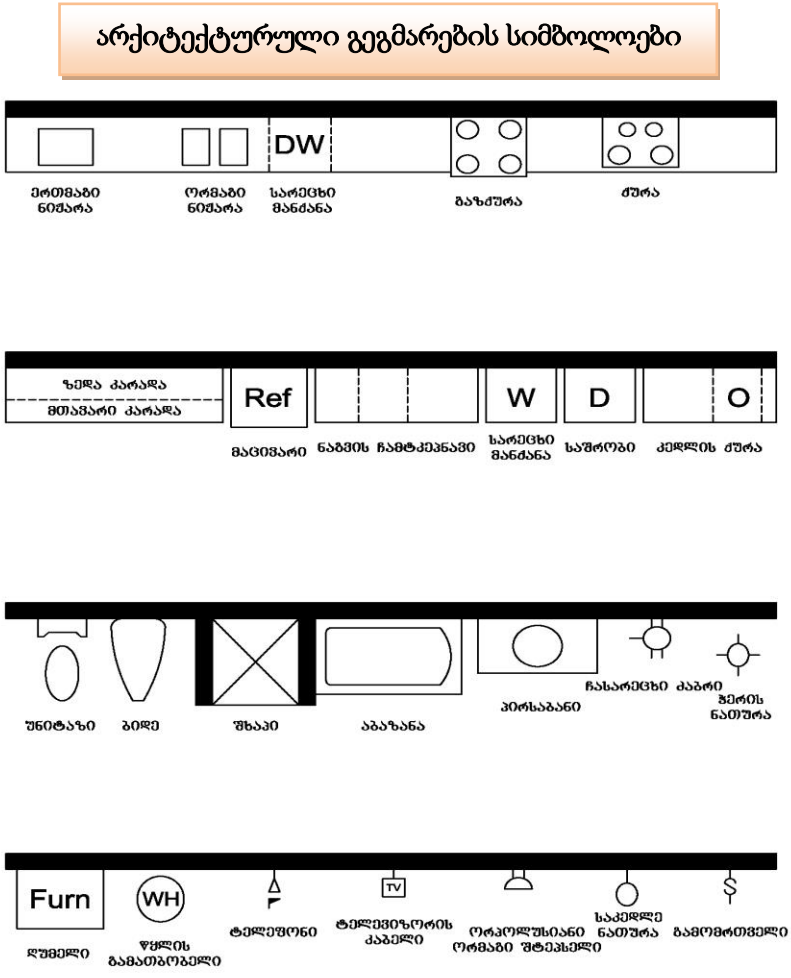
მასშტაბი აღინიშნება **მ** ასოთი და ფარდობის განმსაზღვრელი რიცხვით - **მ 1:50; მ 1:100** და ა.შ. თუ გამოსახულებები ნახაზზე შესრულებულია ერთ მასშტაბში, იგი მითითებული იქნება ძირითად წარწერაში (შტამპში). წინააღმდეგ შემთხვევაში, ყოველი გამოსახულების თავზე მითითებული უნდა იყოს შესაბამისი მასშტაბი.

სამშენებლო ნახაზები გამოიყენება სამშენებლო ობიექტის არქიტექტურული და საინჟინრო პროექტების გადმოსაცემად.

1.2. მარტივი საცხოვრებელი შენობის გეგმის, ჭრილის და ფასადის გამოხაზვა

1.2.1.სამშენებლო ნორმალებისა და პირობითი აღნიშვნები

ნახაზის საშუალებით ვიღებთ დეტალურ ინფორმაციას შენობების ელემენტების, მასალებისა, სპეციფიკაციების და კონსტრუირების მეთოდების შესახებ. ნახაზზე მოცემულია პირობითი აღნიშვნები, ხაზები და სიმბოლოები.



ნახაზზე მოცემული სიმბოლოები გამოხატავს საყოფაცხოვრებო ნივთებს (კარადა, ჯაკუზი, საწოლი, უნიტაზი და სხვა).

სამშენებლო ნახაზების კლასიფიკაცია და აღნიშვნები, რომლებიც გამოიყენება ევროპასა და აშშ-ში

C - სამოქალაქო. გენგეგმა, რელიეფის მოწყობის გეგმა, ადგილის კეთილმოწყობა და დეტალები.
A - არქიტექტურული - სართულების გეგმები, პროფილები, მოპირკეთება, შენობის სექციები, გრაფიკები და დეტალები.
S - კონსტრუქციული - ბეტონის, ფოლადისა და ხის მიწისზედა კონსტრუქციები და დეტალები.
M - მექანიკური-წყალმომარაგება-წყალარინების, გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიცირების სისტემები.
E - ელექტრული - ენერგო და განათების სისტემები.
ზოგიერთი არქიტექტორი ან ინჟინერი დამატებით ყოფს ნახაზების კომპლექტს შემდეგ მიმართულებებად:
U - საინჟინრო ქსელების გეგმა. სახელმწიფო ან მუნიციპალური ელექტრო და წყალმომარაგების ხაზები ზოგჯერ ნაჩვენებია სამოქალაქო ნახაზებზე.
P - წყალმომარაგება-წყალარინება. წყალმომარაგება-წყალარინების სისტემები.
H - გათბობის, ვენტილაციისა და ჰაერის კონდიცირების სისტემები.
შენიშვნა: ზოგიერთი არქიტექტორი არ იყენებს კლასიფიკაციას ასოებით და ფურცლებს უბრალოდ ნომრავს.

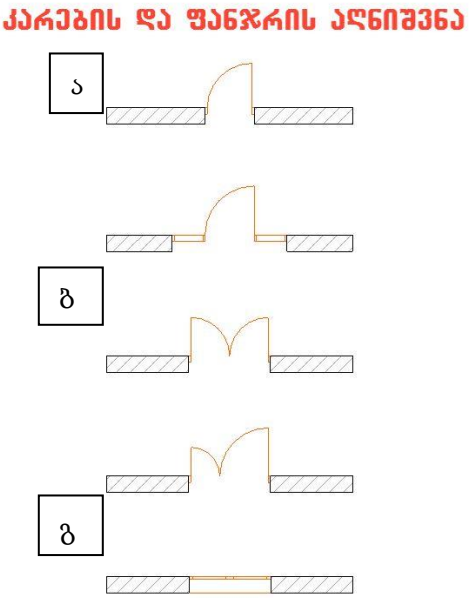
კარები – მოძრავი შემოზღუდვაა, რომელიც უზრუნველყოფს კავშირს სათავსოებს შორის. ის აგრეთვე გამოიყენება, როგორც შესასვლელი შენობაში.





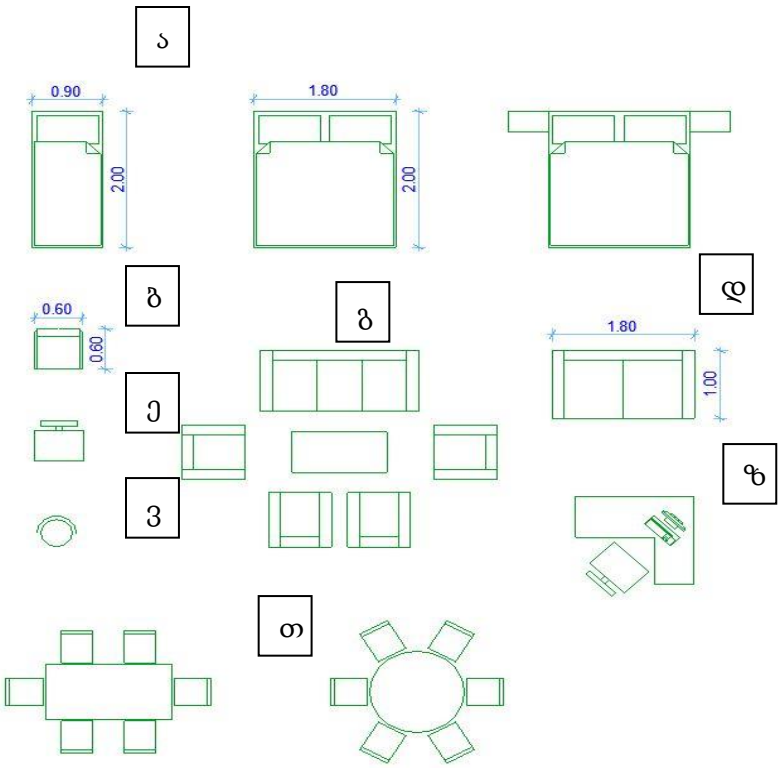
ფანჯარა - ღიობია, მასში ჩასმული ჩარჩოთი და შემინული ალათებით. ფანჯრები ემსახურება სათავსოთა განათებასა და განიავებას.



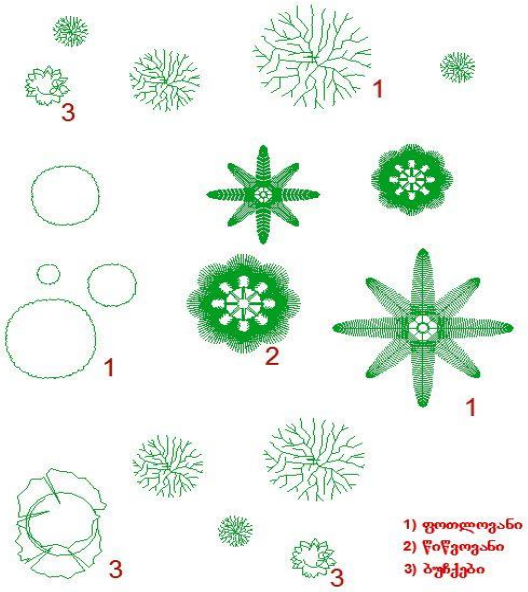


ნახაზი 13. ნახაზზე კარების და ფანჯრის აღნიშვნა.
ა. ცალფრთიანი კარები ; ბ. ორფრთიანი კარები ; გ. ფანჯარა

1.2.2. ავეჯის გეგმები შენობის გეგმაზე



ნახაზი 14. ა. ერთადგილიანი და ორადგილიანი საწოლის აღნიშვნა; ბ. რბილი სკამი; გ. ჟურნალის მაგიდა დივნითა და სავარძლებით; დ. დივანი; ე. კომპიუტერის სკამი; ვ. მრგვალი სკამი; ზ. კომპიუტერის მაგიდა სკამით; თ. მაგიდა სკამებით.



1.2.3. სამშენებლო ნახაზების სახეები

სამშენებლო ნახაზების შედგენილობა და გაფორმება, გამოყენებული მასშტაბები და პირობითი აღნიშვნები დამოკიდებულია სამშენებლო ობიექტების სახეობაზე, აგრეთვე, თვით ნახაზების დანიშნულებაზე.

დანიშნულების მიხედვით სამშენებლო ნახაზები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად:

დამკვეთი - პირი, რომელსაც მენაშენისაგან ხელშეკრულებით დელეგირებული აქვს მშენებლობის პროცესთან დაკავშირებულ იურიდიულ ან მეწარმე პირთან უშუალო ურთიერთობების განხორციელების ფუნქციები.

მენაშენე - პირი, რომელსაც ხელშეკრულების საფუძველზე ურთიერთობა აქვს წინასაპროექტო, საპროექტო, სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შემსრულებელ პირთან (მენარდე), რომლისგანაც მას გადაეცემა დასრულებული ობიექტი ან მისი ნაწილი.

ხარჯთაღრიცხვა - არის სპეციალური დოკუმენტი, რომელიც გამოიყენება ფასის განსაზღვრისათვის რთული სამუშაოების შესრულებისას.

1. **სამშენებლო ნაკეთობების ნახაზები**, რომელთა მიხედვითაც სამშენებლო ინდუსტრიის ქარხნებსა და სახლ-საშენებელ კომბინატებში ამზადებენ შენობა-ნაგებობათა ცალკეულ ელემენტებს.
2. **სამშენებლო-სამონტაჟო ნახაზები**, რომელთა მიხედვითაც სამშენებლო მოედნებზე ხდება შენობების და ნაგებობების მშენებლობა და მონტაჟი.



გეგმარის შემადგენლობაში შედის - საერთო სამშენებლო, სპეციალური სამუშაოების, კონსტრუქციების მონტაჟისათვის აუცილებელი ნახაზები, განმარტებითი ბარათი და ხარჯთაღრიცხვა. გეგმარებას ადგენს სპეციალური საპროექტო ორგანიზაციები და ინსტიტუტები, სხვადასხვა ორგანიზაციის დავალების საფუძველზე.

შენობების დაგეგმარება შეიძლება განხორციელდეს ორ ეტაპად - ტექნიკური პროექტი და სამუშაო ნახაზები, ან ერთ ეტაპად - ტექნიკური პროექტი (სამუშაო ნახაზებთან შერწყმული ტექნიკური პროექტი).

მარტივი ობიექტების და ტიპური კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების მქონე ობიექტების დაგეგმარება, როგორც წესი, ხორციელდება ერთ ეტაპად. საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების ობიექტების ტიპობრივი პროექტების შედგენა, აგრეთვე, ინდივიდუალური პროექტის შემუშავება ყოველთვის ხორციელდება ორ ეტაპად (ტექნიკური პროექტი და სამუშაო ნახაზები).

საპროექტო დავალება

საპროექტო დავალებას ადგენს დამკვეთი იმ საპროექტო ორგანიზაციებთან ერთად, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ პროექტის შემუშავებაში. შენობის ან ნაგებობის საპროექტო დავალებაში აღნიშული უნდა იყოს მათი დასახელება, დაგეგმარების საფუძველი, რაიონი, მშენებლობის პუნქტი და მოედნები, გამოსაყენებელი მასალები და კონსტრუქციები, მშენებლობის ვადები და დაგეგმარებისათვის საჭირო სხვა მონაცემები.

საპროექტო ორგანიზაციებმა უნდა უზრუნველყონ დაგეგმარების მაღალი არქიტექტურულ-მხატვრული და ტექნიკური დონე.

ტექნიკური პროექტი

ნაგებობის ტექნიკური პროექტის შედგენილობაში შედის - სატიტულო ფურცელი, განმარტებითი ბარათი, სარდაფის გეგმები, ტიპობრივი და არატიპობრივი სართულების გეგმები, ფასადები, ჭრილები, სამონტაჟო ნახაზები ინდუსტრიული ნაკეთობების მარკირებით, ხარჯთაღრიცხვები, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და სხვა საპროექტო დოკუმენტაცია. აგრეთვე, განაშენიანების ნაკვეთის გენერალური გეგმა (მასშტაბი 1:4000 ან 1:1000) ყველა დასაგეგმარებელი და არსებული შენობის ჩვენებით.

სამუშაო ნახაზი

სამუშაო ნახაზებს ადგენენ დამტკიცებული ტექნიკური პროექტის საფუძველზე. ერთეტაპიანი დაგეგმარებისას ყველა სამშენებლო ნახაზი სამუშაოა.

ნაგებობის მშენებლობისათვის განკუთვნილი სამუშაო ნახაზების შედგენილობაში შედის არქიტექრურულ-სამშენებლო ნახაზები (გეგმები, ჭრილები, ფასადები), აუცილებლობის შემთხვევაში - გეგმების ელემენტები, სექციების გეგმები, ფასადების ფრაგმენტები, საძირკვლების განლაგების, გადახურვების, კედლების, სახურავის ნახაზები და სქემები, კონსტრუქციული ელემენტების/კვანძების და დეტალების ნახაზები, სანიტარულ-ტექნიკური მოწყობილობების და ტერიტორიის კეთილმოწყობის ნახაზები.

სართულის გეგმა შეიცავს ყველაზე მეტ ინფორმაციას და ორიენტირია დამატებითი კვეთებისა და დეტალების მდებარეობისთვის. სართულის გეგმა, ფაქტობრივად, არის ამავე სართულის დონიდან ზემოთ 106-122 სმ-მდე ჰორიზონტალურ სიბრტყეში აღებული კვეთი. გეგმა შეიძლება იყოს გამოხაზული ცვლადი დონეებით, თუ შენობაში ერთი და იმავე სართულის დონეები სხვადასხვა ნიშნულზეა. სართულის გეგმაში ჩანს სართულის გამოყვანა, კედლები, კარები, კიბის მარშები, ბუხრები, ჩაშენებული კარადები და მექანიკური აღჭურვილობა. მრავალსართულიანი შენობის

ნახაზები შეიცავს ყველა სართულის გეგმას. სართულის გეგმები საჭიროა შენობის საერთო წარმოდგენისათვის.

პირველი სართულის გეგმა





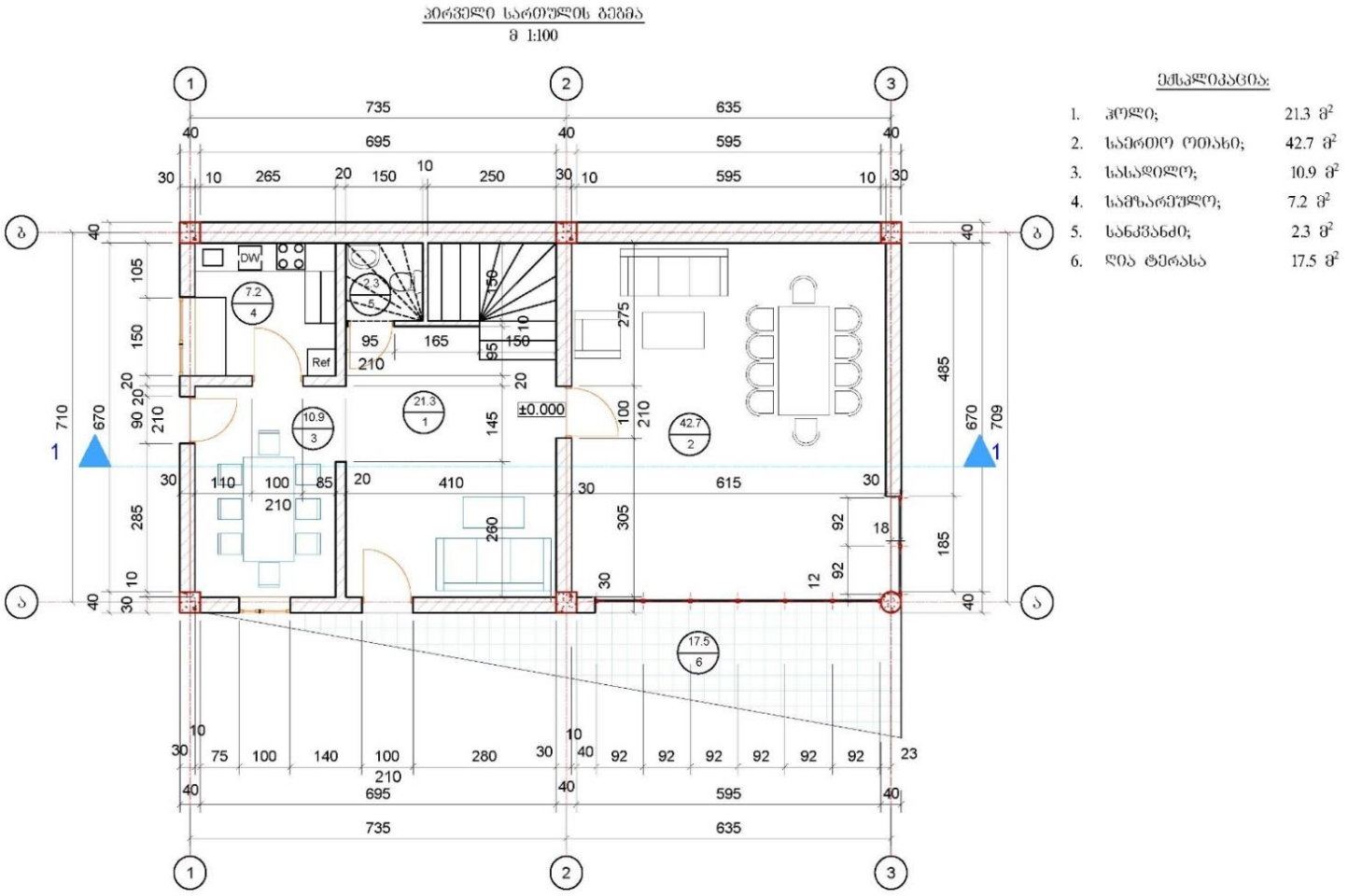




სართულის გეგმის სურათები სხვადასხვა შენობებისთვის

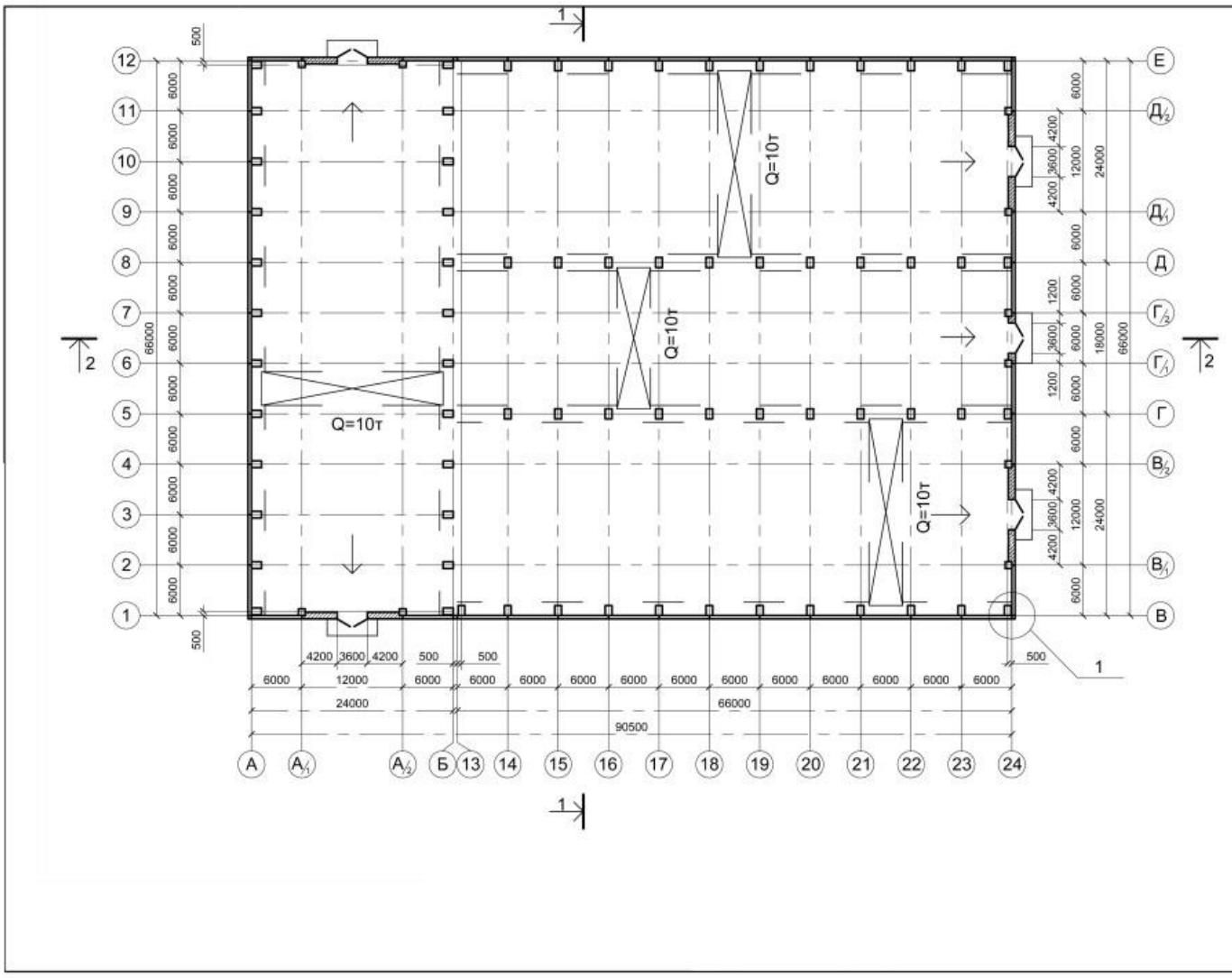
1.2.4. მარტივი საცხოვრებელი სახლის და სამრეწველო შენობის გეგმის აგება

სამოქალაქო ან სამრეწველო შენობის გეგმა წარმოადგენს გამოსახაზი სართულის იატაკიდან სიმაღლის ერთ მესამედსა ან ერთი მეტრის დონეზე შესრულებულ ჭრილს (ჰორიზონტალური სიბრტყით წარმოსახვითი). ჭრილში გამოხაზულია ფანჯრის და კარის ღიობები.



ნახაზი 15. მარტივი საცხოვრებელი სახლის პირველი სართულის გეგმა

სამრეწველო შენობის გეგმა



ნახაზი 16.

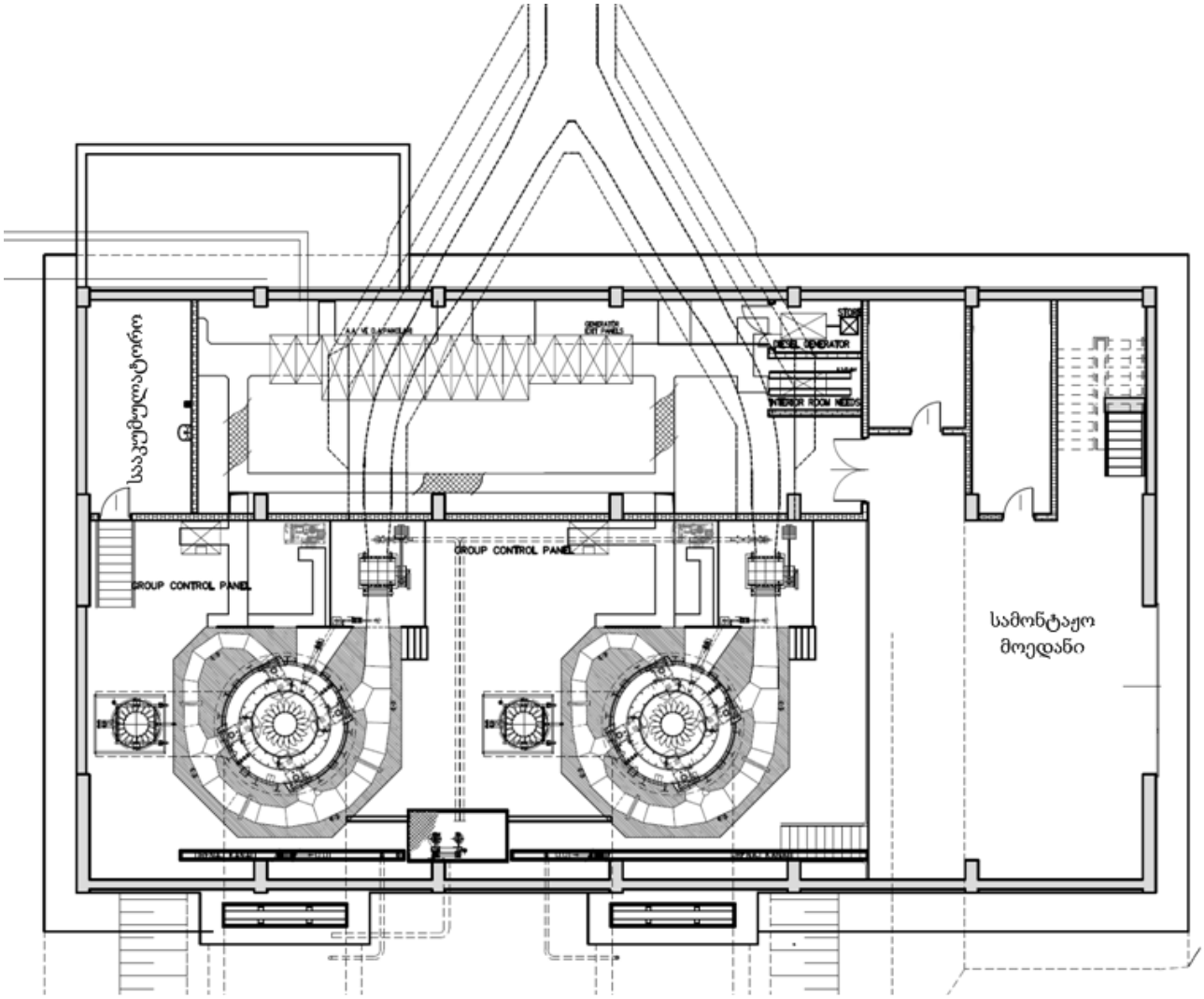
- მარტივი საცხოვრებელი სახლების სართულების, სარდაფის, სახურავის, ფასადების და გადახურვის გეგმები იხაზება 1:100, 1:200 მასშტაბში.

- სამრეწველო შენობების სართულის გეგმები, ჭრილები, ფასადები, გადახურვის და იატაკის გეგმები იხაზება- 1:200, 1:400 მასშტაბში.

- საცხოვრებელი სახლის ფასადი, ჭრილები, სექციების გეგმები, გეგმების და ფასადების ფრაგმენტები - 1:50, 1:100.

შენობის გეგმაზე ჩანს, თუ როგორი ფორმის და ზომისაა შენობა. შეგვიძლია ვიმსჯელოთ, თუ როგორაა განლაგებული მოცემული სართულის სათავსოები, ასევე - შიდა და გარე მზიდი კედლები, კიბეები, კარებისა და ფანჯრის ღიობები, სანიტარულ-ტექნიკური მოწყობილობები და სხვა.

ავეჯის, ტექნოლოგიური და სხვა სახის მოწყობილობების კონტურები გამოიხაზება წვრილი, მთლიანი ხაზებით, ხოლო ამწეები და ამწქვეშა გზები - წყვეტილი ხაზებით.

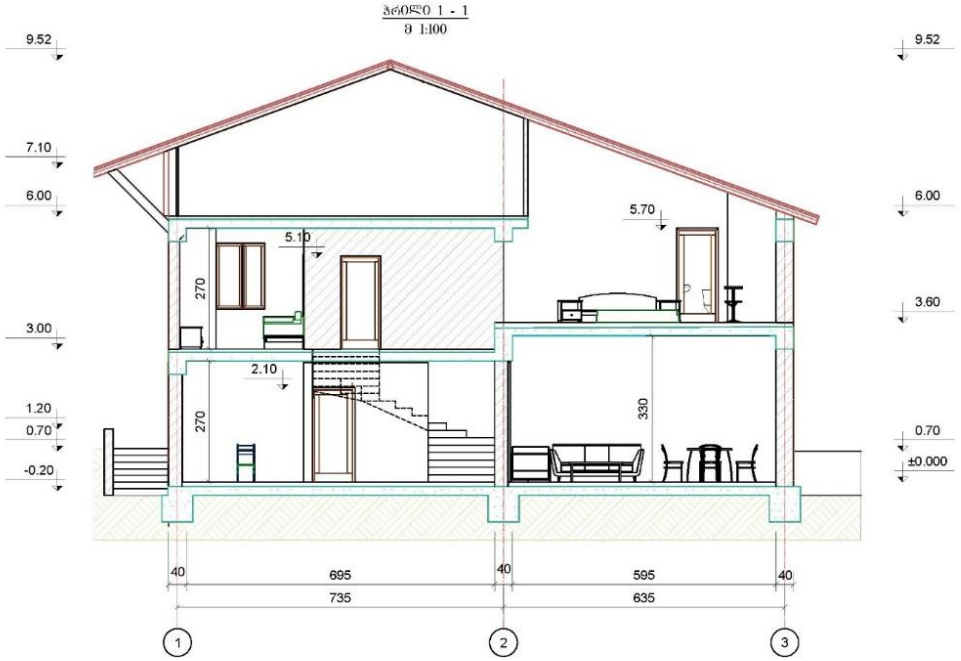


ნახაზი 17. ჰესის შენობის გეგმა

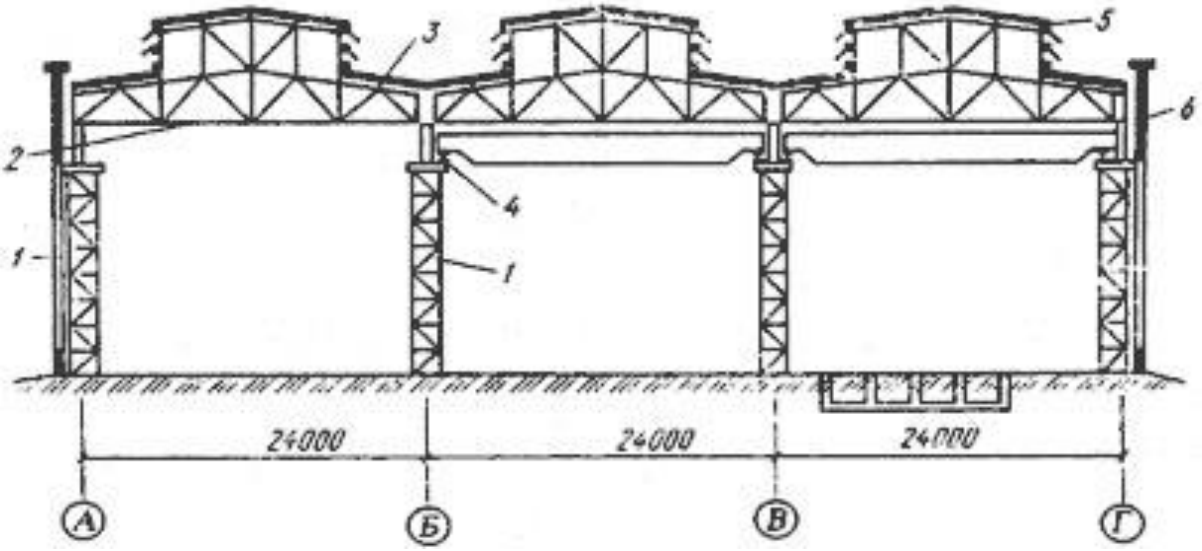
1.2.5. მარტივი საცხოვრებელი და სამრეწველო შენობების გრძივი და განივი ჭრილები

ჭრილი ეწოდება გადაწყვეტილებას, რომელიც მიიღება შენობის (ნაგებობის) წარმოსახვითი ვერტიკალური სიბრტყით გაკვეთის შედეგად. როგორც წესი, წარმოსახვით მკვეთ სიბრტყეებს ატარებენ ისე, რომ კვეთაში მოყვეს ფანჯრების და კარების/ჭიშკრების ღიობები. ჭრილი კეთდება იმ მიმართულებით, საიდანაც გვსურს შენობის დანახვა. ჭრილი ძირითადად კეთდება კიბეზე.

საცხოვრებელი სახლის ჭრილი მ 1:100



სამრეწველო შენობის განივი ჭრილი მ 1:100



შენობის ჭრილების ნახაზების შესრულება თავდაპირველად იწყება საკოორდინატო ღერძების დატანით, შემდგომ ინიშნება კედლების და გადახურვის კონტურები. მკვეთ სიბრტყეში მდებარე შენობის კონსტრუქციების კონტურები იხაზება სქელი უწყვეტი ძირითადი ხაზით, ხოლო წარმოსახვითი მკვეთი სიბრტყის იქით მდებარე კონტურები - მთლიანი წვრილი ხაზით.

ჭრილების ნახაზებზე ნაჩვენები უნდა იყოს მეზობელ საკოორდინატო და კიდურა ღერძებს შორის მანძილები, სათავსოს სიმაღლე, გადახურვების და კედლების მიბმა შენობის საკოორდინატო ღერძებთან, ფანჯრების და კარების ღიობების ზომებისა და დონეების მიბმა.

ჭრილებზე უჩვენებენ კონსტრუქციული და არქიტექტურული ელემენტების ნიშნულებს, კერძოდ: მიწის ნიშნული, სართულების სუფთა იატაკებისა და ფანჯრების ღიობების ნიშნულები; კარნიზის, ბურულის, კეხის, კედლების, კედლების საფეხურების, ერთსართულიანი შენობის გადახურვის მზიდი კონსტრუქციების ქვედა კიდის ნიშნულები; მრავალსართულიანი შენობის ზედა სართულის გადახურვის ფილების ქვედა კიდის და კედელში ჩატანებული კონსტრუქციული ელემენტების საყრდენი ნაწილების ქვედა კიდეების ნიშნულები. სამრეწველო შენობის ჭრილებზე უჩვენებენ სვეტების ზედა კიდეების ნიშნულებს, რომლებიც მზიდი კონსტრუქციების საყრდენებს წარმოადგენს. ასევე, ამწქვეშა რელსების თავების ნიშნულებს, ბაქნების ნიშნულებს და სხვა.

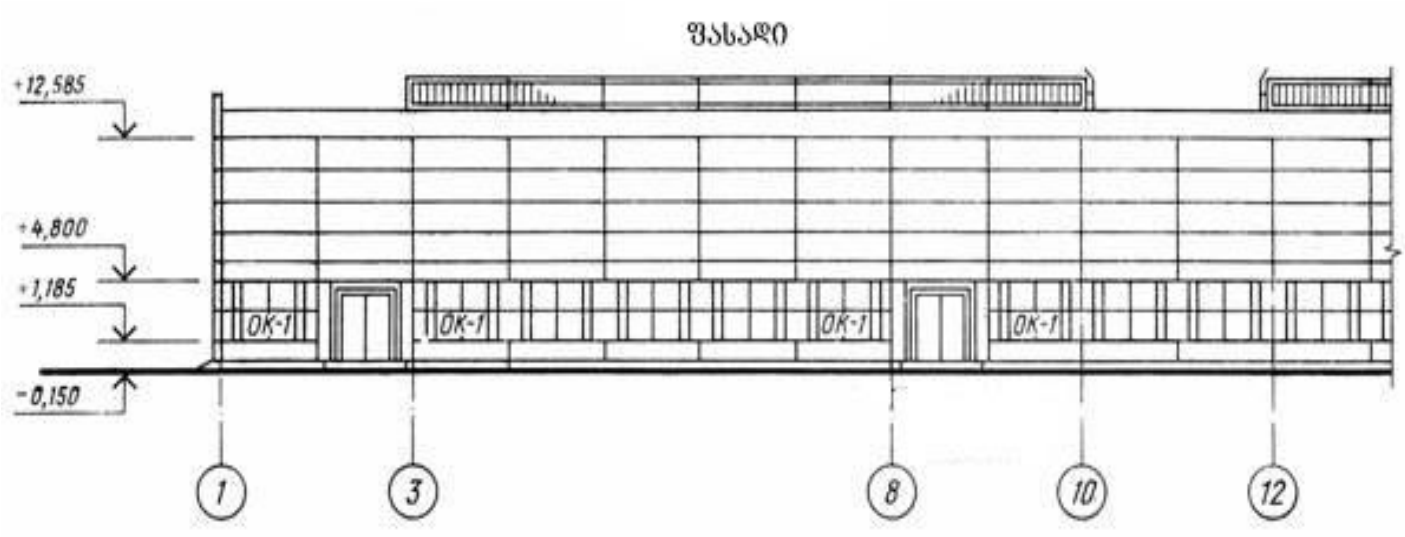
1.2.6. მარტივი საცხოვრებელი და სამრეწველო შენობების ფასადი

ფასადს უწოდებენ შენობის ხედს წინა მხრიდან, უკანა მხრიდან ან გვერდიდან. შენობის წინა ხედს ხანდახან **მთავარ ფასადს** უწოდებენ, უკანა ხედს - ეზოს ფასადს, მარჯვენა და მარცხენა მხრიდან ხედებს კი - **სატორსო (გვერდით) ფასადებს.** შენობათა გეგმარებში ფასადების დასახელებებს აღნიშნავენ საკოორდინატო ღერძების შესაბამისად. ფასადის დასახელებაში უჩვენებენ კიდურა მარცხენა და კიდურა მარჯვენა საკოორდინატო ღერძებს. მაგალითად, „ფასადი 1-3“ ან „ფასადი ა-გ“. ერთნაირ (ურთიერთ სარკისებურ) ფასადებს აღნიშნავენ ორივე ფასადის ღერძების აღნიშვნით. მაგ; „ფასადი ა-გ“ და „ფასადი გ-ა“.

მარტივი საცხოვრებელი სახლი



სამრეწველო შენობის ფასადი



ფასადის ნახაზის მიხედვით შთაბეჭდილება გვექმნება შენობის გარე სახეზე, მისი კონსტრუქციების და არქიტექტურული ელემენტების განლაგებასა და ფორმაზე. ფასადის ნახაზზე კეთდება შენობის გარე მოპირკეთების მიმნიშნებელი მითითებები. მსხვილბლოკიანი და პანელური შენობების ფასადების ნახაზებზე უჩვენებენ კედლის დანაწევრებას პანელებად და ბლოკებად. სავალდებულოა ელემენტების მარკების მითითება. სამრეწველო შენობების ფასადებზე აღნიშნავენ ფანჯრის ღიობების შევსების ტიპებს, თუ ისინი არ შედის იმ პანელების და ბლოკების შემადგენლობაში, რომელთაგანაც იწყობა კედლები.

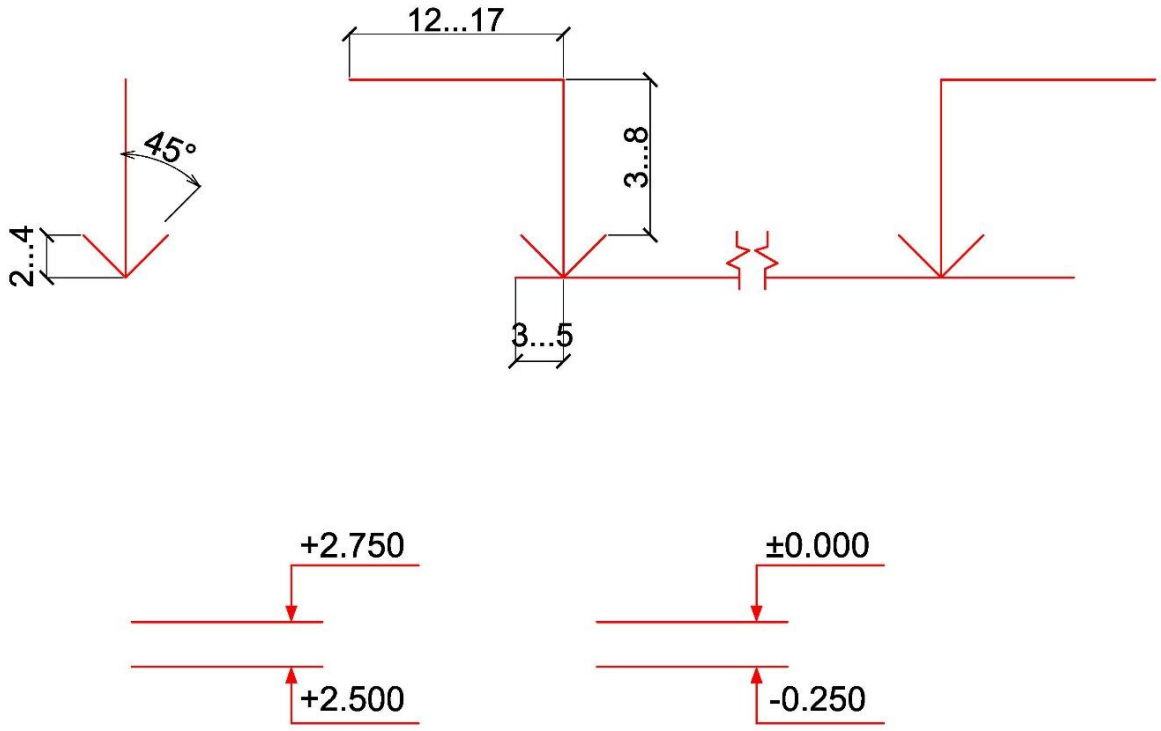
ფასადის ნახაზებზე უჩვენებენ კიდურა და სადეფორმაციო ნაკერთან მყოფი კედლების ღერძებს. ფასადის ნახაზის ფარგლებს გარეთ ორივე მხარეს უჩვენებენ მიწის ზედაპირის, შესასვლელი ბაქნების, კედლების ზედა ნაწილების, ღიობების ზედა და ქვედა ნაწილების, აივნების და სხვა ელემენტების ნიშნულებს. ფასადის ნახაზებზე უჩვენებენ მხოლოდ გაბარიტულ ზომებს.

1.2.7. შენობის ზომების, გენერალური ზომებისა და ნიშნულების გამოტანა

ზომა - ნახაზის არსებითი ელემენტია. ნახაზის წამკითხველი უნდა იცნობდეს ზომის დასმის სხვადასხვა მეთოდს. მხაზველები სხვადასხვაგვარად აღნიშნავენ ზომის ხაზების წყვეტას გამოსატან ხაზებზე. ამჟამად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება დახრილი ხაზის მეთოდი. სამუშაოსთვის ინდივიდუალური ხასიათის მისანიჭებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა მეთოდები.

გენერალური ზომა - შენობის კონტურის განმსაზღვრელ ძირითად ზომებს გენერალური ზომები ეწოდება.

ნიშნული არის ორი სახის-აბსოლუტური და ფარდობითი. აბსოლუტური ნიშნული არის სიმაღლე აღებული ზღვის დონიდან (საქართველოს შემთხვევაში - შავი ზღვის დონიდან). ფარდობითი ნიშნული აითვლება პირობითი ნულიდან, პირობითი ნული კი ინიშნება მიწიდან უახლოეს გადახურვაზე.



ნახაზი 18. შენობის ზომების გამოტანა

ღერძების სწორად მარკირება - დაკონტურება:

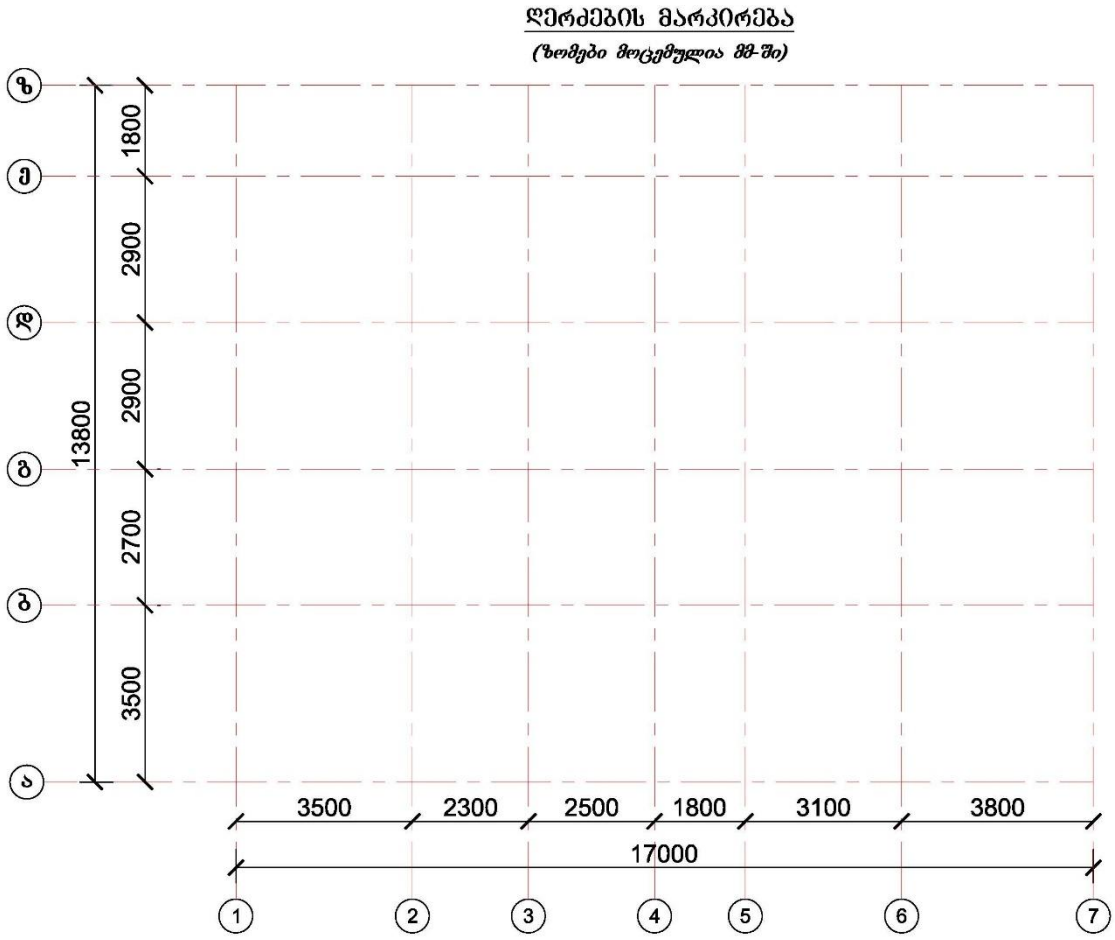
სამშენებლო ნახაზების კომპლექტს ანიჭებენ დასახელებას და განსაკუთრებულ **მარკას**.
მარკა შედგება პროექტის ნაწილის სათაურის პირველი ასოებისგან.

მაგალითად:

გენერალური გეგმა ---------- გგ
არქიტექტურული გადაწყვეტილებანი--------- აგ
კონსტრუქციები რკინაბეტონის---------- კრ
კონსტრუქციები ლითონის ---------- კლ
კონსტრუქციები ხის ---------- კხ

ღერძის კონტური დაიტანება წყვეტილ - წერტილოვანი ხაზით. (იხ. ხაზთა ტიპები).
მარკირების პრინციპი მარტივია:

1. ვერტიკალურ ღერძებზე იწერება ასოები.
2. ჰორიზონტალურ ღერძებზე იწერება ციფრები.



1.2.8. დაკვალვის ღერძთან მიბმის მეთოდები

ღერძის დაკვალვა (გატანა) წარმოადგენს გეოდეზიურ სამუშაოთა კომპლექსს, რომელიც უზრუნველყოფს ადგილზე ნაგებობის პროექტის გადატანას (მიბმას). ღერძების დაკვალვის შემდგომ მოცემული ნახაზით ხდება შენობის კონსტრუქციის მიბმა.

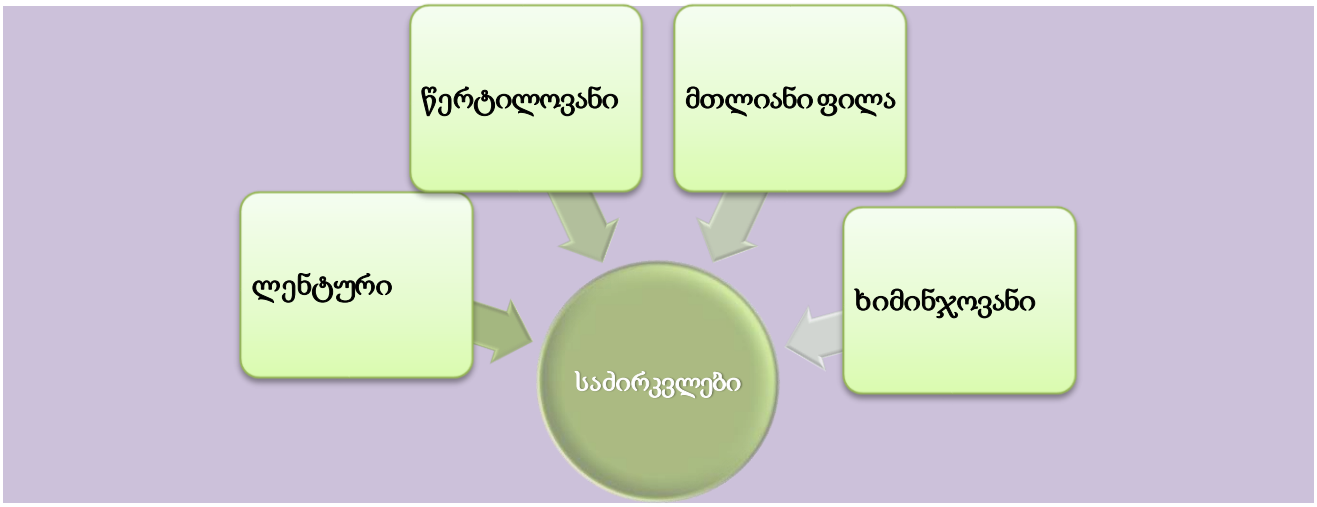


1.2.9. კონსტრუქციული ნახაზები

კონსტრუქციული ნახაზები მოიცავს საძირკველს, ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ მზიდ კონსტრუქციებს, შენობისა და სახურავის მზიდ სისტემებს მათ კვეთებსა და დეტალებთან ერთად, გამოყენებული მასალების სპეციფიკაციებს. საცხოვრებელი შენობებისთვის საძირკვლისა და სარდაფის სართულის გეგმები, როგორც წესი, მოცემულია ერთად.

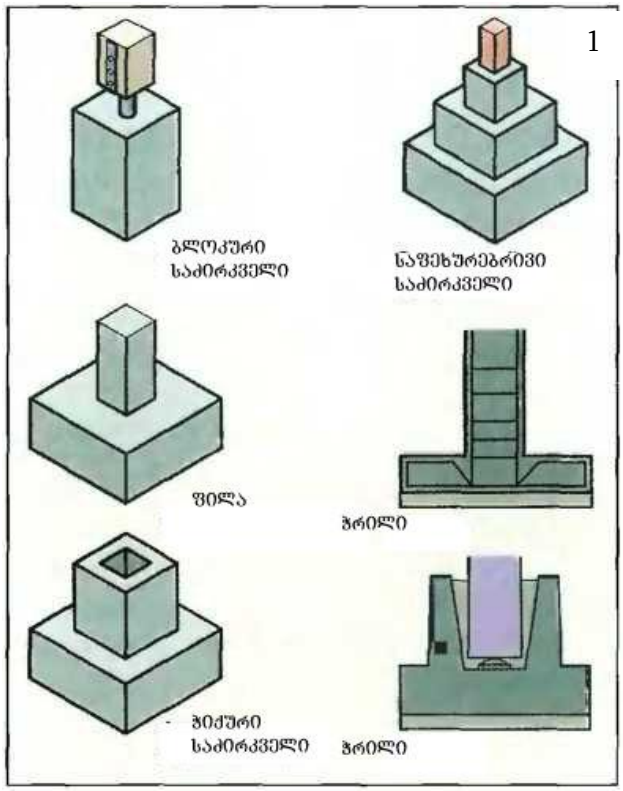
საძირკველი - შენობა-ნაგებობის მიწისქვეშა ნაწილია, რომელიც შენობიდან მიღებულ დატვირთვას გადასცემს ფუძეს (გრუნტს). კონსტრუქციული გადაწყვეტის მიხედვით არსებობს შემდეგი სახის საძირკვლები:

- **ლენტური საძირკველი** განლაგებულია შენობის მზიდი კედლების ქვეშ;
- **წერტილოვანი საძირკველი** ცალ-ცალკე მდგომი სვეტების, ბოძების, დგარების ქვეშ ეწყობა;
- **მთლიანი ფილა (მონოლითური)** ეწყობა მთელი შენობის ქვეშ (მთლიანი რკინაბეტონის ან უკოჭო ფილის სახით);
- **ხიმინჯოვანი საძირკველი** გრუნტში მოთავსებული ძელური ელემენტია (სვეტი ხის, ბეტონის ან ლითონის ძელაკი), რომელიც ფუძეზე გადასცემს შენობის დატვირთვას.





ლენტური საძირკველი



წერტილოვანი საძირკველი

ხიმინჯი - გრუნტში მოთავსებული ძელური ელემენტი (სვეტი ხის, ბეტონის ან ლითონის ძელაკი), რომელიც ფუძეზე გადასცემს შენობის დატვირთვას

როსტვერკი - ხიმინჯოვანი საძირკვლის ნაწილი, რომელიც აერთიანებს ხიმინჯის თავებს და წარმოადგენს ნაგებობის საყრდენ კონსტრუქციას



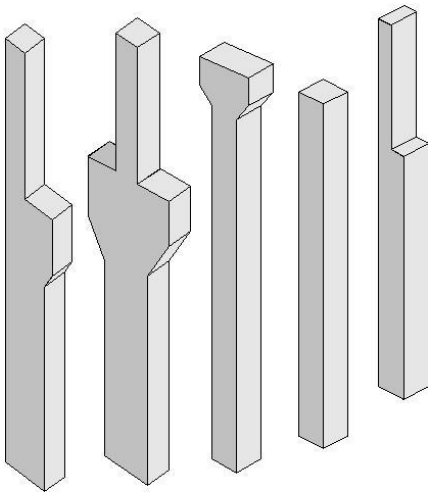
მთლიანი ფილა

ხიმინჯოვანი საძირკველი



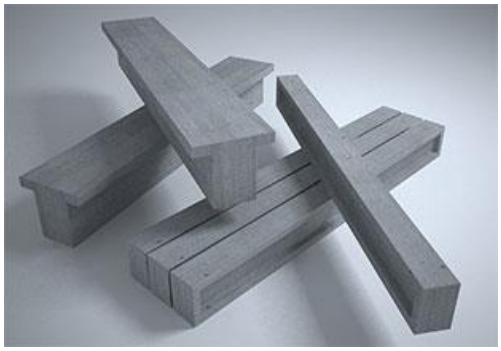
ვერტიკალური და ჰორიზონტალური კონსტრუქციები წარმოადგენს ელემენტებს, რომლებიც შენობის მზიდ კარკასს (ჩონჩხედს) შეადგენს. ეს შეიძლება იყოს მზიდი კედლები, სვეტები (ვერტიკალური კონსტრუქცია), რიგელები (სვეტიდან სვეტზე დაყრდნობილი კოჭი), კოჭები და გადახურვები (ჰორიზონტალური კონსტრუქცია).

რკინაბეტონის სვეტები - შენობის კონსტრუქციული ნაწილია, რომელიც წერტილოვნად გადასცემს ვერტიკალურ დატვირთვებს გრუნტს.

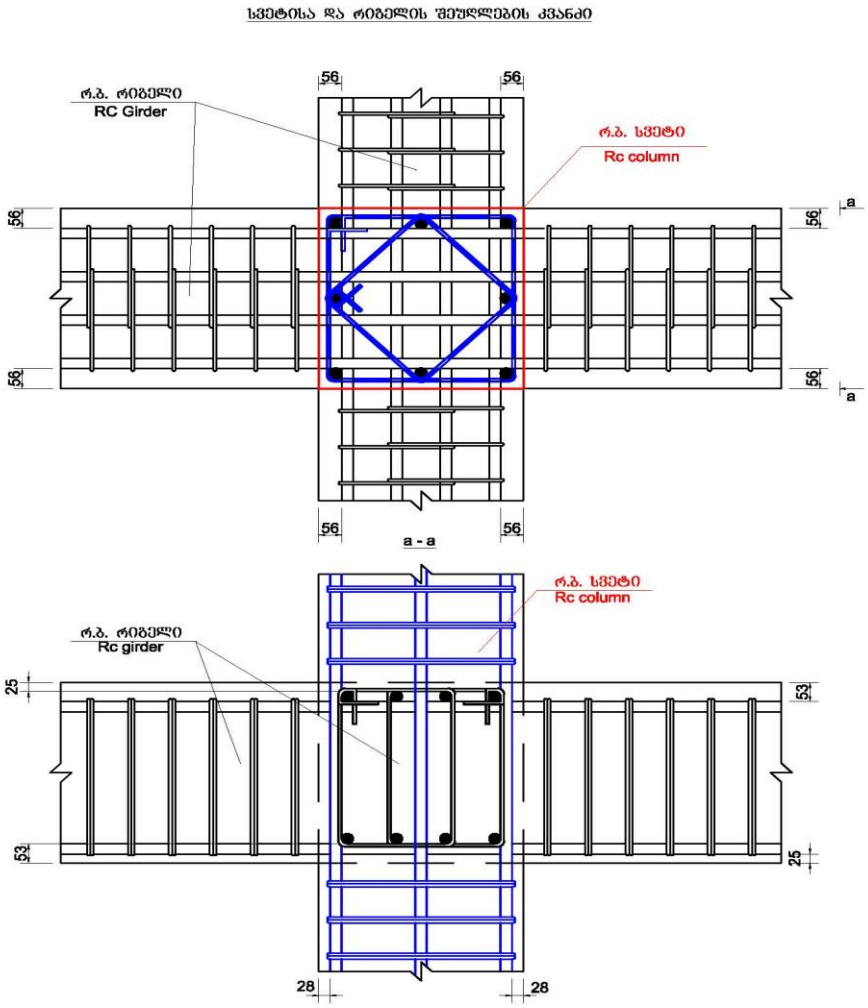


რკინაბეტონის სვეტები

რკინაბეტონის კოჭები - ჰორიზონტალური კონსტრუქციული ელემენტებია, საყრდენი სართულშუა გადახურვისათვის.

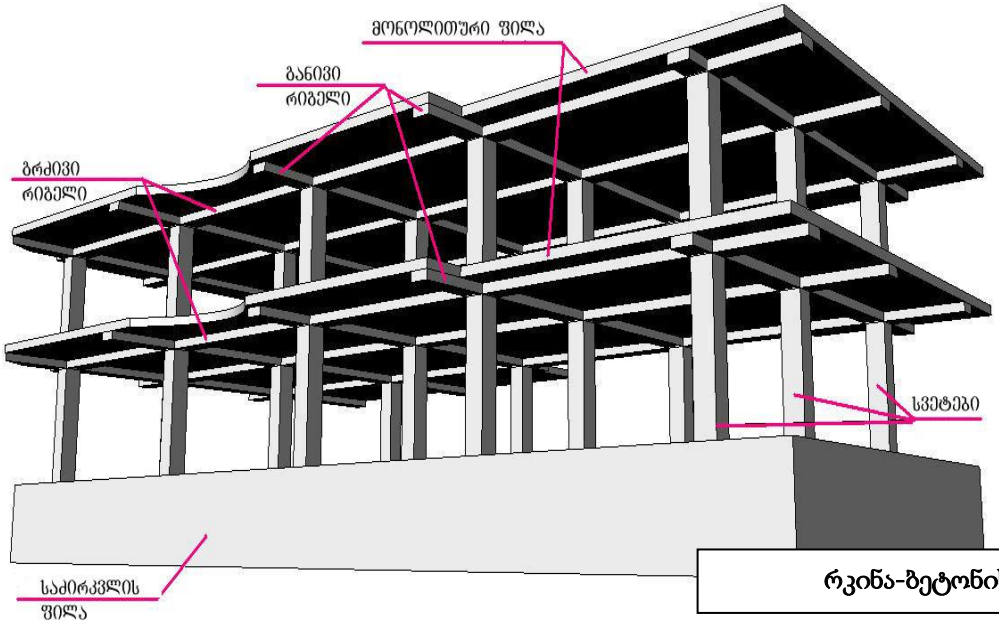


რკინაბეტონის კოჭები



სვეტისა და რიგელის შეუღლების კვანძი

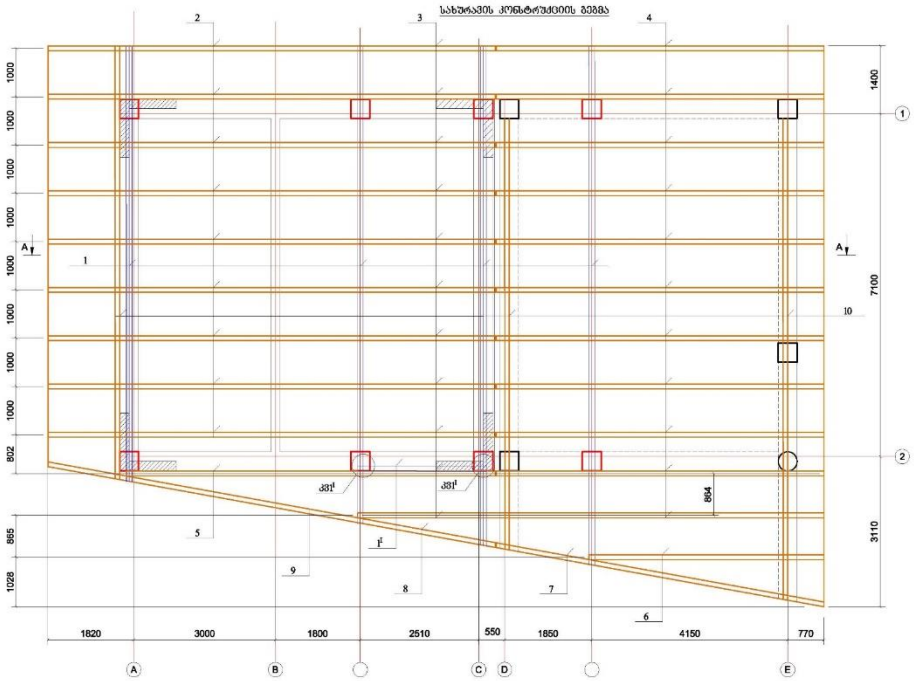
სართულშუა გადახურვის კონსტრუქციები - ყოფს შენობის შიგა სივრცეს სართულებად. გარდა ამისა, გადახურვები ღებულობს სხვადასხვა დატვირთვას: ხალხისაგან, დანადგარებისაგან, მოწყობილობისა და საკუთარი წონისაგან და გადასცემს დატვირთვას მზიდ კედლებს.



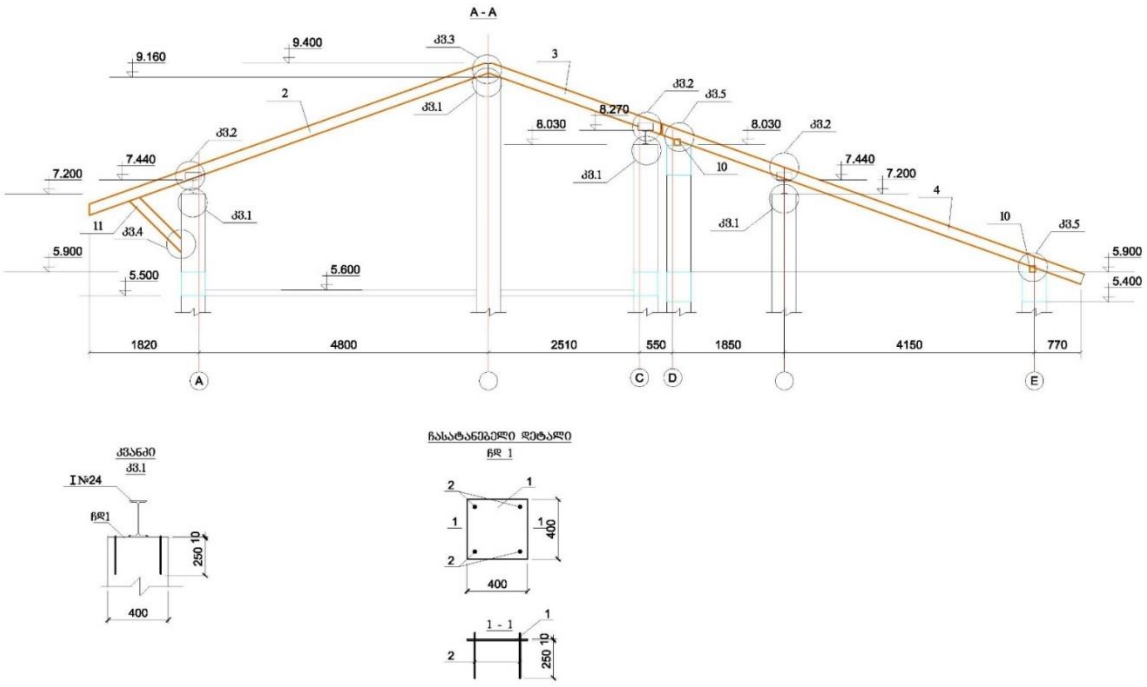
რკინა-ბეტონის კარკასი

ტიხრები _ შენობის შიგნით მოწყობილი თხელი კედლები, რომლებიც შენობის შიდა სივრცეს ყოფს სათავსებად.

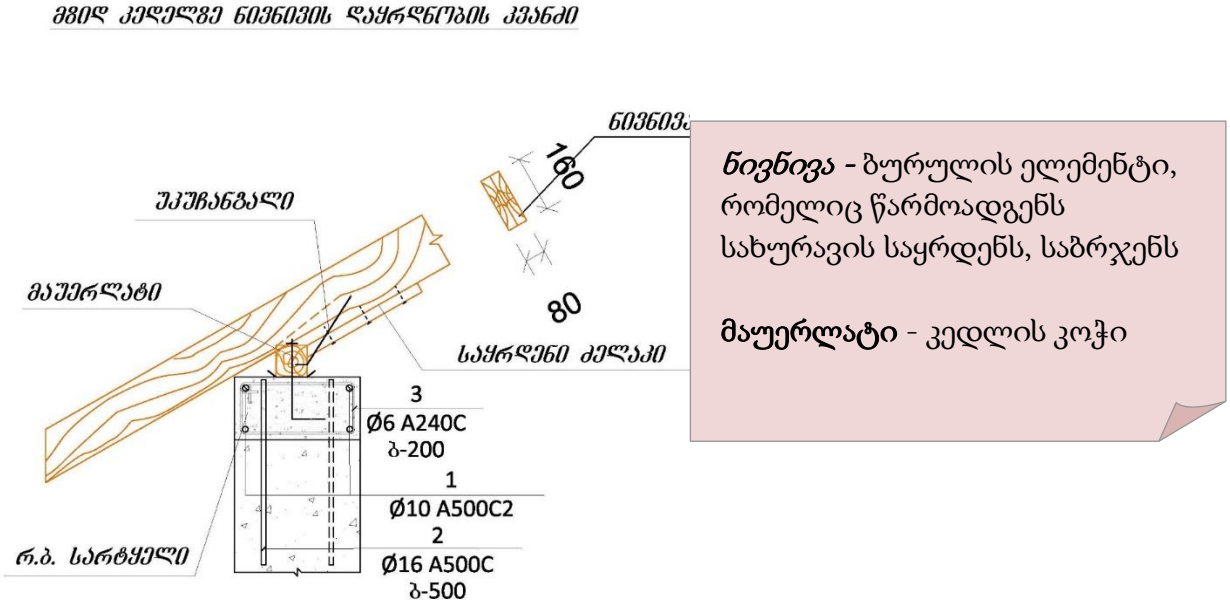
სახურავი - კონსტრუქციული ელემენტია, რომელიც ასრულებს შენობას და იცავს მას ატმოსფერული ნალექებისაგან, მზის სხივებისა და ქარისაგან. სახურავი შეიძლება იყოს: სხვენიანი და უსხვენო (შეთავსებული).



სახურავის კონსტრუქციის გეგმა



სახურავის კონსტრუქციის ჭრილი



ნივნივა - ბურულის ელემენტი, რომელიც წარმოადგენს სახურავის საყრდენს, საბრჯენს

მაუერლატი - კედლის კოჭი



1.3. კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. აღწერეთ გეგმილური ხაზვის მნიშვნელობა;
2. აღწერეთ გეომეტრიული ფიგურის ხედების აგების წესები;
3. განსაზღვრეთ სამშენებლო ხაზვის მნიშვნელობა;
4. რა პრინციპით ხდება ღერძების მარკირება-დაკონტურება?
5. რა მასშტაბებში იხაზება შენობის ფასადი, ჭრილი, გეგმა?
6. ჩამოთვალეთ სახაზავი ქაღალდის სტანდარტული ზომები.

დავალება:

გამოხაზეთ მარტივი ერთსართულიანი სახლის გეგმა ზომებით 6×7 მ. მასშტაბი 1:100. გეგმაზე გამოყავით შემდეგი სათავსები (ჰოლი, საერთო ოთახი, სასადილო, სამზარეულო, სან.კვანძი - თითოეული სათავსის ფართობი თქვენ დაადგინეთ). ნახაზზე გამოიტანეთ ზომები და ნიშნულები.

თავი 2. გამოყენებითი გეოდეზია





ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ ზუსტად განსაზღვროთ თუ რატომ არის გამოყენებითი გეოდეზია პროფესიისთვის მნიშვნელოვანი. ასევე შეძლებთ ღერძების დაკვალვას ინსტრუმენტების გამოყენებით, ტოპოგრაფიული რუკების და გეგმების კითხვას, გეომეტრიულ ნიველობაში ინსტრუმენტების გამოყენებას; დაადგინოთ დედამიწის ზედაპირის წერტილების მდებარეობა გეოდეზიური კოორდინატებით; აღწეროთ მასშტაბისა და ხაზების ორიენტირების მნიშვნელობა.

გეოდეზია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს ,,მიწის დაყოფას". ასეთი განმარტება აღარ შეესაბამება თანამედროვე მოთხოვნებს. იგი მხოლოდ მიუთითებს იმ ხასიათის სამუშაოებზე, რომლებსაც ძველად აწარმოებდნენ.

გეოდეზია არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს დედამიწის ფორმას, ზომებს და მისი ზედაპირის გამოსახვას სიბრტყეზე გეგმებისა და რუკების სახით. ეს შესწავლა ხდება გაზომვების საშუალებით, მისი შედეგების შემდგომი მათემატიკური დამუშავებით და ქაღალდზსაან ელექტრომატარებლებზე გამოსახვით.

უმაღლესი გეოდეზია შეისწავლის დედამიწის ფორმასა და ზომებს, იკვლევს დედამიწის ქერქის დეფორმაციას, მისი ზედაპირის ცალკეული წერტილების კოორდინატების განსაზღვრის მეთოდებს.

ტოპოგრაფია (ადგილმდებარეობის აღწერა) სწავლობს დედამიწის შედარებით მცირე ნაწილების გამოსახვის წესებს ტოპოგრაფიული რუკებისა და გეგმების სახით.

გეოდეზიის ძირითადი ამოცანებია:

1. დედამიწის ზედაპირზე ცალკეული წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა;
2. მთლიანი დედამიწის ფორმისა და ზომის განსაზღვრა;
3. დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე ცვლილებების შესწავლა.

გეოდეზიის (ტოპოგრაფიის) ძირითადი ამოცანებია:

1. სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის წერტილების გახშირება;
2. აგეგმვითი სამუშაოების წარმოება (ტოპ. გეგმებისა და რუკების მიღება);
3. ძიების დროს სხვადასხვა გაზომვების ჩატარება.

გამოყენებით (საინჟინრო) გეოდეზიას აქვს განსაკუთრებული გამოყენებითი მნიშვნელობა მეურნეობის სხვადასხვა სფეროში. საინჟინრო გეოდეზიური მეთოდები ფართოდ გამოიყენება გზების, ხიდების, საგზაო გვირაბების, აეროდრომების, არხების, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო შენობა-ნაგებობების, ჰიდრომელიორაციული მშენებლობების პროექტირების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის საქმეში. გამოყენებით გეოდეზიის ამოცანებში შედის:

პროექტირებისათვის მასალების მოძიება, დაკვალვითი სამუშაოები, პროექტით გათვალისწინებული ნაგებობების გეომეტრიული ფიგურებისა და ზომების ნატურში გადატანა, საშემსრულებლო ნახაზების კეთება ობიექტების პროექტიდან გადახრების გამოსავლენად, ნაგებობათა დეფორმაციების შესწავლა.

2.1 გეოდეზიის განვითარების ისტორია

გეოდეზია, როგორც მეცნიერება, წარმოიშვა უძველეს დროში, მაშინ, როდესაც მეურნეობის განვითარებისათვის საჭირო გახდა დედამიწის ზედაპირის შესწავლა. ჩვ.წ-აღმდე XVIII საუკუნეში ეგვიპტეში იცოდნენ მიწის გაზომვის ტექნიკა, ხოლო ჩვ.წ-აღმდე X საუკუნეში ჩინეთში ადგენდნენ რუკებს და გეგმებს.

ტოპოგრაფია - ადგილმდებარეობის აღწერა

მერიდიანი - დედამიწის პოლუსების შემაერთებელი წრეხაზები

პირველად სიტყვა გეოდეზია გამოიყენა არისტოტელემ ნაშრომში "მეტაფიზიკა". ჩვ.წ-აღმდე IV საუკუნეში არისტოტელემ წამოაყენა მოსაზრება დედამიწის ბურთისებური მოყვანილობის შესახებ, ხოლო ერატოსთენემ ჩვ.წ-აღის III საუკუნეში განსაზღვრა დედამიწის ფორმა და ზომა.

გეოდეზიის და კარტოგრაფიის განვითარებაში დიდი შემოქმედებითი როლი შეასრულა ელინისტურმა კულტურამ. ამ კულტურის ცენტრი იყო ალექსანდრე მაკედონელის მიერ დაარსებული ეგვიპტის დედაქალაქი ალექსანდრია, თავისი განთქმული მუზეუმითა და ბიბლიოთეკით. აქ ინახებოდა 70 ათასამდე ხელნაწერი. აქვე განათლება მიღებული ჰქონდათ არქიმედეს, ერატოსთენეს, არისტოტელეს, პტოლომეს და სხვებს. მე-3 საუკუნემდე გაბატონებული იყო აზრი, რომ დედამიწა წარმოადგენს მრგვალ დისკოს, რომელიც წყალში დაცურავდა. ჩვ.წ-აღმდე 384-322 წ. არისტოტელემ გამოთქვა აზრი დედამიწის ბურთისებური მოყვანილობის შესახებ, ხოლო ერატოსთენემ ასტრონომიული გაზომვების გზით განსაზღვრა ამ ბურთის სიდიდე.

გეოცენტრული სისტემა - მზის სისტემის შესახებ მოძღვრება, რომლის მიხედვითაც უძრავი დედამიწა იყო სამყაროს ცენტრი, რომლის გარშემოც ბრუნავდა არა მარტო მთვარე, არამედ მზე და ვარსკვლავებიც.

ჰელიოცენტრული სისტემა - მზის სისტემის შესახებ მოძღვრება, რომლის მიხედვითაც მზე წარმოადგენს ცენტრს და მის გარშემო მოძრაობენ პლანეტები.

ტაქეომეტრი - გეოდეზიური ხელსაწყო, რომლითაც სწრაფად არკვევენ ჰორიზონტალურ მანძილებსა და სიმაღლეებს.

ჩვ.წ-აღმდე. II ს-ში ალექსანდრიელმა ასტრონომმა ჰიპარქემ გამოიგონა კუთხმზომი გეოდეზიური ინსტრუმენტი-,,ასტროლაბი". ერატოსთენე, რომელიც იყო ალექსანდრიის მთავარი ბიბლიოთეკარი, ითვლება პირველ გეოდეზისტად, ვინაიდან მან პირველად გაზომა მერიდიანის რკალის სიგრძე დედამიწის ზომების დასადგენად. როგორც ცნობილია, V - XV საუკუნეები ხასიათდება კულტურისა და მეცნიერების საერთო დაცემითა და რეგრესით. ძველი

კულტურა მივიწყებულ იქნა და იმდროინდელი რუკები უფრო დაბალი დონისა იყო, ვიდრე წინა პერიოდისა. მიზეზი ის იყო, რომ რომის იმპერიას შემოესია მომთაბარე ველური ტომები – ჰუნები, გუთები, ვანდალები, რომლებმაც დაარბიეს ქვეყანა და ცეცხლს მისცეს მისი კულტურა.

XIV საუკუნეში იტალიასა და სხვა ქვეყნებში იწყება ძველი ანტიკური მივიწყებული კულტურის აღდგენა და აღორძინება. აღორძინების, ანუ რენესანსის ცენტრად გვევლინება იტალიის ქალაქი ფლორენცია. ბუნებრივია ამ პროცესმა ხელი შეუწყო გეოდეზიის განვითარებასაც. ამ პერიოდში ცხოვრობდნენ გამოჩენილი მეცნიერები: კოპერნიკი, ჯორდანო ბრუნო, გალილეო გალილეი. კოპერნიკმა უარყო აზრი იმის შესახებ, რომ დედამიწა წარმოადგენდა სამყაროს ცენტრს (გეოცენტრული სისტემა) და შექმნა ახალი მოძღვრება, რომლის თანახმად, დედამიწა და სხვა პლანეტები ბრუნავდა მზის გარშემო (ჰელიოცენტრული სისტემა). ამ მოძღვრების წინააღმდეგ სასტიკად გაილაშქრა ეკლესიამ და მისი მსხვერპლნი გახდნენ კოპერნიკის ერთგული მიმდევრები - ჯორდანო ბრუნო და გალილეო გალილეი. ინკვიზიციამ გაასამართლა ისინი და ჯორდანო ბრუნო კოცონზე დაწვა, ხოლო გალილეო გალილეი გააძევეს ფლორენციიდან. დიდი დრო დასჭირდა ადამიანის გონებას, სანამ ამ მოძღვრებას მიიღებდა.

XVII საუკუნიდან იწყება დედამიწის ფორმისა და ზომის დეტალური შესწავლა. ახალმა გაზომვებმა დაადასტურა ნიუტონის მოსაზრება, რომ დედამიწას აქვს ელიფსის ფორმა.

XX საუკუნის ბოლოს სერიულად იწყება ელექტრონული ტაქეომეტრების და გლობალური პოზიციონირების სისტემის მიმღებების გამოშვება, რომელთა გამოყენებამ გეოდეზიაში მოახდინა რევოლუცია. აღნიშნულმა გეოდეზიურმა ინსტრუმენტების გამოგონებამ და მისმა წარმოებაში დანერგვამ ბიძგი მისცა გეოდეზიის შემდგომ განვითარებას.

საქართველოში გეოდეზია სათანადო დონეზე იდგა. ჯერ კიდევ XII საუკუნეში ფართოდ იყენებდნენ ნიველობის პრინციპს, რომლის გამოყენებითაც გაყვანილ იქნა სამელიორაციო არხები, აიგო მრავალი ნაგებობა. ერთ–ერთ ასეთ რთულ საინჟინრო ნაგებობას წარმოადგენს ვარძია - კლდეში გამოკვეთილი ქალაქი თავისი დარბაზებით, წყალსადენებით, გვირაბებით.

2.2 დედამიწის ფორმა და ზომა



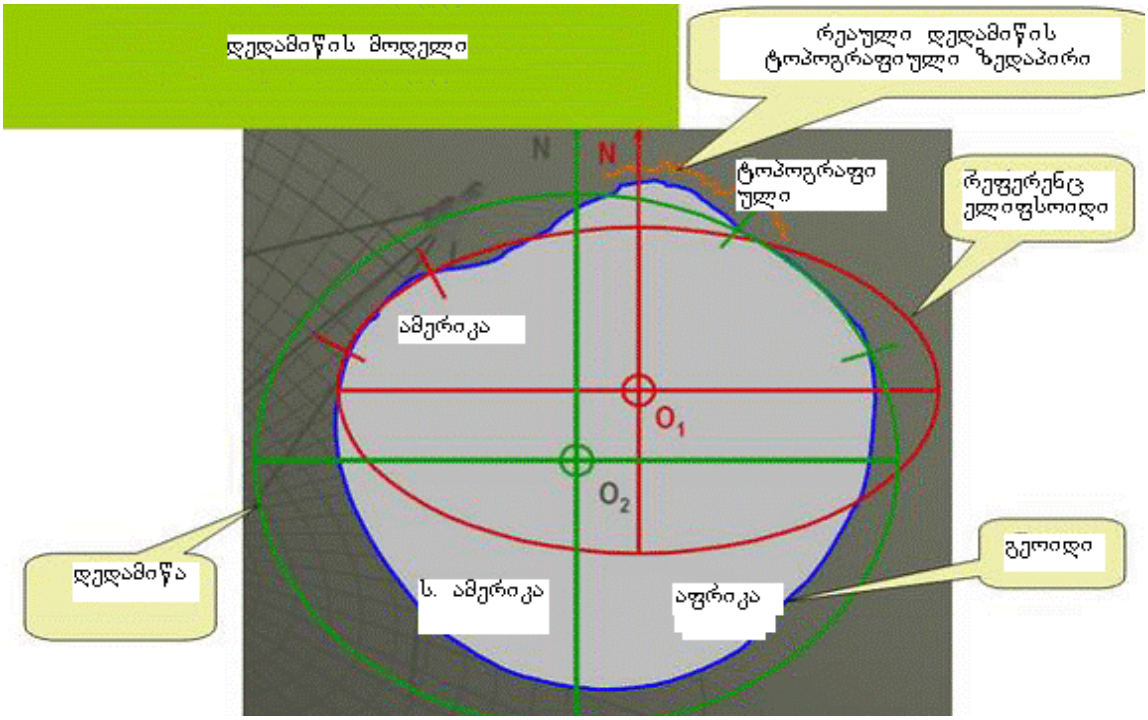
დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის 71% (დაახლოებით 510 მლნ კვ. კმ) წყალს უკავია, ხოლო დაახლოებით 29% - ხმელეთს. ხმელეთის საშუალო სიმაღლე შეადგენს 875 მ-ს. ოკეანის საშუალო სიღრმე არის 3800 მ. ამავე დროს ხმელეთის უმაღლესი წერტილი ზღვის დონიდან 8882 მეტრია (ევერესტი).

პლანეტა დედამიწა

ჯერ კიდევ ჩვ.წ-აღმდე IV საუკუნეში არისტოტელე ამტკიცებდა, რომ დედამიწას აქვს ბურთისებრი მოყვანილობა. ხოლო III საუკუნეში ალექსანდრიელმა მეცნიერმა ერატოსთენემ განსაზღვრა ამ სფეროს მიახლოებითი სიდიდე. მან

ჩათვალა, რომ ქალაქი სიენა და ალექსანდრია მდებარეობდა ერთ მერიდიანზე (სინამდვილეში განსხვავება $3^{0)}$.Mრომელთა შორის მანძილი, ქარავნების მიმოსვლის სიჩქარისა და დროის დაკვირვებაზე დაყრდნობით, 792 კმ–ის ტოლად მიიღო. ჩატარებული გამოთვლებით დედამიწის რადიუსი კი R=6311კმ მიიღო. იმ დროისათვის აღნიშნული შედეგი საკმაოდ ზუსტად უნდა ჩაითვალოს, მაგრამ მთავარი სიზუსტე კი არ არის, არამედ ის, რომ პრინციპი, რომელიც გამოიყენა ერატოსთენემ, ამჟამადაც აქტუალურია გეომეტრიული მეთოდით დედამიწის ზომების დადგენის მიზნით. მეცნიერული საფუძველი ამ საკითხს ჩაეყარა მას შემდეგ, რაც ნიუტონმა დაამტკიცა, რომ დედამიწას აქვს არა სფეროს, არამედ ელიფსის ფორმა (მეორე მიახლოვება). დედამიწის ფორმად იღებენ არა ხმელეთის, არამედ მშვიდ მდგომარეობაში მყოფ მსოფლიო ოკეანის ზედაპირს, რომელიც წარმოდგენით გაგრძელებულია დედამიწის გარშემო ხმელეთის ქვეშ. ამას **დონებრივი ზედაპირი** ეწოდება. მას, გერმანელი მეცნიერის ლისტინგის წინადადებით, 1873 წ-ს **გეოიდი** უწოდეს (მესამე მიახლოება).

გეოიდს აქვს რთული არამათემატიკური ზედაპირი, რომლით სარგებლობა დიდ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. ამიტომ საჭირო გახდა გეოიდის შეცვლა ისეთი მათემატიკური ზედაპირით, რომელიც კარგად უთავსდება მას. გეოდეზიაში გეოიდის ფიგურის ნაცვლად ელიფსოიდს (რეფერენც ელიფსოიდი) იღებენ. ელიფსოიდი ხასიათდება შემდეგი მახასიათებლებით: დიდი ნახევარღერძი a , მცირე ნახევარღერძი b და შეკუმშულობა α (ალფა).



გეოიდი

ასხვავებენ ორი სახის ელიფსოიდს: **მთლიანი დედამიწის ელიფსოიდი** (მსოფლიო ელიფსოიდი), რომელიც ახლოსაა დედამიწის ფორმასთან და **სამუშაო ელიფსოიდი, ანუ რეფერენც ელიფსოიდი,** რომელიც ყველაზე უფრო ახლოსაა გეოიდთან ერთი სახელმწიფოს ან მეზობელ სახელმწიფოთა ჯგუფისათვის. სხვადასხვა ქვეყანაში მიღებული იყო ელიფსოიდის განსხვავებული ზომები.

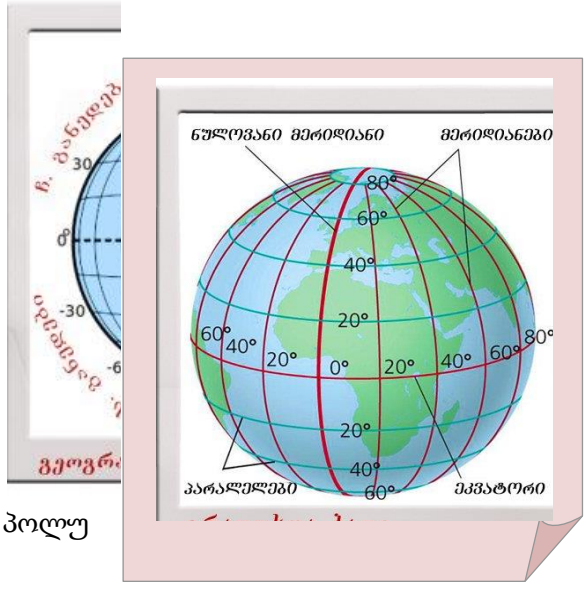
ავტორი	წელი	a	b	შეკუმშულობა
დალამბრე	1800	6 375 653	6 356 564	1:334
ბესელი	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,2
ჟდანოვი	1893	6 377 717	6 356 433	1:299
ჰეიფორდი	1910	6 378 388	6 356 912	1:297
კრასოვსკი	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3

ცხრილი 1. ელიფსოიდის ზომები

ამჟამად ელიფსოიდის ზომები განსაზღვრული აქვს თითქმის ყველა დიდ სახელმწიფოს. 1999 წლამდე საქართველოში მიღებული იყო კრასოვსკის ელიფსოიდის ზომები. დღეისათვის მიღებულია საერთაშორისო ელიფსოიდის პარამეტრები WGS-84, ეს ზომები შემდეგია:
a =6378137.000 m. b=6356752.314 მ. α =1:298,25722 „WGS“ ნიშნავს მსოფლიო გეოდეზიურ სისტემას, 84 კი - ამოქმედების წელს.

2.3 დედამიწის ზედაპირის წერტილების მდებარეობის განსაზღვრა

დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის წერტილებს გეოდეზიაში აგეგმილებენ დონებრივ ზედაპირზე შვეული ხაზების საშუალებით. ასეთი დაგეგმილების შემდეგ ელიფსოიდის ზედაპირზე განსაზღვრავენ წერტილების გეგმურ და სიმაღლურ მდებარეობას. წერტილების გეგმური მდებარეობის განსაზღვრა ხდება კოორდინატთა სხვადასხვა სისტემის საშუალებით. გეოდეზიაში ყველაზე ხშირად გამოიყენებენ **გეოდეზიურ და მართკუთხა კოორდინატებს.** დედამიწის ზედაპირის ნებისმიერი წერტილისათვის კოორდინატთა საერთო სისტემად ითვლება გეოგრაფიული კოორდინატთა სისტემა. ამ სისტემას შეადგენს დედამიწის ეკვატორი და საწყისი, ანუ გრინვიჩის მერიდიანი.

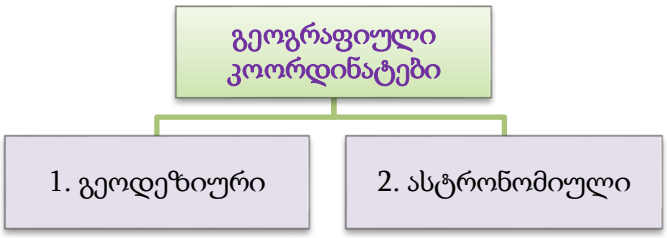


პოლუ

ეკვატორი - წარმოსახვითი გადაკვეთის ხაზი დედამიწის ზედაპირის სიბრტყეზე, პლანეტის ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულად, რომელიც მის ცენტრს ჭრის.

სებში გამავალი სიბრტყეები ელიფსოიდის ზედაპირზე წარმოქმნის მრუდებს – ელიფსებს, რომლებსაც **მერიდიანები** ეწოდება. დედამიწის ბრუნვის ღერძისადმი პერპენდიკულარული სიბრტყეები ელიფსოიდის ზედაპირზე წარმოქმნის წრეხაზებს, რომლებსაც **პარალელები** ეწოდება, უდიდეს პარალელს კი - **ეკვატორი**.

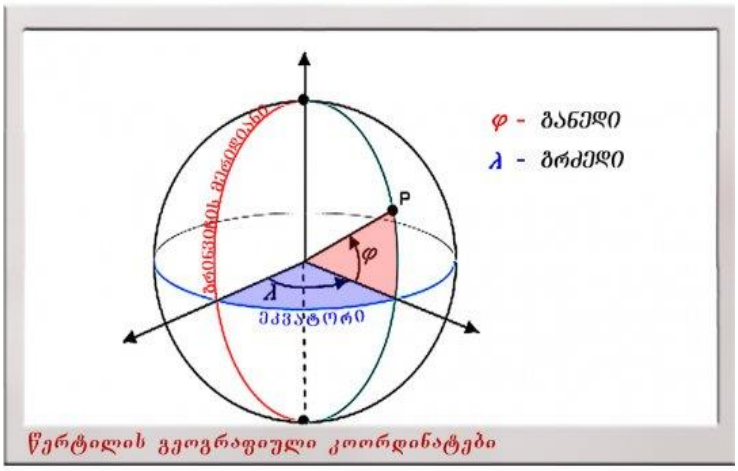
2.4 გეოდეზიური კოორდინატები



განსხვავება გეოდეზიურ და ასტრონომიულ კოორდინატებს შორის მხოლოდ ისაა, რომ გეოდეზიური კოორდინატები განისაზღვრება გეოდეზიური გაზომვების გზით, ასტრონომიული კი - ციურ სხეულებზე ასტრონომიული დაკვირვებებით.

წერტილის მდებარეობა ელიფსოიდზე განისაზღვრება გეოდეზიური კოორდინატებით.

გეოდეზიური კოორდინატებია: B – განედი, L – გრძედი.



ნახ.2.3. მერიდიანი, პარალელი, ეკვატორი, განედი და გრძედი.

განედი არის კუთხე, რომელიც შეიქმნება მოცემულ წერტილზე დაშვებულ ნორმალის ხაზსა და ეკვატორულ სიბრტყეს შორის. იცვლება 0^0-დან 90^0-მდე. ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით (ნორმალი არის ელიფსოიდის ზედაპირისადმი მხები სიბრტყის პერპენდიკულარული ხაზი).

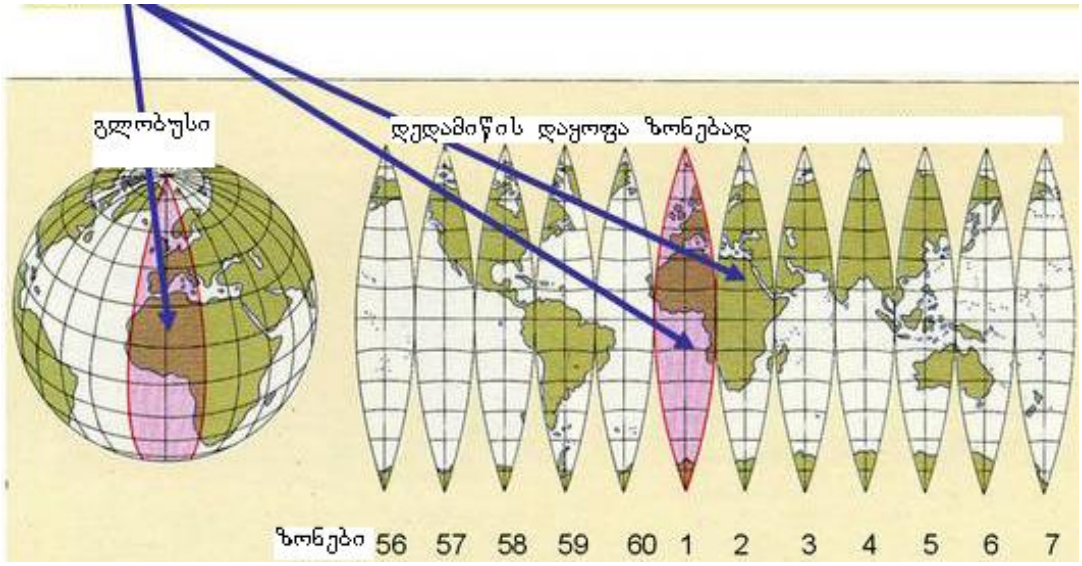
გრძედი არის ორწახნაგა კუთხე, რომელიც შეიქმნება მოცემულ წრტილზე გავლებულ მერიდიანულ სიბრტყესა და საწყის, ანუ გრინვიჩის მერიდიანულ სიბრტყეს შორის, იცვლება 0^0-დან 180^0-მდე საწყისი მერიდიანიდან Aაღმოსავლეთით და დასავლეთით.

2.4.1. მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა (ზონალური)

წერტილის მდებარეობა სიბრტყეზე შეიძლება განისაზღვროს ორი ურთიერთმართობი XX და YY ღერძისადმი. თუ ამ ღერძების მდებარეობა სიბრტყეზე ცნობილი იქნება, ღერძთა ასეთ სისტემას **მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა ეწოდება,** ხოლო ამ ღერძების გადაკვეთის ადგილს - **კოორდინატთა სათავე.**

მართკუთხა კოორდინატებია: აბსცისა – X და ორდინატა –Y.

გეოდეზიაში გამოყენებულია დეკარტეს კოორდინატთა მარჯვენა სისტემა შემდეგი მიზეზებით: როგორც ცნობილია, გეოდეზიაში გამოსავალ, მთავარ მიმართულებას წარმოადგენს დგომის წერტილის მერიდიანის შესაბამისი საშუადღეო ხაზი, რომლის მიმართებაა N ჩრდილოეთი. ამიტომ აბსცითა x ღერძი შეუთავსეს მერიდიანს, ხოლო კვადრატების ნუმერაციის ზრდის მათემატიკაში მიღებული წესი იგივე დატოვეს, ანუ მარჯვენა სისტემა მიიღეს. ბრტყელ მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში მთელი დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია 60 – 6^0 ზონად, ზონის ზედაპირს აგეგმილებენ სიბრტყეზე.



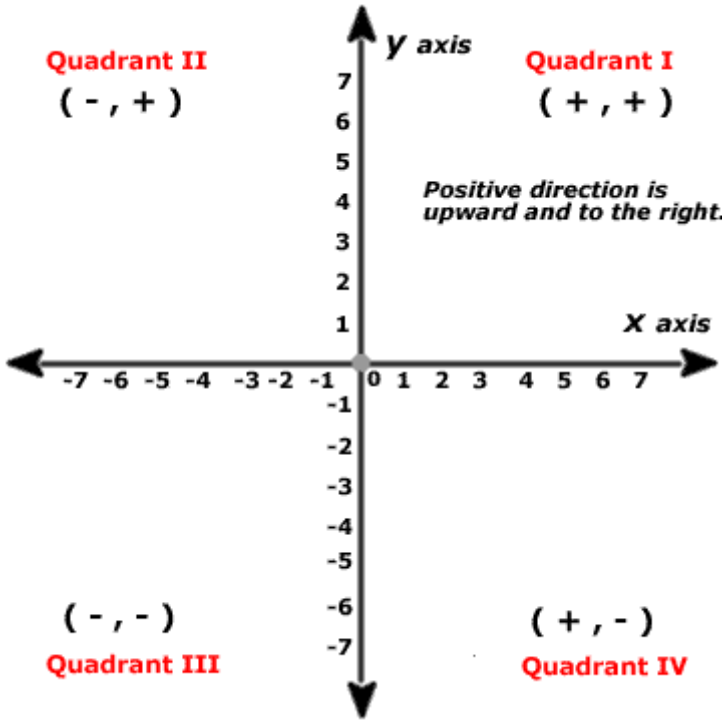
ნახ.2.4. მართკუთხა ზონალური კოორდინატები

ზონაში ღერძითი მერიდიანი ემთხვევა აბსცისთა ღერძს და ვერტიკალურია, ხოლო ორდინატთა ღერძი ჰორიზონტალურია და ემთხვევა ეკვატორს (თუმცა ბოლო დროს გამოიყენება ისეთივე

მეოთხედი

მეოთხედი

სისტემა, როგორიც მათემატიკაში მიღებული კოორდინატთა სისტემაა).



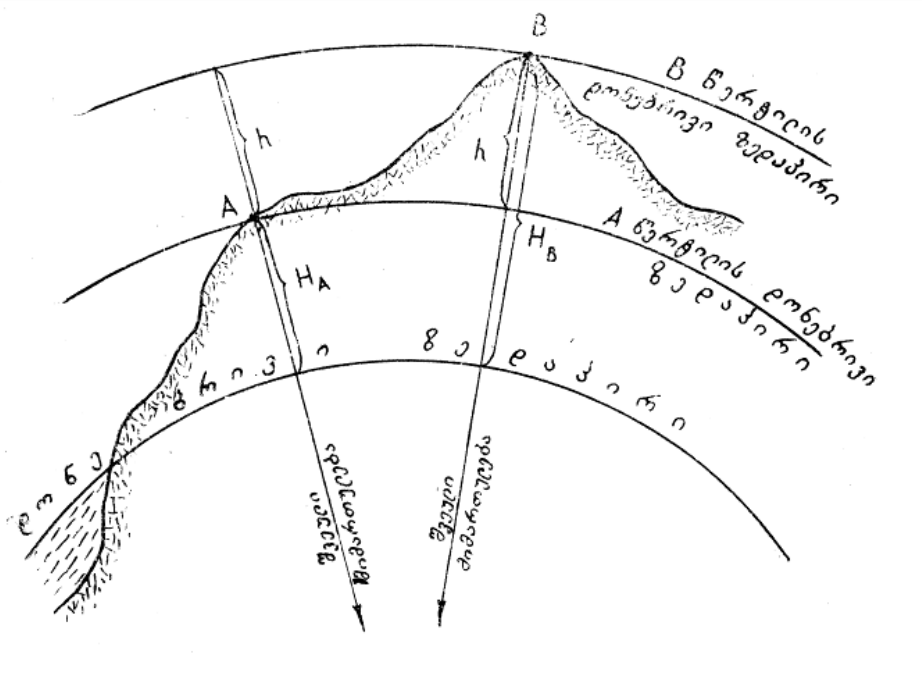
ნახ. 2.5. კოორდინატთა სისტემა

ეკვატორის ჩრდილოეთით აბსცისები დადებითია, სამხრეთით - უარყოფითი. კოორდინატები ღერძი მერიდიანიდან აღმოსავლეთით დადებითია, დასავლეთით კი - უარყოფითი.

2.5 სიმაღლური სისტემები

იმისათვის რომ დედამიწის ზედაპირზე წერტილების მდებარეობა განისაზღვროს, სრულყოფილად აუცილებელია ვიცოდეთ მესამე კოორდინატი. ესაა წერტილის სიმაღლე. აბსოლუტურ სიმაღლეს აღნიშნავენ H (Z) და ინდექსად უწერენ იმ წერტილის აღმნიშვნელ ასოს, რომლის სიმაღლეც აინტერესებთ. ასე მაგალითად: A წერტილის სიმაღლე იქნება H_A, ხოლო B წერტილისა - H_B.

სიმაღლეთა საწყისად მიღებულია შვეული მანძილი მოცემული წერტილიდან დონებრივ ზედაპირამდე. **ძირითად დონებრივ ზედაპირიდან ათვლილ სიმაღლეს აბსოლუტური სიმაღლე ეწოდება. ხმელეთის წერტილების აბსოლუტური სიმაღლეები შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი. წერტილის აბსოლუტურ სიმაღლეს ეძლევა დადებითი ნიშანი (+), თუ ის ოკეანის დონიდან მაღლა მდებარეობს, ხოლო უარყოფითი (–), თუ ოკეანის დონიდან დაბლა მდებარეობს.** ხმელეთზე უმრავლეს წერტილთათვის აბსოლუტური სიმაღლეები დადებითია, მაგრამ არის ადგილები, მაგ., კასპიის ზღვის სანაპიროზე (ბათირი –132 მ), სადაც აბსოლუტური სიმაღლეები უარყოფითია.



ნახ.2.6. აბსოლუტური და ფარდობითი სიმაღლეები

დედამიწის ზედაპირის ორ წერტილს შორის სიმაღლეთა სხვაობას ეწოდება ფარდობითი სიმაღლე. ფარდობით სიმაღლეს აღმატებას უწოდებენ და აღნიშნავენ h ასოთი. ნახაზიდან

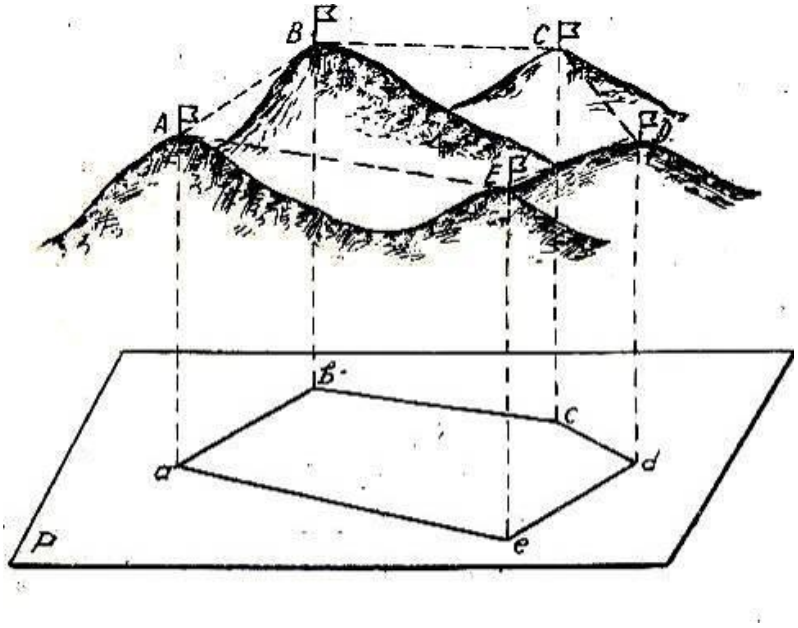
$h = H_B - H_A$

საქართველოში დედამიწის ზედაპირის აბსოლუტური სიმაღლეები აითვლება ბალტიის ზღვის დონიდან, კრონშტადტის ფუტშტოკის ნულპუნქტი. ფუტშტოკი სპილენძის ფირფიტაა, რომელზედაც მონიშნულია ბალტიის ზღვის საშუალო დონე, დადგენილი მრავალი წლის დაკვირვების შედეგად.

ფუტშტოკი - დანაყოფებიანი ლარტყა დაყენებული ნაპირთან ზღვაში, მდინარესა ან ტბაში წყლის დონის შესამოწმებლად

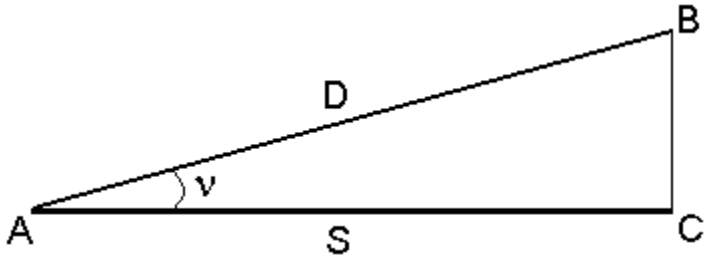
2.6. პროექციის მეთოდი გეოდეზიაში

დედამიწის ცალკეული ნაწილების სიბრტყეზე გამოსახვისათვის მიღბულია პროექციის მეთოდი: დედამიწის ზედაპირს აგეგმილებენ რომელიმე წესით მეორე ზედაპირზე (მაგ. კონუსზე, ცილინდრზე). შემდეგ ზედაპირს შლიან სიბრტყეზე და იღებენბენ რუკას. ეს ხდება მაშინ, როცა გამოსასახავი გვაქვს დედამიწის მთლიანი ან მისი ნაწილის დიდი ზედაპირი. თუ გვინდა გამოვსახოთ დედამიწის მცირე ტერიტორია, მისი გადატანა შეიძლება უშუალოდ სიბრტყეზე, რასაც **ტოპოგრაფიული რუკა, ანუ გეგმა** ეწოდება. გეგმები და რუკები მიიღება ორთოგონალური პროექციის მეთოდით: სიბრტყეზე ტერიტორიის წერტილების შვეული ხაზებით დაპროექტებით.



ნახ.2.7 ორთოგონალური პროექცია

ხაზის ორთოგონალურ პროექციას ეწოდება ამ ხაზის ჰორიზონტალური ქვედებული – S. AB ხაზსა და მის AC პროექციას შორის შექმნილ υ კუთხეს ხაზის დახრის კუთხე ეწოდება.



ნახ.2.8 ხაზის ჰორიზონტალური პროექცია

როდესაც მანძილი იზომება ლარტყაზე მანძილმზომი ძაფებით, გაზომილი ხაზის ჰორიზონტალური პროექცია გამოითვლება ფორმულითთ:

$$S=D\cos\upsilon$$

იმ შემთხვევაში, თუ მანძილი გაზომილია ბაფთით, გაზომილი ხაზის ჰორიზონტალური პროექციის გამოსათვლელი ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს :

$$S=D\cos^2\upsilon$$

ჰორიზონტალური ქვედებულების განსაზღვრისათვის ამ ფორმულის მიხედვით შედგენილია სპეციალური ცხრილები (ეგოროვის, ტაქეომეტრიული, ტუგულევის და სხვა). თუ გაზომილ სიგრძეს გამოვაკლებთ Δd შესწორებას, მივიღებთ ხაზის ჰორიზონტალურ პროექციას.

$$d = D - \Delta d$$

მცირე დახრის კუთხის (2^0–მდე) შემთხვევაში, შესწორებას მხედველობაში არ იღებენ.



2.7 მასშტაბები

2.7.1 რიცხვითი და ხაზოვანი მასშტაბი

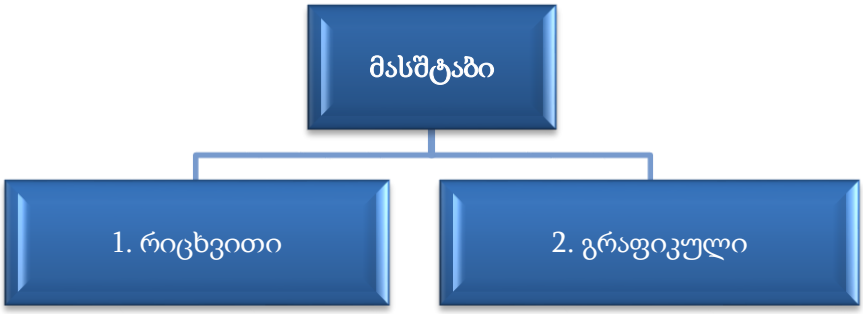
დედამიწის ზედაპირის გამოსახვა დამახინჯების გარეშე შესაძლებელია მხოლოდ გლობუსზე. გლობუსით სარგებლობა კი ყოველთვის მოხერხებული არ არის. რამეთუ ნებისმიერი ტერიტორიის სამეურნეო და სხვა მიზნით შესასწავლად ძალზე დიდი გლობუსი იქნებოდა საჭირო. მაგალითისათვის წარმოვიდგინოთ 1: 100 000 მასშტაბის გლობუსი, რომლის დიამეტრი 12,7 მ. იქნებოდა.

გეგმებისა და რუკების შესადგენად ადგილზე გაზომილი ხაზის სიგრძეს ამცირებენ რამდენიმეჯერ. შემცირების ხარისხს მასშტაბი ეწოდება.

სხვანაირად რომ ვთქვათ:

მასშტაბი არის გეგმაზე აღებული ხაზის სიგრძის შეფარდება მის ჰორიზონტალურ პროექციასთან ადგილზე.

მასშტაბი ორგვარია:

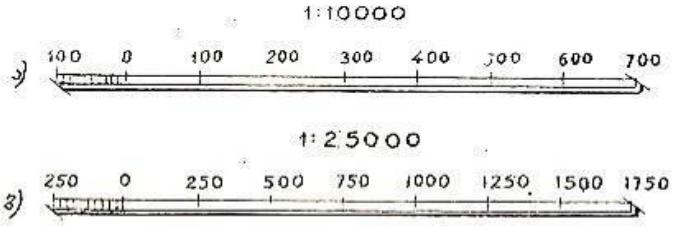


რიცხვითი მასშტაბი წარმოადგენს წილადს, რომლის მრიცხველია ერთი, ხოლო მნიშვნელი რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ არის შემცირებული ადგილზე გაზომილი ხაზი გეგმაზე გადატანისას. გრაფიკული მასშტაბი არის ორგვარი – ხაზოვანი და განივი.

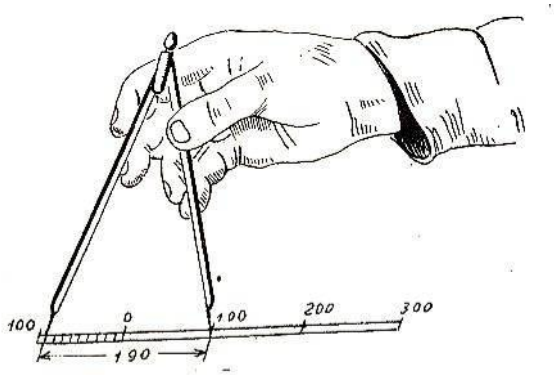
რიცხვითი მასშტაბი გამოისახება ასე: $\frac{1}{1000}; \frac{1}{2000}; \frac{1}{5000}; \frac{1}{10000}$ ან 1:1000; 1:2000; 1:5000. 1:1000 რაც ნიშნავს, რომ გეგმაზე 1 სმ–ს შეესაბამება 1000 სმ. ანუ 100 მ. რიცხვითი მასშტაბის შედარებისას ის მასშტაბია მსხვილი, რომლის მნიშვნელიც მცირეა.

ხაზოვანი მასშტაბი რიცხვითი მასშტაბის გრაფიკული გამოსახულებაა.

იგი აიგება შემდეგნაირად: გაატარებენ სწორ ხაზს, რომელზედაც მონიშნავენ 1 ან 2 სმ–იან მონაკვეთებს. ამ მონაკვეთებს ჰქვია მასშტაბის ფუძე. მარცხენა ნაპირა ფუძეს ყოფენ 10 ტოლ ნაწილად, პირველი მონაკვეთის მარჯვენა ბოლოზე დაუწერენ 0–ს, მარცხენაზე კი - მეტრების იმ რაოდენობას, რომელსაც შეესაბამება მასშტაბის ფუძე. მაგ. 1:10 000 – თვის 100; 1:25000 – თვის 250 და ა.შ. **ასეთ ხაზოვან მასშტაბს მარტივი ხაზოვანი მასშტაბი ეწოდება**



ნახ. 2.9. ხაზოვანი მასშტაბები



ნახაზი 2.10. ხაზოვანი მასშტაბით სარგებლობა

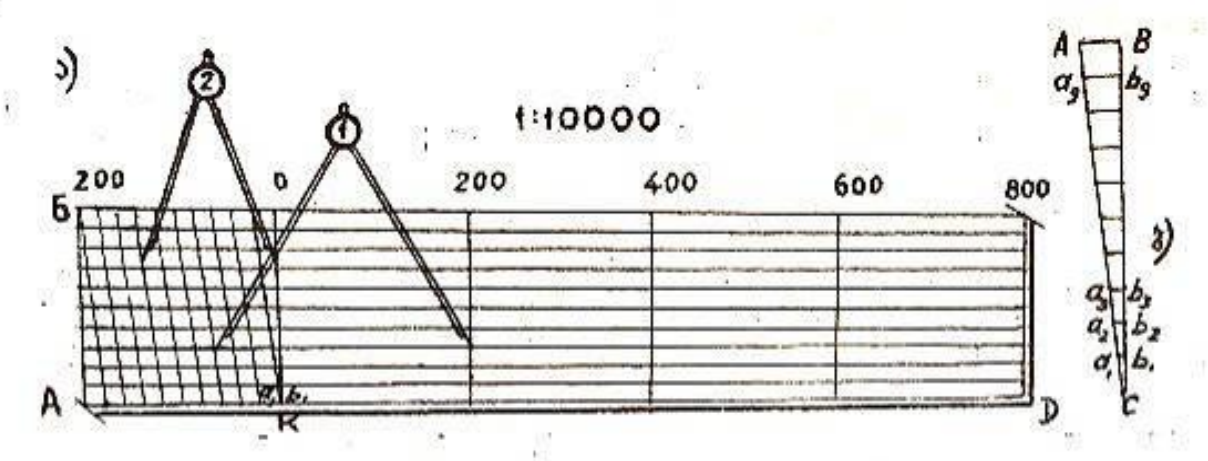


ზუსტი გაზომვების მისაღებად იყენებენ **განივ მასშტაბს.**

განივ მასშტაბს აგებენ შემდეგნაირად:

გაატარებენ ქაღალდზე 8–10 სმ–ის სიგრძის მონაკვეთს და დაყოფენ 2 სმ–იან მონაკვეთებად. აღმართავენ მათზე 2 სმ–იან პერპენდიკულარებს. პირველ და ბოლო პერპენდიკულარებს ყოფენ

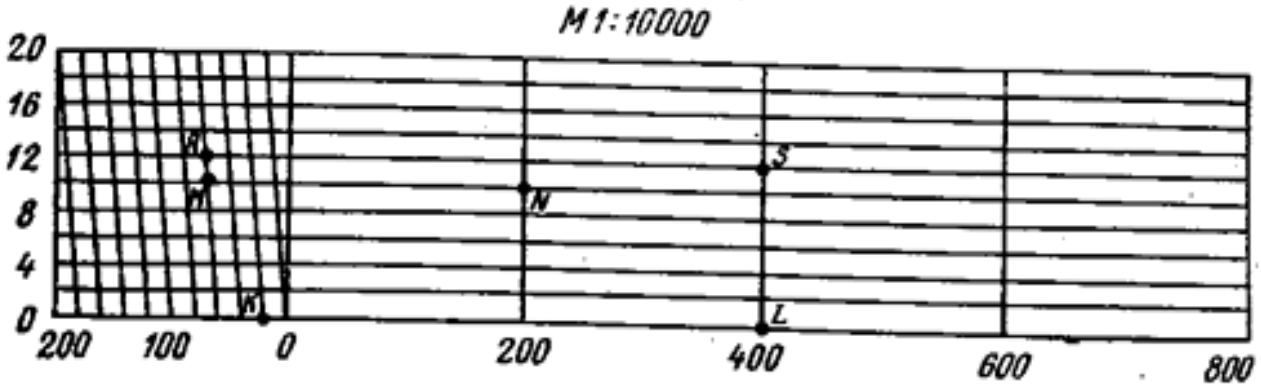
10 ტოლ ნაწილად. მიღებულ წერტილებს აერთებენ პარალელური ხაზებით. შემდეგ პირველი ფუძის მონაკვეთებსაც დაყოფენ 10–10 ტოლ ნაწილად და მიღებული წერტილებს შეაერთებენ ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე. მიღებულ დახრილ ხაზებს **ტრანსვერსალები** ეწოდება.



ნახაზი 2.11. განივი მასშტაბი

განივი მასშტაბის უმცირესი დანაყოფი a_1b_1 უდრის მასშტაბის ფუძე გაყოფილი ფუძისა და მისი პერპენდიკულარის დანაყოფთა ნამრავლზე.

$$a_1b_1 = \frac{AK}{m.n} = \frac{2}{10.10} = 0{,}02 \text{ სმ}(0{,}2 \text{ მმ})$$



ნახაზი 2.12 განივი მასშტაბით სარგებლობა

RS მონაკვეთის სიგრძე 472.0 მ, MN მონაკვეთის სიგრძე კი 270.0 მ, KL 420,0 მ.
მოც. მასშტაბში 1 სმ–ს შეესაბამება 100 მ. ვინაიდან მასშტაბის ფუძე 2 სმ–ია, ამიტომ პირველ ხაზზე წაეწერება 200, მეორეზე - 400, მესამეზე - 600 და ა. შ. ხოლო ფუძის ყოველი დანაყოფი ტოლი იქნება 200:10=20მ. 1 დანაყოფით მაღლა ასვლა იქნება 2 მ. (20:10=2)

მასშტაბის სიზუსტე. მრავალი ცდით დადასტურებულია, რომ თუ ქაღალდზე დანიშნულ ორ წერტილს შორის მანძილი 0,1 მილიმეტრზე ნაკლებია და წერტილები ადამიანის თვალიდან დაშორებულია 25 სანტიმეტრით, მაშინ ორი წერტილის ნაცვლად თვალს მოეჩვენება ერთი. 0,1 მმ

მიჩნეულია გრაფიკული მუშაობის სიზუსტედ. ანუ მასშტაბის სიზუსტე არის ხაზის სიგრძე ადგილზე, რომელსაც მოცემულ მასშტაბში შეესაბამება 0,1 მმ გეგმაზე. ე.ი. მასშტაბის სიზუსტე არის ის სიგრძე ადგილზე, რომელიც შეესაბამება გრაფიკის უმცირეს a_1b_1 ნაწილის ნახევარს. მაგ. 1:10000 მასშტაბისათვის ტოლი იქნება $p = \frac{a_1 b_1}{2} = \frac{l}{2.m.n} = \frac{200}{2.10.10} = 1$მ

მასშტაბი	სიზუსტე
1:500	0,05 მ
1:1000	0,10 მ
1:2000	0,2 მ
1:5000	0,5 მ
1:10000	1,0 მ
1:25000	2,50 მ

ცხრილი 2. მასშტაბის სიზუსტე

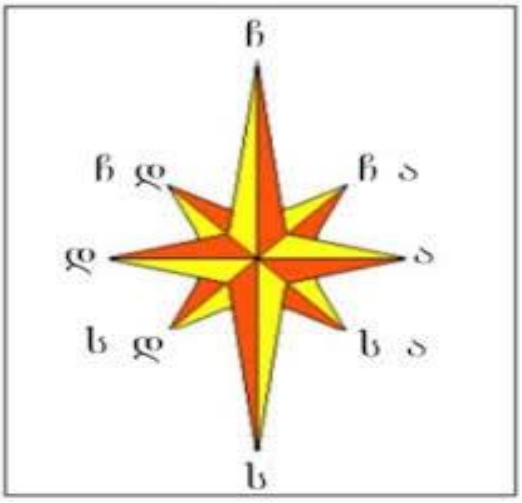
მასშტაბის სიზუსტით შეგვიძლია დავადგინოთ, თუ რა მინიმალური სიდიდის მონაკვეთების გამოსახვა შეგვიძლია გეგმაზე მოცემული მასშტაბში.



2.8 ხაზების ორიენტირება

2.8.1 ორიენტირების არსი

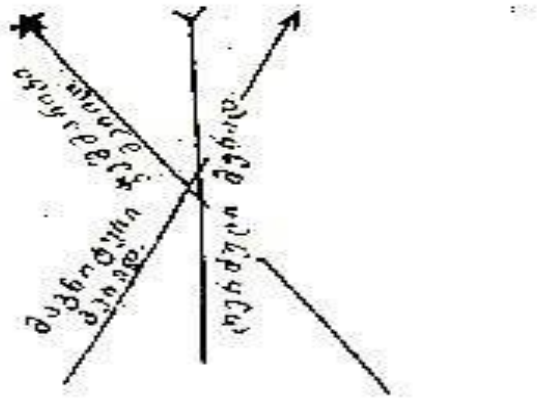
აგეგმვის დროს საჭიროა გავარკვიოთ ადგილის მდებარეობა ქვეყნის მხარეების მიმართ. (ჩრდილოეთი (ჩ), სამხრეთი (ს), აღმოსავლეთი (ა), დასავლეთი (დ)).



მოქმედებას, რომლის საშუალებითაც ადგილზე არკვევენ მოცემული ხაზის მიმართულებას ქვეყნის მხარეებთან დაკავშირებით, ეწოდება **ხაზის ორიენტირება, ანუ გაგნება.**

ცხადია, ქვეყნის მხარეთა დასადგენად საკმარისია გავიგოთ, ჩვენი დგომის წერტილში გამავალი გეოგრაფიული, ანუ ჭეშმარიტი მერიდიანის მიმართულება. **გეოგრაფიული მერიდიანის** განსაზღვრა ხდება ასტრონომიულად. ცნობილია, რომ დედამიწის ზედაპირის ყოველ წერტილში გეოგრაფიულ მერიდიანს უკავია გარკვეული მიმართულება, რომელსაც მიიჩნევენ ე. წ. გამოსავალ (საწყის) მიმართულებად. მერიდიანის მიმართულება მოცემულ წერტილში შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა ხერხითა და სიზუსტით: მიახლოებით, პოლარული ვარსკვლავით და ზუსტად, სპეციალური ასტრონომიული დაკვირვებებით ე.ი. ცის მნათობებზე დაკვირვების გზით.

რუკებსა და გეგმებს ადგენენ ისე, რომ მისი ზედა ნაწილი შეესაბამებოდეს ჩრდილოეთ მიმართულებას. ადგილზე ჩატარებულ ტოპოგრაფიულ აგეგმვასთან ერთად აუცილებელია ორიენტირებაც, ე. ი. ასაგეგმი ტერიტორიის მდებარეობის განსაზღვრა ქვეყნის მხარეებთან დაკავშირებით (ჩრდილოეთი (ჩ), სამხრეთი (ს), აღმოსავლეთი (ა), დასავლეთი (დ)).

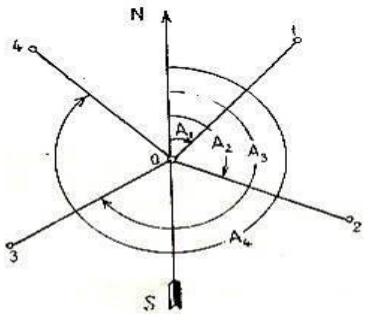


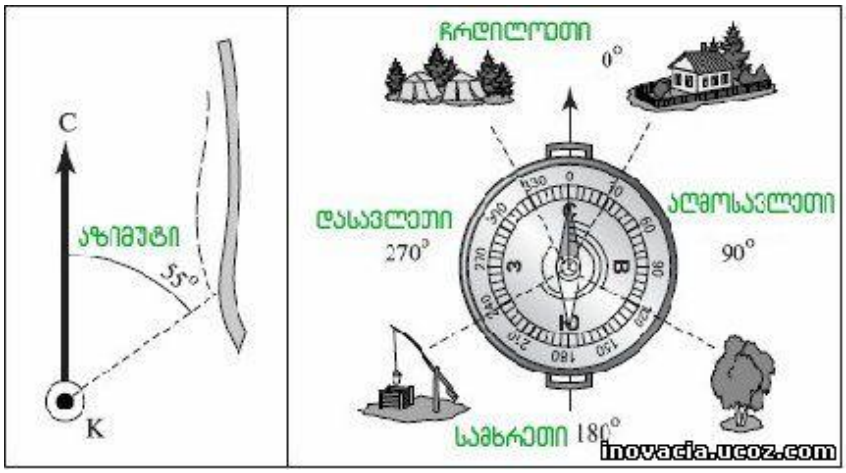
ნახ. 2.13. მერიდიანების აღნიშვნები

გეოდეზიაში საწყის მიმართულებად მიღებულია გეოგრაფიული (ჭეშმარიტი), მაგნიტური და ზონის ღერძითი მერიდიანი. მერიდიანების ჩრდილოეთი მიმართულება ნაჩვენებია შემდეგი აღნიშვნებით: გეოგრაფიული მერიდიანი - ვარსკვლავით, ღერძა მერიდიანი – კუთხით, მაგნიტური მერიდიანი – ისრით. მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: $A_ჭ$-ჭეშმარიტი აზიმუტი, $A_მ$ - მაგნიტური აზიმუტი, α (ალფა) - დირექციული კუთხე, **ɡ**(გამა) - მერიდიანის შეახლოების კუთხე, δ (დელტა) - მაგნიტური ისრის მიხრილობის კუთხე. ხაზების ორიენტირებისათვის გეოდეზიაში არსებობს შემდეგი კუთხეები: გეოგრაფიული ანუ ჭეშმარიტი აზიმუტი, მაგნიტური აზიმუტი, დირექციული კუთხე, რუმბი.

2.9 გეოგრაფიული (ჭეშმარიტი) აზიმუტი

ხაზის ჭეშმარიტი აზიმუტი ეწოდება კუთხეს, რომელიც მოიზომება ჭეშმარიტი მერიდიანის ჩრდილო ბოლოდან საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით მოცემულ ხაზამდე. იცვლება 0^0–დან 360^0–მდე.





ნახ. 2.14 ჭეშმარიტი აზიმუტი

ცნობილია, რომ ჭეშმარიტი მერიდიანები თავს იყრის პოლუსებში და ისინი ერთმანეთის პარალელური არ არის. ამიტომ, თუ ავიღებთ ნებისმიერ ხაზს და მასზე განვსაზღვრავთ ჭეშმარიტ აზიმუტს, ისინი სხვადასხვა მნიშვნელობისა იქნება. ამ განსხვავებას აღვნიშნავთ ɡ-თი, რომელსაც მერიდიანების შეახლოება ეწოდება. 1 კმ მანძილისათვის მერიდიანთა შეახლოება იმდენად მცირეა, რომ მას მხედველობაში არ იღებენბენ. შესაბამისად, მათ შორის დამოკიდებულება გამოისახება ასე:

$$A_{შებ} = A_{პირდ.} \pm 180^0$$

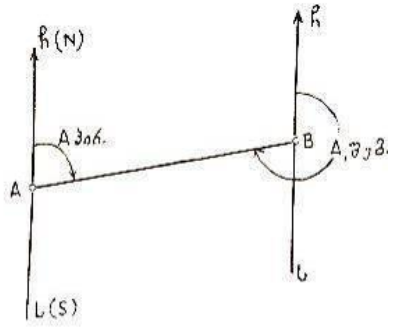
ე. ი. შებრუნებული აზიმუტი პირდაპირი აზიმუტისგან განსხვავდება 180^0–ით.

ნახ. 2.15–ზე მოცემული AB მიმართულების პირდაპირი აზიმუტი იქნება $A_{პირდ.}$ ხოლო შებრუნებული აზიმუტი $A_{შებ.}$

1 კმ–ზე გრძელი ხაზებისათვის კი

$$A_{შეგ} = A_{პირდ.} \pm 180^{0} + \gamma$$

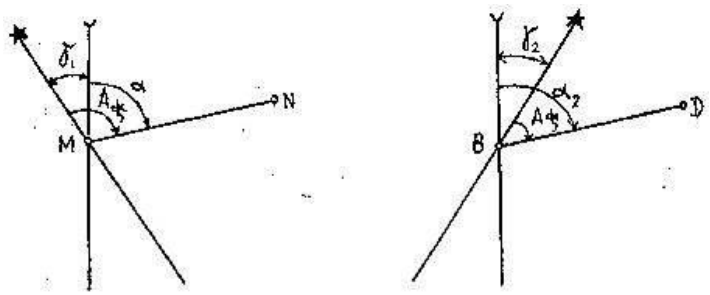
სადაც γ მერიდიანების შეახლოებაა.



ნახ. 2.15 პირდაპირი და შებრუნებული აზიმუტები

2.10 დირექციული კუთხე

დირექციული კუთხე ეწოდება კუთხეს, რომელიც შეიქმნება ღერძითი მერიდიანის ან მისი პარალელური ხაზის ჩრდილო ბოლოსა და მოცემულ ხაზს შორის. იცვლება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით 0^{0}-დან 360^{0}-მდე და აღინიშნება α (ალფა) ასოთი.



ნახ. 2.16 დირექციული კუთხე

კუთხეს, რომელიც მდებარეობს ჭეშმარიტ და ღერძით მერიდიანს შორის, **მერიდიანების შეახლოების კუთხე** ეწოდება და აღინიშნება γ (გამა) asoTi.

α =**Aჭეშ** - γ_1 დასავლეთის შეახლოების კუთხის დროს

α =**Aჭეშ.** + γ_2 აღმოსავლეთის შეახლოების კუთხის დროს

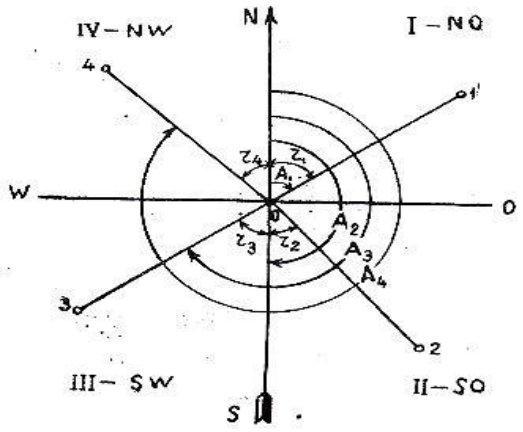
2.10.1. რუმბები

რუმბი არის კუთხე, რომელიც მდებარეობს ღერძთი მერიდიანის უახლოეს ბოლოსა და მოც. მიმართულებას შორის. რუმბი იცვლება 0^{0}–90^{0}–მდე და აღინიშნება r ასოთი.

რუმბს, გარდა გრადუსული სიდიდისა, აუცილებლად უნდა ჰქონდეს სახელწოდებაც იმ მეოთხედის მიხედვით, რომელშიც მდებარეობს მოცემული მიმართულება. მაგ. O - 1

მიმართულება მდებარეობს I მეოთხედში, ამიტომ მისი სახელწოდება იქნება ჩა (NO) და ა.შ. მეოთხედების მიხედვით რუმბს აქვს შემდეგი სახელწოდებები:

I. მეოთხედში– ჩა (NO)
II. მეოთხედში–სა (SO)
III. მეოთხედში–სდ (WS)
IY. მეოთხედში– ჩდ (NW)



ნახ. 2.17 რუმბები

რუმბებსა და აზიმუტებს შორის დამოკიდებულება შემდეგია:
I მეოთხედში–ჩა r =A
II მეოთხედში–სა r =180-A
III მეოთხედში–სდ r =A-180
IV მეოთხედში–ჩდ r =360-A

2.11 დედამიწის მაგნიტიზმი

მაგნიტური ისარი დედამიწის ნებისმიერ წერტილში იღებს გარკვეულ მიმართულებას, რომელსაც მაგნიტური მერიდიანი ეწოდება. ყველა ჭეშმარიტი მერიდიანი იკვეთება გეოგრაფიულ პოლუსებში, ხოლო მაგნიტური მერიდიანები – მაგნიტურ პოლუსებში. გეოგრაფიული პოლუსი რომ ემთხვეოდეს მაგნიტურ პოლუსს, მაშინ მაგნიტური ისარი ზუსტად დაიკავებდა ერთი ბოლოთი ჩრდილოეთს, ხოლო მეორეთი - სამხრეთს. Aამიტომ ჭეშმარიტი მერიდიანის მიმართულება არ ემთხვევა მაგნიტური მერიდიანისას. მაგნიტური მერიდიანი გეოგრაფიულ მერიდიანთან ქმნის კუთხეს, რომელსაც **მაგნიტური ისრის მიხრილობა ეწოდება** და აღინიშნება δ (დელტა) ასოთი. თუ მაგნიტური მერიდიანი ჭეშმარიტი მერიდიანიდან გადახრილია აღმოსავლეთით, მიხრილობას ეწოდება აღმოსავლეთის და პირიქით. აღნიშნული კუთხე პირველად აღმოაჩინა კოლუმბმა (1492 წ.). მიხრილობის კუთხე სხვადასხვა ადგილზე გასხვავებულია. როგორც ცნობილია, არსებობს საუკუნებრივი, წლიური და დღეღამური მაგნიტური ისრის მიხრილობები. როგორც მრავალწლიანმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, მაგნიტური ისარი გარკვეული წლების განმავლობაში გადაიხრება ერთი მიმართულებით, დავუშვათ

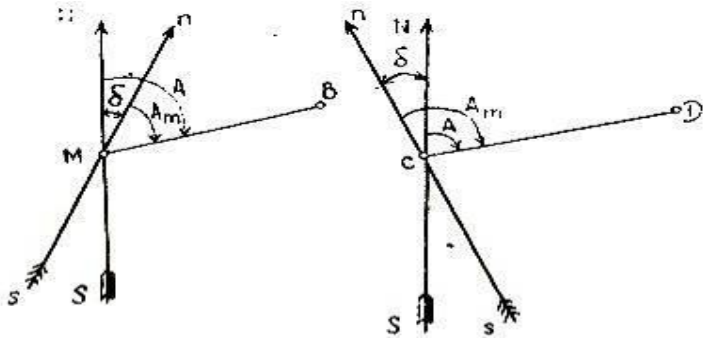
დასავლეთით. მიაღწევს რა გარკვეულ სიდიდეს, ისარი ბრუნდება უკან აღმოსავლეთით, სადაც ასევე აღწევს იმავე სიდიდეს. საუკუნებრივი ცვლილების პროცესში მიხრილობა დედამიწის სხვადასხვა ადგილზე განსხვავებულია. ასევე დადგენილია მაგნიტური ისრის მიმართულების დღეღამური ცვლილება. მაგ. დილის 8 სთ-ზე ისარი მაქსიმალურადაა აღმოსავლეთით გადახრილი საშუალო გადახრიდან. შემდეგ, დაახლოებით 10 საათზე, ისარი ისევ უბრუნდება თავის საშუალო მიმართულებას.

კოლუმბი - იტალიელი მეზღვაური-მკვლევარი



2.12 მაგნიტური აზიმუტი

მაგნიტური აზიმუტი ეწოდება კუთხეს, რომელიც შეიქმნება მაგნიტური მერიდიანის ჩრდილო ბოლოსა და მოცემულ მიმართულებას შორის საათის ისრის მოძაობის მიმართულებით და იცვლება 0º – 360º–მდე.



ნახაზი 2.18 მაგნიტური აზიმუტები

ნახაზზე NS - ჭეშმარიტი მერიდიანია ns - მაგნიტური მერიდიანი. მათ შორის δ - მაგნიტური ისრის მიხრილობის კუთხეა, რომელიც შეიძლება იყოს როგორც აღმოსავლეთის, ისე - დასავლეთის.

$$A_{მაგ.} = A_{ჭეშ} - \delta_{აღმ.}$$

$$A_{მაგ} = A_{ჭეშ} + \delta_{დას.}$$

მაგნიტური აზიმუტი განისაზღვრება გეოდეზიური ხელსაწყოთი, რომელსაც ბუსოლს უწოდებენ.

2.13 კომპასი და ბუსოლი

ხაზების მაგნიტურ აზიმუტებს ადგილზე ზომავენ გეოდეზიური ხელსაწყოთი - ბუსოლით (ყიბლანით).

ბუსოლი შეიძლება იყოს დამოუკიდებელი ხელსაწყო ან გეოდეზიური ინსტრუმენტის ნაწილი.

ბუსოლი შედგება მრგვალი ლითონის კოლოფისაგან, რომლის ცენტრში მოთავსებულ წვეტანაზე

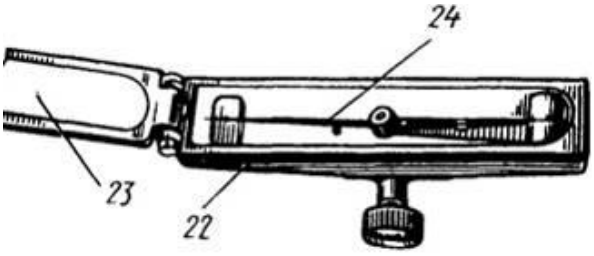
თავისუფლად მოძრავი მაგნიტური ისარია. კოლოფის ფსკერი დაყოფილია 0^0–360^0.





კომპასი

ბუსოლის დანიშნულებაა მაგნიტური აზიმუტის, აგრეთვე, მაგნიტური ისრის მიხრილობის კუთხის განსაზღვრა. ბუსოლის კოლოფს უკეთებენ მინის სახურავს. იმისათვის რომ ნემსის წვეტანა არ გაცვდეს, ისარი სპეციალური ნაწილით აიწევა მაღლა და მიეკვრება მინის სახურავს. მუშაობის პროცესში კი იმავე მოწყობილობის საშუალებით ისარი ჩამოეკიდება წვეტანაზე. ბუსოლს შემდეგნაირად იყენებენ: ბუსოლით დადგებიან მოცემულ წერტილზე ისე, რომ მისი ცენტრი გეგმილდებოდეს იმავე წერტილზე. მოუშვებენ ჩამკეტ მოწყობილობას, რის შემდეგაც ისარი მცირე რხევის შემდეგ დაიკავებს მაგნიტური მერიდიანის მიმართულებას. ბუსოლს შემოატრიალებენ ისე, რომ 0^0 დაემთხვეს მოც. მიმართულებას. ამ დროს ისარზე აღებული ანათვალი მოგვცემს მაგნიტური აზიმუტის მნიშვნელობას. თეოდოლიტის კომპლექტში შედის ბუსოლი, რომელიც წარმოდგენილია სურათზე. შედგება: 22–ბუსოლის კორპუსი; 23–სარკე; 24–მაგნიტური ისარი.



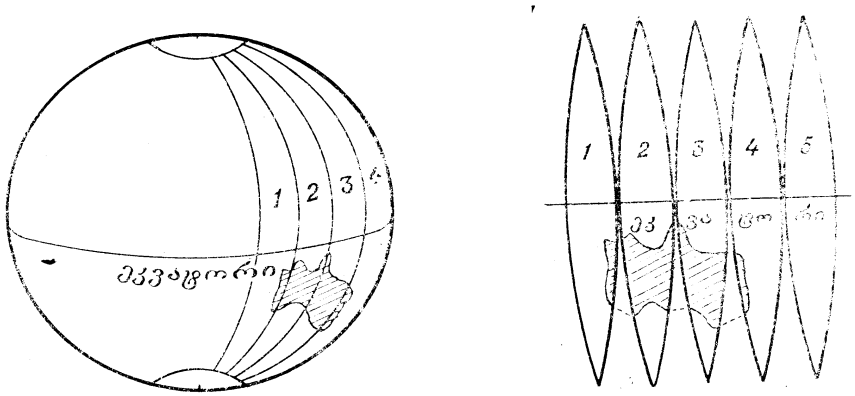


ბუსოლი

2.14 ტოპოგრაფიული რუკები

დედამიწის მთელი ზედაპირის ან მისი ნაწილის გამოსახვა სიბრტყეზე (ქაღალდზე) დამახინჯების გარეშე შეუძლებელია. საქმე გვექნება გახლეჩვებსა და გადაფარვებთან. ეს რომ გასაგები იყოს, ამისათვის ავიღოთ გლობუსი, რომლის ზედაპირი დაყოფილია ზონებად მერიდიანების საშუალებით. თუ გლობუსის ზედაპირს, რომელზედაც გამოსახულია მაგ.,ავსტრალია გავშლით სიბრტყეზე, მივიღებთ ზონების ისეთ გამოსახულებას, როგორიც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე.

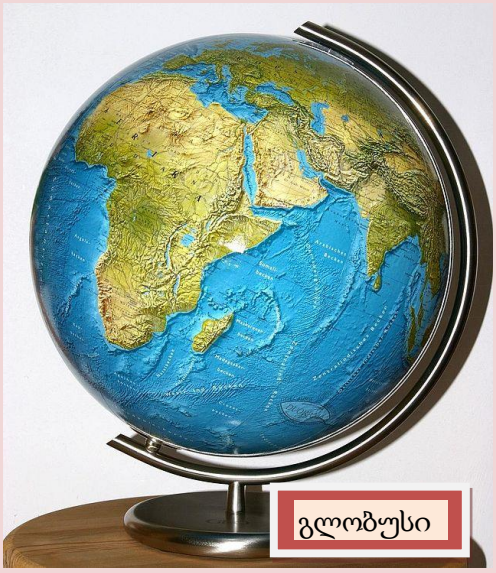
გეგმა - დედამიწის მცირე ნაწილის შემცირებული გამოსახულება სიბრტყეზე, დედამიწის სიმრუდის მხედველობაში მიუღებლად



ა. ბ.

ნახაზი 2.19 ზონების გამოსახულება გლობუსსა და სიბრტყეზე

თუ დავაკვირდებით 2.19 ნახაზს, მივხვდებით, რომ იქ, სადაც ზონები ერთმანეთისაგან დაშორებულია, გარკვეული მანძილით გვექნება გამოსახულების წყვეტა. მიღებულ წყვეტას თუ შევაერთებთ, მივიღებთ იმავე ავსტრალიის გამოსახულებას, მაგრამ დამახინჯებული სახით. ე.ი. საქმე გვექნება როგორც მოხაზულობის, ისე ფართობების დამახინჯებასთან. როგორც მოყვანილი მაგალითიდან ჩანს, დედამიწის ზედაპირის ზუსტი და მსგავსი გამოსახულების მიღება სიბრტყეზე შეუძლებელია. ასეთი რამ მხოლოდ გლობუსზე ხერხდება.Aამიტომ, იძულებული ვართ დავკმაყოფილდეთ დედამიწის ზედაპირის დამახინჯებული გამოსახულებით, მაგრამ ვცდილობთ, რომ ეს იყოს მინიმალური. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად მიმართავენ



მათემატიკურ მეთოდს, ე. წ. კარტოგრაფიულ პროექციების მეთოდს.

რუკა არის დედამიწის მთლიანი ან მისი ნაწილის შემცირებული და განზოგადებული გამოსახულება, რომელიც აგებულია ერთ-ერთი კარტოგრაფიული პროექციის საფუძველზე.

გეგმას კი სხვანაირად ადგენენ: ადგილის წერტილებსა და ხაზებს აგეგმილებენ სიბრტყეზე და შემდეგ ამცირებენ მას განსაზღვრული ოდენობით. დედამიწის ზედაპირის მცირე ტერიტორია, რომელიც არ აღემატება 20 × 20 კმ-ს, შეიძლება მიჩნეულ იქნეს სიბრტყედ. გეგმაზე მასშტაბი მუდმივია, რუკაზე კი - სხვადასხვა.

გეოგრაფიული რუკები შინაარსის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ზოგადგეოგრაფიული და სპეციალური. ტოპოგრაფიული რუკები მიეკუთვნება ზოგადგეოგრაფიულ რუკებს.

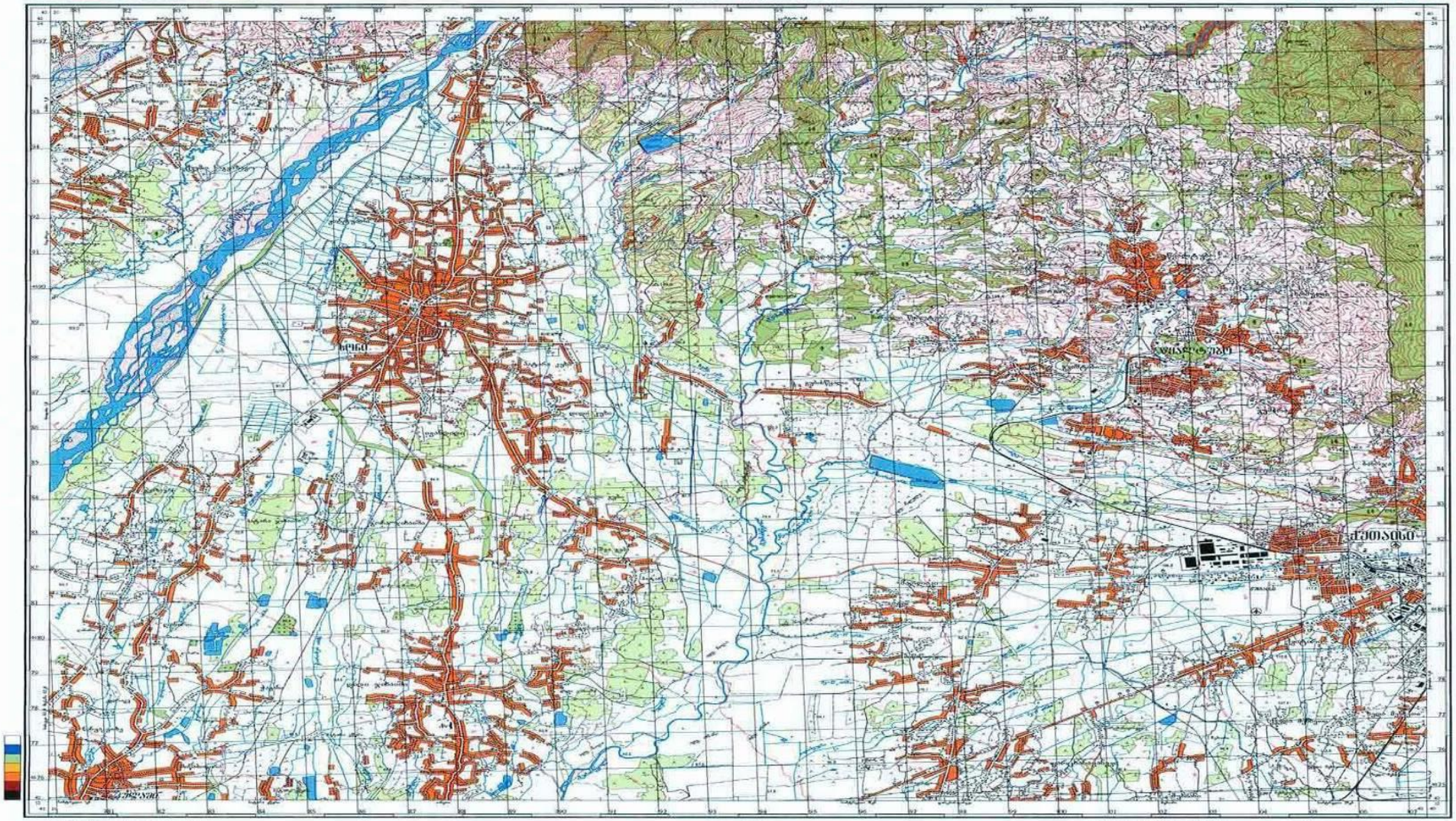
სახელმწიფო ტოპოგრაფიული რუკები გამოიცემა:

1:1 000 000 და უფრო მსხვილ მასშტაბში.

მასშტაბის მიხედვით ტოპოგრაფიული რუკები იყოფა:

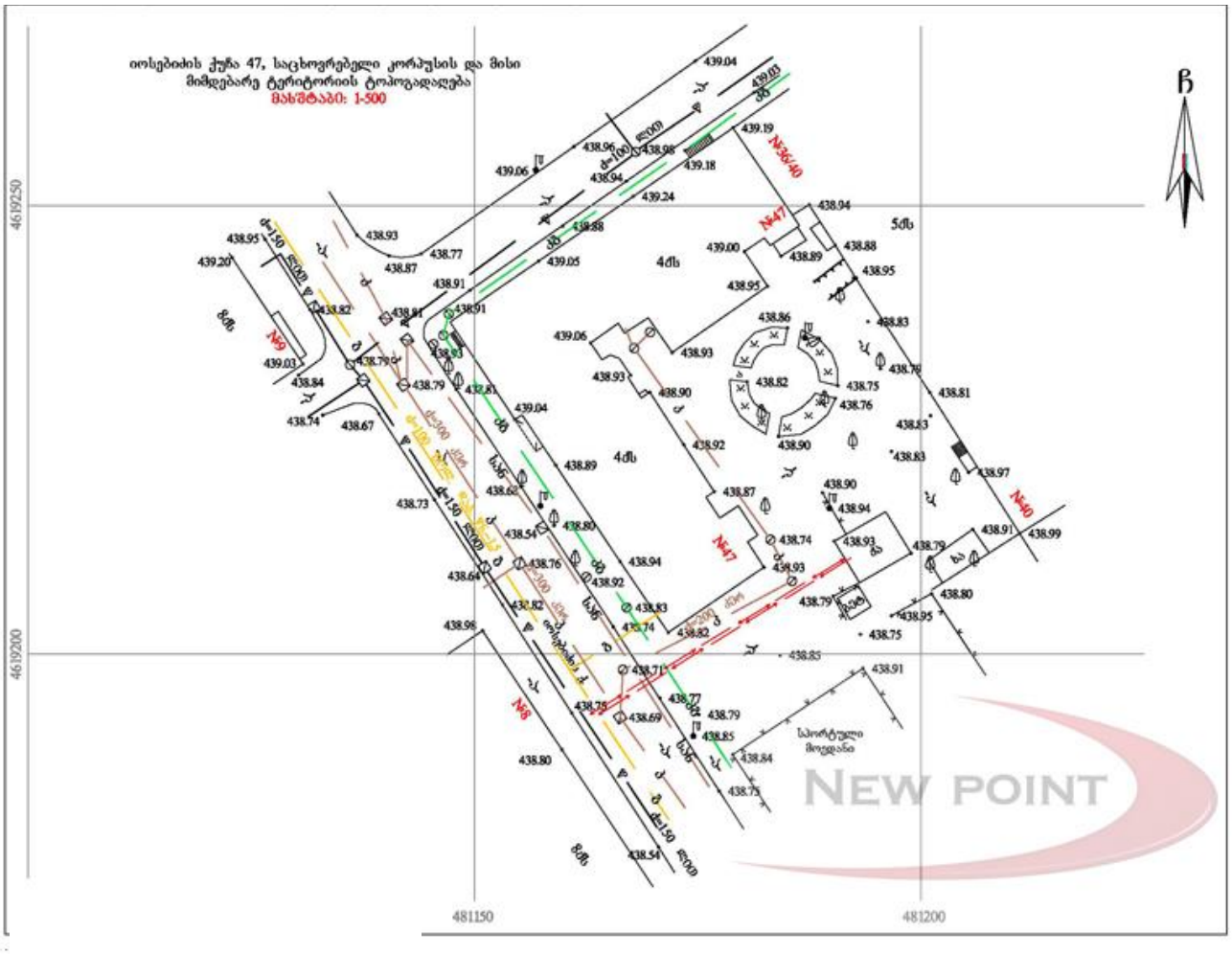
მსხვილმასშტაბიან (1:5 000 და1:10 000),
საშუალო მასშტაბიან (1:10 000-1:100 000) და
წვრილ მასშტაბიან (1:1 000 000 და უფრო წვრილი) რუკებად.

საქართველო წყალტუბო T38 L5804



1:50 000

ტოპოგრაფიული რუკა



ტოპოგრაფიული გეგმა

2.15 ტოპოგრაფიული რუკების ნომენკლატურა

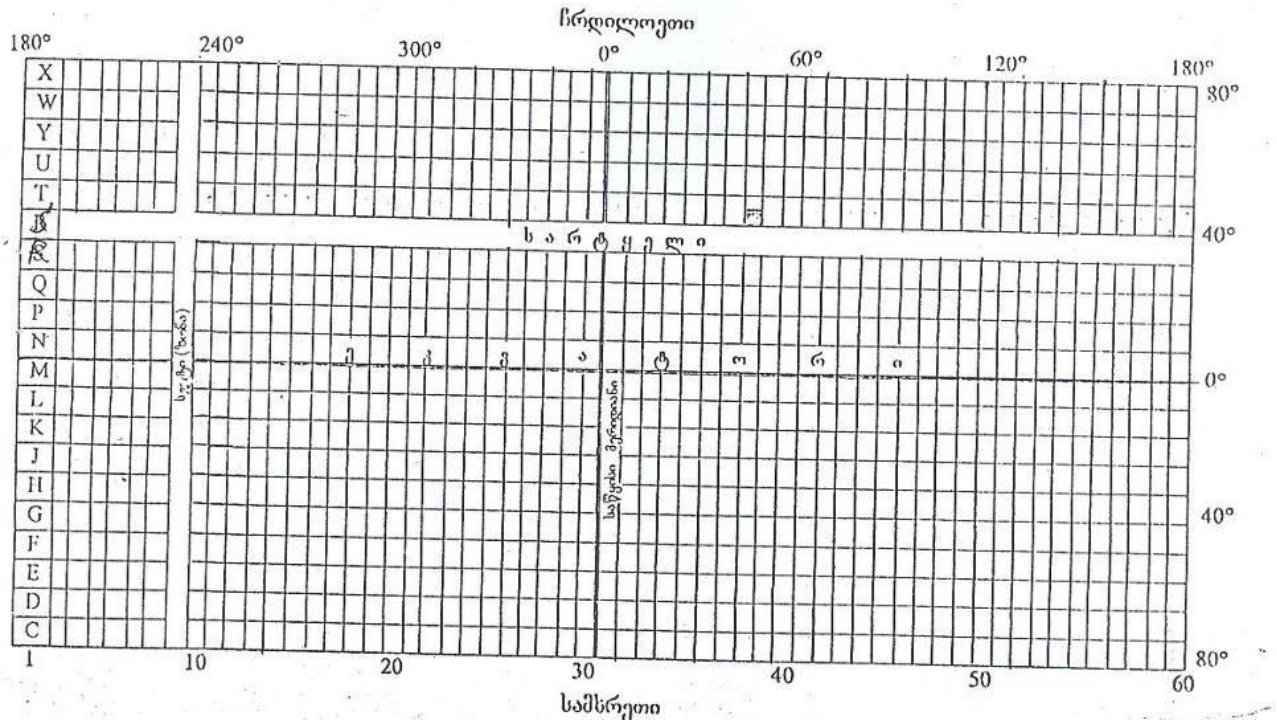
მსხვილმასშტაბიან რუკაზე გარკვეული ტერიტორიის გამოსახვისათვის საჭირო იქნება რუკის მრავალი ფურცელი. აღნიშნული გარემოების გამო საჭირო ხდება შეიქმნას ფურცლების აღრიცხვის გარკვეული სისტემა, რომელსაც რუკების ნომენკლატურას უწოდებენ.

ნომენკლატურა - ტერმინთა და სახელწოდებათა სია, რომელიც იხმარება მეცნიერების, ხელოვნების, წარმოების და სხვათა ამა თუ იმ დარგში.

ყველა მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის ნომენკლატურას საფუძვლად უდევს 1:1 000 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა. 1:1 000 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის ფურცლის ნომენკლატურის მისაღებად დედამიწის ზედაპირი იყოფა 6° -იან სვეტებად და 8° -იან სარტყლებად. **მერიდიანებს შორის მოთავსებულ ზედაპირს სვეტები ეწოდება, ხოლო**

პარალელებს შორის მოთავსებულ ზედაპირს - სარტყლები. სვეტები აღინიშნება არაბული ციფრებით (1,2,3...60-მდე). მათი ათვლა იწყება გრინვიჩის მოპირდაპირე 180˚-იანი მერიდიანიდან და ზრდადია აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით. ზონები იგივე სვეტებია იმ განსხვავებით, რომ ზონების ათვლა იწყება გრინვიჩის, ანუ საწყისი მერიდიანიდან და მათ შორის სხვაობა 30 ის ტოლია. მაგ., თუ სვეტის ნომერია 38, ზონის ნომერი იქნება 8 (38-30).

გარდა ამისა, დედამიწის ზედაპირი სარტყლებად იყოფა 8˚ - იანი ინტერვალით, სამხრეთი განედის 80˚ - იანი პარალელიდან. ჩრდილო განედის 80˚ პარალელამდე.



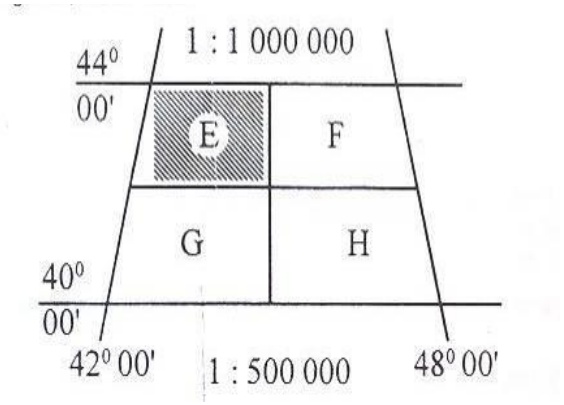
ნახაზი 2.20. დედამიწის ზედაპირის დაყოფა სვეტებად და სარტყელებად

სულ მიიღება 20 სარტყელი. **სარტყლების აღნიშვნა ხდება ლათინური ანბანის ასომთავრულებით. C - დან X-მდე, (I-სა და O-ს გარდა) სამხრეთიდან ჩრდილოეთის მიმართულებით (C,D,E,F, G,H, J, K,L,M,N,P,Q,R,S,T,U,W,X,Y).** ამრიგად, სვეტებისა და სარტყელების გადაკვეთაში ვიღებთ 1:1 000 000 მასშტაბის სფერულ ტრაპეციებს. ამ რუკის ფურცლის ნომენკლატურა შედგება ორი სიმბოლოსაგან, პირველი - ლათინური ასო, მეორე არაბული ციფრი. მაგ. 1:1 000 000 მასშტაბის ის ფურცელი, რომელზედაც ქ. თბილისი მდებარეობს, აღინიშნება T-38-ით. ეს ნიშნავს, რომ ფურცელი მდებარეობს T სარტყელსა და 38-ე სვეტში, ანუ მე-8 ზონაში. იმის გამო, რომ 1:1000 000 მასშტაბის ზომა საკმაოდ დიდია ($8^{\circ} \times 6^{\circ}$), საქართველოს ტერიტორია კი - სარტყლის სამხრეთ ნახევრის 4˚ სიგანის, 40˚ და 44˚ - იანი პარალელებით შემოფარგლულ ტერიტორიაზე მთლიანად თავსდება. ამიტომ ტოპოგრაფიული რუკების ფურცლების ზედმეტი დაყოფის და აღნიშვნების თავიდან აცილების მიზნით, 1:1000 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მხოლოდ ნახევარის ($4^{\circ} \times 6^{\circ}$)

დაყოფას აწარმოებენ. **ამრიგად, საქართველოს ტერიტორია მთლიანად თავსდება ორ ფურცელზე T-37, T–38-ზე.**

1:1000 000 მასშტაბის ტრაპეციის ჩარჩოს წვეროების გეოდეზიური კოორდინატები გამოითვლება შემდეგნაირად: მაგ. T-38 -ისთვის: T არის ეკვატორიდან რიგით მე-6 სარტყლის აღმნიშვნელი ასო. ამიტომ ჩრდილო პარალელის განედი იქნება;

$6\times 8^{\circ}=48^{\circ}$ - 4=44^0 ხოლო სამხრეთის 4^0-ით ნაკლები. ზონის ნომერი იქნება 38-30=8, $8\times 6^{\circ}=48^{\circ}$ და 6^0-ით ნაკლები აღმოსავლეთზე. ნომენკლატურა T-38. 1:500 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მისაღებად 1:1000 000. რუკის ფურცელი იყოფა ოთხად და აღინიშნება ლათინური ანბანის ასომთავრულებით E F G H; ნომენკლატურა იქნება T-38–E, ხოლო ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები - 2° განედის და 3° გრძედის მიმართულებით.

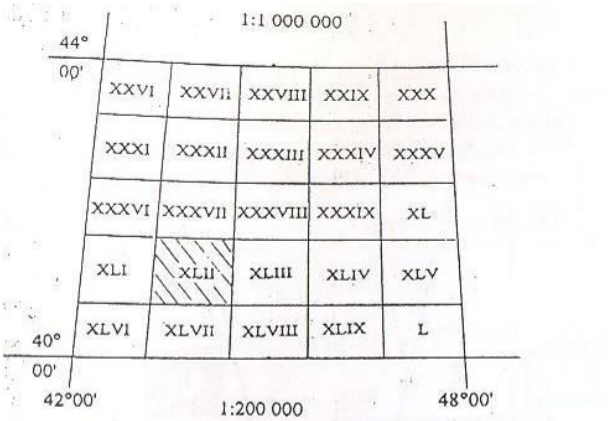


ნახაზი 2.21. 1:500 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა

1:200 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მისაღებად 1:1000 000 რუკის ფურცლის სამხრეთ ნახევარი იყოფა 25 ფურცლად და აღინიშნება რომაული ციფრებით

XXVI -დან L -მდე.

ნომენკლატურა იქნება T-38 – XLII, ხოლო ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები - 0°48 განედისა და 1°12 გრძედის მიმართულებით.



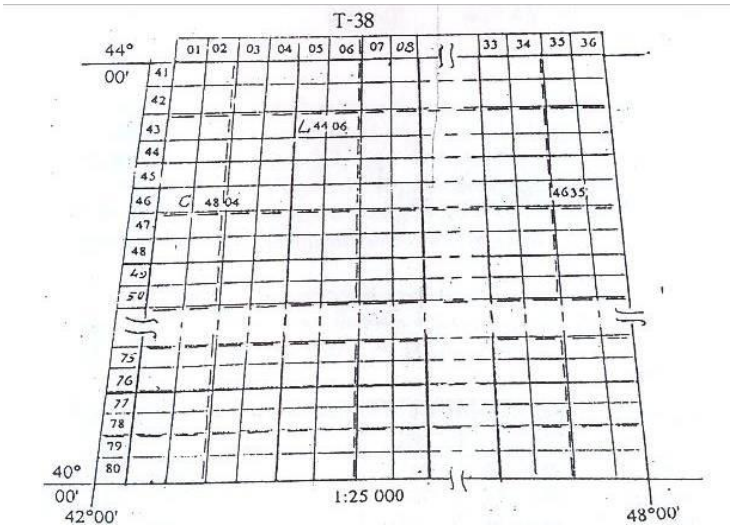
ნახაზი 2.21. 1:200 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა

1:100 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მისაღებად 1:1000 000 რუკის ფურცელის სამხრეთ ნახევარი იყოფა 90 ფურცლად. განედების მიმართულებით 10 ნაწილად და გრძედების მიმაართულებით 9 ნაწილად. მიღებული ფურცლები იყოფა

ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები იქნება $0^{o}40^{1}$ განედის მიმართულებით და $0^{\circ}24^{1}$ გრძედის მიმართულებით.

1:100 000; 1:50 000; 1:25 000 მასშტაბის რუკის შესაბამისი ნომენკლატურების მისაღებად 1:1000 000 მასშტაბის ერთი ფურცელი იყოფა 1440 ნაწილად, ანუ 1:25 000 მასშტაბის რუკის ფურცლებად პარალელების მიმართულებით 36-ად, მერიდიანების მიმართულებით 40 ნაწილად. აღნიშნავენ არაბული ციფრებით 1-დან 36-მდე პარალელების, ხოლო მერიდიანების გასწვრივ 41-დან 80-მდე. ამრიგად, 1:25 000 მასშტაბის რუკის ნომენკლატურა მიიღება ბადის ჰორიზონტალური ზოლების აღმნიშვნელი ნომრებისა და ბადის ვერტიკალური ზოლების აღმნიშვნელი ნომრების ერთობლიობით, რომელიც იწერება 1:1000000 მასშტაბის რუკის ნომენკლატურის შემდეგ. მაგ T-38-4635 ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები იქნება $0^{0}06^{1}$ განედის მიმართულებით და $0^{0}10^{1}$ გრძედის მიმართულებით.

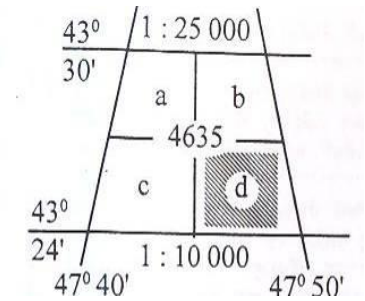
1:100 000; 1:50 000 მასშტაბის ნომენკლატურა მიიღება 1:25 000 მასშტაბის რუკის ნომენკლატურის მეშვეობით: ამისათვის 1:25 000 მასშტაბის რუკის ნომენკლატურას წინ მიეწერება C ან L ასოები (სადაც C აღნიშნავს 100, ხოლო L – 50-ს). 1:100 000 ფურცელი შეიცავს, შესაბამისად, 1:25 000 მასშტაბის 16 ფურცელს და 1:50 000 მასშტაბის 4 ფურცელს. 1:100 000 რუკისათვის ნომენკლატურა იქნება T–38-C4804, ფურცლის ზომები $0^{\circ}24^{'}$ განედის მიმართულებით და $0^{\circ}40^{'}$ გრძედების მიმართულებით. 1:5000-თვის T-38- L4406 ფურცლის ზომები $0^{\circ}12^{'}$ განედის მიმართულებით და $0^{\circ}20^{'}$ გრძედების მიმართულებით.



ნახაზი 2.22. 1:250 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა

1:10 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მისაღებად 1:25 000 რუკის ფურცელი იყოფა 4 ფურცლად და აღინიშნება ლათინური ანბანის a b c d ასოებით.

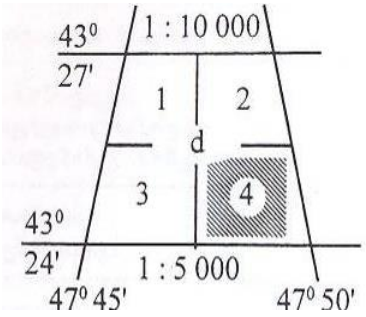
ნომენკლატურა იქნება T-38 – 4635d ხოლო ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები იქნება $0^{\circ}03^{'}$ განედისა და $0^{\circ}05^{'}$ გრძედის მიმართულებით.



ნახაზი 2.23. 1:10 0 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა

1:5 000 მასშტაბის რუკის ფურცლის მისაღებად 1:10 000 რუკის ფურცელი იყოფა 4-ად და აღინიშნება არაბული ციფრებით 1, 2, 3 ,4 .

ნომენკლატურა იქნება T-38 – 4635d-4, ხოლო ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები - 0˚01′30″ განედისა და 0˚02′30″ გრძედის მიმართულებით.



ნახაზი 2.24. 1:5000 მასშტაბის რუკის ფურცლის ნომენკლატურა

საქართველოს ტერიტორიისათვის დადგენილია ტოპოგრაფიული რუკების შემდეგი მასშტაბური რიგი და ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები:

№	მასშტაბი	ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები			ნომენკლატურა
		ΔB	ΔB	სმ x სმ	
1	1 : 1 000 000	4⁰ 00′	6⁰ 00′	44,4 x 49,7	T-38
2	1 : 500 000	2⁰ 00′	3⁰ 00′	44,4 x 49,7	T-38-E
3	1 : 200 000	0⁰ 48′	1⁰ 12′	44,4 x 49,7	T-38-XLII
4	1 : 100 000	0⁰ 24′	0⁰ 40′	44,4 x 55,2	T-38-C4804
5	1 : 50 000	0⁰ 12′	0⁰ 20′	44,4 x 55,2	T-38-L4406
6	1 : 25 000	0⁰ 06′	0⁰ 10′	44,4 x 55,2	T-38-4635
7	1 : 10 000	0⁰ 03′	0⁰ 05′	55,5 x 69,0	T-38-4635d
8	1 : 5 000	0⁰ 01′ 30″	0⁰ 02′ 30″	55,5 x 69,0	T-38-4635d-4

ცხრილი 3. ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები

2.16. ადგილმდებარეობის რელიეფი

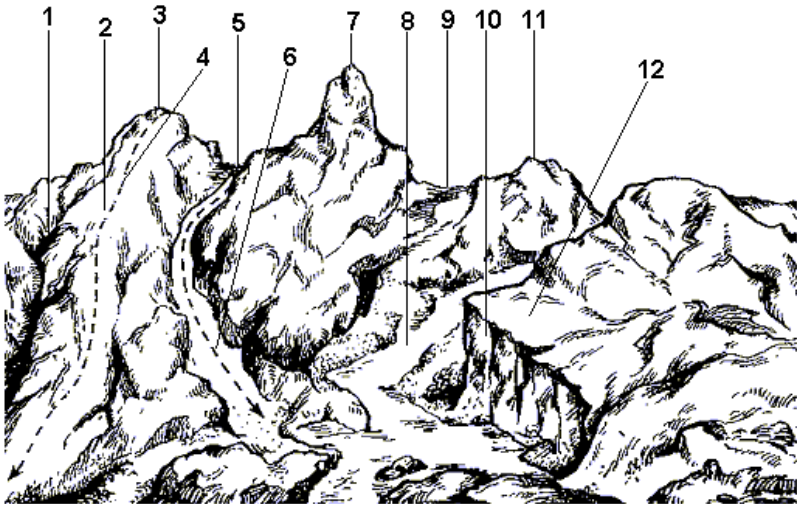
ხმელეთის ზედაპირი მრავალფეროვანია და გხვდება როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ფორმები.

დადებითი ფორმებია: მთები, ვაკეები, დაბლობები, მაღლობები და სხვა.

უარყოფითი ფორმებია: ხევები, ქვაბურები და სხვა.

ღარტაფი, ღელე–დახრილი გრძელი ჩაღრმავებული ნაწილი. მისი ელემენტებია ფერდობები და წყლის სადენი, ანუ ტალვეგი.

ქედი–დახრილი ამაღლებული ნაწილი. მისი ელემენტებია: თხემი და კალთები. თხემის უმაღლესი ხაზი **წყალგამყოფია.**



ნახ. 2.25. რელიეფის ფორმები

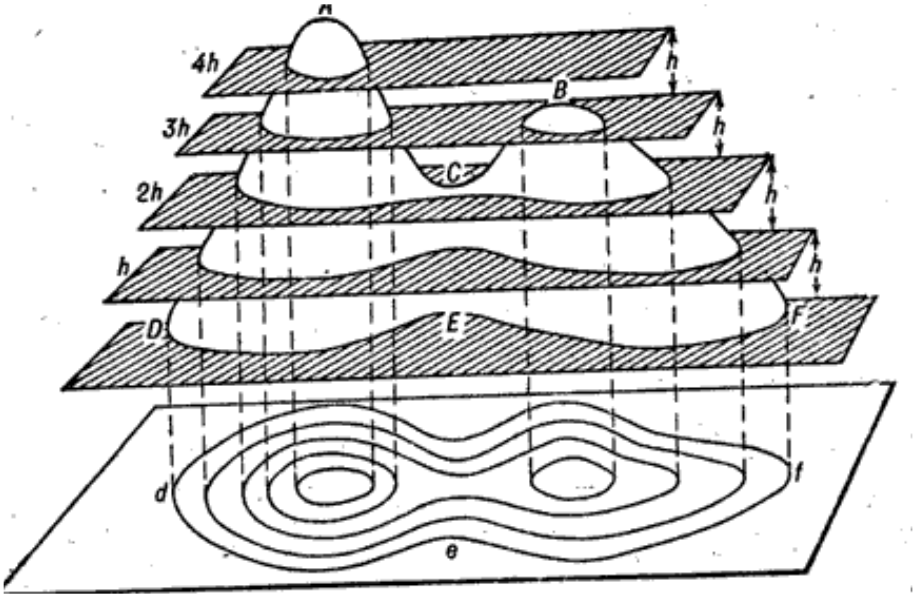
რელიეფის ფორმებია: 1–ღარტაფი, 2–ქედი, 3,7,11–მთა, 4 წყალგამყოფი, 5,9–უნაგირა, 6–წყალშემკრები, 10–ფლატე, 12– ტერასა (იხ. ნახ. 2.25).

მთა – ტოპოგრაფიული ზედაპირის 200 მ–ზე მეტად ამაღლებული წაგრძელებული ნაწილი. მისი ელემენტებია: თხემი, ფერდობები და ძირი.

უნაგირა – ტოპოგრაფიული ზედაპირის დაბალი, ვაკე ან ჩაზნექილი მოედანი ქედის ორ მწვერვალს შორის.

ტერასა – ფერდობებზე საფეხურისებურად გამოყოფილი მოვაკებული ადგილი. მათ ერთობლიობას ადგილმდებარეობის რელიეფი ეწოდება. ე.ი. ადგილმდებარეობის რელიეფი არის დედამიწის ზედაპირის ბუნებრივ ფორმათა ერთობლიობა. რელიეფის დასახასიათებლად საჭიროა ვიცოდეთ ადგილის წერტილების აბსოლუტური ან ფარდობითი სიმაღლეები. **დედამიწის ზედაპირის სიმაღლეს ზღვის დონიდან აბსოლუტური სიმაღლე ეწოდება.**
სიმაღლეს ეწოდება ფარდობითი, თუ იგი იზომება კალთის ძირიდან მწვერვალამდე.

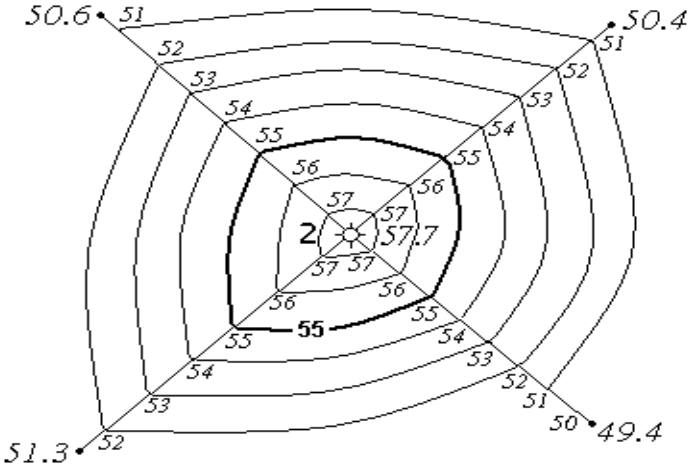
ტოპოგრაფიულ რუკაზე ადგილმდებარეობის რელიეფი ჰორიზონტალებით, ანუ იზოჰიფსებით გამოისახება. ჰორიზონტალის განმარტებისათვის განვიხილოთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი. წარმოვიდგინოთ მთა, რომელიც გაკვეთილია ჰორიზონტალური და ერთმანეთისგან ტოლი მანძილით დაშორებული სიბრტყეებით. მაშინ კვეთის სიბრტყეში მივიღებთ მრუდე ხაზებს, ანუ ჰორიზონტალებს.



ნახ. 2.26. რელიეფის გამოხაზვა ჰორიზონტალებით

ადგილის ერთნაირი სიმაღლის წერტილების შემაერთებელ მრუდე ხაზს ჰორიზონტალი ეწოდება.

ჰორიზონტალზე აღებულ ყველა წერტილს ერთნაირი სიმაღლე აქვს. ახლა წარმოვიდგინოთ, რომ ზემოთ აღნიშნული პარალერული სიბრტყეები ერთნაირი დაშორებით გავლებულია დაბლიდან მაღლა. მაგალითად, 5, 10 და ა.შ. მეტრის დაშორებით. ისინი წარმოადგენს მეზობელ ჰორიზონტალებს შორის ვერტიკალურ მანძილს.



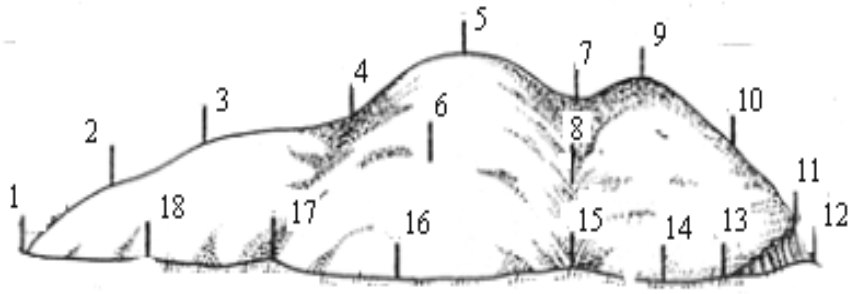
ნახ. 2.27. ჰორიზონტალები

ორ მეზობელ ჰორიზონტალს შორის მოთავსებულ ვერტიკალურ მანძილს რელიეფის კვეთ სიმაღლე ეწოდება. კვეთ სიმაღლე აღინიშნება C ასოთი. ყველა ტოპოგრაფიული რუკისათვის წინასწარ შერჩეულია კვეთ სიმაღლე, რომელიც შეიძლება სხვადასხვა იყოს. მისი სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია რუკის მასშტაბსა და რელიეფზე.

ხშირად რელიეფის ძირითად კვეთ სიმაღლეში რელიეფი დაწვრილებით ვეღარ გამოისახება, ამ შემთხვევაში ავლებენ ნახევარ ჰორიზონტალებს, რომელიც უდრის ძირითადი კვეთ სიმაღლის ნახევარს. რელიეფის თვალსაჩინო კითხვისა და ჰორიზონტალების ათვლის გაიოლებისათვის, ყოველ მეხუთე ჰორიზონტალს ამსხვილებენ და მასზე აკეთებენ სათანადო სიმაღლის წარწერას. რუკაზე ჰორიზონტალების გამოხაზვა ხდება ყავისფრად. არსებობს დედამიწის ზედაპირის ისეთი ნაწილები, რომლებიც გეგმაზე (რუკაზე) ჰორიზონტალებით აღარ გამოისაღება. ასეთებს ეკუთვნის კლდე, ფრიალო კლდე, ხრამი და სხვა. მათი გამოსახვა გეგმასა და რუკაზე ხდება სპეციალური პირობითი აღნიშვნებით.

2.17. რელიეფის ხაზვა

რელიეფის გამოსახაზავად საჭიროა წერტილების ნიშნულების ცოდნა. ასეთი წერტილები შეირჩევა რელიეფის დამახასიათებელ ადგილებში (იხ. ნახ. 2.28.), მათი საშუალებით კი - ინტერპოლაცია. **მოქმედებას, როცა ნიშნულების მქონე ორ წერტილს შორის მოვძებნით წერტილებს, რომლებშიც გაივლის მოცემული კვეთ სიმაღლის შესაბამისი ჰორიზონტალები, ინტერპოლაცია ეწოდება.**

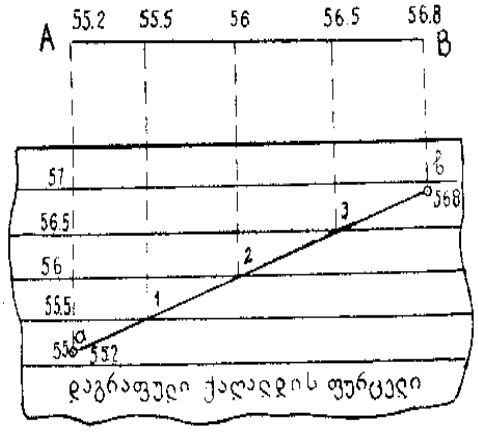


ნახ. 2.28. რელიეფის ოროგრაფიული წერტილები

ვთქვათ, საჭიროა ჰორიზონტალების გატარება A და BABწერტილებს შორის, რომელთა სიმაღლეებია 55,2 და 56,8 მ, კვეთ სიმაღლე შეადგენს 0,5 მ-ს. მილიმეტრებიან ფურცელს შევუთავსებთ AB ხაზს და გადავიტანთ მასზე იმავე ხაზს. წავაწეროთ ჰორიზონტალურ ხაზებს 55,5; 56,0; 56,5. ახლა მოვნიშნოთ წერტილები, რომელთა ნიშნულებია 55,2 და 56,8. ეს წერტილები შევაერთოთ ab ხაზით. აღნიშნული ხაზი გადაკვეთს მილიმეტრებიან ქაღალდის ჰორიზონტალურ ხაზებს 1, 2, და 3 წერტილებში. თუ ამ წერტილებიდან დავუშვებთ პერპენდიკულარებს ქაღალდის კიდეზე და

ინტერპოლაცია - მოქმედება, როცა ნიშნულების მქონე ორ წერტილს შორის მოვძებნით წერტილებს, რომლებშიც გაივლიან მოცემული კვეთ სიმაღლის შესაბამისი ჰორიზონტალები.

შევუთავსებთ მას საინტერპოლაციო ხაზს, მივიღებთ წერტილებს, რომლებზედაც გაივლის საძიებელი ჰორიზონტალები.

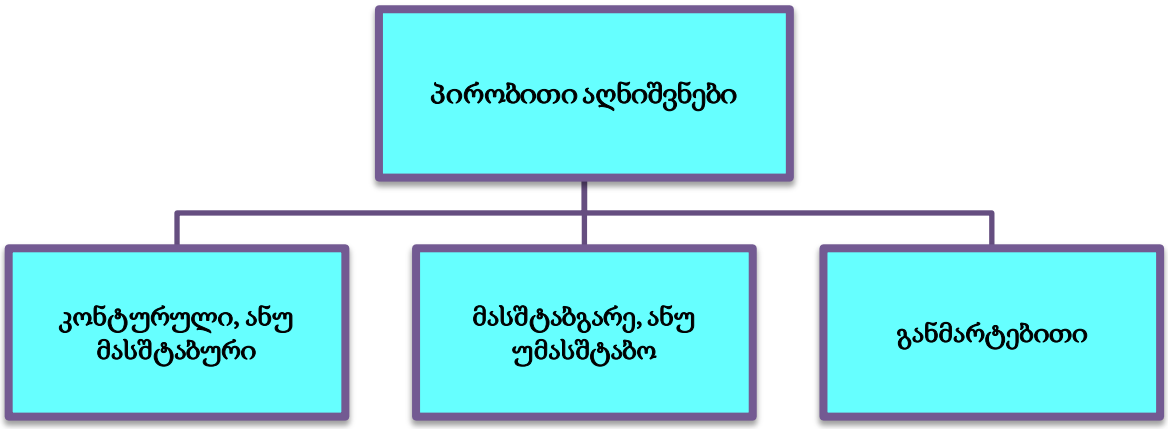


ნახაზი 2.29. ინტერპოლაცია მილიმეტრებიანი ქაღალდით

2.18. ტოპოგრაფიული რუკის პირობითი აღნიშვნები

ჩვენ გარშემო არსებულ სინამდვილეში დედამიწის ზედაპირზე გვხვდება სხვადასხვა სახის ობიექტი: ჰიდროგრაფია (მდინარეები, არხები, ტბები, ზღვები), გზათა ქსელი (რკინიგზები, ავტომაგისტრალები, საცალფეხო ბილიკები), დასახლებული პუნქტები, (ქალაქისა და სოფლის ტიპის), ნიადაგ–მცენარეული საფარი (ბაღები, ვენახები, ციტრუსის ბაღები, ტყეები, ბუჩქნარი), რომლებიც ტოპოგრაფიულ რუკასა ან გეგმაზე უნდა გამოისახოს მკაფიოდ და კონკრეტულად, გარკვევით და სისრულით.

პირობითი აღნიშვნების რაოდენობა 400–მდეა და მათ სხვადასხვა ფიგურების და ხაზების ფორმა აქვს. ამიტომ ისინი გეგმაზე გამოისახება საყოველთაოდ აღიარებული და სახელმწიფო ორგანოების მიერ დამტკიცებული პირობითი აღნიშვნების საფუძველზე. ისინი ხშირად მოგვაგონებს ობიექტის გარე სახეს, ზოგჯერ კი პირობითი ფორმა აქვს. დამუშავებულია და შედგენილია სხვადასხვა მასშტაბის პირობითი აღნიშვნების სახელმძღვანელო წიგნები, რომლებშიც წარმოდგენილია მათი ნიმუშები.



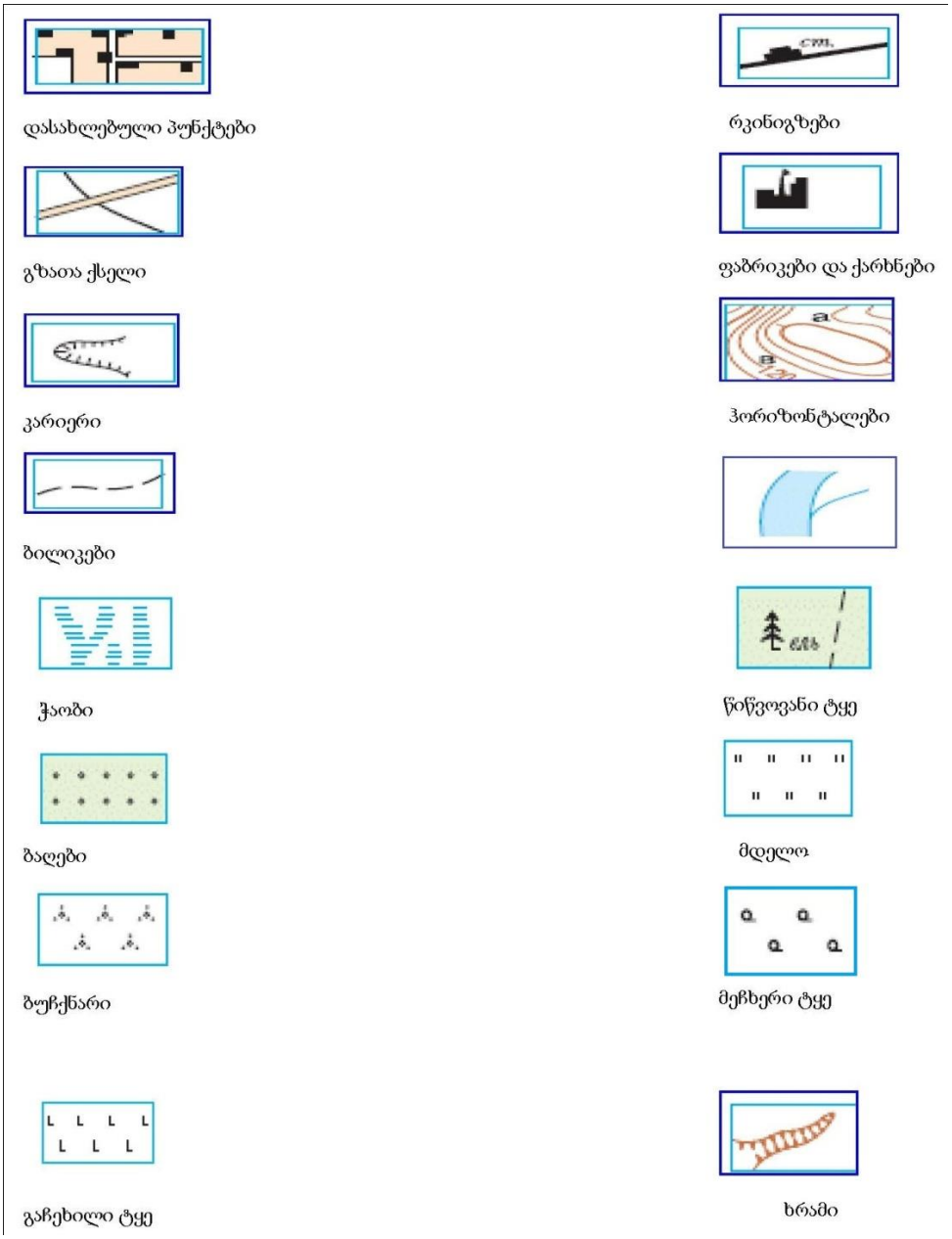
მასშტაბური პირობითი აღნიშვნებით გამოისახება ისეთი ობიექტები, რომელთა ფართობი მეტია შესადგენი რუკის ზღვრულ სიზუსტეზე. მაგ. ტყეები, სახნავები, ტბები, ბაღები და ა. შ. **კონტურული კი იმიტომ ეწოდება, რომ ასეთი ნიშნები კონტურით გამოისახება** (იხ. ნახაზი 2.30).

გზების, მდინარეების, კავშირგაბმულობის ხაზების და სხვა პირობით აღნიშვნებს, რომელთა სიგრძე რუკის მასშტაბში გამოისახება, ხოლო სიგანე მეტწილად გადიდებულია, **ხაზოვანი პირობითი აღნიშვნები ეწოდება.**

თუ ნამდვილი ობიექტის ზომა იმდენად მცირეა, რომ მისი გამოსახვა რუკის მასშტაბში შეუძლებელია (მაგ., ჭები, კავშირგაბმულობის ხაზები და ელექტროგადამცემი ხაზების ბოძები), მაშინ მათ **მასშტაბგარეშე, ანუ უმასშტაბო პირობითი აღნიშვნებით** გამოსახავენ.

მაშასადამე, პირობით აღნიშვნებში მასშტაბი დაცულია გეგმისა და რუკის მასშტაბში, მასშტაბგარეშე კი რუკის მასშტაბი დაცული არ არის. **განმარტებით პირობით აღნიშვნებს** მიეკუთვნება ისეთი აღნიშვნები, რომლებიც იძლევა ადგილობრივი საგნების დამატებით დახასიათებას, მდინარის სიღრმე, ტყის სიმაღლე, წარწერები ჰორიზონტალებზე და სხვა. რაც უფრო წვრილია რუკის მასშტაბი, მით უფრო მცირეა პირობითი აღნიშვნის ზომა და პირიქით.

იყენებენ ისეთ პირობით აღნიშვნასაც, რომელიც საერთოდ არ იკითხება. მაგ. მთის უღელტეხილი, ჭაობის სიღრმე, მდინარის სიღრმე, მდინარის დინების მიმართულების ისარი და ა. შ.

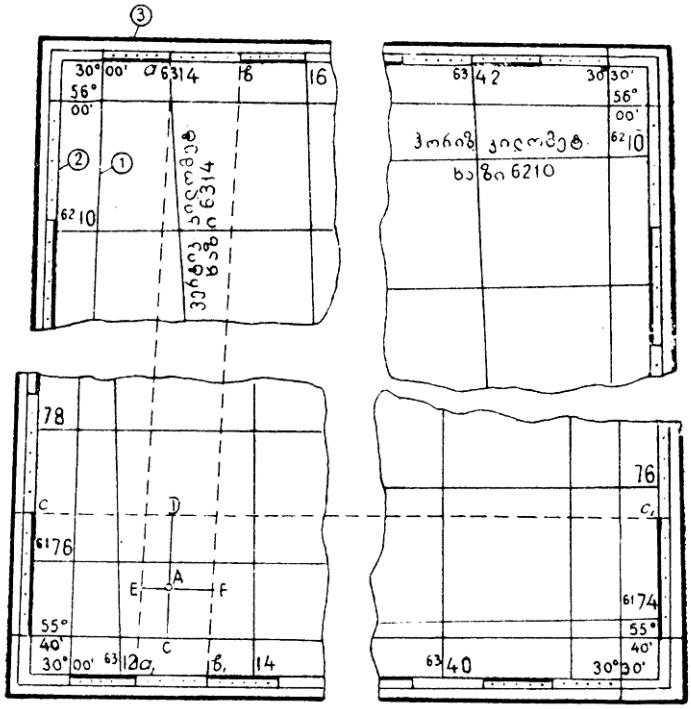


ნახაზი 2.30 პირობითი აღნიშვნები

2.19. რუკის ჩარჩო და საკოორდინატო ბადე

გეოგრაფიული რუკის ერთ–ერთი მთავარი ელემენტია საკოორდინატო ბადე. არსებობს საკოორდინატო ბადის ორი სახე: **კარტოგრაფიული,** რომელიც მერიდიანებითა და პარალელებითაა წარმოდგენილი და **მართკუთხა კოორდინატთა ბადე,** რომელიც წარმოდგენილია OX და OY კოორდინატთა ღერძების პარალელური ხაზებით. ტოპოგრაფიულ რუკებზე ფურცელს საზღვრავენ მერიდიანები და პარალელები. **რუკას კუთხეში წარწერილი აქვს გეოდეზიური კოორდინატები: განედები და გრძედები. ფურცლის შიგნით გამოსახულია მართკუთხა კოორდინატთა ბადე კვადრატების სახით, რომელსაც კილომეტრული ბადე ეწოდება.**

ბადის ვერტიკალური ხაზები პარალელურია ზონის ღერძული მერიდიანის OX ღერძისა და აქვს განტოლება Y=const. Y-ის მნიშვნელობა რუკაზე წარწერილია ბადის თითოეულ ხაზზე. ბადის ჰორიზონტალური ხაზები პარალელურია OY ღერძისა და აქვს განტოლება X=const. X-ის მნიშვნელობა წარწერილია ბადის თითოეულ ხაზზე.



ნახაზი 2.31. რუკის ჩარჩო

2.20. ამოცანები ტოპოგრაფიულ რუკაზე

2.20.1. ტოპოგრაფიულ რუკაზე გეოდეზიური კოორდინატების განსაზღვრა

რუკაზე შემოსაზღვრულია მერიდიანებითა და პარალელებით კარტოგრაფიული გამოსახულებარომელსაც **რუკის ჩარჩოს უწოდებენ.** ჩარჩოს ჩრდილოეთი და სამხრეთის განედები, ისევე როგორც გრძედები აღმოსავლეთით და დასავლეთით, რუკაზე წარწერილია ოთხივე კუთხეზე. განედებისა და გრძედების სხვაობა მუდმივია და დამოკიდებულია რუკის მასშტაბზე. რუკაზე განირჩევა სამი ჩარჩო: ძირითადი, ანუ შიგა ჩარჩო, საგრადუსო და გარეგანი. თანამედროვე ტოპოგრაფიულ რუკებზე ძირითადი, ანუ შიგა ჩარჩო უშუალოდ საზღვრავს ამა თუ იმ **ტერიტორიას. საგრადუსო ჩარჩო აიგება ძირითადი ჩარჩოს მოშორებით, რომელიც იყოფა მინუტებად და სეკუნდებად.** საგრადუსო ჩარჩოს გარეთ აიგება გარე ჩარჩო, რომელიც რუკის გასალამაზებლად გამოიყენება.

რუკაზე გეოდეზიური განედის (B) განსაზღვრისათვის მოცემულ წერტილზე გაავლებენ ჩრდილოეთ ან სამხრეთ პარალელის პარალელურ ხაზს საგრადუსო ბადის გადაკვეთამდე და აითვლიან რამდენი გრადუსი, მინუტი და სეკუნდი შეესაბამება მოცემულ წერტილს. გრძედის (L) განსაზღვრისათვის იმავე წერტილზე გაავლებენ აღმოსავლეთ ან დასავლეთ მერიდიანის პარალელურ ხაზს საგრადუსო ბადის გადაკვეთამდე და აითვლიან რამდენი გრადუსი, მინუტი და სეკუნდი შეესაბამება მოცემულ წერტილს.

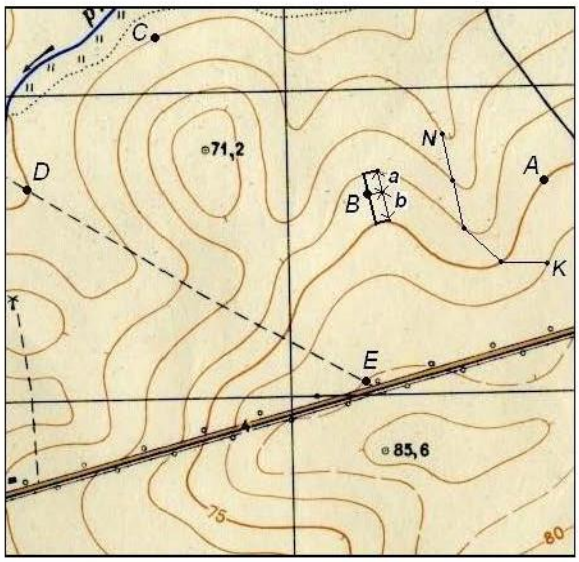
2.20.2. ტოპოგრაფიულ რუკაზე მართკუთხა კოორდინატების განსაზღვრა

ტოპოგრაფიულ რუკაზე გატარებულია მართკუთხა კილომეტრული ბადის ხაზები. კილომეტრული ბადე იმიტომ ჰქვია, რომ 1:10 000 რუკაზე ბადე გავლებულია ყოველი 10 სმ–ის შემდეგ და შეესაბამება ერთ კილომეტრს, 1:25 000 –იან რუკაზე ყოველი 4 სმ–ის შემდეგ და ა. შ.

კილომეტრულ ბადეზე რუკის აღმოსავლეთ და დასავლეთ კიდეზე წარწერილია მართკუთხა კოორდინატები: აბსცისები 6065; 6066 და ა.შ. ხოლო ჩრდილოეთ და სამხრეთ ჩარჩოსთან ორდინატები 43 12; 43 13, რომელშიც პირველი ციფრი 4 აღნიშნავს ზონის ნომერს. თუ საჭიროა, რომელიმე A წერტილის მართკუთხა კოორდინატების აბსცისებისა და ორდინატების განსაზღვრა, მაშინ გაავლებენ მოცემულ A წერტილზე კილომეტრული ბადის პარალელურ ხაზებს და წერენ X= 6065 ; Y=4312 და მიეთითება რამდენი მეტრი შეესაბამება მოცემულ მონაკვეთებს.

2.20.3. წერტილის ნიშნულის განსაზღვრა

როგორც ცნობილია, ტოპოგრაფიულ რუკაზე რელიეფი გამოსახულია ჰორიზონტალებით (იზოგიფსებით), რომელშიც მთავარ ჰორიზონტალებზე წარწერილია სიმაღლეები. იმისათვის რომ განვსაზღროთ წერტილის ნიშნულები (სიმაღლეები), საჭიროა გავიგოთ მოც. ტოპ. რუკაზე რამდენია კვეთ სიმაღლე, ანუ რამდენი მეტრია მეზობელ ჰორიზონტალებს შორის. რომელიც წარწერილია რუკის სამხრეთ მხარეზე ხაზოვანი მასშტაბის ქვემოთ.



ნახაზი 2.32. ნიშნულის განსაზღვრის წესი

A წერტილის ნიშნული იქნება 75 მ, ვინაიდან წერტილი მდებარეობს 75–იან ჰორიზონტალზე. C წერტილის ნიშნული 55 მ. თუ წერტილი მდებარეობს ჰორიზონტალებს შორის, მაგ., B წერტილი და საჭიროა მისი ნიშნულის განსაზღვრა. ამისათვის მოც. B წერტილის

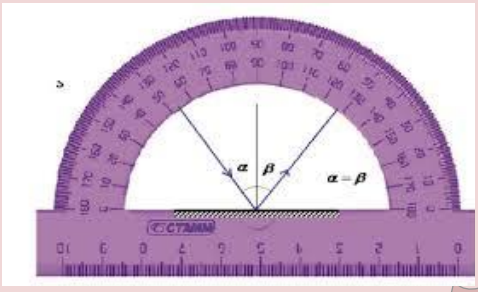
ნიშნული საჭიროა ამ წერტილზე გავატაროთ ორ მეზობელ ჰორიზონტალზე მართობი, ფარგლით გავზომოთ a და b მონაკვეთები, რელიეფის კვეთ სიმაღლე უდრის 5 მ.

$$X = H_A + \frac{a}{a+b}h = 70 + \frac{5}{5+7}5 = 72.08 \text{ მ}$$

sadac h რელიეფის კვეთ სიმაღლეა.

2.20.4. ტოპოგრაფიულ რუკაზე მოცემული მიმართულების დირექციული კუთხის აზიმუტისა და მაგნიტური აზიმუტის განსაზღვრა

ტრანსპორტირი - ნახაზებზე კუთხეების ასაგები და გასაზომი ხელსაწყო, რომელიც შედგება სახაზავისა და გრადუსებად დაყოფილი ნახევარწრისგან; საკუთხარი



როგორც ცნობილია, დირექციული არის კუთხე, რომელიც მოთავსებულია ღერძითი მერიდიანის ჩრდილო ბოლოდან მოცემულ ხაზამდე, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. ღერძითი მერიდიანი რუკაზე წარმოდგენილია კილომეტრული ბადის ვერტიკალური ხაზებით. თუ ახლა ტრანსპორტირით გავზომავთ კუთხეს ბადის ვერტიკალური ხაზიდან მოცემულ AB მიმართულებამდე, მივიღებთ დირექციულ კუთხეს. ჭეშმარიტი აზიმუტის გამოსათვლელად დირექციულ კუთხეს ალგებრულად ვუმატებთ მერიდიანების შეახლოების კუთხეს, $A_{ჭ} = \alpha - \gamma$; γ მოცემულია ტოპოგრაფიული რუკის ქვედა მარცხენა კუთხეში და იგი ტოლია – $2^0 22^I$ მაგნიტურ აზიმუტს კი ვითვლით ფორმულით δ - მოცემულია იმავე ნახაზზე და უდრის $6^0 12^I$

$$Am = \alpha - (\delta - \gamma)$$

2.20.5. ქვედებულის მასშტაბი (დახრილობის მასშტაბი)

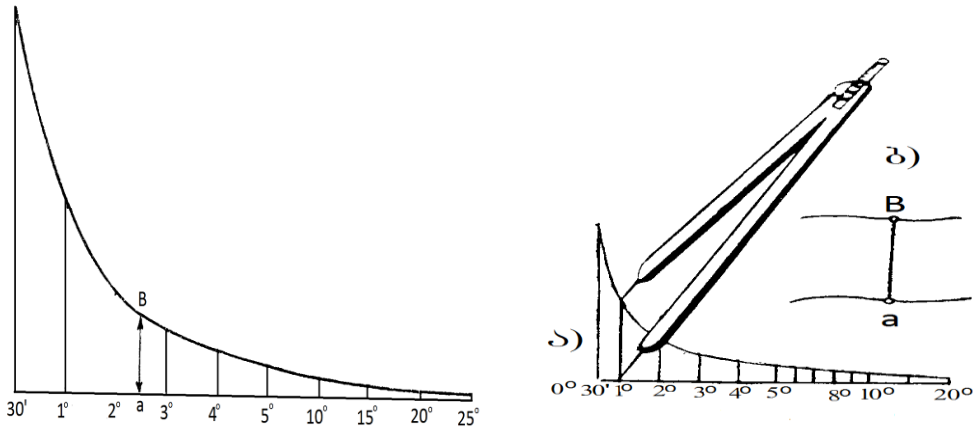
ქვედებულის მასშტაბი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დახრილობა i (მეათასებსა ან პროცენტებში) ან დახრის კუთხე ν გრადუსებში. გრაფიკის აგების წესი შემდეგია: მიღებული კვეთ სიმაღლით ითვლიან ჰორიზონტალურ მანძილს ფორმულით,

$$d = \frac{h}{i} \quad d = \frac{h}{ctg\nu}$$

ამ ფორმულის საშუალებით სხვადასხვა დახრის კუთხისათვის 1^0 ინტერვალით გამოითვლება d–ს მნიშვნელობა, თუ რელიეფის კვეთ სიმაღლეს h=5 მ–ს, მაშინ 5 მეტრის გამრავლებით $0^0 30^1$; 1^0; 2^0; და ა.შ. დახრის კუთხის მნიშვნელობებით მიიღება ქვედებულების მნიშვნელობები მეტრობით.

№	ν	d
1	30	57,3
2	1	286,5
3	2	143,2
4	3	95,4
5	4	71,5
6	5	57,2
7	10	28,4
8	15	14,4
9	20	13,7

ცხრილი 4. ქვედებულის მნიშვნელობები



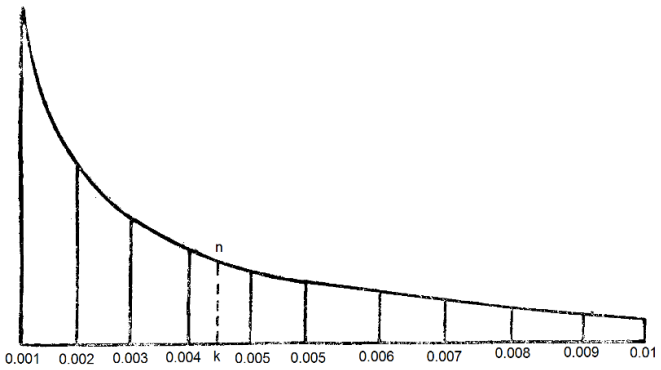
ნახაზი 2.33. ქვედებულის მასშტაბი და სარგებლობის წესი

ქვედებულის მასშტაბის აგებისათვის ტარდება სწორი ხაზი, რომელზედაც ნებისმიერ მასშტაბში გადაიზომება კუთხეების სიდიდე. მაგ., 1^0–ისათვის მივიღებთ 1 სანტიმეტრს და მიღებულ წერტილებს წაეწერება $30'$; 1^0; 2^0; 3^0; და ა.შ. მიღებულ წერტილებში აღიმართება მართობები, მოც. მასშტაბში გადაიზომება d ქვედებულები. ამ წერტილების ერთმანეთთან შეერთებით მიიღება ქვედებულები.

ხშირად ადგილის დახრილობას ახასიათებენ არა დახრის კუთხით, არამედ ქანობით $d = \frac{h}{i}$. თუ ჩავსვამთ i ქანობის სხვადასხვა მნიშვნელობებს, მაგ. 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 მივიღებთ ქვედებულის შესაბამის მნიშვნელობებს

ქანობი	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
ქვედებული	1000	500	333	250	200	167	143	125	111	100

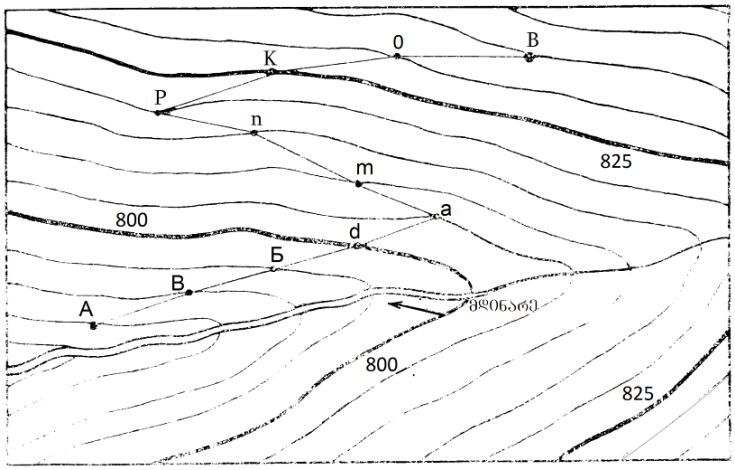
ცხრილი 5. ქანობის მნიშვნელობები



ნახაზი. 2.34. ქვედებულის მასშტაბი ქანობით

2.20.6. ხაზის გატარება მოცემული ქანობით

ვთქვათ, რუკაზე მოცემულია ორი - A დაB წერტილი და საჭიროა მათ შორის ისეთი ხაზის გატარება (მაგ. გზის), რომლის ქანობი იქნება 0,0045. გავშლით ფარგალს ისე, რომ მისი ერთი წვერო შეუთავსდეს 0,0045–ს, ხოლო მეორე - მის მოპირდაპირე მხარეს ქვედებულის დახრილ ხაზზე. nk მონაკვეთი აღნიშნული სიდიდის მონაკვეთით ვამოძრავებთ ფარგალს ჰორიზონტალებზე ისე, რომ A წერტილიდან მივიდეთ B წერტილში.



ნახაზი. 2.35. გზის გატარება მოცემული ქანობით

2.21. კუთხმზომი ინსტრუმენტები და მათი გამოყენება

კომპენსატორი - მოწყობილობა, რომელიც აწონასწორებს სხვადასხვა ფაქტორის (წონის, წნევის, ტემპერატურისა და მისთ.) გავლენას აპარატების, ხელსაწყოების მოქმედებაზე.

პოლიგონომეტრი - გეოდეზიურ გაზომვათა ერთ-ერთი მეთოდი.

2.21.1 თეოდოლიტი და თეოდოლიტური სამუშაოები

საველე გეოდეზიური სამუშაოების ძირითადი პროცესებია კუთხური და ხაზოვანი გაზომვები. კუთხეების გასაზომად გამოიყენება სხვადასხვა გეოდეზიური ინსტრუმენტი, რომელთა შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია თეოდოლიტს. თეოდოლიტით იზომება ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეები, ხაზები, მაგნიტური აზიმუტები, აღმატებები.

სიზუსტის მიხედვით კუთხსაზომი ინსტრუმენტები იყოფა:

ტექნიკური (15-30") - გამოიყენება თეოდოლიტური და ტაქეომეტრიული სვლებისათვის, სამარკშეიდერო, ნაგებობათა დაკვალვისათვის და სხვა. მათი მოდიფიკაციებია: T15; T20; T30; 2T30; 4T30. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ თეოდოლიტებს, გარდა T30-ისა, აქვს ოპტიკური ცენტრირები. შესაბამისად, მათი აღნიშვნაა T0,5; T1. რომელშიც T აღნიშნავს თეოდოლიტს, ხოლო რიცხვი - სიზუსტეს.

ზუსტი (±2-10") III - IV კლასის ტრიანგულიაციისა, პოლიგონომეტრიისა და მაღალი სიზუსტის დაკვალვითი სამუშაოებისათვის. კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული ცდომილება 2 წმ., მათი აღნიშვნაა T2; T5K და ა.შ.

T5K კომპენსატორიანია. **K აღნიშნავს იმას, რომ იგი კომპენსატორიანია.**

მაღალი სიზუსტის კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული ცდომილება ±0,5-1,0". მათ იყენებენ I-II კლასის **ტრიანგულიაციისა, პოლიგონომეტრიისა** და განსაკუთრებული სიზუსტის დაკვალვითი სამუშაოებისათვის.

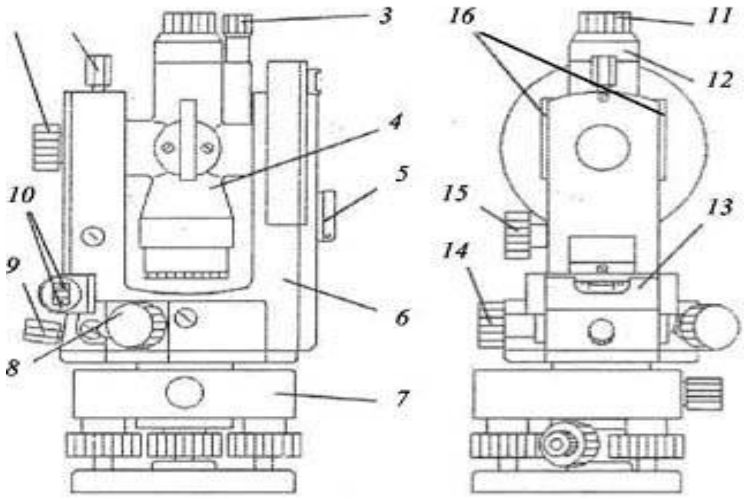


თეოდოლიტი

თანამედროვე თეოდოლიტები წარმოადგენს ზუსტ ოპტიკურ ინსტრუმენტებს, რომელთა წრედები დამზადებულია ოპტიკური მინისაგან.

როგორც წესი, ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ თეოდოლიტებში ანათვლის აღება წარმოებს ოპტიკური მიკროსკოპის დახმარებით, რომლიც განთავსებულია სამზერი ჭოგრის გვერდით. თეოდოლიტების ბოლო მოდიფიკაციებში გამოყენებულია მაღალხარისხოვანი სამზერი ჭოგრები, რომლებიც შეიძლება გადაყვანილი იქნას ზენიტზე. **უმრავლეს შემთხვევაში გამოსახულება შებრუნებულია.** ბოლო წლებში დაიწყეს პირდაპირგამოსახულებიანი ჭოგრების დამზადება (ასეთ მოდიფიკაციებს უწერენ П ასოს). ფოკუსირების ხრახნები თეოდოლიტებში Т15; Т20 ; Т30; 2Т30 გამოტანილია გვერდით სახურავზე, ხოლო Т2; 2Т2; Т5; 2Т5К; 3Т; 3Т5К და ა.შ. ფოკუსირების ხრახნი დამაგრებულია ჭოგრზე რგოლის სახით.

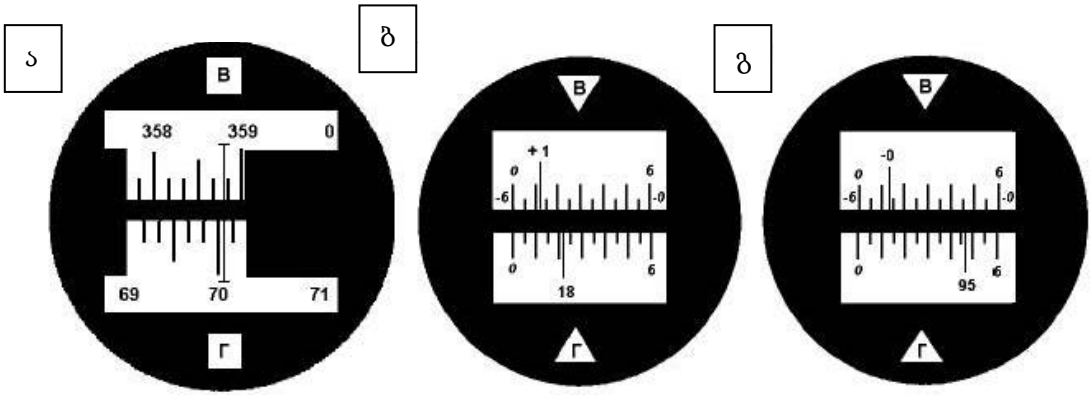
თეოდოლიტი 4Т30



ნახაზი 2.36. თეოდოლიტი 4Т30

1 - ფოკუსირების ხრახნი; 2 - ჭოგრის დამჭერი ხრახნი; 3- მიკროსკოპის ოკულარი; 4 - სამზერი ჭოგრი; 5 - სარკე; 6 - სადგამი; 7- ტრეგერი; 8 - ლიმბის გადასაადგილებელი ხრახნი; 9 - ალიდადის დასამაგრებელი ხრახნი; 10 - შემასწორებელი ხრახნები; 11- ოკულარის დიოპტრული რგოლი; 12 - ოკულარის ხუფი; 13 - ალიდადის თარაზო; 14 - ალიდადის მიმმართველი ხრახნი; 15 - ჭოგრის მიმმართველი ხრახნი; 16 - სამიზნებელი.

ანათვლის აღების პრინციპი თეოდოლიტებზე T30, 2T30, 4T30, 2T5K.



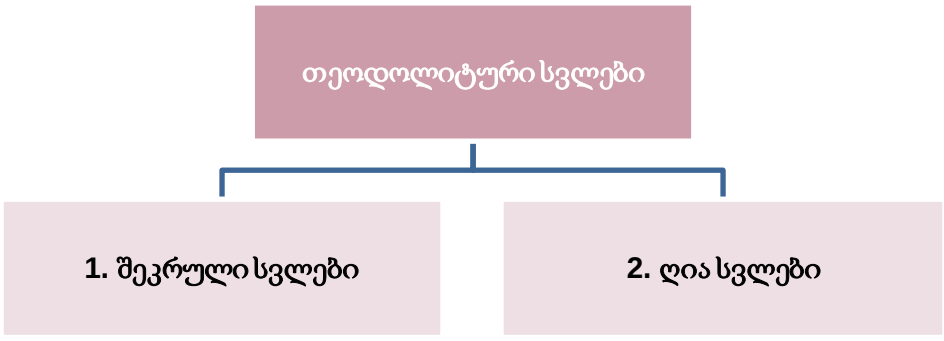
ნახაზი 2.37. თეოდოლიტზე ანათვლის აღების წესი
ა) T30 ვერტიკალურ წრედზე=358⁰ 48ᴵ , ჰორ70⁰ 04 ᴵ.
ბ) 2T30, 4T30, 2T5K. ვერტიკალურზე +1⁰ 11,5ᴵ , ჰორ.=18⁰ 22 ᴵ
გ) ვერტიკალურზე –0⁰ 46,5ᴵ ჰორ.=95⁰47ᴵ

2.21.2. ჰორიზონტალური კუთხეების გაზომვა თეოდოლიტით

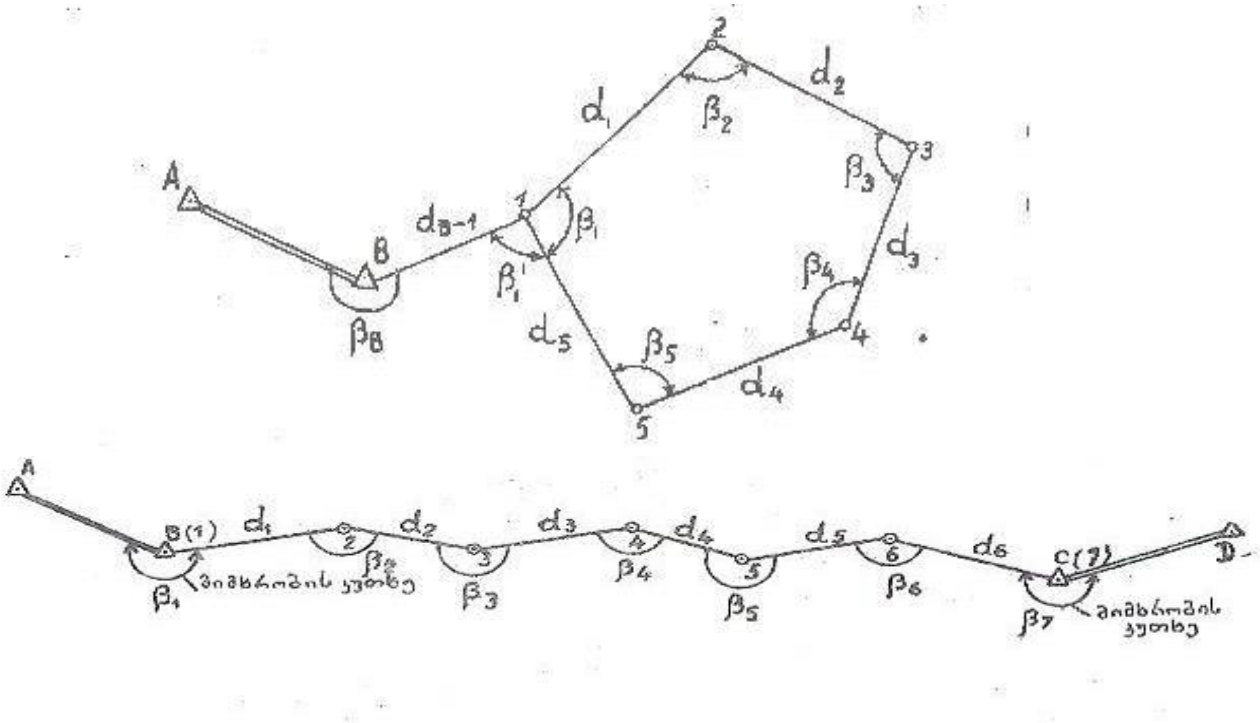
აგეგმვისათვის საჭიროა მთელი რიგი საყრდენი წერტილები, რომელთა მდებარეობა წინასწარ უნდა იქნას განსაზღვრული. ასეთ წერტილებს **გეოდეზიური საფუძველი ეწოდება.**

გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა ყველა სახის აგეგმვის ძირითადი მოთხოვნა და კანონია.

მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვის გეოდეზიური საფუძვლის ერთ-ერთ სახეობას წარმოადგენს ასაგეგმი გეოდეზიური ქსელი. მისი დანიშნულებაა გეოდეზიური გეგმური და სიმაღლური საფუძვლის გახშირება. ასაგეგმი საფუძვლის შექმნა შესაძლებელია ე.წ. **თეოდოლიტური სვლებით.**



თეოდოლიტურ სამუშაოებში ჰორიზონტალურ კუთხეებს ზომავენ ხაზებს შორის, რომელნიც ქმნიან შეკრულ მრავალკუთხედს, რასაც გეოდეზიაში **პოლიგონს** ან **ღია სვლებს უწოდებენ.**



ნახაზი 2.38. შეკრული და ღია თეოდოლიტური სვლა

შეკრულ თეოდოლიტურ სვლაში გასაზომ კუთხეებს შიგა კუთხეები ეწოდება, ხოლო ღია სვლაში – მოხვევის კუთხეები. თუ კუთხეები იზომება 1-ლი, მე-2, მე-3 და ა.შ. მიმართულებით, მაშინ კუთხეებს მარჯვენა კუთხეები ეწოდება, რადგან ისინი სვლის მიმართულების მარჯვნივ მდებარეობს. თუ შებრუნებით, მაშინ კუთხეებს მარცხენა კუთხეები ეწოდება.

თეოდოლიტურ სვლებში იზომება გვერდების სიგრძეები (ფოლადის ბაფთით) ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეები. თეოდოლიტური სვლები ეყრდნობა საყრდენ გეოდეზიურ პუნქტებს, რომელთა კოორდინატები წინასწარ არის განსაზღვრული.

2.21.3. ჰორიზონტალური კუთხის გაზომვა ილეთების ხერხით

ჰორიზონტალური კუთხის გაზომვის საკმაოდ გავრცელებული წესია ილეთების ხერხი. სრული ილეთით კუთხის გაზომვის არსი ისაა, რომ კუთხე იზომება ორჯერ: წრედი მარცხნივ და წრედი მარჯვნივ. განვიხილოთ აღნიშნული წესი:

1. **დააყენებენ თეოდოლიტს საჭირო წერტილზე, დაცენტრავენ (შვეულით ან ოპტიკური ცენტრირით) და მოიყვანენ ინსტრუმენტს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში;**
2. **დააყენებენ ლიმბზე ანათვალს 0^0-თან ახლოს (წრედი მარცხნივ).**

3. დაამაგრებენ ალიდადას და მოშვებული ლიმბით დაუმზერენ მარცხენა წერტილს, აიღებენ ანათვალს ორი შეთავსებით.

4. მოუშვებენ ალიდადას და დაუმზერენ მარჯვენა წერტილს, გამოითვლიან კუთხის მნიშვნელობას. ამისათვის მარჯვენა ანათვალს აკლებენ მარცხენას.

5. გადაიყვანენ ჭოგრს ზენიტზე, შემოაბრუნებენ თეოდოლიტს 180^0–ით და იმეორებენ იმავე მოქმედებებს. აიღებენ შესაბამის ანათვლებს, გამოითვლიან კუთხის მნიშვნელობას იმავე წესით. გამოჰყავთ საშუალო ანათვალი კუთხის ორი მნიშვნელობიდან. კუთხის გაზომვის მნიშვნელობები იწერება სპეციალურ ჟურნალში, რომლის ნიმუში მოცემულია ქვემოთ. ორი ნახევარი ილეთით გაზომილ კუთხეებს შორის დასაშვები ცდომილება შემდეგია $T\text{-}30 - 1{,}5^I$; $T\text{-}15.- 1^I$.

დგომის წერტილი	დასამზერი წერტილები N	R L	ჰორიზონტალური წრედი											
			ანათვლები ჰორიზონტალურ წრედზე			საშუალო ანათვალი		კუთხის მნიშვნელობა			კუთხის საშუალო მნიშვნელობა		
		L	0	05	00	06	00						
	ცენტრ			07	00			175	19	00			
		L	185	25	00	25	00						
1	2			25	00						175	19	30
		R	180	08	00	09	00						
	ცენტრ			10	00			175	20	00			
		R	355	28	00	29	00						
	2			30	00								

ცხრილი 5. ჰორიზონტალური კუთხეების გაზომვის ჟურნალი

2.21.4. ვერტიკალური კუთხეების გაზომვა

თეოდოლიტურ სამუშაოებში, გარდა ჰორიზონტალური კუთხეებისა, იზომება ვერტიკალური კუთხეები. ჰორიზონტალურ სხივსა და სამზერი ღერძის მიმართულებას შორის მოთავსებულ კუთხეს დახრის კუთხე ეწოდება. ვერტიკალური კუთხე გაიზომება ვერტიკალური წრედის დახმარებით. თუ დასამზერი წერტილი ჰორიზონტზე მაღლაა, დახრის კუთხე დადებითია, თუ დაბლა - უარყოფითი.

დახრის კუთხე იზომება შემდეგნაირად: აიღებენ ანათვალს მარჯვენა წრედი R – ით და მარცხენა წრედით L–ით: L ითვლიან ნულ ადგილს, შემდეგ დახრის კუთხეს.

ნულადგილი (ნა) არის ანათვალი ვერტიკალურ წრედზე, როდესაც ჰოგრი ჰორიზონტალურ მდგომარეობაშია და ვერტიკალური წრედის თარაზო ნულპუნქტშია. (T30 მოდიფიკაციების თეოდოლიტებს ვერტიკალურ წრედზე თარაზო არა აქვს. ამიტომ საჭიროა ანათვალის აღების წინ ჰორიზონტალურ წრედზე მოთავსებული თარაზოს ნულპუნქტში მოყვანა:

2T - 30 თეოდოლიტებში:

ნა=(R+L) : 2

$V = L - na$

$V =$ (ნა-R)

2.22. ნიველობა

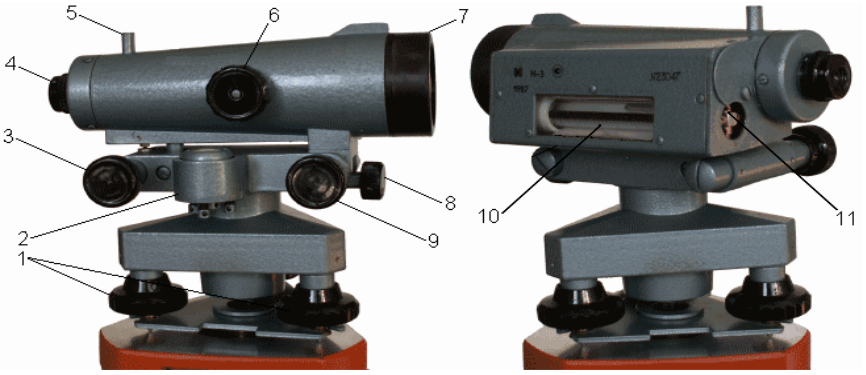
2.22.1. ზოგადი ცნობები ნიველობის შესახებ

გეოდეზიაში თეორიული და პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად, აგრეთვე ქვეყნის ტოპოგრაფიული შესწავლის მიზნით, საჭიროა დედამიწის ზედაპირზე განისაზღვროს გარკვეული წერტილების სიმაღლეები (ნიშნულები). სიმაღლეების განსაზღვრა შესაძლებელია:

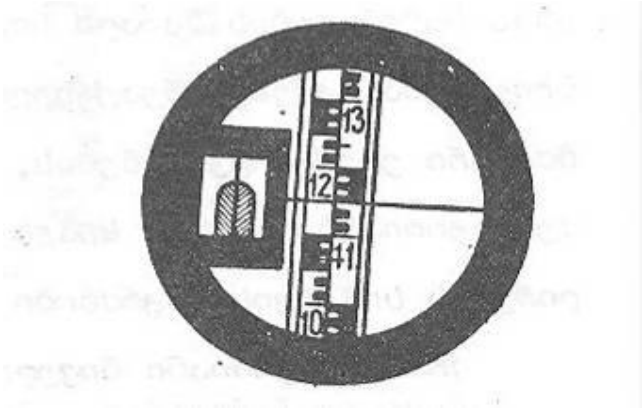
1. **გეომეტრიული ნიველობით,** რომლის დროსაც გამოიყენება ნიველირების სხვადასხვა მოდიფიკაციები და რომლებიც იძლევა ჰორიზონტალურ (თარაზულ) სხივს;
2. **ტრიგონომეტრიული ნიველობით,** რომელიც დამყარებულია დახრილი სხივით სიმაღლის განსაზღვრაზე. სიმაღლეთა სხვაობები განისაზღვრება ვერტიკალურ წრედიანი თეოდოლიტებით;
3. **ბარომეტრულ ნიველობაში** წერტილების სიმაღლეები განისაზღვრება ატმოსფერული წნევის მიხედვით.



ნიველირი „Leica“



ნახაზი 2.39. ნიველირი H-3 მოწყობილობა
1–ამწევი ხრახნები , 2–მრგვალი თარაზო, 3–ელევაციური ხრახნი. 4–ოკულარი,
5 – სამიზნებელი, 6 – ფოკუსირების ხრახნი 7 –ობიექტივი, 8 – ჭოგრის დასამაგრებელი ხრახნი,
9–მიმმართველი ხრახნი, 10–ცილინდრული თარაზო,
11–ცილინდრული თარაზოს შემასწორებელი ხრახნები.



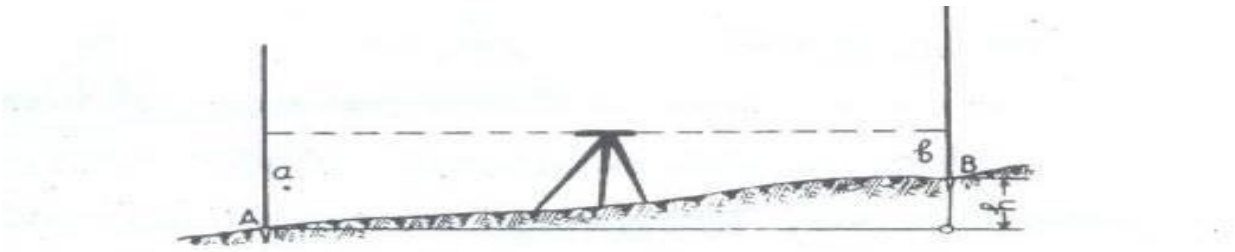
ნახაზი 2.40. კონტაქტური თარაზო და ანათვლის აღების პრინციპი

ტექნიკური მახასიათებლები:
საშუალო კვადრატული ცდომილება ----------2,5 მმ
ჭოგრის გამადიდებლობა----------31,5 კრატი
მანძილმზომის კოეფიციენტი-----100
თარაზოს საფასური 2 კმ–ზე----------15
წონა----------1,5 კგ

2.22.2. გეომეტრიული ნიველობის წესები

არსებობს გეომეტრული ნიველობის ორი წესი: ნიველობა ხაზის შუა ადგილიდან და ნიველობა წინ.

ნიველობა ხაზის შუა ადგილიდან. AA და BB წერტილების შუაში ნიველირის დაყენების შემდეგ მისი სამზერი ღერძი მოჰყავთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში; A A და B წერტილებში დააყენებენ ლარტყებს. აიღებენ ანათვლებს მაფთა ბადის შუა მაფით.



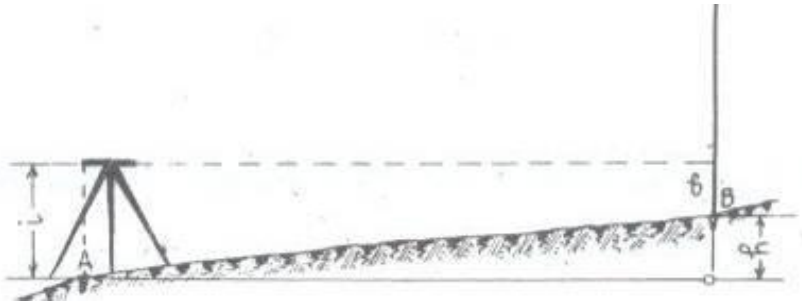
ნახაზი 2.41. ნიველობა ხაზის შუადან

A A წერტილზე აღებულ უკანა ანათვალს აკლდება B წერტილზე აღებული წინა ანათვალი. მიიღება აღმატება დადებითი ნიშნით და პირიქით.

$$h=a-b$$

ე. ი. ხაზის შუადან ნიველობის დროს აღმატება უდრის უკანა ანათვალს გამოკლებული წინა ანათვალი.

ნიველობა წინ. ნიველირს დააყენებენ A წერტილზე, ხოლოBB წერტილზე დგამენ ლარტყას. აიღებენ ანათვალს ლარტყაზე და ზომავენ AAწერტილზე იარაღის სიმაღლეს i. მაშასადამე, ნიველობა ხაზის წინიდან ჩატარების დროს აღმატება უდრის იარაღის სიმაღლეს გამოკლებული ლარტყაზე აღებული ანათვალი.



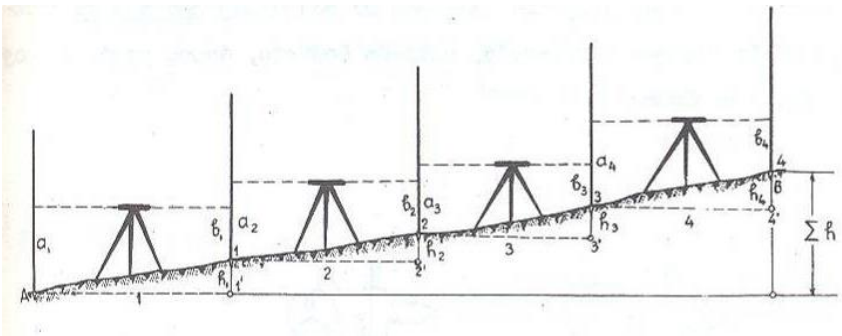
ნახაზი 2.42. ნიველობა წინ

აღმატება გამოითვლება ფორმულით:

$$h= i-b$$

პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება ნიველობა ხაზის შუიდან.

N ნიველობა, როგორც წესი, ტარდება დიდ მანძილზე. მაშასადამე, საჭიროა არა ერთი, არამედ რამდენიმე დგომის გაკეთება, ე. ი. უნდა განისაზღვროს h_1, h_2, h_3...და ა.შ. ... h_n



ნახაზი 2.43. რთული ნიველობა

$h_1=a_1-b_1$; $h_2=a_2-b_2$; $h_3=a_3-b_3$; $h_n=a_n-b_n$

ე.ი. $h_{ab}=h_1+h_2+h_3+\dots h_n$

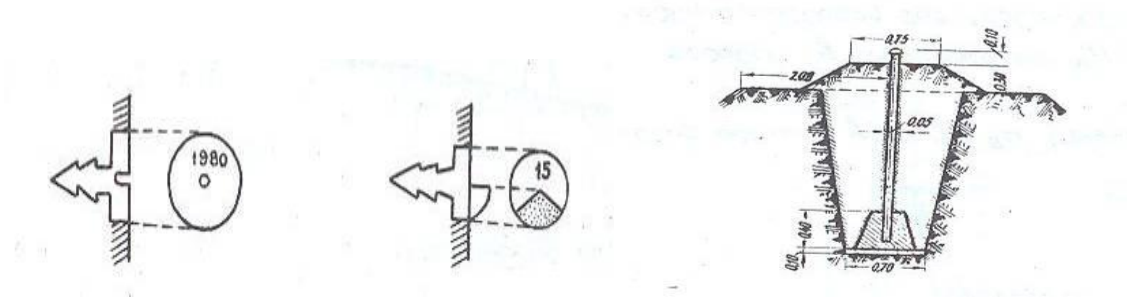
რთული ნიველობის დროს აღმატება უდრის აღმატებების ჯამს.

რთულ ნიველობას ეწოდება გრძივი ნიველობა, ანუ სანიველო სვლა.

თუ ცნობილია A წერტილის სიმაღლე H_A აღმატება h, ადვილად განისაზღვრება წერტილის სიმაღლეB $H_B= H_A+ h$

რთული ნიველობის დროს $H_B= H_A+ \sum h$

გეომეტრიული ნიველობის დროს წერტილები რომ არ დაიკარგოს, საჭიროა მათი ადგილზე დამაგრება სპეციალური ნიშნებით. სანიველო წერტილები მაგრდება მუდმივი და დროებითი ნიშნებით. მუდმივი ნიშნებია: ფუნდამენტური რეპერი, ყამირის რეპერი, კედლის რეპერი და კედლის მარკები.



ნახაზი 2.44. კედლის მარკა, კედლის რეპერი, ყამირის რეპერი.

კედლის რეპერს ადუღაბებენ შენობის ცოკოლში, დაახლოებით 0,5 მ სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან. ლარტყის დასაყენებლად მარკის რეპერს აქვს სპეციალური დასადგმელი. კედლის მარკას აქვს დაახლოებით იგივე მოყვანილობა, როგორიც კედლის რეპერს, იმ განსხვავებით, რომ დასადგმელის ნაცვლად დისკოს ცენტრში გაკეთებულია პატარა მრგვალი ხვრელი, სადაც ისმება ლითონის ჩხირი მოკლე ლარტყის ჩამოსაკიდებლად. მარკები კედელში მაგრდება დაახლოებით 1,5 მ სიმაღლეზე. იმ ადგილებში, სადაც შენობები არ არის, მიწაში გარკვეულ სიმაღლეზე ჩააბეტონებენ ყამირის რეპერს.

2.22.3. სანიველო ლარტყები

სანიველო ლარტყები მზადდება 3–4 მეტრის სიგრძის და 2 - 2,5 სმ-ის, სისქის გამომშრალი ხის ფიცრისაგან. ლარტყაზე დატანილია სანტიმეტრიანი დანაყოფები ერთ ან ორივე მხარეზე. ლარტყის ქვედა ნაწილს ლარტყის ქუსლი ეწოდება. ერთმხრიან ლარტყაზე დანაყოფები შავი ფერისაა, ორმხრივ ლარტყაზე დანაყოფები ერთ მხარეზე შავია, მეორეზე - წითელი. წარწერები ლარტყაზე აღნიშნულია ყოველ დეციმეტრთან. შავ მხარეზე წარწერები იწყება ლარტყის ქუსლიდან და იზრდება

0-დან 30 ან 40 დეციმეტრამდე. ნული შეთავსებულია ლარტყის ქუსლთან. წყვილი ლარტყებიდან წითელი მხარის ქუსლთან შეთავსებულია წარწერები - ერთ ლარტყაზე 4687, მეორეზე - 4787. წყვილი ლარტყა ქმნის ლარტყების კომპლექტს; კომპლექტიან ლარტყაზე წითელი მხარის ნულები ერთმანეთს არ ემთხვევა. განსხვავება მათ შორის 100 მმ-ია. მაგ., 1522 უკანა ლარტყაზე და 1920 წინა ლარტყაზე. h=_399; წითელ მხარეზე 6309 და 6608 h=_299. მაშასადამე, შავ და წითელ მხარეზე განსხვავება 100 მმ-ია. ამ სიდიდეს ქუსლების სხვაობა ეწოდება. ასეთი ლარტყით შავ და წითელ მხარეზე განსაზღვრულ აღმატებათა შორის სხვაობა 100 მმ-ია.

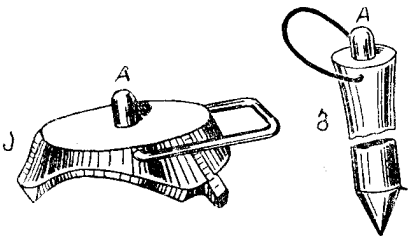


ნახაზი 2.45. სანიველირო ლარტყები

სამმეტრიანი ლარტყები შეიძლება იყოს მთლიანი, დასაკეცი ან შედგენილი. ლარტყაზე ანათვალი შედგება ოთხი ციფრისაგან: მაგ. 2764 მმ. მეტრი, დეციმეტრი, სანტიმეტრი, მილიმეტრი. ანათვლის აღების გაადვილების მიზნით, ყოველი ხუთი დანაყოფი გაერთიანებულია და წააგავს რუსულ asos-E. ლარტყაზე წარწერილ ციფრებში იგულისხმება მეტრები და დეციმეტრები. სანტიმეტრების რაოდენობა დაითვლება, ხოლო მილიმეტრები შეფასდება თვალით.

2.22.4. ბუნიკი და ომბოხო

ნიველობის დროს ლარტყების დადგმა უშუალოდ მიწაზე მიზანშეწონილი არ არის, ვინაიდან აქ შესაძლებელია მათ შეეცვალოთ ადგილმდებარეობა, ამიტომ ლარტყებს დგამენ ან ბუნიკზე, ან ომბოხოზე. ბუნიკი წარმოადგენს რკინის სამფეხს, რომლის წონა დაახლოებით 5 კგ–ია. ბუნიკს ქვემოდან აქვს სამი მახვილი თითი, რომლითაც ის მიწაში ესობა. ბუნიკის ზედაპირზე მიმაგრებულია ცილინდრისებული A თითი, რომელზედაც ზემოდან იდგმება ლარტყა. ბუნიკს გადასატანად აქვს სახელური.

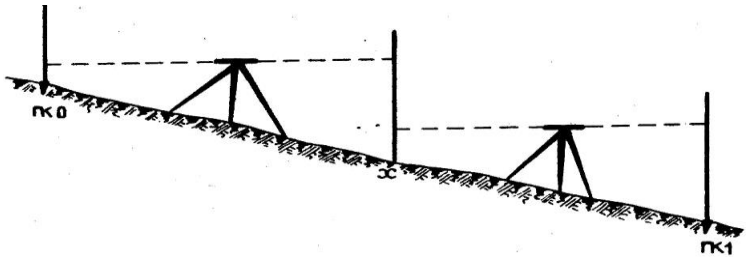


ნახაზი 2.46. ბუნიკი და ომბოხო

ხშირად ბუნიკების ნაცვლად გამოიყენებენ სპეციალურ ომბოხოებს (ნახაზი 2.46.) ან რკინიგზის სოლებს (კასტილებს).

2.22.5. ტექნიკური ნიველობა

ტექნიკური ნიველობა იწყება მარკებიდან და რეპერებიდან, ანუ წერტილებიდან, რომელთა ნიშნულიც ცნობილია. ნიველირს დგამენ 0 და 1 პიკეტს შორის დაახლოებით შუაზე, მოჰყავთ სამუშაო მდგომარეობაში. ლარტყებს აყენებენ საპიკეტო წერტილებზე და იღებენ ანათვლებს. კონტროლის მიზნით, ანათვლები აიღება ლარტყის შავ და წითელ მხარეზე (ან ინსტრუმენტის ჰორიზონტის შეცვლით). დიდი დაქანების შემთხვევაში, თუ ვერ ხერხდება პიკეტებზე დაყენებულ ლარტყაზე ანათვლების აღება (სხივი გადის ან მიწაში ან ლარტყის თავზე), ტრასის გასწვრივ უნდა დაინიშნოს ე.წ, „იქს – წერტილები“. ნახ 2.47



ნახაზი 2.47. X წერტილების აღება

ტრასის ბოლო წერტილი აუცილებლად უნდა მიებას რეპერს ან მარკას. ნიველობის ჟურნალის ფორმა მოცემულია მე–6 ცხრილში.

/1/ –ანათვალი რეპერზე, (უკანა ლარტყაზე);

/2/ – ანათვალი 0 პიკეტზე (წინა ლარტყა);

/3/ და /4/ –იგივე ანათვლები ნიველირის სიმაღლის შეცვლის შემდეგ;

/5/ – საშ. ანათვალი უკანა ლარტყაზე;

/6/ – საშ. ანათვალი წინა ლარტყაზე;

/7/ – აღმატება;

/8/– ინსტრუმენტის ჰორიზონტი /ი.ჰ/, რომელიც უდრის ჩვენს შემთხვევაში 1–ლი პიკეტის სიმაღლეს დამატებული ამ წერტილზე აღებული მეორე უკანა ანათვალი – 0540, ე.ი. ი.ჰ.=499.450+0540=499.99; /9/ – შუალედი წერტილის სიმაღლე, რომელიც უდრის

ინსტრუმენტის ჰორიზონტს გამოკლებული ამ წერტრილზე დაყენებული ლარტყაზე აღებული ანათვალი

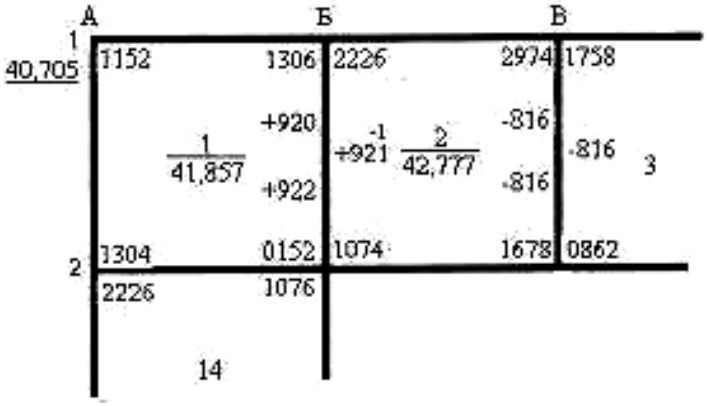
/0620/ H_{+30}=499.99–0620=499.370 .

	ანათვლები		საშუალო ანათვლები		შუალედი	აღმატება	იჰ	სიმაღლეები
	უკანა	წინა						500.000
პკ0	0922(1)	1472(2)						
			0926(5)	1476(6)		–0550 (7)		
პკ1	0930(4)	1480(3)						499.450
პკ1	0536	2434						499.450
+30			0538	2437	0620	–1899	499.990 (8)	499.370
პკ2	0540	2440						497.551

ცხრილი 6. ტექნიკური ნიველობის ჟურნალი

2.22.6. ფართობის ნიველობა

ფართობის ნიველობა გეომეტრიული ნიველობის საკმაოდ გავრცელებული სახეა და მას ძირითადად იყენებენ მიწის სამუშაოების მოცულობის გამოსათვლელად, რისთვისაც ტოპოგრაფულ ზედაპირს ყოფენ კვადრატებად, სადაც უნდა ჩატარდეს გეომეტრიული ნიველობა. ამ მიზნით ადგილზე თეოდოლიტით და 20 მ–იანი ბაფთით ააგებენ საჭირო ზომის მართკუთხედს ან კვადრატს, რომელსაც, რელიეფის სირთულიდან გამომდინარე, ყოფენ 10, 20, 25, 50, 100-მეტრიან კვადრატებად. კვადრატის წვეროებს ადგილზე ამაგრებენ ორ–ორი პალოთი, (პიკეტის წერტილი და „დარაჯულა“), ადგილზე დაკვალულ კვადრატების ბადეს გამოხაზავენ ქაღალდზე ნებისმიერ მასშტაბში. ქაღალდზე გამოსახულ კვადრატების ბადეს დანომრავენ იმ თანამიმდევრობით, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე. ნიველობა სრულდება მხოლოდ დანომრილ კვადრატებში ან ყოველი კვადრატის შუიდან, ან რამდენიმე სადგურიდან საერთი დამაკავშირებელი წერტილის გამოყენებით. კვადრტების შუადან ნიველობისას ნიველირს დააყენებენ პირველი კვადრატის ცენტრში და იღებენ ანათვლებს ლარტყის შავ მხარეზე კვადრატის ყოველ წვეროში. შემდეგ ანალოგიურად მოქმედებენ მეორე კვადრატში. ანათვლების ჩაწერა ხდება სქემატურ ნახაზზე.



ნახაზი 2.48. ფართობის ნიველობა

კონტროლისათვის მეორე კვადრატში ანგარიშობენ ლარტყებზე აღებულ ანათვლების სხვაობებს. ანუ 2226–1306=0920; 1074–0152=0922; დასაშვები ცდომილება ორ სხვაობას შორის უნდა იყოს ± 4 მმ–ზე ნაკლები. თუ სხვობა 2 მმ–ია, ე.ი. გაზომვა სწორადაა შესრულებული. კონტროლი შესაძლებელია, თუ ავიღებთ ჯვარედინად ჩაწერილ ანათვლების ჯამს. ანუ 1306+1074=2380; 2226+0152=2378; თუ სხვაობები კვადრატების მომიჯნავე გვერდების ორივე წვეროზე დაშვების ფარგლებშია, ანგარშობენ ინსტრუმენტის ჰორიზონტების საშუალო სხვაობას. საშ. ანათვალი 2379; შემდეგ გადადიან მესამე კვადრატის ცენტრში და ანოლოგიურად პოულობენ ნიველირის ჰორიზონტებს შორის სხვაობებს მესამე და მეორე კვადრატებს შორის და ა.შ. ყველა კვადრატის ნიველობის შემდეგ ანგარიშობენ ყველა გარე კვადრატების საშუალო სხვაობების ჯამს, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს ± 4 მმ√ n. კვადრატების წვეროების ნიშნულებს პოულობენ კვადრატის ინსტრუმენტის ჰორიზონტისა და წვეროზე აღებული ანათვლის სხვაობით. ანუ I კვადრატში რეპერის სიმაღლეს 40,705+1,152=41,857 მიღებული შედეგი წარმოადგენს ინსტრუმენტის ჰორიზონტს I კვადრატში. თუ მიღებულ ი.ჰ. გამოვაკლებთ კვადრატის თითოეულ წვეროზე აღებულ ანათვალს მივიღებთ კვდრატის წვეროების ნიშნულებს. ანუ A წერტილის ნიშნული იქნება 41.857–1.152=40.705; B წერტილის ნიშნული იქნება 41.857–1.306=40.551 და ა.შ.

2.23. ხაზობრივი გაზომვები

2.23.1. ხაზის სიგრძის საზომი მარტივი ხელსაწყოები

ხაზოვანი გაზომვის თანამედროვე საშუალებები შეიძლება გაიყოს ორ დიდ ჯგუფად: **მექანიკური და ფიზიკურ – ოპტიკური.**

მექანიკურს მიეკუთვნება: ფოლადის ბაფთები, ფოლადის ხვეულები, ზონარი ხვეულები და სხვა, რომლებიც გამოიყენება თეოდოლიტურ სვლებში მანძილების გასაზომად, ასაგეგმი ქსელის დასაგებად და ა.შ.

ფიზიკურ-ოპტიკური ხელსაწყოები იყოფა ოპტიკურ და რადიოფიზიკურ მანძილსაზომებად.

მანძილის გაზომვა **ოპტიკური მანძილსაზომებით** (ორმაგი გამოსახულებიანი მანძილსაზომები, ძაფებიანი მანძილსაზომები და სხვა) ემყარება გეომეტრიული ოპტიკის

პრინციპების გამოყენებას. მისი ძირითადი დანიშნულებაა ასაგეგმი გეოდეზიური ქსელის შექმნა, თეოდოლიტური სვლების გატარება, ასევე მანძილის გაზომვა ტაქეომეტრიული აგეგმვის დროს. მათი მთავარი ნაკლია მოქმედების მცირე მანძილი და დაბალი სიზუსტე.

რადიოფიზიკური მანძილსაზომით მანძილის გაზომვის პრინციპი ემყარება ელექტრომაგნიტური ტალღის მიერ გასაზომი მანძილის დროის განსაზღვრას. იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოიყენება რადიოტალღა, მაშინ ხელსაწყოს უწოდებენ რადიომანძილსაზომს, ხოლო თუ სინათლის ნაკადი, მაშინ – შუქმანძილსაზომს.

რადიო და შუქმანძილსაზომების განმასხვავებელი თავისებურებაა მანძილის გაზომვის მაღალი სიზუსტე და სამუშაოთა შრომატევადობის მნიშვნელოვნად შემცირება. ადგილზე ხაზების სიგრძის გასაზომად გამოიყენება სხვადასხვა საზომი ხელსაწყოები.

მანძილების უშუალო გაზომვებისათვის ფართოდ გამოიყენება ფოლადის ბაფთა, ფოლადის ხვეულა, ზონარის ხვეულა.



ხაზის სიგრძის საზომი მარტივი ხელსაწყოები

ფოლადის ბაფთა კეთდება ზოლოვანი ფოლადისაგან, მისი სიგანეა 15-20 მმ. სისქე – 0,4-0,5 მმ. ყველაზე უფრო გავრცელებულია 20 მ-იანი ბაფთები. ბაფთას თავსა და ბოლოში მორგებული აქვს სპილენძის ფირფიტები კბილანებით რკინის ჩხირზე მოსადებად. მეტრები მონიშნულია ბაფთის ორივე მხარეზე, დეციმეტრები აღნიშნულია პატარ-პატარა ნახვრეტებით. ამასთანავე, მე-5 დეციმეტრი, სხვა დეციმეტრებისგან განსხვავებით, აღნიშნულია მრგვალი ფირფიტით. მეტრების აღმნიშვნელი ციფრები ერთ მხარეზე წარწერილია პირდაპირი მიმართულებით, მეორე მხარეზე - შებრუნებული მიმართულებით. ბაფთას თან ახლავს 10 რკინის ჩხირი, რომელთა დიამეტრი უდრის ბაფთის ბოლოს ამონაჭერის დიამეტრს. მათი დანიშნულებაა ბაფთის ბოლოები დაამაგროს მაშინ, როდესაც ის დაჭიმულ მდგომარეობაშია გასაზომი ხაზის გასწვრივ.

2.23.2. ლაზერული მანძილმზომი (DISTO)

ამ ინსტრუმენტით შეიძლება გაიზომოს მოკლე მანძილი

(140 მეტრამდე, ძირითადად გამოიყენება შენობების შიდა აზომვების დროს). ის მეტად მარტივი და ეფექტურია.

–მანძილების გაზომვის საშუალო კვადრატული ცდომილება 3 მმ-ია.
–მოქმედების რადიუსი 140 მ.
– ამრეკლის გარეშე 60 მ.
–გაზომვის დრო 1-5 წმ.
–წონა 600 გრამი.
–ზომები 22,5 G 8,8 G 4,6 სმ.



მანძილსაზომი „დისტო“

ლაზერული მანძილმზომი (DISTO)
სიზუსტე..... ± 1მმ
მაქსიმალური მანძილი .....200 მ.
გაზომვის დრო.....0.16–1წმ
მახსოვრობა.....ბოლო 20 განაზომი
გაბარიტები მმ .....143 × 55 × 30
წონა.....195 გრ
განაზომთა მახსოვრობა.....5000–მდე
ტემპერატურული რეჟიმი..... –10+ 50⁰C



2.23.3. გლობალურ პოზიციონირების სისტემა ,,GPS~

გლობალურ პოზიციონირების სისტემა ,,GPS~ არის ავტომატიზირებული ინფორმაციულ–გაზომვითი სისტემა, რომლის დახმარებითაც შესაძლებელია რეალურ დროში დედამიწის ნებისმიერ ადგილზე განისაზღვროს წერტილის კოორდინატები.

თანამგზავრული სისტემები - ,,GPS“ (აშშ.), ,,GPS“ (GGlobal Pozitioning Sistem) გლობალური პოზიციონირების სისტემა. აღნიშნული სისტემა არის აშშ თავდაცვის სამინისტროს მეთვალყურეობის ქვეშ. პირველი ბლოკის თანამგზავრები გაშვებულ იქნა 1978 წელს, ექსპლუატაციაში შევიდა 1995 წლიდან და ხელმისაწვდომი იყო მხოლოდ დაბალი სიზუსტის რეჟიმში. სამოქალაქო მიზნებისათვის სისტემა გაიხსნა მხოლოდ 2000 წელს და ახლა ,,GPS” ღიაა ნებისმიერი მომხმარებლისათვის.

ГЛОНАСС (რუსეთი) - (Глобалная навигационная спутниковая система) გლობალურ ნავიგაციური თანამგზავრული სისტემა. 1982 წელს ორბიტაზე გაყვანილ იქნა პირველი თანამგზავრები, რომლებიც ექსპლუატაციაში შევიდა 1996 წელს. სისტემა დღესაც შეფერხებებით მუშაობს.

დიდი ხნის განმავლობაში ინფორმაციის ძირითადი მომხმარებლები იყვნენ სატრანსპორტო ორგანიზაციები. შემდგომ კოსმოსური ტექნიკის განვითარებამ და ადგილზე წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის მაღალმა სიზუსტემ მიგვიყვანა თანამგზავრული რადიონავიგაციური სისტემის გეოდეზიური ამოცანების გადაწყვეტის ფართო გამოყენების აუცილებლობამდე.

თუ ადრე გეოდეზიური საფუძვლის შესაქმნელად უნდა აშენებულიყო ძვირადღირებული ქსელი, რომელიც ადგილზე დამაგრებული იქნებოდა სპეციალური ცენტრებით და მასზე დადგმული სხვადასხვა კონსტრუქციის გარე ნიშნებით (პირამიდები, სიგნალები), რომელთა შორის - მხედველობა, თანამგზავრული სისტემების გამოჩენამ ეს სამუშაოები სრულიად უსარგებლო და გამოუსადეგარი გახადა.

თანამედროვე პირობებში ერთი მიმღები აპარატის მეშვეობით შესაძლებელია განისაზღვროს ობიექტის ადგილმდებარეობა 2–3 მ. სიზუსტით. ხოლო ორი მიმღების დახმარებით, ან მუდმივმოქმედი სადგურების არსებობის შემთხვევაში, წერტილის კოორდინატები განისაზღვრება სანტიმეტრიანი და საჭიროებისამებრ მილიმეტრიანი სიზუსტით, რაც შესაძლებლობას იძლევა შესრულდეს ნებისმიერი სახის გეოდეზიური ამოცანები. ვინაიდან დღეისათვის (GPS) სისტემა უფრო განვითარებულია, ვიდრე სისტემა - ,,глонасс” და მომხმარებელი უფრო ფართოდ გამოიყენებს მას, ამიტომ ჩვენ ყურადღება გადავიტანეთ **გლობალური პოზიციონირების სისტემა GPS–ზე**

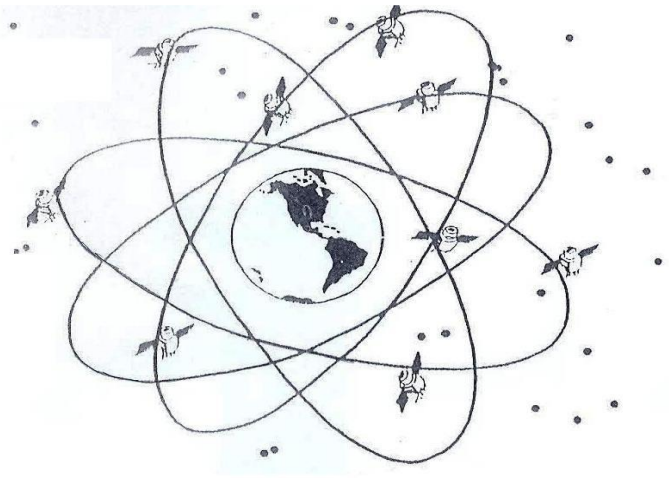
GPS სისტემის გამოყენების მთავარი ფაქტორებია:

- კოორდინატების ოპერატიულად განსაზღვრის შესაძლებლობა ნებისმიერ ამინდში;
- კოორდინატების განსაზღვრის უწყვეტობა;
- მიმღების მცირე ზომები;
- მცირე ენერგოტევადობა;
- ექსპლუატაციის სიმარტივე;
- მაღალი სიზუსტე.

გლობალურ პოზიციონირების სისტემა GPS არის ავტომატიზირებული ინფორმაციულ–გაზომვითი სისტემა, რომლის შემადგენლობაში შედის სამი ძირითადი ნაწილი: **მართვის სისტემა, კოსმოსური სექტორი და მომხმარებელი.**

მართვის სისტემა მოიცავს ნავიგაციური სისტემის თანამგზავრთა დაკვირვებისა და თანმხლების ძირითად და დამატებით სადგურებს. ორბიტის გაზომვის შედეგები გადაეცემა ძირითად სადგურს, სადაც ხდება თანამგზავრთა ორბიტების ელემენტთა და სხვა მონაცემთა დამუშავება და გამოთვლა.

კოსმოსური სექტორი შეიცავს 21 ძირითად და 3 დამხმარე თანამგზავრს. ეს 24 თანამგზავრი ბრუნავს 6 ორბიტარულ სიბრტყეში დაედამიწის გარშემო. თითოეულ სიბრტყეში 4 თანამგზავრია. ორბიტის სიმაღლე 20183კმ–ია. ორბიტალური ელიფსის ექსცენტრისიტეტი 0,1. ორბიტის დახრის კუთხე ეკვატორულ სიბრტყესთან 60^0. შეფარდებითი ფაზირება ხელოვნური თანამგზავრებისა ისეთია, რომ მათი გავლისას თითოეულ სიბრტყიდან მეზობელ უახლოეს თანამგზავრამდე ასწრებს 400–ით. ორბიტის სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან შეესაბამება თანამგზავრის შემოვლის პერიოდს, რომელიც ტოლია ვარსკვლავთმიერი დღე-ღამისა. **11h 57m 58.3s** აღნიშნულით მიიღწევა ის, რომ ერთხელ ვარსკვლავთმიერი დღე-ღამის განმავლობაში თითოეული თანამგზავრი გადის დედამიწის ზედაპირის ერთ და იმავე წერტილს ისე, რომ თითოეული მზისმიერი დღე–ღამე ხელოვნური თანამგზავრის ამ წერტილში 4 მინუტით ადრე გადის, ვიდრე წინა. თითოეულ ორბიტალურ სიბრტყეში თანამგზავრები მოძრაობს 1,5 ინტერვალით.



თანამგზავრების მოძრაობა ორბიტაზე

ხელოვნური თანამგზავრების რაოდენობა უზრუნველყოფს თანამგზავრის 100% ხილვადობის მომცველობას დედამიწის ზედაპირის ნებისმიერი წერტილიდან.

თანამგზავრის ხილვადობის ზონა დედამიწის ნებისმიერი წერტილიდან განისაზღვრება თანამგზავრის ჰორიზონტიდან ამაღლების კუთხით და ხელოვნური თანამგზავრის სიგნალის გადაფარვის ზონით. რაც შეეხება თვით თანამგზავრებს, მათ აქვს ბურთისებური ფორმა დიამეტრით 580 სმ. თითოეულის წონა 844 კგ–ია. თანამგზავრის მიერ გადმოცემული სიგნალები ფიქსირდება დედამიწაზე არსებული მობილური მიმღებ-მოწყობილობებით, რომელთა მდებარეობა დგინდება ავტომატურად დამზერის მომენტში.

მომხმარებელთა სეგმენტი, სიგნალთა მიმღები აპარატურაა GPS–ში , რომლის საშუალებით განისაზღვრება მანძილები სატელიტიდან მიმღებამდე.

სიგნალები სპეციალურად შეიძლება დამხინჯდეს თანამგზავრის ტაქტიკური იმპულსების შეცვლით ან გადასაცემი შეტყობინების შეკვეცით. ამ პროცედურამ მიიღო „შერჩევითი შეღწევადობის“ სახელწოდება. ასეთი რეჟიმით მიღებული სიზუსტის ხარისხი მცირდება 15 მ–დან 120 მ–მდე. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საერთაშორისო კონფლიქტების დროს.



გლობალურ პოზიციონირების სისტემა GPS

სატელიტიდან წამოსული სიგნალის მიღება ხდება GPS ანტენის საშუალებით. იგი გადამუშავდება ,,რესივერში, რომელიც წარმოადგენს ხელსაწყოს ძირითად კომპონენტს. იმის მიხედვით, თუ რა სახის რესივერი და მიმღები ანტენაა გამოყენებული და დაკვირვების რა რეჟიმია შერჩეული, მიიღება შესაბამისი სიზუსტის კოორდინატები.

GPS მიმღები ანტენა დაყენებული უნდა იყოს აუცილებლად ღია სივრცეში, რათა არ მოხდეს სატელიტიდან მომავალი სიგნალის შეფერხება. საქართველოს ტერიტორიაზე შეიქმნა GPS ქსელი, რომელიც წარმოადგენს უმაღლესი კლასის მუდმივმოქმედი სადგურების ერთობლიობას. ის საშუალებას მოგვცემს ვიმუშაოთ ე.წ. საბაზისო სადგურის გარეშე, რეალური დროის რეჟიმში და რაც მთავარია, საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ნებისმიერი წერტილის კოორდინატები განისაზღვროს მაღალი სიზუსტით.

GPS–ით აგეგმვა:

jobs data (სამუშაოს შექმნა);
New job 9 (ახალი სამუშაო);
Name დავარქვათ სახელი, მაგ., 10 ENTER დაბლა გამოჩნება Store;
Store (შექმენი) დავაჭერთ, შეიქმნება ჯობი;
Go to Work–ში შევალთ გამოჩნდება Survey;
Survey (აგეგმვა) შევდივართ აგეგმვაში Fn , Conect, თუ სიზუსტე გვაწყობს Meas ვაკვირდებით Stop და store პიკეტი აღებულია და ა.შ.

დაკვალვა:
jobs data (სამუშაოს შექმნა);
New job 9 (ახალი სამუშაო);
Name დავარქვათ სახელი მაგ 10 ENTER დაბლა გამოჩნება Store;
Store (შექმენი) დავაჭერთ, შეიქმნება ჯობი;
შევდივართ Stakeout;
Control job-ს ჩამოვშლით, ვიპოვით ჩვენს შექმნილ ჯობს ნომრით, მაგ 12 და OK, ისევ OK;
Point ID ჩამოვშალოთ, ვირჩევთ – New (ახალი);
Easting შეგვაქვს (აღმოსავლეთი) X ;Enter;
Northing შეგვაქვს (ჩრდილოეთი) Y; Enter;
Elevation შეგვაქვს Z (სიმაღლე) და ;Enter;
Store (დაიმახსოვრე) ისევ - New და თვითონვე დაწერს, ისევ შეგვაქვს მონაცემები OK, OK და გამოჩნდება ოთხკუთხედი ფანჯარა, ვაკვირდებით, თუ სიზუსტე დასაშვებია, Conect.

2.23.4. ელექტრონული ტაქეომეტრები

ელექტრონულ ტაქეომეტრებს უწოდებენ მოწყობილობას, რომელიც თავის თავში აერთიანებს **თეოდოლიტს, შუქმანძილმზომს და მიკროელექტრო კალკულატორს** და რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ჩატარდეს კუთხური და ხაზობრივი გაზომვები მათი შემდგომი დამუშავების შესაძლებლობით. იგი შეიძლება იყოს ერთიანი ან ცალკეული მოდულებისგან შემდგარი ხელსაწყო.

ტაქეომეტრებს, რომელნიც თავის თავში აერთიანებენ ყველა მოწყობილობას (კუთხურს, ხაზობრივს, კლავიატურა, პროცესორი), **ინტეგრირებულ ტაქეომეტრებს** უწოდებენ.

ტაქეომეტრებს, რომლებიც შედგება მხოლოდ სკანირებული თეოდოლიტისა და მანძილმზომისაგან, **მოდულური ტაქეომეტრები** ეწოდება.

70-90-იან წლებში გამოჩნდა ორი ტიპის ელექტრონული ტაქეომეტრები: ვიზუალური და ელექტრონული ანათვლებით წრედებზე. პირველი ტიპის ტაქეომეტრებში ანათვლების აღება ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ წრედებზე ხდებოდა ჩვეული მეთოდით (ვიზუალურად). კუთხის გაზომვის მიღებული შედეგები შეჰქონდათ მიკროპროცესორში კლავიატურაზე ხელით აკრეფის გზით. გაზომილ მანძილების შედეგები ავტომატურად გადაეცემოდა მიკროელექტრო კალკულატორს და ციფრულ ტაბლოს. ეს იყო ტაქეომეტრები Ta-5 (სსრკ), EOT2000 (გდრ), SM3, SM4 (გფრ), HP3810 (აშშ) და ა.შ.

მეორე ტიპის ელექტრონულ ტაქეომეტრებში ხელსაწყოს კუთხმზომ ნაწილს წარმოადგენდა ელექტრონული თეოდოლიტი, რომელშიც კუთხური სიდიდე ავტომატურად გადაეცემოდა მიკროელექტრო კალკულატორს, ხოლო შესაბამისი მანძილი გამოისახებოდა ტაბლოზე. ასეთ ხელსაწყოებს დასავლური ფირმები „ტოტელშტეინებს" უწოდებდნენ. თანამედროვე პირობებში ფართოდ გამოიყენება ისეთი ცნობილი ფირმებს ტაქეომეტრები, როგორებიცაა: „Sokia", „Topcon", „Nicon", „Pentex", „Leica", „Trimble" და სხვა. მათ აქვთ პროგრამული უზრუნველყოფა ნებისმიერი გეოდეზიური სამუშაოს შესასრულებლად. ასაგეგმი ქსელის გახშირება, აგეგმვის წარმოება, ნატურაში გადატანა, პირდაპირი და შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანა. თუ გადავხედავთ ელექტრონული ტაქეომეტრების ტექნიკურ მახასიათებლებს, კუთხური სიზუსტე შეადგენს 1^{II}-5^{II}. მანძილების გაზომვის სიზუსტე კი 1 სმ–ია. მანძილები იზომება ფაზური ან იმპულსური მეთოდით. გაზომვის სიზუსტე დამოკიდებულია ტაქეომეტრის ტექნიკურ შესაძლებლობასა და გარემო პირობებზე (ჰაერის ტემპერატურაზე, წნევაზე, სინოტივეზე). მანძილის გაზომვა შესაძლებელია ამრეკლით 1 კმ–მდე და უამრეკლოდ 5 კმ–მდე. ეს არის მაღალი სიზუსტის ხელსაწყოები, განკუთვნილი ფართო საველე გეოდეზიური სამუშოების საწარმოებლად.

ტაქეომეტრებს აქვთ შიდა მეხსიერება, ჩამონტაჟებული მიკროპროცესორი და პროგრამების ბიბლიოთეკა, რომელიც გამოიყენება მთელი რიგი გეოდეზიური ამოცანების გადასაწყვეტად. პროგრამებს შორის აღვნიშნავთ რამდენიმე მათგანს: დგომის წერტილის მონაცემების შეყვანა, მისი კოორდინატების განსაზღვრა შებრუნებული კუთხური გადაკვეთით, მიუდგომელი მანძილის განსაზღვრა, დაკვალვა, საბაზისო მანძილისა და რკალის განსაზღვრა, ფართობების განსაზღვრა. უკანასკნელი ფუნქციის გამოყენება მეტად ეფექტურია მიწების გამიჯვნის დროს, რადგან შესაძლებელია უშუალოდ ველზე სამიჯნე ნიშნების გადაადგილება ფართობის შეუცვლელად.

ტაქეომეტრით აგეგმვის დროს გააწყობენ რა ინსტრუმენტს, დაუმზერენ ამრეკლს, იგი ავტომატურად ზომავს მანძილს, ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ კუთხეს. კუთხური და ხაზოვანი გაზომები ხდება საგანზე ერთხელ დამზერით. გაზომვის შედეგებში ავტომატურად შედის შესწორებები მეტეოპირობებზე (ზოგიერთი ტაქეომეტრი ავტომატურად ითვლის წნევასა და ტემპერატურას), ხაზის სიგრძის ჰორიზონტის სიბრტყეზე დაყვანა და სხვ. ტაქეომეტრი უზრუნველყოფს ციფრულ ინდიკაციას ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეების, დირექციული კუთხის, დახრილი მანძილის, მის გეგმილის ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე, აღმატების, კოორდინატების და სხვ. ელექტროგამომთვლელი მოწყობილობა განაზომთა შედეგების მიხედვით ითვლის კოორდინატთა ნაზრდებსა და აღმატებებს, ყველა შესწორებების მხედველობაში მიღებით. გაზომვის მონაცემი ინახება სპეციალურ დამამახსოვრებელ მოწყობილობაში, რომელიც შემდეგ გადაიტვირთება კომპიუტერში, სადაც ხდება ციფრული მოდულის ან ტოპოგრაფიული გეგმის მიღება.

თანამედროვე ელექტრონული ტაქეომეტრები რობოტიზირებულია, რომელიც ავტომატურ რეჟიმში ახდენს დამზერას ე.წ. აქტიურ ამრეკლზე. ასეთი ინსტრუმენტები საშუალებას იძლევა აგეგმვა შეასრულოს ერთმა ადამიანმა, რაც შრომის ნაყოფიერებას ზრდის თითქმის 80 %–ით.



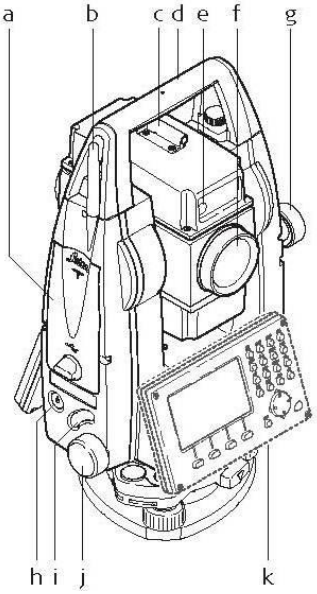
ელექტრონული ტაქომეტრი **TS-02**

ელექტრონულ ტაქეომეტრს აქვს მართვის პანელი, რომელზედაც მოთავსებულია კლავიატურა გაზომვის პროცესის მართვის და ინფორმაციის შესაყვანად. ტაქეომეტრს შეიძლება ჰქონდეს სინათლური მაჩვენებელი (ლაზერი), რომელიც საშუალებას იძლევა დამზერა გავხადოთ ხილული. ელექტროტაქეომეტრის პროგრამული უზრუნველყოფა შესაძლებლობას იძლევა გადავჭრათ გეოდეზიურ ამოცანათა ფართო სპექტრი. გათვალისწინებულია სადგურის ისეთი მონაცემების შეტანა და შენახვა, როგორიცაა: წერტილის ნომერი, ინსტრუმენტის სიმაღლე, ოპერატორის სახელი, რიცხვი, დრო, ამინდი, მისი კოორდინატები. ინსტრუმენტით შესაძლებელია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეების გაზომვა, ხაზის დირექციული კუთხის, მაგნიტური აზიმუტის, წერტილის სიმაღლის, კოორდინატთა ნაზრდების, წერტილის მართკუთხა კოორდინატების, ხაზის ჰორიზონტალური პროექციის განსაზღვრა. გათვალისწინებულია კოორდინატების განსაზღვრის შესაძლებლობა გადაკვეთის მეთოდით, მანძილის და კოორდინატების განსაზღვრა უამრეკლო რეჟიმით. დაკვალვითი სამუშაოების საწარმოებლად არსებობს პროგრამები კუთხისა და მანძილის გამოსათვლელად, წერტილის გადასატანად მოცემულ კოორდინატებით.

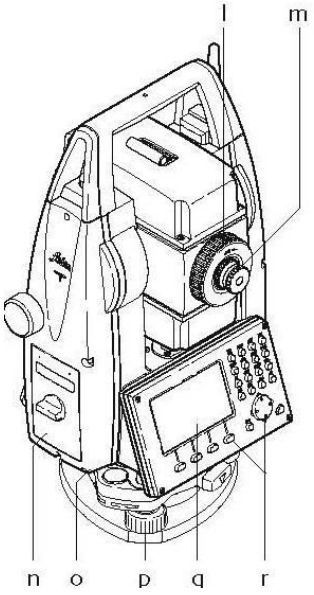
ინსტრუმენტის კომპლექტი:

ინსტრუმენტი ტრეგერით;
კაბელი GEV189;
მრგვალი თარაზო;
ბადე ინსტრუმენტის სიმაღლის გასაზომად;
ბრტყელი ამრეკლი;
ინსტრუმენტის სიმაღლის საზომი (ხვეულა);
ობიექტივის ბლენდა და სახურავი;
კაბელი GEV223 ინსტრუმენტისათვის;
მინი პრიზმა;
იუსტირების მოწყობილობა;
ოკულარის ნაცმი;
აკუმულატორი GEV 211;
დამტენი მოწყობილობა;

ბრტყელი და მინი პრიზმა;
მეხსიერების ბარათი;
-აკუმულატორი GEV 221;
მინი პრიზმის ჯოხის წამოსაცმელი;
ოკულარის საპირწონე;
სახელმძღვანელო;
მინი ჯოხი.



a) ფლეშკის და კაბელის სათავსო
b) ბლუთუსის ანტენა
c) ოპტიკური სამიზნე
d) სახელური
e) ლაზერული სხივი
f) ობიექტივი
g) ვერტიკალური წრედის მიკრომეტრული ხრახნი
h) ჩამრთველი ღილაკი
i) ტრეგერი
j) ჰორიზონტალური წრედის მიმართველი ხრახნი
k) მეორე კლავიატურა



l) ფოკუსირების რგოლი
m) ოკულარი
n) აკუმულატორის სათავსო
o) კაბელის შესაერთებელი
p) ამწევი ხრახნები
q) ეკრანი
r) კლავიატურა

ტაქეომეტრი **TS-02** მოწყობილობა

TS-02 –ის ტექნიკური მახასიათებლები შემდეგია:

N N	მახასიათებლები	მნიშვნელობები
1	კუთხის გაზომვის სიზუსტე	1^{II}
2	გამადიდებლობა	30 krat
3	მრგვალი თარაზოს მგრძნობიარობა	6’/მმ
4	ელექტროთარაზოს მგრძნობიარობა	2’’
5	ლაზერის სამუშაო დიაპაზონი	5–დან 150 მ–მდე
6	დამზერის სიზუსტე	100 მ–ში 5სმ
7	ტემპერატურული დიაპაზონი	-30^0– $+50^0$
8	წონა	4,2 –4,5 კგ
9	გაზომვათა შიდა მახსოვრობა	60 000
10	აკუმულატორის ტიპი	Li-Ion
11	ძაბვა	7,4 volt
12	სიმძლავრე	2,2 ამპერი–სთ
13	მუშაობის ხანგრძლივობა	10 სთ
14	მანძილის გაზომვის სიზუსტე	1–1,5მმ
15	ფოკუსირების ზღვარი	1,7მ – ∞

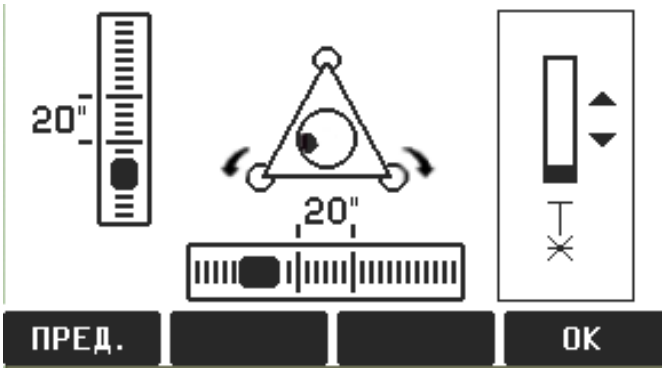
ცხრილი 7. TS-02 –ის ტექნიკური მახასიათებლები

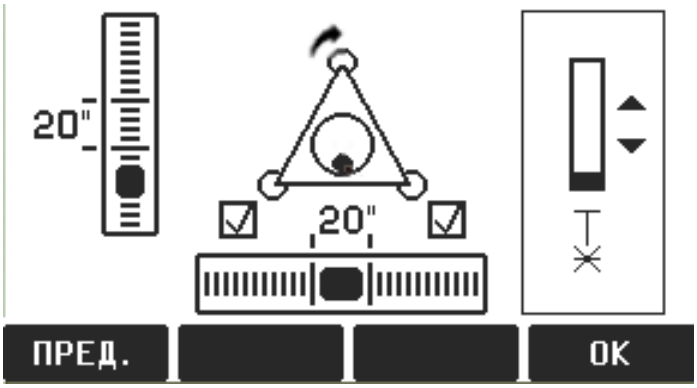
ინსტრუმენტის ჰორიზონტირება ელექტრონული თარაზოს დახმარებით

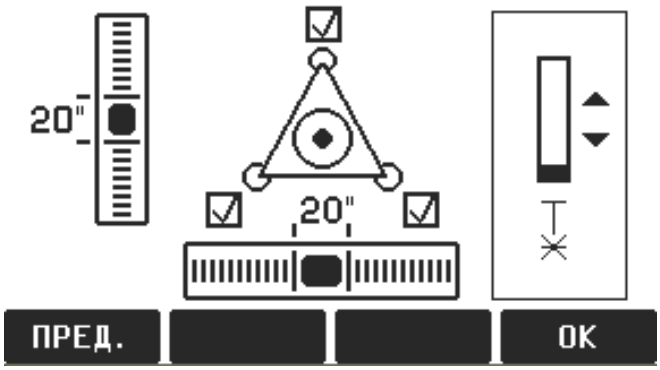
ელექტრონული თარაზოს დანიშნულებაა ტაქეომეტრის ზუსტი ჰორიზონტირება ამწევი ხრახნების დახმარებით.

1. დავაყენოთ ინსტრუმენტი ისე, რომ ჭოგრის ბრუნვის ღერძი პარალერული იყოს ორი ამწევი ხრახნისა;
2. მოვიყვანოთ მრგვალი თარაზო ნულ პუნქტში ორი ამწევი ხრახნის დახმარებით;
3. ჩავრთოთ ინსტრუმენტი;
4. მოვიყვანოთ ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში პირველ ღერძზე ორი ამწევი ხრახნის ბრუნვით, ისრები უჩვენებენ ამწევი ხრახნების ბრუნვის მიმართულებას, როდესაც ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში იქნება, ისრები შეიცვლება მარკერით (>);
5. მოვიყვანოთ ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში მეორე ღერძის მიმართულებით. ამისათვის ვაბრუნოთ მესამე ამწევი, როდესაც თარაზო დაიკავებს ნულპუნქტს, ისარი შეიცვლება მარკერით. გამოჩნდება რა სამი მარკერი, ნიშნავს რომ ინსტრუმენტი ზუსტად ჰორიზონტირებულია;

6. დავაყენოთ ინსტრუმენტი ისე, რომ ჭოგრის ბრუნვის ღერძი პარალერული იყოს ორი ამწევი ხრახნისა;
7. მოვიყვანოთ მრგვალი თარაზო ნულ პუნქტში ორი ამწევი ხრახნის დახმარებით;
8. ჩავრთოთ ინსტრუმენტი, თუ ჩართულია დახრის კორექცია ერთ ან ორ ღერძზე, მაშინ ლაზერული შვეული ირთვება ავტომატურად და ეკრანზე გამოჩნდება თარაზო/შვეული, სხვა შემთხვევაში, დავაჭიროთ FNG კლავიშს, რომელიც ამ მომენტისათვის გააქტიურებულია და ავირჩიოთ თარაზო/შვეული;
9. მოვიყვანოთ ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში პირველ ღერძზე ორი ამწევი ხრახნის ბრუნვით, ისრები უჩვენებენ ამწევი ხრახნების ბრუნვის მიმართულებას, როდესაც ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში იქნება, ისრები შეიცვლება მარკერით (>);
10. მოვიყვანოთ ელექტრონული თარაზო ნულპუნქტში მეორე ღერძის მიმართულებით, ამისათვის ვაბრუნოთ მესამე ამწევი, როდესაც თარაზო დაიკავებს ნულპუნქტს, ისარი შეიცვლება მარკერით. გამოჩნდება რა სამი მარკერი, ნიშნავს, რომ ინსტრუმენტი ზუსტად ჰორიზონტირებულია.







ინსტრუმენტის მოყვანა ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში

მთავარი მენიუ

მთავარი მენიუ სასტარტო ფანჯარაა, რომელიც მაშინვე გამოჩნდება, ჩავრთავთ თუ არა ინსტრუმენტს ან თარაზო / შვეულს.

მთავარი მენიუს ფუნქციების აღწერა:

QQ-съемка;

Прогр;

Управл;

Данные;

Настр.

დაკვალვა

programs > stakeout > (სამი ვარიანტია F1-Set Job, F2-station setup F4-Start)

F1-სამუშაოს არჩევა

F2-ორიენტირება

არსებობს ორიენტირების რამდენიმე მეთოდი:

1. ორიენტირება კუთხით (orientation with angle) - ამ დროს ვიცით დგომის წერტილის კოორდინატები და საორიენტაციო კუთხე (ანალოგიურია ბუსოლით ორიენტირების);

2. ორიენტირება კოორდინატებით (orientation with coordinates) - ამ დროს ვიცით დგომის წერტილის კოორდინატები და გასაორიენტირებელი წერტილის კოორდინატები;

3. ორიენტირება გადაკვეთით (resection) - ამ დროს არ ვიცით დგომის წერტილის კოორდინატები, სამაგიეროდ, ვიცით მინიმუმ 2, მაქსიმუმ 10 წერტილის კოორდინატები, რომლებსაც დავუმზერთ და გავზომავთ. დასაკვალი წერტილების მონაცემები წინასწარ უნდა იყოს ტაქეომეტრში შეყვანილი. ამისათვი,ს სანამ მუშაობას დავიწყებთ, წინასწარ შევდივართ manage > fixpoints > new გამოჩნდება დიალოგური ფანჯარა და შეგვყავს დასაკვალი წერტილების კოორდინატები.



დიალოგური ფანჯარა კოორდინატების შეყვანამდე



დიალოგური ფანჯარა კოორდინატების შეყვანის შემდეგ
F4-start



სტანდარული დიალოგური ფანჯარა

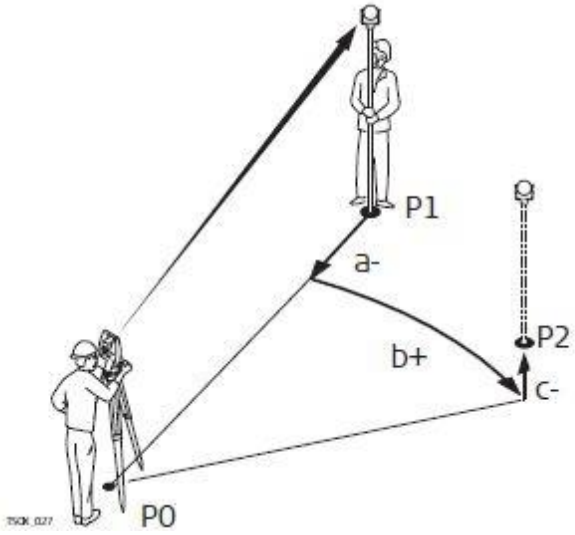
სურათზე მოცემულია სტანდარტული დიალოგური ფანჯარა, რომელშიც მოცემულია დასაკვალი წერტილამდე კუთხე და მანძილი. ჰორიზონტალური კუთხეს ვანულებთ და ამრეკლს ვაყენებთ ამ მიმართულებით. შემდეგ ხდება მანძილის გაზომვა და, შესაბამისად, ამრეკლს ვამოძრავებთ საჭირო მიმართულებით მანამ, სანამ არ გამოჩნდება დიალოგურ ფანჯარაში მანძილი 0,00მ. მანძილი იზომება (DIST) ღილაკზე ხელის დაჭერით. შედეგი იხილეთ ქვემოთ სურათზე.



დიალოგური ფანჯარა მონაცემები განულებულია

შენიშვნა. Hz - ჰორიზონტალური დასაკვალი კუთხე  - ჰორიზონტალური მანძილი.

საზღვრების დადგენისა და მომიჯნავე ნიშნების აღდგენის (დაკვალვის) დროს ელექტრონულ ტაქეომეტრს მოიყვანენ სამუშაო მდგომარეობაში, ამის შემდგომ დამზერენ გეოდეზიური საფუძვლის ცნობილ პუნქტებს და შებრუნებული კუთხური გადაკვეთის გამოყენებით ტაქეომეტრი ავტომატურად მოახდენს კალკულაციას და ეკრანზე გამოიტანს დგომის წერტილის კოორდინატებს და დირექციულ კუთხეს, რაც იმის მანიშნებელია, რომ ტაქეომეტრი გაორიენტირებულია და არის საერთაშორისო კოორდინატთა სისტემაში. ამის შემდგომ კი ხდება აღნიშნული მიწის ნაკვეთის მომიჯნავე ნიშნების აღდგენა (დაკვალვა) წინასწარ შეყვანილი კოორდიანეტების მეშვეობით.



P0-დგომის წერტილი

P1-ამრეკლის მდებარეობა

P2-დასაკვალავი წერტილი

a-მანძილი დასაკვალავ წერტილამდე

b-კუთხე დასაკვალავ წერტილამდე

ნახაზი 2.49. მომიჯნავე ნიშნების აღდგენა

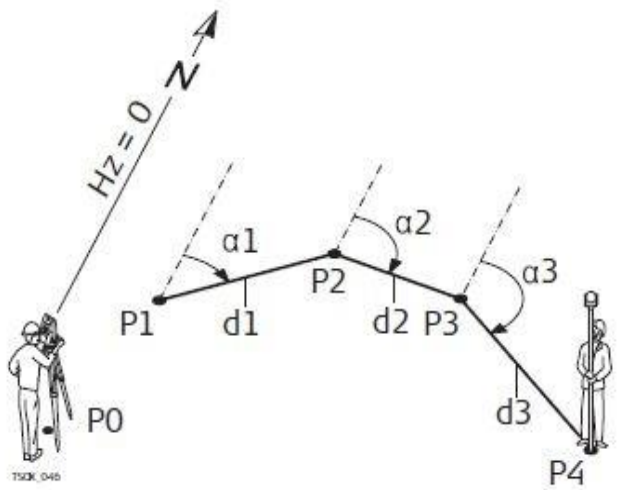


დიალოგური ფანჯარა მომიჯნავე ნიშნების აღდგენისას

ΔHZ-კუთხე დასაკვალ და გაზომილ წერტილებს შორის

Δ - მანძილი დასაკვალავ და გაზომილ წერტილს შორის

მიუდგომელი მანძილის განსაზღვრის დროს ელექტრონულ ტაქეომეტრს გამართავენ, მოიყვანენ მომწესობაში და ზემოთ ხსენებული მეთოდებით მოახდენენ მის გაორიენტირებას. ამის შემდგომ დამზერენ წერტილებს და გაზომავენ. შედეგები აისახება ციფრულ ეკრანზე, კერძოდ, ტაქეომეტრი ავტომატურად მოახდენს რა კალკულაციას დამზერილ წერტილებს შორის, გამოითვლის დახრილ მანძილებს, მათ პროექციას ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, შემაერთებელი გვერდების დირექციულ კუთხეებს, წერტილებს შორის აღმატებებს და ქანობებს.



P0-ინსტრუმენტის დგომის წეტილი

P1,P2,P3,P4-დამზერილი წერტილები

d1,d2,d3-მიუდგომელი მანძილები

a1,a2,a3-გვერდების დირექციული კუთხეები

ნახაზი 2.50. მიუდგომელი მანძილის განსაზღვრა



Уклон -ქანობი 1-2 წერტილებს შორის %-ში

Δ -დახრილი მანძილი 1-2 წერტილებს შორის

Δ -პროექცია ჰორიზონტალურ სიბრტყეში 1-2 წერტილებს შორის

Δ -აღმატება 1-2 წერტილებს შორის

ДирУгол-დირექციული კუთხე 1-2 წერტ. შორის

დიალოგური ფანჯარა მიუდგომელი მანძილის განსაზღვრისა

ფართობების ანგარიშის დროს ვიმეორებთ ზემოთ აღნიშნულ პროცედურებს ელექტრონული ტაქეომეტრის მომწესობაში მოსაყვანად. ამის შემდეგ ხდება პირველი სამი წერტილის განსაზღვრა ბაზური სიბრტყის განსასაზღვრავად, რადგან ნებისმიერი არამათემატიკური ფიგურის ფართობის განსაზღვრა, როდესაც წერტილები სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარეობს, საჭიროებს მათ დაგეგმილებას რომელიმე ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება ფართობის კალკულაცია და შედეგების ეკრანზე გამოტანა.



2.24. *კითხვები თვითშეფასებისთვის:*

1. განსაზღვრეთ გეოდეზიის მნიშვნელობა;
2. ჩამოთვალეთ გაოდეზიაში გამოყენებული კოორდინატთა სისტემები;
3. ჩამოთვალეთ მასშტაბები და მოახდინეთ მათი კლასიფიკაცია;
4. რა არის აზიმუტი?
5. განასხვავეთ ერთმანეთისგან ტოპოგრაფიული რუკა და ტოპოგრაფიული გეგმა;
6. აღწერეთ თეოდოლიტი და ელექტრული ტაქეომეტრი;
7. აღწერეთ ნიველირის მოწყობილობა;
8. აღწერეთ სამშენებლო მოედანზე ნიშნულის მიტანისა და მისი დამაგრების წესი;
9. რა არის მერიდიანი?
10. რა სახისაა გეოგრაფიული კოორდინატები?

პრაქტიკული დავალება

ნიშნულის მიტანა სამშენებლო მოედანზე

სანიველო სვლა, როგორც წესი, საჭიროა დავიწყოთ მარკიდან ან რეპერიდან. იმისათვის რომ სვლა მივაბათ რეპერს, საჭიროა ვიცოდეთ, თუ სად მდებარეობს უახლოესი რეპერი ან მარკა. სამშენებლო მოედანზე ყველაზე დაცულ ადგილას ჩავადუღაბებთ დაახლოებით 0,5 მ სიგრძის არმატურას, რომელზედაც უნდა დამთავრდეს სვლა და რომელსაც უნდა გადაეცეს ნიშნული, მისი შემდგომ საჭიროების მიხედვით გამოყენებისათვის. ასევე საჭირო იქნება მოძიებული იქნას სათანადო ორგანოებში ამ მარკის ან რეპერის სიმაღლე ზღვის დონიდან. მოვიძიებთ რა სამშენებლო მოედანთან უახლოეს რეპერს, შევარჩევთ ნიველირს, სამფეხს, ლარტყას და ვიწყებთ სანიველო სვლას. სვლა ტარდება ტექნიკური ნიველობის პროგრმით: სვლა შესაძლებელია ჩატარდეს ორი ლარტყით, შავ და წითელ მხარეზე დამზერების გზით და ასევე ერთი ლარტყით, ინსტრუმენტის ორი ჰორიზონტით მუშაობით. სვლის ჩატარების დროს საჭიროა დავიცვათ ტექნიკური ნიველობის ინსტრუქციის მოთხოვნები, რომლებიც შემდეგია:

- მაქსიმალური მანძილი ინსტრუმენტიდან ლარტყამდე –80 მ;
- აღმატებებს შორის განსხვავება 5 მმ;

- უმცირესი ანათვალი ლარტყაზე 0200.

სვლა იწყება რეპერიდან, რისთვისაც დავაყენებთ მასზე ლარტყას და ვიწყებთ ანათვლების აღებას. სადგურზე მუშაობის თანმიმდევრობა შემდეგია:

- ანათვალი უკანა ლარტყის შავ მხარეზე შუა ძაფით;
- ანათვალი უკანა ლარტყის წითელ მხარეზე შუა ძაფით;
- ანათვალი წინა ლარტყის შავ მხარეზე შუა ძაფით;
- ნათვალი წინა ლარტყის წითელ მხარეზე შუა ძაფი.

	ანათვლები		საშუალო ანათვლები		შუალედი	აღმატება	საშუალო აღმატება	სიმაღლეები
	უკანა	წინა						500.000
პკ0	1470(1)	1329(2)				+131 (7)	+129 (9)	
	6132(3)	6125(4)				+27 (8)		
პკ1	4682(5)	4786(6)				–104		500.129
პკ1	1242	1152				+90	+91	
+30	6026	5834				+192		
პკ2	4784	4682						500.220

ტექნიკური ნიველობის ჟურნალი

ანათვლებს ვწერთზემოთ ნაჩვენებ ნიველობის ჟურნალში. ავიღებთ რა ანათვლებს, ვიწყებთ გამოანგარიშებებს, რისთვისაც

(5)=(3)–(1); (6)=(4)–(2); (7)=(1)–(2) და (8)=(3)–(4); (9) საშუალო აღმატებაა, რომელიც დაემატება საწყისი წერტილის ნიშნულს და მივიღებთ პკ.1–ის სიმაღლეს–შესაბამისად, 500.129, მიღებულ რიცხვს დავუმატებთ თავისი ნიშნით შემდეგ აღმატებას და ვიღებთ პკ2–ის სიმაღლეს, და ა.შ., სანამ არ მივალთ სამშენებლო მოედანზე დამაგრებულ რეპერამდე.

თავი 3. გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ გააცნობიერებთ, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია გრუნტის სახეობისა და ტიპის დადგენა მშენებლობის დასაწყებად. თქვენ შეძლებთ გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დადგენას, გრუნტის ტენიანობის განსაზღვრას და სამშენებლო მოედნის გეოლოგიური ჭრილის აგებას.

3.1. ქვიშოვანი გრუნტის სახეობის დადგენა

ქვიშოვანი გრუნტების არსებული სტანდარტული კლასიფიკაცია დაფუძნებულია მათ ფიზიკურ მახასიათებლებზე. ქვიშოვანი გრუნტის ტიპს განსაზღვრავენ მისი გრანულომეტრიული შედგენილობისა და არაერთგვაროვნების ხარისხის მიხედვით; სახეობებს - აგებულების სიმკვრივის (ფორიანობის კოეფიციენტი) და ორგანული ნივთიერებების შეფარდებითი შემცველობით მის მასაში; სახესხვაობებს - ტენიანობისა და დამარილიანების ხარისხის მიხედვით.



ქვიშოვანი გრუნტები

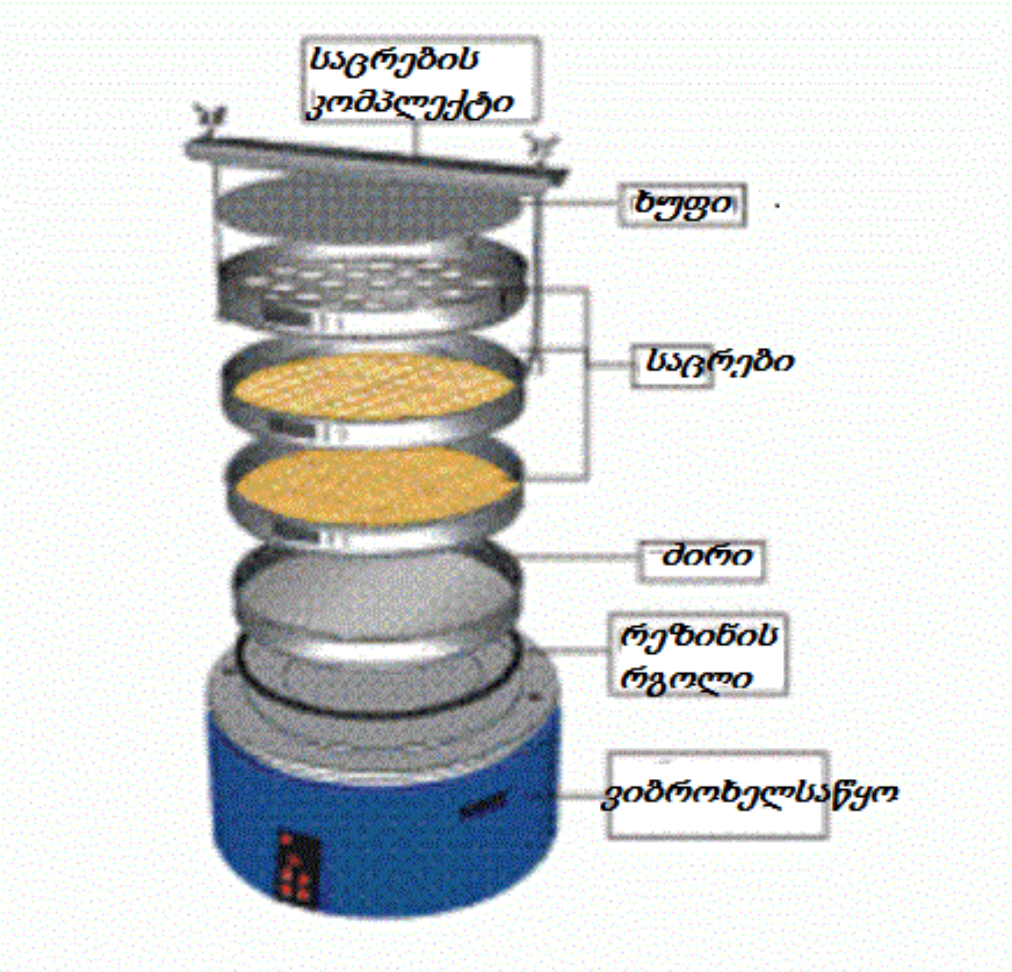
გრუნტის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შედგენილობა ეწოდება მასში სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების (ფრაქციების) შეფარდებით შემცველობას ანალიზისათვის აღებული ნიმუშის მთელ მასასთან, გამოხატულს პროცენტებში.

ქვიშოვან გრუნტებს განეკუთვნება მშრალ მდგომარეობაში მყოფი ნატეხ-ნაშალი ქანები, რომელთა 2 მმ-იანი ნაწილაკების შემცველობა საერთო მასაში არანაკლებია 50%-ზე. ქვიშოვანი გრუნტის ტიპები მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ქვიშოვანი გრუნტების გრანულომეტრიულ შედგენილობას განსაზღვრავენ საცრული მეთოდით.

3.1. 1. ქვიშოვანი გრუნტების გრანულომეტრიულ შედგენილობის განსაზღვრა საცრული მეთოდით

ცდისთვის აუცილებელი აღჭურვილობა: საცრების კომპლექტი ზომებით: 2; 0,5; 0,25; 0,1 მმ; ჯამები; ელექტროსასწორი.

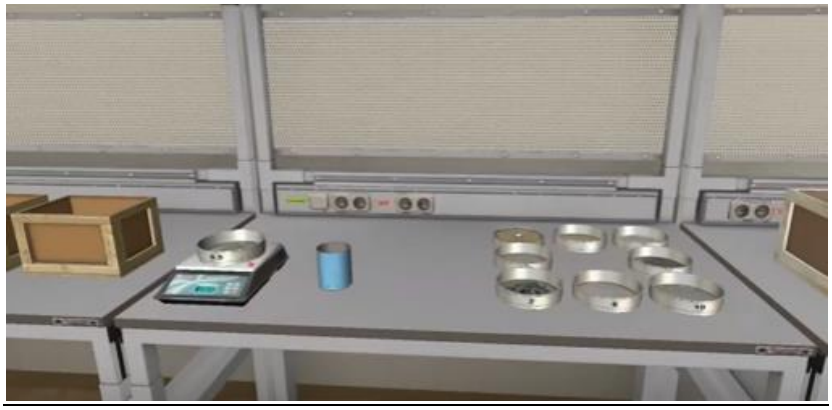


ქვიშოვანი გრუნტის ტიპი	ნაწილაკების პროცენტული შემცველობა
ხრეშოვანი ქვიშა	2მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების მასა შეადგენს 25% -ზე მეტს
მსხვილი ქვიშა	0,5მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების მასა შეადგენს 50% -ზე მეტს
საშუალო სიმსხოს ქვიშა	0,25მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების მასა შეადგენს 50% -ზე მეტს
წვრილი ქვიშა	0,1მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების მასა შეადგენს 75% -ზე მეტს
მტვროვანი ქვიშა	0,1,მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების მასა შეადგენს 75% -ზე ნაკლებს

ცხრილი. 1.

შენიშვნა: ცხრილი 1-ის მიხედვით საძიებელი გრუნტის სახეობის დასადგენად მიმდევრობით ვადგენთ ნაწილაკების პროცენტების ჯამურ შემცველობას. პირველივე პირობა, რომელიც დაკმაყოფილდება, იქნება ჩვენი საძიებელი გრუნტი.

მზადება ცდისათვის



1. ვამზადებთ საცრების კომპლექტს და ვალაგებთ მათ შემკრები ძირიდან ზევით დიამეტრების ზრდის მიხედვით- 0,1; 0,25; 0,5; 2 მმ;
2. ვიღებთ გრუნტის ნიმუშს. ლაბორატორიის პირობებში ნაწილაკების პროცენტული რაოდენობის ანგარიშის სიადვილისათვის ვიღებთ 100 გრ რაოდენობის გრუნტს.

3.1.2. ცდის მსვლელობის თანმიმდევრობა

1. გრუნტის ნიმუშს ვყრით ზედა საცერში, ვაფარებთ სახურავს და ვიბროხელსაწყოს საშუალებით გამოვცრით. შემდეგ გამოვწონით თითოეულ საცერზე დარჩენილ ფრაქციებს.

2. გამოცრის შედეგად დარჩენილი გრუნტის ნიმუშის ნარჩენებს თითოეულ საცერზე გამოვწონით 0,01 გრ სიზუსტით, შემდეგ ვაჯამებთ მათ. ჯამი არ უნდა იძლეოდეს ანალიზისათვის თავდაპირველად აღებული გრუნტის წონიდან ცდომილებას 1%-ზე მეტს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ცდა უნდა გავიმეოროთ. მცირე სხვაობა ცხრილში შეგვაქვს, როგორც დანაკარგი გაცრისას.

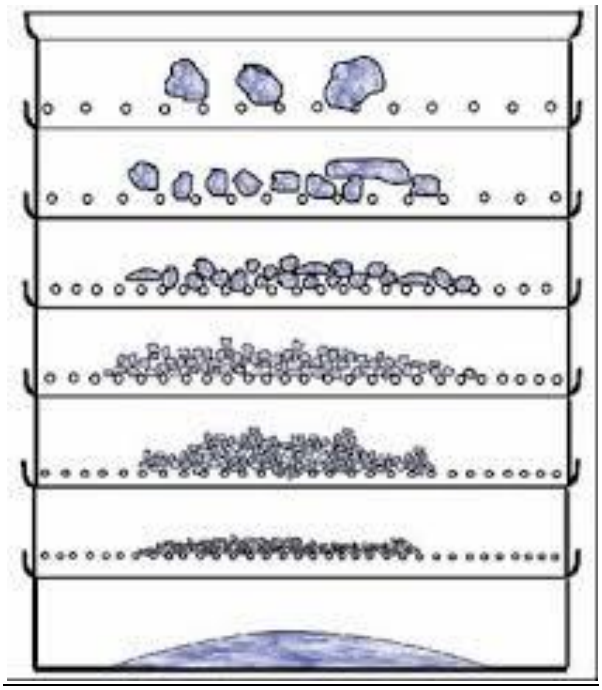
3. ანალიზის ყველა შედეგი შეგვაქვს ლაბორატორიის ჟურნალის ცხრილებში.



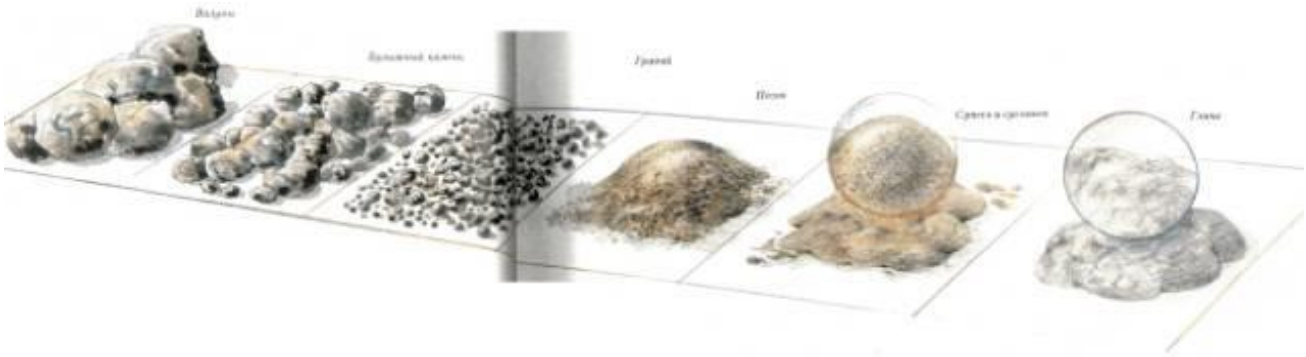
საცრების კომპლექტი

3.1.3. მონაცემების დამუშავება

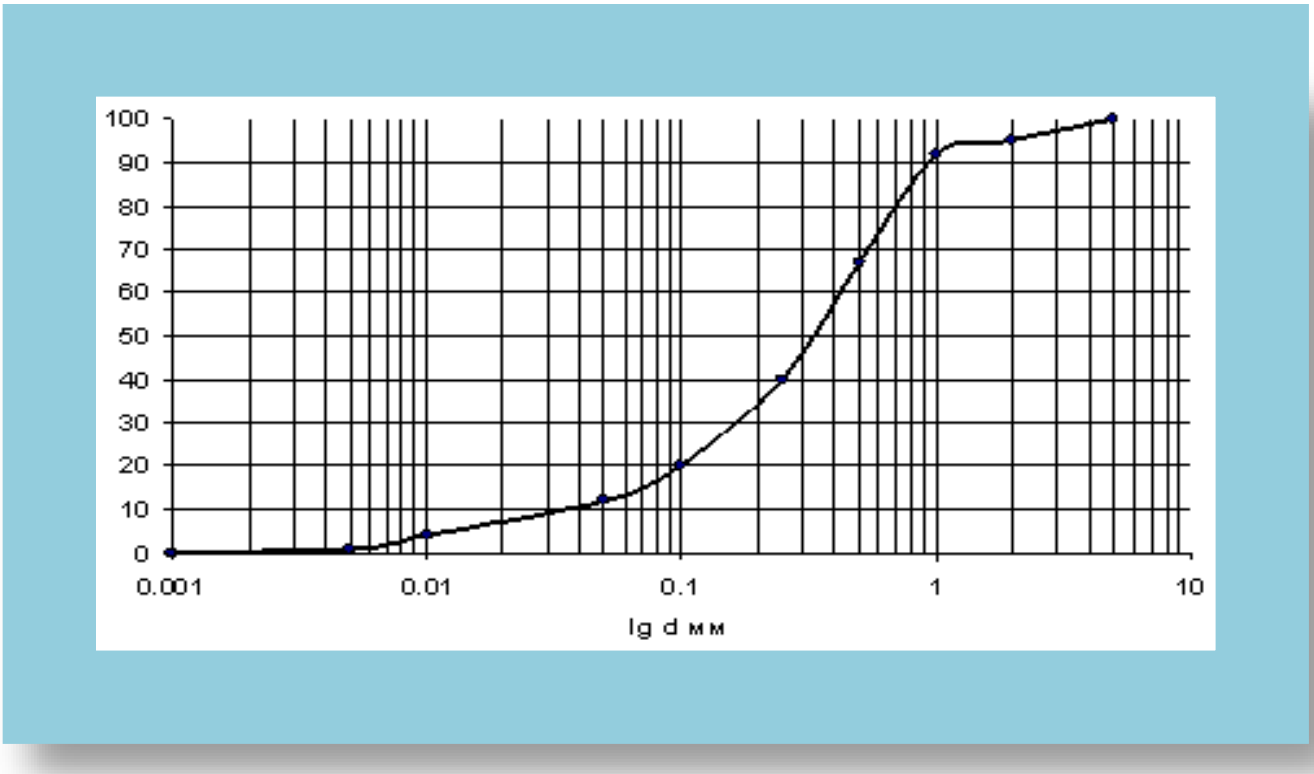
1. ვანგარიშობთგრუნტის თითოეული ფრაქციის პროცენტულ შემცველობას;
2. ჯამური ნარჩენის პროცენტული რაოდენობის მიხედვით ვადგენთ გრუნტის ტიპს;
3. საცრული მეთოდით მიღებული შედეგების მიხედვით ვაგებთ ქვიშოვანი გრუნტის არაერთგვაროვნების გრაფიკს (ნახაზი 1). გრაფიკის აბსცისათა ღერძზე ლოგარითმულ მასშტაბში გადაზომილია გრუნტის ნაწილაკების ზომები, ხოლო ორდინატთა ღერძზე - ნაწილაკების ჯამური შემცველობა, გამოსახული პროცენტებში, დაწყებული ყველაზე მცირე ფრაქციებიდან.
4. ვხელმძღვანელობთ რა გრანულომეტრიული შედგენილობის მრუდით, (1) ფორმულის საშუალებით ვსაზღვრავთ გრუნტის არაერთგვაროვნების ხარისხს.



ნახაზი 2. გამოცრის შედეგად მიღებული გრუნტის ფრაქციები



ნახაზი 3. გამოცრის შედეგად მიღებული გრუნტის ფრაქციები



ნახაზი 4. ქვიშოვანი გრუნტის არაერთგვაროვნების გრაფიკი

ქვიშოვანი გრუნტის არაერთგვაროვნება გამოითვლება ფორმულით:

$$C_V = \frac{d_{60}}{d_{10}} \qquad (1)$$

სადაც:

C_v - გრუნტის არაერთგვაროვნების კოეფიციენტია;

d_{60}- გრუნტის ნაწილაკების დიამეტრის ზომაა 60% შემცველობის დროს;

d_{10} - გრუნტის ნაწილაკების დიამეტრის ზომაა 10% შემცველობის დროს.

თუ $C_v<3$ გრუნტი ერთგვაროვანია

თუ $C_v>3$ გრუნტი არაერთგვაროვანია

3.1.4. ქვიშოვანი გრუნტის ბუნებრივი დაფერდების კუთხის განსაზღვრა



ცდის მსვლელობა მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ქვიშოვანი გრუნტის ბუნებრივი დაფერდების კუთხე განისზღვრება ზნამენსკის ხელსაწყოთი. ხელსაწყო წარმოადგენს გამჭვირვალე ქვაბს. მასში ჩადგმულია ასევე გამჭვირვალე ჩამჩა, რომელიც სამი მხრიდან დაგრადუირებულია ტრანსპორტირის ბადით.

ჩამჩა ივსება ქვიშოვანი გრუნტით და ყოველგვარი ძალდატანების გარეშე გადაიხრება 90^0-იანი კუთხით. მოხდება გრუნტის ბუნებრივი ჩამოშრევება. ვიღებთ ანათვალს სამივე მხრიდან, მათი საშუალო არითმეტიკული იძლევა საშუალო ბუნებრივი დაფერდების კუთხეს, გამოსახულს გრადუსებში. ანათვალი აიღება 1^0 სიზუსტით.

3.2. მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტიპის დადგენა

3.2.1. გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვრა



გრუნტის **ტენიანობა** არის მასში არსებული წყლის მასა შეფარდებული მშრალი გრუნტის მასასთან, გამოსახული პროცენტებში. ტენიანობა იძლევა წარმოდგენას გრუნტში წყლის რაოდენობაზე.

გრუნტის **ტენიანობა** განისაზღვრება ფორმულით:

$$\mathbf{W} = \frac{\mathbf{m1 - m2}}{\mathbf{m2 - m}} * 100\% \qquad (2)$$

სადაც: m - ცარიელი ბიუქსის მასაა;

m_1- ბიუქსის მასა ტენიანი გრუნტით;

m_2- ბიუქსის მასა გამომშრალი გრუნტით.

გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვრისათვის ხელთ უნდა გვქონდეს შემდეგი მოწყობილობანი:



ექსიკატორი



ალუმინის ბიუქსები



ტექნიკური სასწორი



საშრობი კარადა და ჟურნალი მონაცემების შესატანად

3.2.2. ცდის თანმიმდევრობა:

1. წონიან 2 ცარიელ ბიუქსს თავისი სახურავით, 0,01 გრ სიზუსტით;
2. ლაბორატორიაში მოტანილი გრუნტის ნიმუშის შუაგულიდან, რომელიც მოთავსებულია მინის ექსიკატორში, იღებენ 15-20 გრ. რაოდენობის ტენიანი სინჯის ნიმუშს. ათავსებენ წინასწარ ცნობილი მასის მქონე ბიუქსში, ხურავენ სახურავით დაწონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გრ სიზუსტით;
3. გრუნტის ნიმუშებს დგამენ საშრობ კარადაში მოხდილი სახურავით და აწარმოებენ მის გამოშრობას 105^0 ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. თიხოვანი გრუნტებისათვის გამოშრობის დრო შეადგენს 8 საათს, ხოლო ქვიშოვანი გრუნტების სახეობებისათვის - 4 საათს;
4. გრუნტიან ბიუქსებს თავდახურულ მდგომარეობაში აციებენ ექსიკატორში, რის შემდეგაც გამოწონიან;
5. ცდის შედეგები შეაქვთ ჟურნალში.

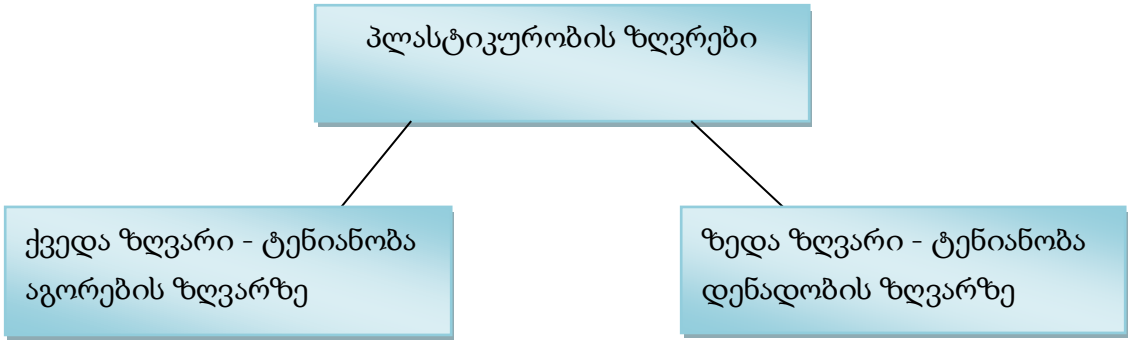
გრუნტის ყოველი ნიმუშისათვის აწარმოებენ ტენიანობის 2 განსაზღვრას. მათ შორის დასაშვებია 2%-იანი სხვაობა. შემდეგ იგებენ ამ ორი მნიშვნელობის საშუალო არითმეტიკულს.

3.2.3. თიხოვანი გრუნტის პლასტიკურობის ზღვრების განსაზღვრა

თიხოვანი გრუნტის თვისებები უპირველესად დამოკიდებულია მის მინერალოგიურ, გრანულომეტრიულ შედგენილობასა და ტენიანობაზე. ტენიანობის ცვლილებასთან ერთად იცვლება მისი კონსისტენციაც.

თიხოვანი გრუნტი სხვადასხვა ტენიანობის პირობებში შეიძლება იყოს მყარი, პლასიტიკური ან დენადი.

თიხოვანი გრუნტის სახასიათო ტენიანობებს, რომელთა დროსაც იცვლება მათი კონსისტენცია, პლასტიკურობის ზღვრებს უწოდებენ. ქვედა ზღვარი - ტენიანობა აგორების ზღვარზე და ზედა ზღვარი - ტენიანობა დენადობის ზღვარზე. აგორების ზღვარი - ესაა ტენიანობა, რომლის გაზრდითაც გრუნტი მყარი მდგომარეობიდან გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში, ხოლო დენადობის ზღვარი - ესაა ტენიანობა, რომლის გაზრდის შედეგადაც თიხოვანი გრუნტი პლასტიკური მდგომარეობიდან გადადის დენადში.



სტანდარტული მეთოდიკის თანახმად, ითვლება, რომ ტენიანობა აგორების ზღვარზე მიღწეულია, როდესაც თიხოვანი გრუნტის თასმა ხელში აგორების შედეგად იშლება 3 მმ დიამეტრის სისქის ნაწილებად, რომელთა სიგრძეც არ აღემატება 10 მმ-ს. ტენიანობის განსასაზღვრავად დენადობის ზღვარზე გვაქვს ხელსაწყო, რომელსაც ვასილევის კონუსი ეწოდება. დენადობის ზღვრად მიღებულია გრუნტის ის ტენიანობა, რომლის დროსაც ვასილევის სტანდარტული კონუსი მასში ჩაიყურსება 10 მმ სიღრმეზე 5 წმ-ის განმავლობაში. თიხოვანი გრუნტის ამ სახასიათო ტენიანობების სხვაობას ეწოდება პლასტიკურობის რიცხვი, რომლის მიხედვითაც ხდება სწორედ მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტიპის დადგენა.

პლასტიკურობის რიცხვი გამოითვლება ფორმულით:

$$I_p = w_L - w_p \qquad (3)$$

სადაც: I_p**- პლასტიკურობის რიცხვია;**
w_L **-ტენიანობა დენადობის ზღვარზე;**
w_p **- ტენიანობა აგორების ზღვარზე.**



პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით დგინდება მტვროვან - თიხოვანი გრუნტის ტიპი.

მტვროვან - თიხოვანი გრუნტის ტიპი	პლასტიკურობის რიცხვი
ქვიშნარი	$1 \le I_p \le 7$
თიხნარი	$7 < I_p \le 17$
თიხა	$I_p > 17$

ცხრილი 5

3.2.4. დენადობის ზღვრის განსაზღვრა

საჭირო მასალა-დანადგარები: ბალანსირებული (ვასილევის) კონუსი; ფაიფურის თასი; შტაპელი; ლითონის ჭიქა დიამეტრით 40 მმ და სიმაღლით 20 მმ; სადგამი; ალუმინის ბიუქსი; სასწორი; ექსიკატორი; ვაზელინი; მშრალი გრუნტი და გრუნტის ცომი.



ცდის მსვლელობის თანმიმდევრობა:

1. გრუნტის ნიმუშს ასხამენ დისტილირებულ წყალს და ზელენ, სანამ ის არ მიიღებს ერთგავროვანი გრუნტული პასტის მდგომარეობას;

2. მომზადებულ გრუნტის მასას დებენ ლითონის ჭიქაში ისე, რომ არ დაუშვან მასში ჰაერის ბუშტუკების წარმოქმნა. ნიმუშს ჭიქის ზედაპირზე გადაასწორებენ შტაპელით;
3. ბალანსერებულ კონუსს, რომლიც დაფარულია ვაზელინის თხელი ფენით, მიიტანენ წვერით ნიმუშის ზედაპირის ცენტრთან და ჩაყურსავენ მასაში თავისი წონით;
4. თუ კონუსი გრუნტის მასაში ჩაიყურსა 10 მმ-ზე ნაკლებად, გრუნტის პასტა გადმოაქვთ ლითონის ჭიქიდან, ამატებენ დისტილირებულ წყალს, გადაზელენ თავიდან და იმეორებენ ცდის მსვლელობას მე-2 და მე-3 პუნქტების შესაბამისად;
5. თუ კონუსი გრუნტის მასაში ჩაიყურსა 10 მმ-ზე მეტად, გრუნტის მასა გადმოაქვთ ფაიფურის ჭურჭელში და ჰაერზე შტაპელით მუდმივი მორევის გზით ცოტას შეაშრობენ, შემდეგ იმეორებენ ცდის მსვლელობას მე-2 და მე-3 პუნქტების შესაბამისად;
6. კონუსის ჩაყურსვა გრუნტის პასტაში 5 წმ-ის განმავლობაში 10 მმ სიღრმეზე გვიჩვენებს, რომ ტენიანობა დენადობის ზღვარზე მიღწეულია.
7. დენადობის ზღვრის მიღწევის შემდეგ გრუნტის პასტიდან იღებენ ორ ნიმუშს, არაუმცირეს 15 გრ მასისა და განსაზღვრავენ მის ტენიანობას დენადობის ზღვარზე w_L, %, იმავე წესით, როგორც ეს ხდებოდა გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვრისას ფორმულით:

$$w_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \cdot 100\ \% \qquad (4)$$

მონაცემების შედეგები შეაქვთ ჟურნალში.

3.2.5. აგორების ზღვრის განსაზღვრა

საჭირო მასალა-დანადგარები: ფაიფურის თასი; შტაპელი; ალუმინის ბიუქსი; სასწორი; ექსიკატორი; მშრალი გრუნტი და გრუნტის ცომი.



ცდის მსვლელობის თანმიმდევრობა:

1. მომზადებული გრუნტის ცომის მცირე ნაწილს იღებენ და ხელისგულით აგორავებენ პლასტმასის ფირფიტაზე მანამ, სანამ არ მიიღებენ 3 მმ სისქის თასმას. თუ ამ სისქის მიღწევისას თასმა ინარჩუნებს პლასტიკურობასა და შეჭიდულობას, მას ისევ შეაგროვებენ ერთ გორგლად და ხელახლა აგორავებენ ფირფიტაზე 3 მმ-იანი თასმის წარმოქმნამდე. თასმის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს ხელისგულის სიგანეს. გრუნტის

აგორებას აგრძელებენ მანამ, სანამ თასმა 3 მმ დიამეტრით არ დაიწყებს დაშლას 3-10 მმ სიგრძის ნაწილებად;

2. აგორების ზღვრის მიღწევისას თასმის დაშლილ ნაწილაკებს მოაგროვებენ და მოათავსებენ წინასწარ ცნობილი მასის მქონე ბიუქსში (არანაკლებ 2 ნიმუშისა) და განსაზღვრავენ მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტენიანობას აგორების ზღავრზე -w□□ს ფორმულით:

$$w\rho = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} 100\ \% \qquad (5)$$

მონაცემები შეაქვთ ჟურნალში.

განვიხილოთ მაგალითები:

<u>ამოცანა 1</u>

განსაზღვრეთ გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობა, თუ ნიმუშის მასა ტენიანი გრუნტით m_1=30 გრ, ხოლო გამომშრალი გრუნტით m_2=25გრ.

<u>ამოხსნა</u>

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 = \frac{30 - 25}{25} = 0{,}2 * 100 = 20\%$$

<u>ამოცანა 2</u>

განსაზღვრეთ მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის პლასტიკურობის რიცხვი, თუ მისი ტენიანობა დენადობის ზღვარზე შეადგენს w_L = 30% და ტენიანობა აგორების ზღავრზე w_P= 20%. განვსაზღვროთ მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტიპი.

<u>ამოხსნა</u>

ფორმულის საშუალებით ვადგენთ პლასტიკურობის რიცხვს:

$$J_P = w_L - w_P = 30 - 20 = 10$$

რადგან პლასტიკურობის რიცხვი 10-ის ტოლია, ცხრილი 1-ის მიხედვით ჩვენი გამოსაკვლევი გრუნტი ყოფილა თიხნარი.



საკონტროლო კითხვები

1. რას ეწოდება გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობა?
2. როგორ განისაზღვრება გრუნტის ტენიანობა აგორების ზღვარზე?
3. როგორ განისაზღვრება გრუნტის ტენიანობა დენადობის ზღვარზე?
4. რას ეწოდება პლასტიკურობის რიცხვი და როგორ განისაზღვრება ის?

პრაქტიკული დავალება

<u>ამოცანა</u>

განსაზღვრეთ გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობა, თუ ნიმუშის მასაა ტენიანი გრუნტით $m_1 = 32$ გრ, ხოლო გამომშრალი გრუნტით - $m_2=27$გრ.

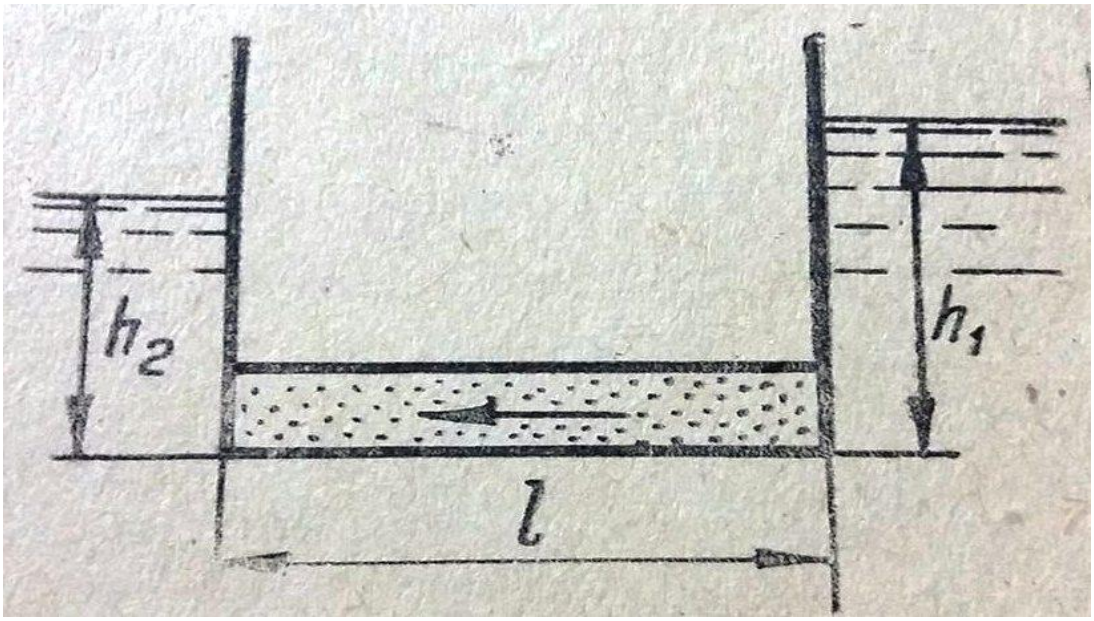
ფილტრაცია

წყალჟონადობა არის გრუნტის თვისება გაატაროს ფორებში წყალი. გრუნტში წყლის მოძრაობას ჰიდროსტატიკურ წნევათა სხვაობის ან გარე დატვირთვების ზემოქმედებით ფილტრაცია ეწოდება. გრუნტის ფილტრაციული თვისებები მათი წყალჟონადობისას ხასიათდება ფილტრაციის კოეფიციენტით. მიწისქვეშა წყლების მოძრაობა გრუნტში შეიძლება იყოს ტურბულენტური ან ლამინალური. ქვიშებსა და თიხებში გრუნტის წყლის მოძრაობას ლამინალური ხასიათი აქვს, ხოლო კლდოვან-ნაპრალოვან ქანებში წყლის მოძრაობის რეჟიმი ტურბულენტურია.

გრუნტის სიმტკიცე პრინციპულადაა დამოკიდებული მის ტენიანობაზე:

ტენიანობის გაზრდა იწვევს მისი სიმტკიცის მახასიათებლების შემცირებას. შენობა-ნაგებობათა ფუძეებად გამოსაყენებელი გრუნტების ტენიანობის რეგულირებისათვის იყენებენ სადრენაჟო ფენებს, ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდებს და ა.შ. წყლის მოძრაობა წყალნაჯერ და წყალუჯერ გრუნტებში განსხვავებულია.

წყლის ფილტრაციის მოდელი შეიძლება წარმოვიდგინოთ (5) ნახაზის სახით.



ნახაზი 5

გრუნტში წყლის მოძრაობა შეიძლება დახასიათდეს ფრანგი მკვლევარის დარსის ემპირიული ფორმულით:

$$q=k*I*A \qquad (6)$$

სადაც - q - არის წყლის ხარჯი, მ³/დღ, მ³/წმ;

I - წნევათა სხვაობის (h_1-h_2) შეფარდება ფილტრაციის (6) მანძილთან და ეწოდება ჰიდრავლიკური გრადიენტი;

A - ფართობი, რომელშიც ხდება წყლის გადინება;

K - ფილტრაციის კოეფიციენტი მ/დღ, სმ/წმ.

(1) ფორმულიდან შეიძლება განისაზღვროს K

$$K = \frac{q}{I * A}$$

(1) ფორმულის სიდიდის ფართობზე გაყოფით, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ

$$V = \frac{q}{A}$$

მივიღებთ დარსის ფორმულის საბოლოო სახეს:

$$V = K * I \qquad (7)$$

დარსის კანონი შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება:

ფილტრაციის სიჩქარე მოქმედი გრადიენტისა და ფილტრაციის კოეფიციენტის ნამრავლის პირდაპირპროპორციულია.

ვინაიდან I განყენებული სიდიდეა, (7) ტოლობიდან გამომდინარეობს, რომ ფილტრაციის კოეფიციენტს იგივე განზომილება აქვს, რაც სიჩქარეს.

ფილტრაციის კოეფიციენტი გრუნტის მეტად მნიშვნელოვანი ფიზიკური მახასიათებელია. მისი სიდიდე დამოკიდებულია გრუნტის ფორიანობაზე, გრანულომეტრიულ და მინერალურ შედგენილობაზე, ქანების ნაპრალიანობასა და სხვა. ცხრილ 6-ში მოყვანილია ზოგიერთი გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტის მიახლოებითი მნიშვნელობა.

წყალჟონვადობის უნარი	გრუნტის დასახელება	ფილტრაციის კოეფიციენტი სმ/წმ	ფილტრაციის კოეფიციენტი მ/დღ
კარგად წყალჟონვადი	ქვიშები, ნაპრალოვანი, კლდოვანი ქანები	$>10^{-3}$	>100
სუსტად წყალჟონვადი	ქვიშნარები და თიხნარები	10^{-4} - 10^{-7}	10^{-1} – 10^{-4}
პრაქტიკულად წყალუჟონადი	თიხები, მონოლითური კლდოვანი ქანები	$< 10^{-7}$	$< 10^{-4}$

ცხრილი 6

თიხოვან გრუნტებში წყლის ფილტრაცია იწყება მხოლოდ დაწნევის გარკვეული საწყისი გრადიენტის მიღწევის შემდეგ. ესაა დარსის კანონი თიხოვანი გრუნტებისათვის:

$$V\phi = K\phi \cdot (I - I_0) \qquad (8)$$

ცდის მსვლელობა

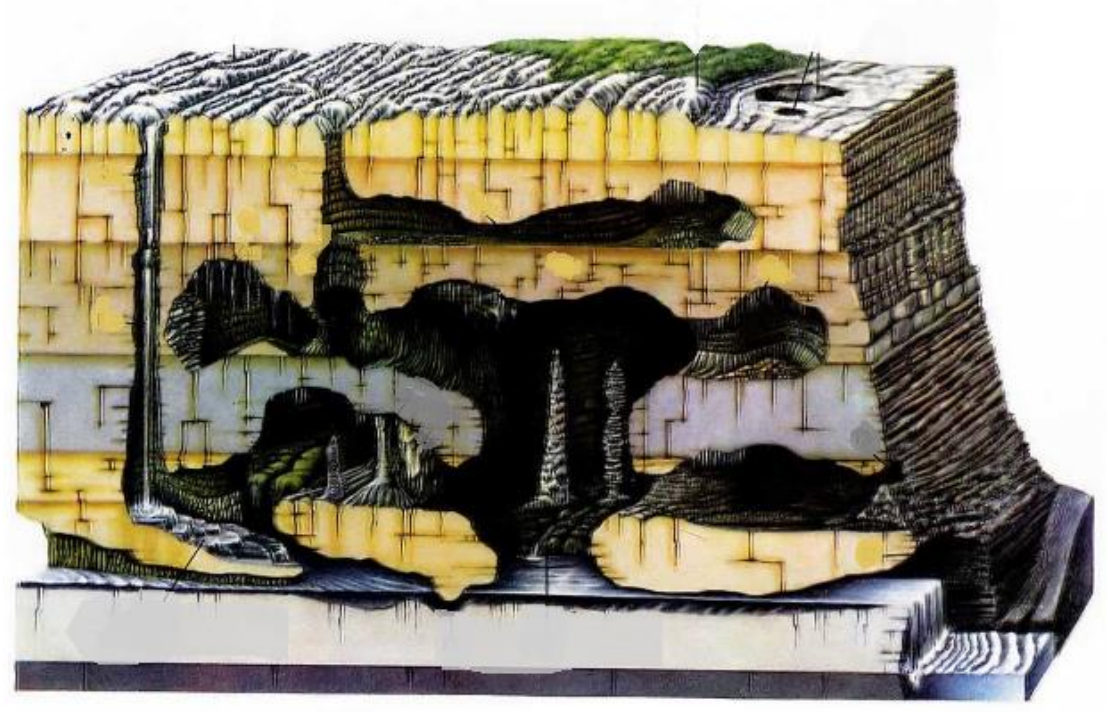
ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის დაურღვეველი გრუნტის საცდელ ნიმუშს ჩადებენ ფილტრაციის ხელსაწყოში და მას გადასცემენ შემამკვრივებელ წნევას 100 კპა. დანაყოფიან მილში ჩაასხამენ წყალს 60 სმ სიმაღლემდე. შემდეგ ერთდროულად გახსნიან ონკანს და ჩართავენ წამზომს. ონკანს ჩაკეტავენ, როდესაც წყლის სვეტის დონე დაიწევს 50 სმ-მდე. ცდის შედეგები (გრუნტის ტიპი, წნევა, წყლის ხარჯი, ნიმუშის განივკვეთის ფართობი, ნიმუშის სიმაღლე, ჰიდრავლიკური ქანობი, წყლის ფილტრაციის დრო) შეაქვთ ცხრილში და ფორმულის საშუალებით ანგარიშობენ ფილტრაციის კოეფიციენტს.



სუფოზია (ლათ. suffosio – ძირის გამოთხრა) — ქანებში ჩაჟონილი წყლის მიერ წვრილი მინერალური ნაწილაკებისა (მექანიკური სუფოზია) და ხსნადი ნივთიერებების გამოტანა (გამოტუტვა). სუფოზია არღვევს გრუნტების მიკროაგრეგატულ სტრუქტურას, წარმოქმნის მიწისქვეშა სიღრუეებს და იწვევს ზემოთ მდებარე შრეების ჩაწოლას, რის გამოც ხმელეთის ზედაპირზე ჩნდება 10 მ და ზოგჯერ მეტი დიამეტრის დეპრესიები და ძაბრები.

სუფოზია ფილტრაციის თანმხლები პროცესია. ამ დროს ხდება გრუნტის მასივიდან ფილტრაციული ნაკადის ზემოქმედებით მინერალური ნაწილაკების გამოტანა. სუფოზია შეიძლება იყოს ქიმიური, მექანიკური და შერეული. ქიმიური სუფოზიის დროს ხდება

წყალშიხსნადი მინერალების გამორეცხვა, მექანიკური სუფოზიისას ფილტრაციულ ნაკადი ჩამოშლის, გამოაქვს ქვიშოვანი და მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის მთელი ნაწილები.



ფოტოზე ასახულია სუფოზიის შედეგად დედამიწის ქერქში წარმოქმნილი კარსტული პროცესები.

თავი 3.4. გრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები

გრუნტის ფიზიკური მახასიათებლებიდან გავეცნობით სიმკვრივეს, კუთრ წონას, ტენიანობას, ფორიანობას, პლასტიკურიობას, შეკლებას და გაჯირჯვას.

გრუნტის კუთრი წონა - γ (ნ/სმ³, კნ/სმ³) არის გრუნტის წონა შეფარდებული მის მოცულობასთან. იგი განისაზღვრება ფორმულით:

$$\gamma = \rho * g$$

სადაც: g არის სიმძიმის ძალის აჩქარება, სმ/წმ².

სიკვრივე - ρ (გრ/სმ³, ტ/მ³) არის გრუნტის მასის შეფარდება მის მოცულობასთან. იგი განისაზღვრება ფორმულით:

$$\rho = \frac{g_1 + g_2}{V_1 + V_2}$$

სადაც: g_1 არის ნაწილაკების მასა. გ;

g_2 წყლის მასა. გ;

V_1 - მყარი ნაწილაკების მოცულობა, სმ³; V_2 - ფორების მოცულობა, სმ³.

გრუნტის ნაწილაკების (ჩონჩხის) სიმკვრივე -არის მშრალი ნაწილაკების მასის შეფარდება მის მოცულობასთან და გამოითვლება ფორმულით:

$$\rho_1 = \frac{g_1}{V_1}$$

გრუნტის ნაწილაკების სიმკვრივეს საზღვრავენ ლაბორატორიულად, პიკნომეტრის საშუალებით.

გრუნტის ტენიანობა- არის გრუნტში არსებული წყლის მასა შეფარდებული მშრალი გრუნტის მასასთან. მას გამოხატავენ პროცენტებში. ტენიანობა წარმოდგენას იძლევა გრუნტში წყლის რაოდენობაზე და გამოითვლება ფორმულით:

$$W = \frac{g_2}{g_1}$$

სადაც: g_2 -წყლის მასაა; g_1 – მშრალი გრუნტის მასა.

ფორიანობა n წარმოადგენს გრუნტის ფორების მოცულობის შეფარდებას მის მთლიან მოცულობასთან. იგი განყენებული სიდიდეა, გამოისახება პროცენტებში და გამოითვლება ფორმულით:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} * 100$$

ფორიანობის კოეფიციენტი e არის გრუნტის ფორების მოცულობის შეფარდება მყარი ნაწილაკების მოცულობასთან და გამოითვლება ფორმულით:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + 0.01W) - 1$$

ფორიანობის კოეფიციენტი წარმოდგენას იძლევა გრუნტის სიმკვრივეზე, მაგალითად, თუ $e > 1$ასეთი გრუნტები სუსტ გრუნტებად ითვლება.

ტენიანობის ხარისხი S_r გამოხატავს გრუნტის ფორების წყლით შევსების ხარისხს. ტენიანობის ხარისხის მიხედვით გრუნტები იყოფ:

მცირეტენიანი - $0 < S_r \leq 0,5$

ტენიანი - $0,5 < S_r \leq 0,8$

წყალგაჯღენთილი - $0,8 < S_r \leq 1$

პლასტიკურობის რიცხვი I_p - ესაა სხვაობა ტენიანობის ზედა და ქვედა ზღვრებს შორის, ისაზღვრება ლაბორატორიული წესით და მისი სიდიდის მიხედვით თიხოვანი გრუნტები იყოფა სამ ჯგუფად:

ქვიშნარი $1<I_p\leq 7$
თიხნარი $7<I_p\leq 17$
თიხა $I_p> 17$

დენადობის მაჩვენებელი I_l - თიხოვანი გრუნტის ფიზიკურ მდგომარეობას ახასიათებს. აღნიშნული მაჩვენებლის მიხედვით თიხოვანი გრუნტი შეიძლება იყოს მყარი, ნახევრად მყარი, დენადი, ძნელადპლასტიკური, რბილპლასტიკური, დენადპლასტიკური.

გაჯირჯვა გრუნტის თვისებაა გატენიანებისას მოიმატოს მოცულობაში. იგი განისაზღვრება ლაბორატორიულად და დამახასიათებელია თიხოვანი გრუნტებისათვის. გრუნტი ჯირჯვადია, თუ ფარდობითი გაჯირჯვა $\delta_g \geq 0,04$.

3.5. გრუნტების მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა

გრუნტების მექანიკის ძირითად კანონზომიერებებს მიეკუთვნება: კუმშვადობა, დეფორმირებადობა, ძვრის წინაღობა და წყალჟონადობა.

კუმშვადობა გრუნტის დამახასიათებელი მექანიკური თვისებაა შეიცვალოს აგებულება მასივში ფორების შემცირების ხარჯზე. ისეთ შემთხვევას, როდესაც გრუნტის ნაწილაკების გვერდითი გადაადგილება შეზღუდულია, უწოდებენ კომპრესიულ შეკუმშვას.

ქვიშოვანი და მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების კუმშვადობა განისაზღვრება ლაბორატორიულად, ოდომეტრით. ნიმუშს ათავსებენ ხელსაწყოში, ტვირთავენ სტატიკურად და ზომავენ დეფორმაციას ინდიკატორის საშუალებით. ამ შემთხვევაში ვაკვირდებით ფორიანობის კოეფიციენტის ცვლილებას დატვირთვის ზრდასთან მიმართებით და ვაგებთ კომპრესიის მრუდს.

ამ ცდის საშუალებით ვიგებთ კუმშვადობის კოეფიციენტისა a და დეფორმაციის მოდულის E ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებს.



ოდომეტრი

გრუნტის ძვრისადმი წინაღობა არის გრუნტის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს მასზე მოქმედ ძვრის ძალას. ამ უკანასკნელს კი წინააღმდეგობას უწევს გრუნტში არსებული ხახუნისა φ და შეჭიდულობის C ძალები, რომლებსაც გრუნტის შიდა ძალებს უწოდებენ.

ამრიგად, გრუნტის ძვრისადმი წინაღობის გარკვევისათვის უნდა განისაზღვროს φ და C. მათი მნიშვნელობები დამოკიდებულია გრუნტის მინერალურ და გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე, სიმკვრივეზე, სტრუქტურასა და სხვა. აღსანიშნავია, რომ ერთი და იმავე გრუნტისათვის φ და C მკვეთრად იცვლება გრუნტის ფორიანობისა და განსაკუთრებით ტენიანობის ცვლილებით. φ და C შეიძლება განსაზრვრულ იქნეს როგორც ლაბორატორიულად, ისე საველე მეთოდით. ლაბორატორიაში გრუნტის გამოცდა წარმოებს ჭრის ხელსაწყოთი. ამისთვის გრუნტის ნიმუშს ათავსებენ ხელსაწყოში და საფხურებრივად გადაცემენ ვერტიკალურ დატვირთვას.

ცდა ტარდება შემდეგი თანმიმევრობთ: გრუნტის ნიმუშს აძლევენ P_1=100 კპა (1კგძ/სმ^2) ვერტიკალურ წნევას, პარალელურად ზომავენ დეფორმაციას ინდიკატორის საშუალებით. დეფორმაციის სტაბილიზაციის შემდგომ მოდებენ ჰორიზონტალურ (გადამჭრელ) T_1 ძალას, რომელიც იწვევს მხებ τ_1. როდესაც ჰორიზონტალური ძვრის სიდიდე გახდება ნაკლები ან ტოლი 0,01მმ/წთ, ნიმუშს გადაეცემა შემდეგი საფეხურის დატვირთვა და ეს მოხდება მანამ, სანამ არ მოხდება გრუნტის ჭრა.

ამის შემდეგ გრუნტს ჭრიან კიდევ ორი ნიმუშისათვის, როდესაც P_2=200 კპა (1კგძ/სმ^2) და P_3=300 კპა (1კგძ/სმ^2). პოულობენ შესაბამის მხებ ძაბვებს τ_2 და τ_3.

შედეგები შეგვაქვს ცხრილში. ნორმალური წნევისა და მხები ძაბვის მიხედვით მოინახება წერტილები, რომლებზეც გაივლება წრფე. ეს გრაფიკი, ფაქტობრივად გამოხატავს კულონის კანონს. გრაფიკიდან გამოითვლება გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლები:

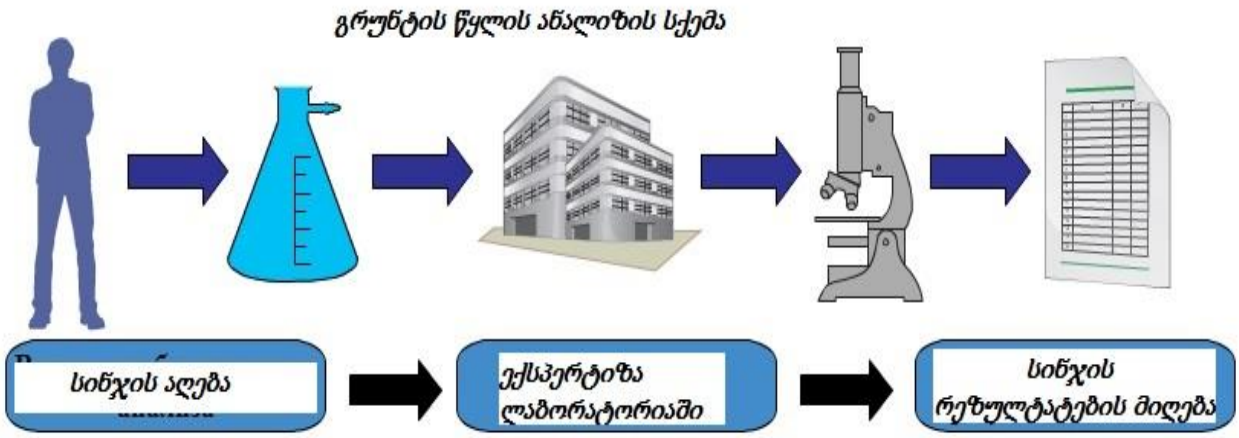
1. **შეჭიდულობის ძალის კუთრი მნიშვნელობა**, რომელიც რიცხობრივად ორდინატთა ღერძზე მოკვეთილი მონაკვეთის ტოლია. **C_n კპა;**
2. **შიგა ხახუნის კუთხე,** რომელიც რიცხობრივად მხების აბსცისათა ღერძთან დახრის კუთხის ტოლია – **φ_0**.

3.6. გრუნტის წყლის სინჯის ქიმიური ანალიზი

გრუნტის წყლები განლაგებულია მიწის ზედაპირიდან პირველივე წყალგაუმტარი შრის ზედაპირზე. ისინი მიწისქვეშა წყლების სახეობაა.

იმ რეგიონებში, რომლებშიც კლიმატი მომატებული ტენიანობით ხასიათდება, ინფილტრაციის პროცესი განსაკუთრებით აქტიურად მიმდინარეობს, რის შედეგადაც ქანებსა და გრუნტის მასივებში მინერალებისა და მარილების რაოდენობა საგრძნობლად კლებულობს. ზოგჯერ კი უკუპროცესიც ხდება, როდესაც დიდი რაოდენობით წყლის აორთქლება გრუნტიდან იწვევს მათში მარილების კონცენტრაციის გაზრდას.

გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი უცილობელი პორცესია სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევისას. წყლის სინჯის სტანდარტული ანალიზი სრულდება ლაბორატორიულ პირობებში, რადგან წყლის სიხისტის, მისი მინერალიზაციის და სამშენებლო მასალების მიმართ აგრესიულობის დადგენას სჭირდება სპეციალური დანადგარები.



წყლის მინერალიზაცია - რაოდენობრივი მახასიათებელია, რომელიც იძლევა მარილების კონცეტრაციას სითხეში. ამ პარამეტრის განსაზღვრისათვის წყალს ჯერ აორთქლებენ, ხოლო შემდეგ ხდება ნარჩენი მყარი ნივთიერებების ანალიზი.

გრუნტის წყლებს შეიძლება ჰქონდეს მინერალიზაციის შემდეგი ხარისხები:

- მტკნარი წყალი - როდესაც მარილები წყალში არაა;
- მცირედმინერალიზებული, როდესაც 1 ლ წყალზე მოდის 1-2 გრ მარილი;
- საშუალო მინერალიზაცია - მინერალების კონცენტრაცია 5-15 გრ/ლ;
- მაღალი მინერალიზაცია - 15-30 მგ/ლ;
- მარილწყალი - 30-150 მგ/ლ;
- ძლიერი მარილწყალი - 1 ლიტრ წყალში გახსნილია 150 გრ მარილი და მეტი.

გრუნტის წყლის სიმტკნარე - მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, როდესაც ლაპარაკია ჭაბურღილიდან სასმელი წყლის მოპოვებაზე. ამ დროს წყლის სინჯში განისაზღვრება მაგნიუმისა და კალციუმის იონების რაოდენობა, წყლის დაბინძურების ხარისხი, მასში მავნე მინარევების არსებობა. ეს პარამეტრები მით უფრო საყურადღებოა, როდესაც საქმე ეხება საცხოვრებელი სახლების მშენებლობას.

აგრესიულობის მაჩვენებლი - წყლის ეს თვისება პასუხისმგებელია სამშენებლო მასალების დაშლაზე, რის გამოც მათი ანალიზის საკითხიც ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევისას. გრუნტის წყლებში არსებულმა ქიმიურმა ნივთიერებებმა თავისი ზემოქმედების შედეგად შესაძლოა ბეტონსა და სხვა სამშენებლო მასალებს დააკარგვინოს თავდაპირველი სიმტკიცე.



ამდენად, წყლის სინჯის სტანდარტული ანალიზი აუცილებლად ითვალისწინებს გარემოს აგრესიულობის დადგენას. ის შეიძლება იყოს:

- ნახშირორჟანგ აგრესიული;
- საერთო მჟავა გარემო;
- მაგნეზიური;
- სულფატური;
- გამომტუტავი.

გრუნტის წყლის გამოკვლევისას ხდება მჟავა-ტუტის ბალანსის მაჩვენებლის განსაზღვრა. ის იზომება ერთეულებში და მისი ნეიტრალური მნიშვნელობა 7-ის ტოლია. თუ **pH** პარამეტრი ამ მნიშვნელობაზე დაბალია, წყალს მაღალი მჟავიანობა აქვს და ის დამანგრეველ ზემოქმედებას ახდენს ბეტონზე. ამასთანავე, აღსანიშნავია, რომ არა აქვს მნიშვნელობა, თუ რომელი სახეობის პორტლანდცემენტია ბეტონის შემადგენლობაში.



თუ რამდენად ძლიერია ასეთი წყლის დამანგრეველი ზემოქმედება ბეტონზე, ბევრადაა დამოკიდებული მასში შემავალი მჟავის შემადგენლობაზე, მისი რეგენერაციის უნარზე, აღმდგენი პროცესების სიჩქარესა და წნევაზე, რომლითაც გრუნტის წყალი მოქმედებს ბეტონზე. მნიშვნელობა აქვს ბეტონის შემადგენლობასაც, მასში ცემენტის შემცველობასა და გამოყენებულ შემავსებელს.



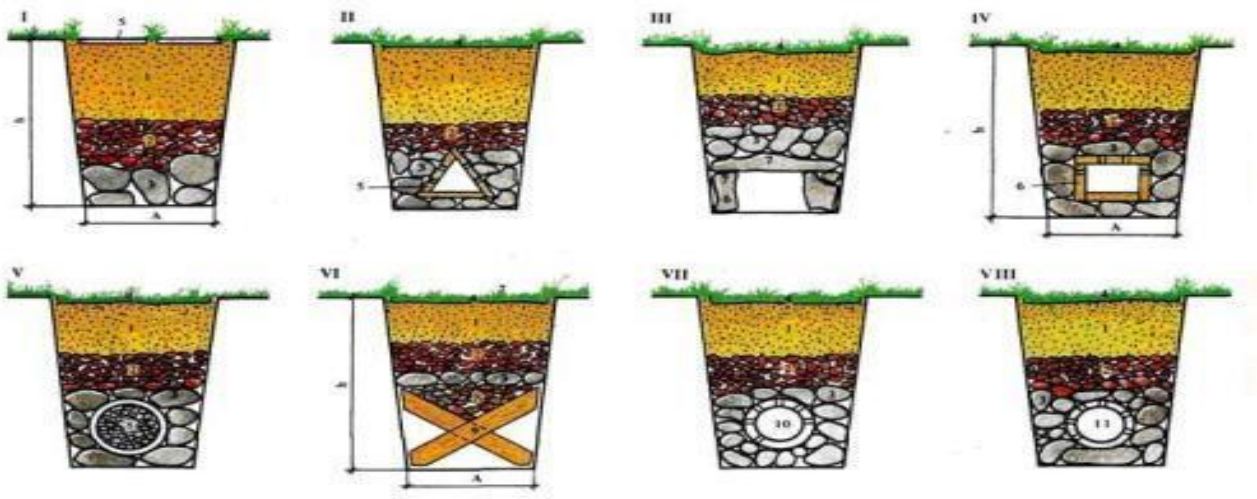
pH მაჩვენებელი მიგვანიშნებს მჟავის არსებობასა და მის კონცენტრაციას. გრუნტის წლის წინასწარი გამოკვლევის შედეგად ცნობილი ხდება ამ მაჩვენებლის არსებობა წყალში, მაგრამ თუ დაზუსტებით გვჭირდება გაგება რა ნივთიერება და რა კონცენტრაციითაა სნარში, ტარდება გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი.



pH-ის დაბალი მაჩვენებლის დროს, ცხადია, რომ წყლის შემცველობაში ორგანული მჟავები და გახსნილი ნახშირმჟავაა. ერთეულ შემთხვევებში წყალში ხვდება ტორფებში არსებული გოგირდისა და გოგირდმჟავას ნაერთები. როდესაც არსებობს აგრესიული წყლის გარემო, საჭიროა წინასწარი ღონისძიებების გატარება ბეტონის ხარისხის გასაუმჯობესებლად: ნარევში გავზარდოთ ცემენტის და შევამციროთ წყლის რაოდენობა. ფუძე-საძირკვლების დაპროექტება და მასალის შერჩევა ხდება მხოლოდ და მხოლოდ გრუნტის წლის რაოდენობისა და ხარისხის შემოწმების შემდეგ. ამ მონაცემების გათვალისწინებით შეიძლება თავიდან ავიცილოთ უამრავი უსიამოვნება:

- ფუძე-საძირკვლის დაჯდომა-დეფორმაცია;
- ნაგებობაში ბზარების გაჩენა;
- გრუნტის წყლებით სეზონური დატბორვა;
- და სხვა ნეგატიური ფაქტორები.

შესაძლო პრობლემების წინასწარი ცოდნა საშუალებას გვაძლევს პროექტირების ადრეულ სტადიაზევე შევიმუშაოთ ობიექტის დამცავი სისტემა (დრენაჟი), შევარჩიოთ არსებული პირობებისათვის ოპტიმალურად ხელსაყრელი ფუნდამენტი. თუ შენობა უსარდაფოა, შეგვიძლია შემოვიფარგლოთ ტენისგან დამცავი ხარისხიანი მოწყობილობით, რომელიც დაიცავს კედლებს დანესტიანებისაგან. რიგ შემთხვევაში საჭიროა საძირკვლის ჰიდროიზოლაცია.



დრენაჟის სქემა



ფოტოზე ასახულია საცხოვრებელი სახლის ქვეშ მოწყობილი დრენაჟის სქემა.

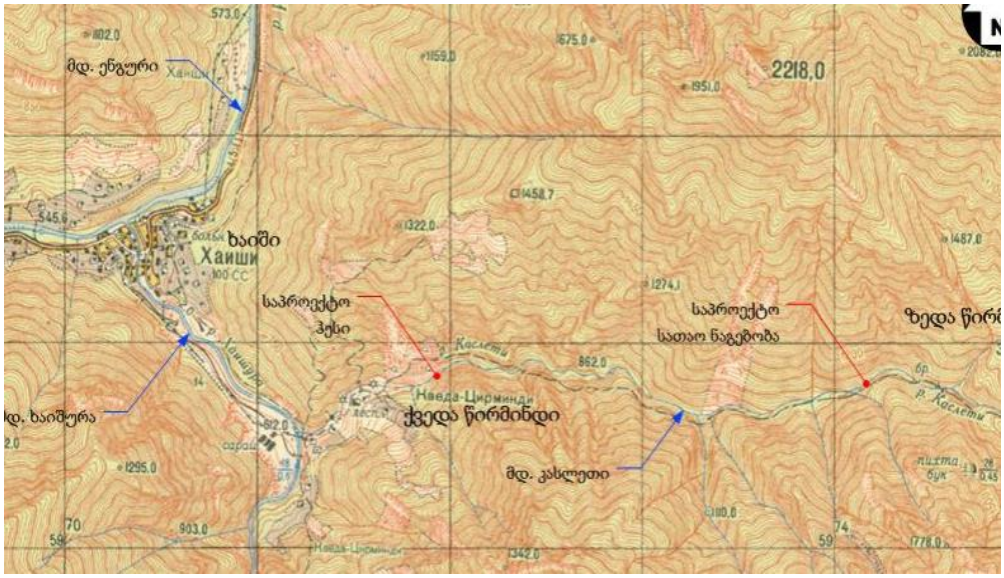


საძირკვლის ჰიდროიზოლაცია

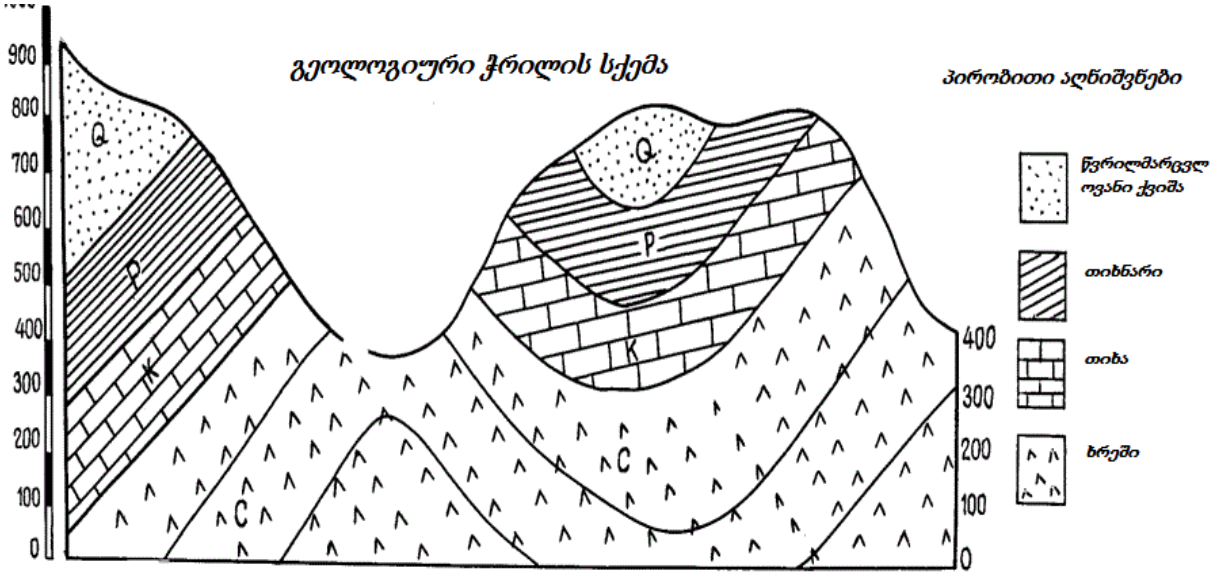
უსაფრთხობისათვის წინასწარ გატარებული ღონისძიებანი გვეხმარება მთლიანად ან ნაწილობრივ დავიცვათ თავი გრუნტის წყლების აგრესიული ზემოქმედებისაგან.

3.7. სამშენებლო მოედნის გეოლოგიური ჭრილის აგება

სამუშაოს მიზანი: გავეცნოთ გეოლოგიურ-დაზვერვითი სამუშაოების გრაფიკულ მასალებს (ჭრილები, კოლონები) , ვისწავლოთ მათი სწორი კითხვა და გეოლოგიური ჭრილების აგება.



რუკა



ამისათვის აუცილებელია:

- გავაცნობიეროთ ძირითადი ახალი ცნებები და ტერმინები;
- გავიგოთ გეოლოგიური ჭრილების შედგენისათვის საჭირო პირობითი აღნიშვნები და შინაარსი;
- შევისწავლოთ სამთო გამონამუშევრების ჭაბურღილების მიხედვით გეოლოგიური ჭრილის აგების მეთოდიკა.

3.7.1. ძირითადი ცნებები და ტერმინები

გეოლოგიური ჭრილი - ესაა მიწის ქერქის ვერტიკალური ჭრილი, რომელზეც დატანილია სხვადასხვა სამთო ქანების პლასტებისა და გრუნტული წყლების ჰორიზონტების

ურთიერთგანლაგება. იგება შურფებიდან და ჭაბურღილებიდან ამოღებული მასალის საფუძველზე.



ჭაბურღილი - ცილინდრული გამონამუშევარი, რომელიც გაჰყავთ ქანებში საბურღი მოწყობილობის საშუალებით.





შურფი - ვერტიკალური სამთო გამონამუშევარი, კვადრატული, მართკუთხა ან წრიული ფორმის, გაყვანილი მიწის ზედაპირიდან.

ფენის საფარი - ზედაპირი, რომლითაც დაფარულია ფენა ზევიდან.

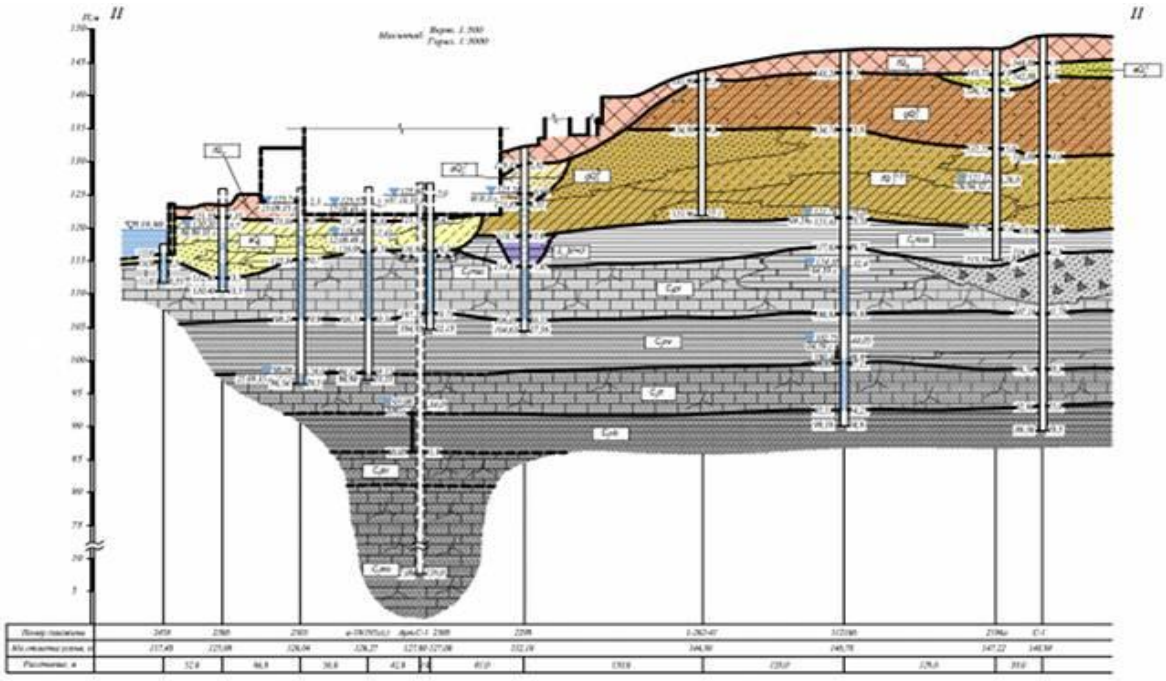


ფენის ძირი - ზედაპირი, რომლითაც შემოსაზღვრულია ფენა ქვემოდან.

წყლის დონე - ჭაბურღილის გაჭრის ზედაპირიდან აბსოლუტური ნიშნული ან სიღრმე მეტრებში, რა დონეზეც დაფიქსირდა ბურღვის დროს წყალი.

ჭაბურღილის გეოლოგიური სვეტი

გეოლოგიური ჭრილი იგება ჭაბურღილების სვეტების მიხედვით, რომლებიც გამოიხაზება ყოველი დასაზვერი გამონამუშევრისათვის (ჭაბურღილი, შურფი).



ჭაბურღილის სვეტი - ესაა რამდენიმე ვერტიკალური გრაფა, რომელზეც დატანილია ყოველი ფენის მონაცემები:

- ასაკი და გენეზისი;
- ქანების მოკლე აღწერა (დასახელება, შემადგენლობა, ფერი, ტენიანობა, სიმკვრივე, კონსისტენცია);
- სხვადასხვა ქანები, შესაბამისი პირობითი აღნიშვნებით;
- მიწისქვეშა წყლების დონეები, ასევე გრუნტის ნიმუშების ნომრები და მათი აღების სიღრმე.

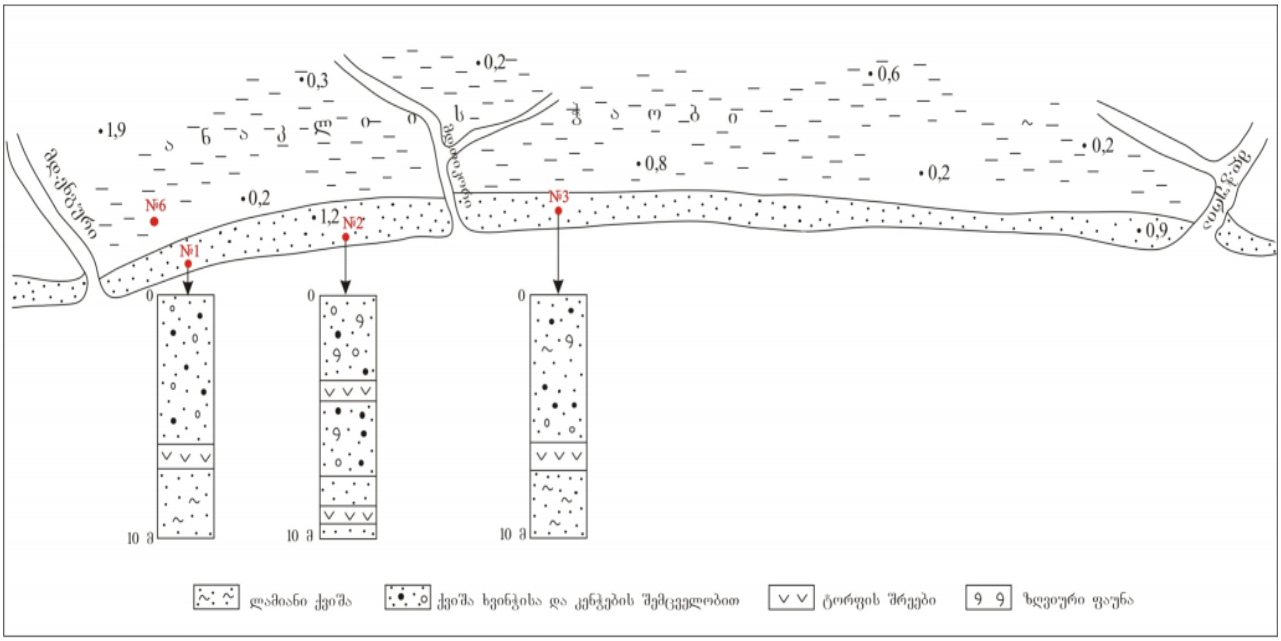
ქანების სიმძლავრე აიღება მასშტაბით 1:100, 1:200 ან 1:500. კოლონკას თავზე ეწერება ჭაბურღილის ნომერი, მისი მდებარეობა გეგმაზე, აბსოლუტური ნიშნული და ჭაბურღილის დიამეტრი.

3.7.2. სამუშაოს შესრულების მეთოდიკა

ზოგადად, გეოლოგიური ჭრილი იგება A4 ზომის მილიმეტროვკაზე, 1:100 მასშტაბში, სამი ჭაბურღილის მონაცემების საფუძველზე, რომლებიც განლაგებულია ერთ სწორზე. სამუშაოს თანმიმდევრობა შემდეგია:

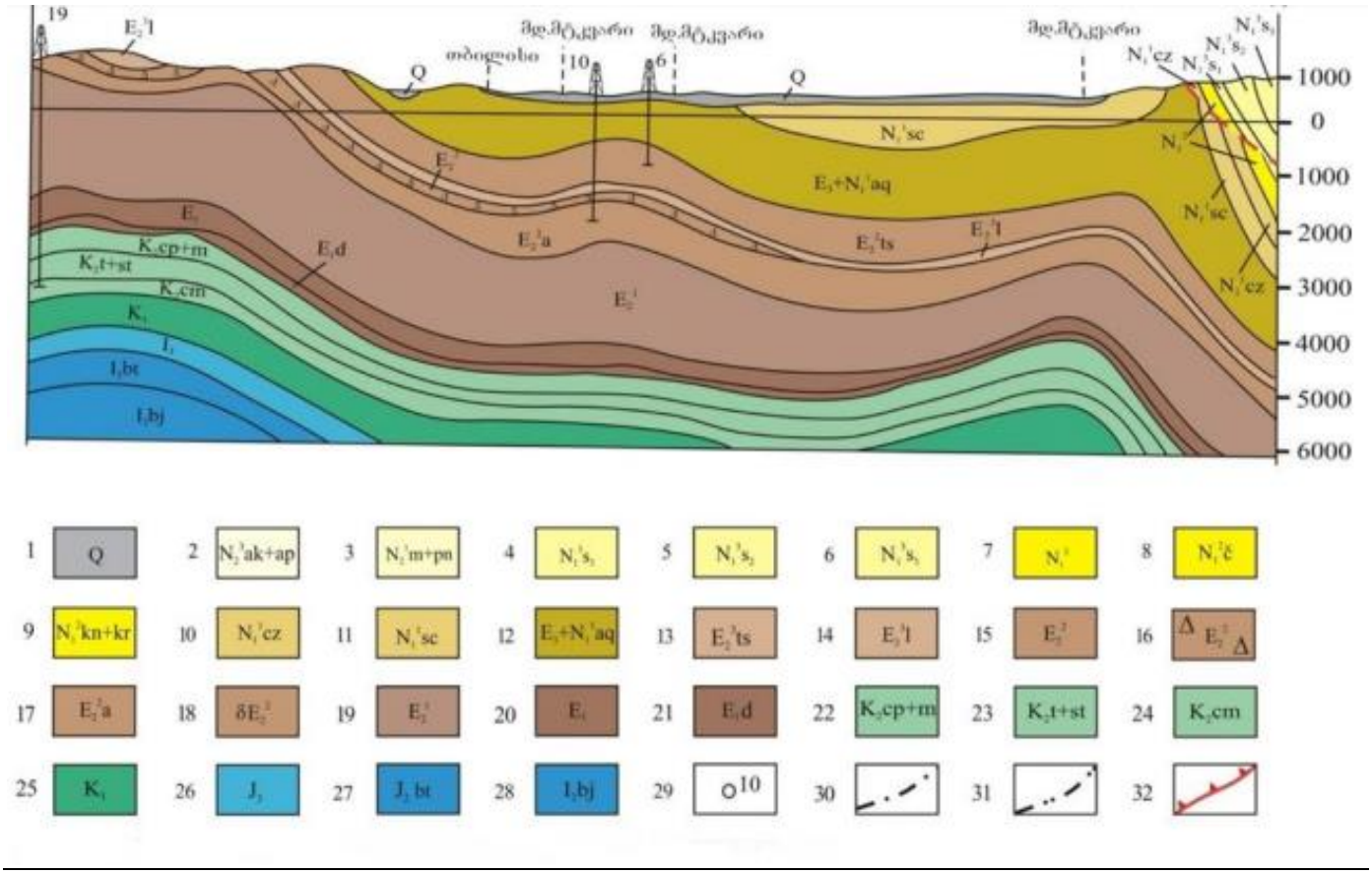
1. **იგება ანათვალთა სკალა.** გადაიხედება ჭრილის ასაგებად არსებული სამივე ჭაბურღილის მონაცემები. ანალიზი უკეთდება სამივე ჭაბურღილის პირის აბსოლუტურ ნიშნულს. უდიდესი ნიშნული დამრგვალდება მეტობით და მიიჩნევა გეოლოგიური ჭრილის უმაღლეს ნიშნულად (მაგ.: 169,2 მ დამრგვალდება და დაიწერება 170მ). შემდგომ ბურღილებში დაიტანება ყოველი ფენის ძირის აბსოლუტური ნიშნული. სამიდან ამოვირჩევთ ყველაზე მცირე მნიშვნელობას, დავამრგვალებთ ნაკლებობით (მაგ.: 155,9 დამრგვალდება და დაიწერება 155მ) და ეს იქნება ჩვენს გეოლოგიურ ჭრილზე უმცირესი ნიშნული. უდიდეს და უმცირეს ნიშნულებს შორის სხვაობა გვაძლევს ასაგები გეოლოგიური ჭრილის სიმაღლეს (170მ-155მ=15მ). ვითვალისწინებთ რა, რომ ჭრილის მასშტაბი 1:100-ია, ანუ 1 სმ=1მ-ს, აბსულუტური ნიშნულის შკალას ექნება სიმაღლე 15 სმ. იგი განლაგებულია ჭრილის მარცხნივ და იფერება ჭადრაკულად, ყოველი 1 სმ მანძილის მონაცვლეობით;
2. **გეოლოგიური ჭრილის ქვეშ განლაგებული სკალა.** იგი წარმოადგენს ორ ჰორიზონტალურ გრაფას, რომლის პირველ სტროფში მოცემულია ჭაბურღილის თავის განლაგების აბსოლუტური ნიშნულის სიდიდე; მეორე გრაფაში მოცემულია მანძილი ჭაბურღილებს შორის;
3. **გეოლოგიური ჭრილის აგება.** ჭაბურღილებზე, რომლებიც პირობით აღნიშნულია წვრილი ვერტიკალური ხაზებით, დაგვაქვს მათი აბსოლუტური მნიშვნელობანი და ხელით ვაერთებთ ამ სამ წერტილს. შემდეგ დაიტანება ყოველი ფენის ნიშნულები, რომლებიც ასევე შეერთდება ხელით. ჭრილზე დაიტანება თითოეული ქანის გენეზისი, ასაკი, ნიშნულები, რაც შემდგომ დაიშტრიხება შესაბამისი პირობითი აღნიშვნის მიხედვით.

ანაკლიის სანაპიროს ამგები ქანების ჭაბურღილები



4. **გეოლოგიური ჭრილის გაფორმება.** ნახაზს ეწერება სათაური „ჭაბურღილები 10-12-ის გეოლოგიური ჭრილი;“ მასშტაბი 1:100. ნახაზის მარჯვნივ განლაგდება გრუნტების პირობითი აღნიშვნები, რომლებიც მონაწილეობს ჭრილის აგებაში.

3.7.3. თბილისის მიდამოების გეოლოგიური რუკა და ჭრილი



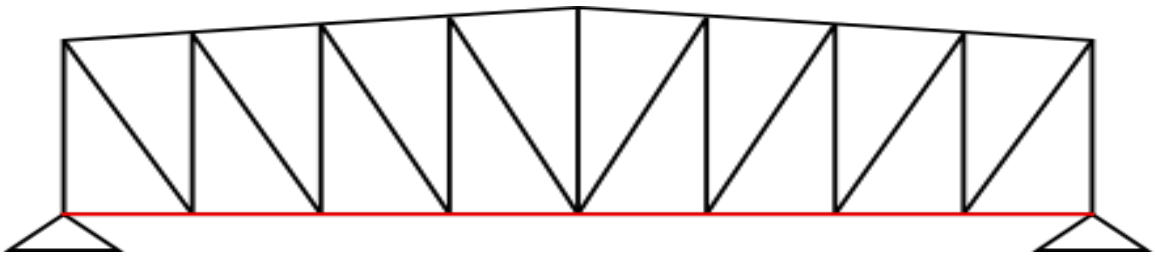
პირობითი ნიშნები 1–მეოთხეული დაუნაწევრებელი ალუვიური, დელუვიური და პროლუვიური ნალექები; 2– აღჩაგილ-აფშერონული; 3–მეოტურ-პონტური; 4–ზედა სარმატული; 5–შუა სარმატული; 6–ქვედა სარმატული; 7–შუა მიოცენური (დაუნაწევრებელი); 8-ჩოკრაკული; 9–კონკურ-კარაგანული; 10–კოწახური; 11–საყარაულო; 12–ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენური (მაიკოპის სერია); 13–ზედა ეოცენური (თბილისის ნუმულიტებიანი წყება); 14–ზედა ეოცენური (ნავთლულის წყება); 15–შუა ეოცენური (აჭარა-თრიალეთის ფაციესი); 16–შუა ეოცენური (თბილისის ოლისტოსტრომები); 17– შუა ეოცენური (დაბახანის წყება); 18–შუა ეოცენური (გამკვეთი ვულკანოგენები); 19–ქვედა ეოცენური; 20–პალეოცენური; 21–პალეოცენური (დანიური); 22 – კამპან-მაასტრიხტული 23– ზედა ტურონულ-სანტონური; 24–სენომანური; 25–ქვედა ცარცული (დაუნაწევრებელი); 26– ზედა იურული (დაუნაწევრებელი); 27–შუა იურული (ბათური); 28–შუა იურული (ბაიოსური); 29–ჭაბურღილი; 30–ანტიკლინი; 31-სინკლინი; 32–შარიაჟის და შეცოცების ფუძე.



3.7. კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. ჩამოთვალეთ ქიმიური სუფოზიის წარმოქმნის მიზეზები.
2. ჩამოაყალიბეთ წყალჟონადობის არსი.
3. ჩამოთვალეთ გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.
4. გრუნტის რა თვისებაა ფორიანობა?
5. გრუნტის რა თვისებაა გაჯირჯვება?
6. ჩამოთვალეთ წყლის აგრესიულობის ნიშნები სამშენებლო მასალის მიმართ.
7. აღწერეთ სამშენებლო მოედანი.
8. განასხვავეთ გრუნტის პირობითი აღნიშვნები.
9. რა თანმიმდევრობით ხდება გეოლოგიური ჭრილის აგება და გაფორმება?

თავი 4. ტექნიკური მექანიკა



ძვირფასო სტუდენტო, ამ მასალის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ:

- ✓ სტატიკის ძირითადი ცნებებისა და პრინციპების საფუძველზე წერტილისა და ღერძის მიმართ ძალის მომენტის გამოთვლას;
- ✓ ბრტყელ ძალთა სისტემის წონასწორობის განტოლების შედგენას;
- ✓ სტატიკურად რკვევად კოჭში ძალვების განსაზღვრას.

4.1. თეორიული მექანიკა

თეორიული მექანიკა განიხილავს აბსოლუტურად მყარი (იდეალიზებული) სხეულის სტატიკას, კინემატიკას და დინამიკას.

სტატიკა თეორიული მექანიკის ნაწილია და შეისწავლის აბსოლუტურად მყარ სხეულზე მოქმედ ძალთა სისტემის წონასწორობის პირობებს და აგრეთვე ნებისმიერი ძალთა სისტემის უმარტივეს სახემდე დაყვანას.

კინემატიკა თეორიული მექანიკის ის ნაწილია, რომელიც შეისწავლის ნივთიერი სხეულის (წერტილის) მექანიკური მოძრაობის გეომეტრიულ თვისებებს მათზე მოქმედი ძალებისა და მათი მასის გაუთვალისწინებლად.

დინამიკა შეისწავლის ნივთიერი სხეულის (წერტილის) მოძრაობას მოქმედი ძალების გათვალისწინებით.

წრფის მონაკვეთს, რომელსაც გააჩნია მოდების წერტილი, სიდიდე და მიმართულება, **ვექტორი** ეწოდება. სიდიდეებს, რომლებიც სავსებით განისაზღვრება ერთი ნამდვილი რიცხვით, **სკალარული სიდიდეები** ეწოდება. მაგალითად ფართობი, მოცულობა, ტემპერატურა, სკალარული სიდიდეებია, ძალა, სიჩქარე, აჩქარება, ვექტორული სიდიდეები.

სხეულს, რომლის ნებისმიერ ორ წერტილს შორის მანძილი უცვლელია, **აბსოლუტურად მყარი სხეული** ეწოდება. სხეულს, რომლის ზომები საკმაოდ მცირეა სხვა სხეულების ზომებთან შედარებით, **ნივთიერი წერტილი** ეწოდება. **ძალა** არის ნივთიერი სხეულების იმ ურთიერთქმედების ზომა, რომლის შედეგად სხეულები ერთმანეთს ანიჭებს აჩქარებას ან დეფორმირდება. **ძალა ვექტორული სიდიდეა.**

4.1.1. სტატიკის ძირითადი პრინციპები და ცნებები:

1.ყოველ ძალას აქვს გარკვეული სიდიდე, მოდების წერტილი და გეზი. ე. ი. ყოველი ძალა არის გარკვეული ვექტორი. რაიმე წესით შედგენილ ძალთა ერთობლიობას **ძალთა სისტემა** ეწოდება. ერთსა და იმავე სხეულზე მოქმედ ორ ძალთა სისტემას ეწოდება **ტოლფასი ძალთა სისტემები**, თუ ისინი ამ სხეულზე ერთნაირ მექანიკურ ზემოქმედებას ახდენს ცალკ-ცალკე მოდების შემთხვევაში;

2.ერთ ნივთიერ წერტილზე მოდებული ძალთა სისტემა ტოლფასია ერთი ისეთი ძალისა, რომელსაც მოცემული ძალების ტოლქმედი ეწოდება, მოდებულია იმავე წერტილზე და ამ ტოლქმედის მდგენელი ძალების გეომეტრიული ჯამის ტოლია. სივრცეში არ არის შეზღუდული არც ერთი მიმართულებით. თუ შეზღუდულია, მას **არათავისუფალი ნივთიერი წერტილი** ეწოდება. გეომეტრიული ან ფიზიკური ხასიათის იმ პირობებს, რომლებიც ნივთიერი წერტილის ან სხეულის გადაადგილებას ზღუდავს რომელიმე მიმართულებით, **ბმები** ეწოდება;

3.თავისუფალი ნივთიერი წერტილის წონასწორობისათვის აუცილებელი და საკმარისია, რომ ამ წერტილზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლი იყოს;

4.ორი ნივთიერი წერტილის ურთიერთმოქმედების ძალები სიდიდით ერთმანეთის ტოლია, მდებარეობს მათ შემაერთებელ წრფეზე და მოგეზული არის ურთიერთსაწინააღმდეგოდ;

5.ყოველი ბმის მექანიკური მოქმედება ნივთიერ წერტილსა ან სხეულზე შეიძლება გამოისახოს გარკვეული ძალით, რომელსაც რეაქციის ძალა ეწოდება. არათავისუფალი ნივთიერი წერტილის წონასწორობისათვის აუცილებელი და საკმარისია, რომ მასზე მოდებული აქტიური და რეაქციის ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლი იყოს;

6. თუ მყარ სხეულზე მოქმედებს ორი პირდაპირ თანაწინააღმდეგი ძალა, ისინი არავითარ მექანიკურ მოქმედებას არ ახდენს ამ მყარ სხეულზე. მყარ სხეულზე მოდებული ძალა არის სრიალა ვექტორი;

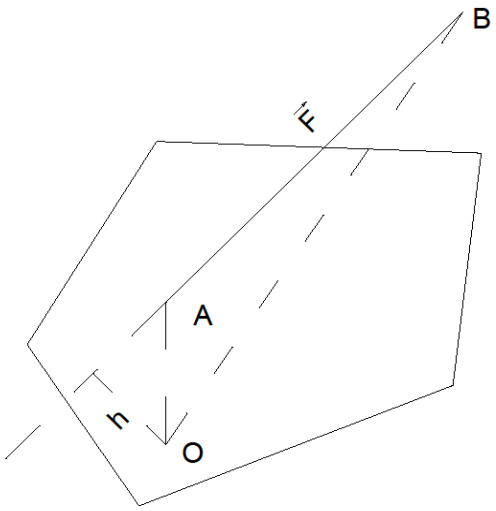
7. თუ მყარი სხეული წონასწორობაშია ორი ძალის მოქმედებით, მაშინ ისინი პირდაპირ თანაწინააღმდეგი ძალებია. მყარ სხეულზე მოდებულ ძალთა ერთობლიობას ეწოდება თავმოყრილ ძალთა სისტემა, თუ ყველა ძალის ფუძე ერთ წერტილში იკვეთება; ფუძეების გადაკვეთის წერტილს თავმოყრის ცენტრი ეწოდება.

სასრული ან უსასრულო რაოდენობის ნივთიერი წერტილების ერთობლიობას, რომლის ყოველი წერტილის მდებარეობა და გადაადგილება გარკვეული წესით დამოკიდებულია დანარჩენი წერტილების მდებარეობასა და გადაადგილებაზე, **ნივთიერ წერტილთა მექანიკური სისტემა** ეწოდება. სისტემას ეწოდება **უცვლადი**, თუ მის ნებისმიერ ორ წერტილს შორის მანძილი უცვლელი რჩება ყოველგვარ პირობებში, წინააღმდეგ შემთხვევაში, სისტემა **ცვალებადია**.

თეორიულ მექანიკაში განიხილება ნივთიერ წერტილთა მექანიკური სისტემა, რომელსაც, უბრალოდ, **ნივთიერ წერტილთა სისტემას** უწოდებენ. ნივთიერ წერტილთა სისტემა მაშინ და მხოლოდ მაშინ იქნება წონასწორობაში, როდესაც წონასწორობაში იქნება მისი ყველა წერტილი.

4.1.2. ძალის მომენტი წერტილისა და ღერძის მიმართ

F ძალის სკალარული მომენტი O წერტილის მიმართ ეწოდება **F** ძალის სიდიდისა და **h** მხარის ნამრავლს, აღებულს გარკვეული ნიშნით. დადებითი ნიშანი აიღება იმ შემთხვევაში, როცა ძალა O წერტილს უვლის დადებითი მიმართულებით, უარყოფითი - წინააღმდეგ შემთხვევაში; იგი აღინიშნება **L**-ით.



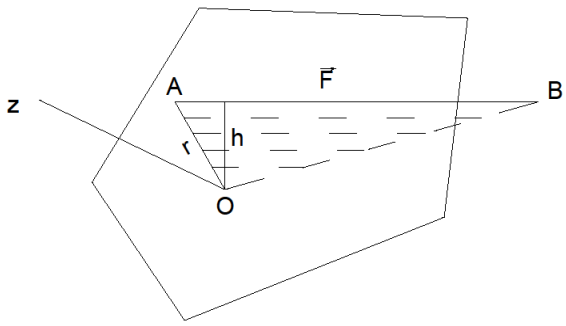
სკალარული მომენტის რიცხვითი მნიშვნელობა ტოლია **O** წერტილსა და **F** ძალაზე აგებული სამკუთხედის გაორკეცებული ფართობისა, ე.ი.

$$\boldsymbol{L = \pm h\,|F| = \pm 2\,\text{ფარ.}\Delta OAB}$$

სკალარული მომენტის განმარტებიდან გამომდინარეობს:

1) სკალარული მომენტი ნულის ტოლია, როცა ძალა **F**=0 ან მხარი **h**=0, ე. ი. როცა ძალის ფუძე გადის მომენტთა O ცენტრზე;
2) სკალარული მომენტი შეიცვლის ნიშანს, თუ ძალას მივცემთ საწინააღმდეგო გეზს;
3) სკალარული მომენტი არ შეიცვლება ძალის ფუძის გასწვრივ გასრიალებით.

F ძალის ვექტორული მომენტი O წერტილის მიმართ ეწოდება ისეთ **L** ვექტორს, რომელიც განსაზღვრულია შემდეგი პირობებით:



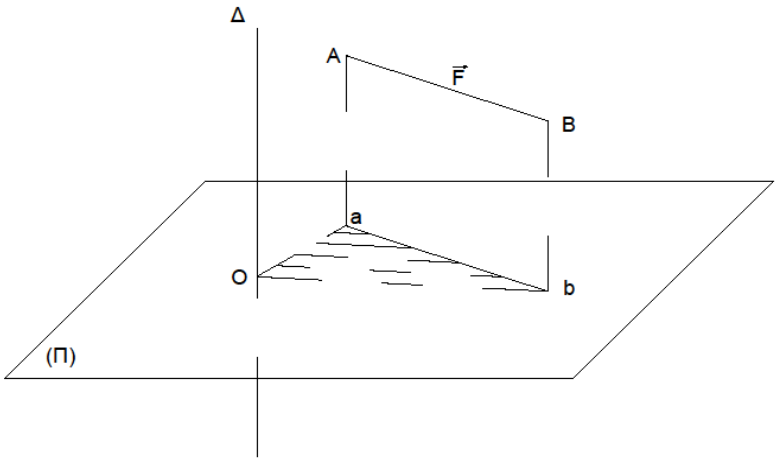
1) **L** ვექტორის სიგრძე ტოლია **F** ძალის სიდიდისა და **h** მხარის ნამრავლისა, ე.ი. **F** ძალის **O** წერტილის მიმართ სკალარული მომენტის აბსოლუტური მნიშვნელობისა;
2) **L** მოდებულია **O** წერტილზე **OAB** სიბრტყის მართობულად;
3) **L** მიმართულია ისე, რომ მის გასწვრივ მდგომ დამკვირვებელს **F** ძალა უვლის დადებითი მიმართულებით.

რადგანაც ვექტორული მომენტის სიდიდე ტოლია სკალარული მომენტის აბსოლუტური მნიშვნელობისა, ამიტომ ვექტორულ მომენტს აქვს იგივე თვისებები, რომელბიც სკალარულ მომენტს, ე.ი. გვექნება:

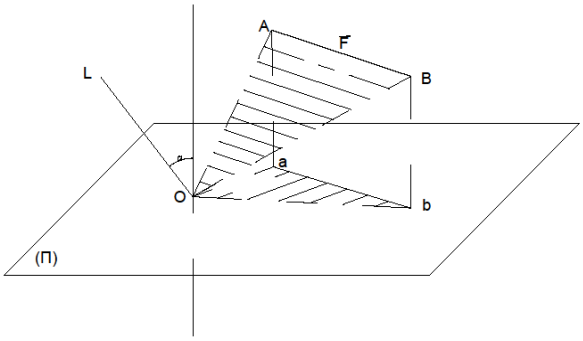
1. ვექტორული მომენტი ნულის ტოლია, როცა ძალა ან მხარი ნულია;
2.ვექტორული მომენტი შეიცვლის გეზს, თუ ძალას შევუცვლით გეზს;
3.ვექტორული მომენტი არ შეიცვლება, თუ ძალას მისი ფუძის გასწვრივ გავასრიალებთ.

F ძალის მომენტი Δ ღერძის მიმართ ეწოდება Δ ღერძის მართობულ (Π) სიბრტყეზე **F** ძალის **ab** გეგმილის სკალარულ მომენტს **O** წერტილის (ღერძის და სიბრტყის გადაკვეთის წერტილი) მიმართ და აღინიშნება L_Δ -თი. ე.ი.

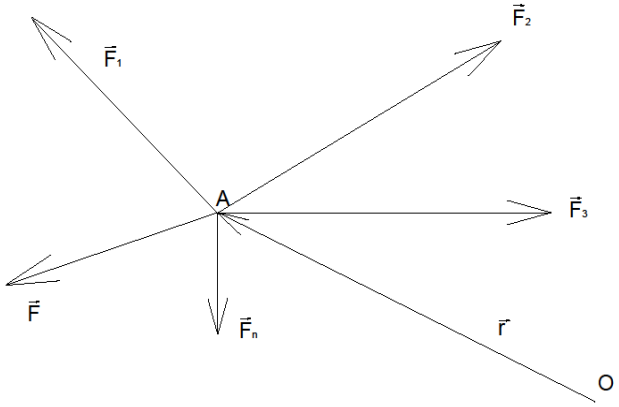
$$L_\Delta = მომ.Oab = \pm 2\ ფართ.\ Oab$$



F ძალის მომენტი Δ ღერძის მიმართ ტოლია Δ ღერძის ნებისმიერი **O** წერტილის მიმართ **F** ძალის ვექტორული მომენტის გეგმილისა **Δ** ღერძზე.



თავმოყრილ ძალთა სისტემის ტოლქმედის ვექტორული მომენტი ნებისმიერი **O** წერტილის მიმართ ტოლია მდგენელი ძალების იმავე **O** წერტილის მიმართ ვექტორული მომენტების გეომეტრიული ჯამისა.



თეორიული მექანიკისგან განსხვავებით, მასალათა გამძლეობა შეისწავლის რეალურ სხეულებს, რომელთა ფორმა და ზომები გარე ზემოქმედების გავლენით განიცდიან ცვლილებას, ე. ი. დეფორმირდებიან. ასეთ სხეულებს **დრეკადი სხეულები** ეწოდება. დეფორმაცია კი, რომელიც სავსებით ქრება გარე ზემოქმედების მოცილების შემდეგ, **დრეკადი დეფორმაციაა**, ხოლო დეფორმაციას, რომელიც რჩება - **ნარჩენი, ანუ პლასტიკური დეფორმაცია** ჰქვია.

სხეულის დეფორმაციას თან სდევს შიგა ძალების აღძვრა, რომლებიც ცდილობს დაუბრუნონ სხეულს საწყისი ფორმა და ზომები. მასალათა გამძლეობის შესწავლისას ვუშვებთ, რომ სხეულის მოცულობა მთლიანად არის შევსებული მასალით, ანუ საქმე გვაქვს ერთ მთლიან სხეულთან.

მასალათა გამძლეობის შესწავლისას ვსარგებლობთ **გაკვეთის მეთოდით.** ამ დროს სხეულს გავკვეთთ და განვიხილავთ მიღებული ნაწილის ურთიერთქმედებას.

4.1.3. მასალათა გამძლეობის ძირითადი დაშვებები და ჰიპოთეზები

ეს დაშვებები და ჰიპოთეზები ამარტივებს ნამდვილ მოვლენებს და, ამასთან ერთად, იძლევა პრაქტიკისათვის საკმაოდ ზუსტ შედეგებს:

1. მასალა განიხილება როგორც **ერთგვაროვანი;**
2. მასალა **იზოტროპულია.** ე.ი. მისი თვისებები ყველა მიმართულებით ერთნაირია. თუ განსხვავებულია, მას **ანიზოტროპული** ეწოდება.
3. მასალა **იდეალურად დრეკადია.** ეს ნიშნავს, რომ გარე ზემოქმედების მოხსნის შემდეგ იგი სავსებით აღიდგენს საწყის ფორმას და ზომებს;
4. მასალის დეფორმაცია პირდაპირპროპორციულია მოქმედი დატვირთვისა. ე.ი. ძალაშია **ჰუკის კანონი;**
5. განიხილება **მცირე დეფორმაციები;**
6. გამოიყენება ძალთა მოქმედების **დამოუკიდებლობის პრინციპი**, რომლის თანახმად, რამდენიმე ძალის ერთდროული მოქმედების ეფექტი ტოლია ამ ძალების ცალ-ცალკე მოქმედების ეფექტის ჯამისა;
7. გამოიყენება **ბრტყელი კვეთის (ბერნულის) ჰიპოტეზა**, რომლის მიხედვით ძელის განივკვეთები დეფორმაციის დროს ბრტყელი რჩება;
8. ვსარგებლობთ **სენ - ვენანის პრინციპით**, რომლის თანახმად დატვირთვის მოქმედების უბნიდან საკმაოდ მოცილებული უბნებისათვის მნიშვნელობა არ აქვს დატვირთვის განაწილების კანონს და შეიძლება იგი შევცვალოთ მისი ტოლქმედით.

ღერო ანუ ძელი

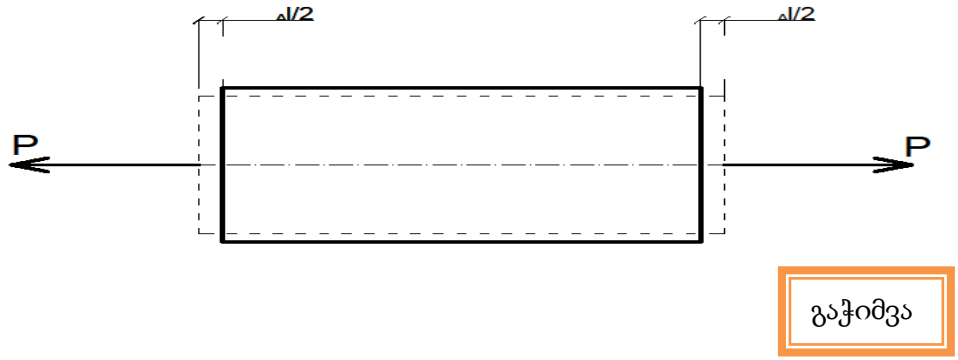
ღერო, ანუ ძელი ეწოდება სხეულს, რომლის ერთი ზომა (სიგრძე) საგრძნობლად აღემატება მის დანარჩენ ორ ზომას. ძელი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მისი ღერძის სახით.

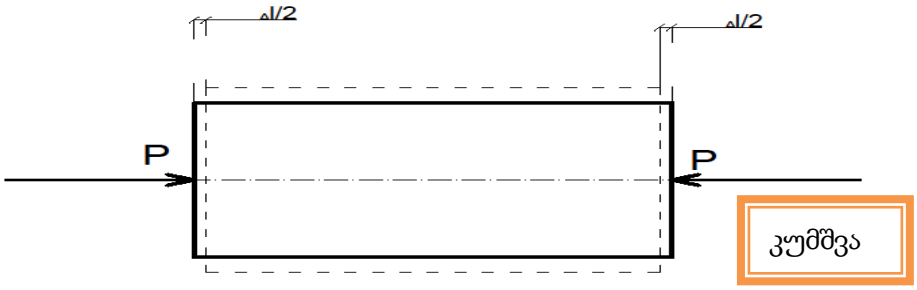
ქვემოთ განვიხილავთ სწორი ძელის ოთხ მარტივ დეფორმაციას:

1. ღერძულ გაჭიმვას და შეკუმშვას;
2. ძვრას;
3. გრეხას;
4. ღუნვას.

გაჭიმვა-კუმშვა, ჰუკის კანონი

თუ ძელის ბოლოებზე გრძივი ღერძის გასწვრივ მოდებულია გარეთ მიმართული თანატოლი P ძალები, მაშინ გვექნება **გაჭიმვა**. თუ ძალები მიმართულია ძელის შიგნით, გვექნება **კუმშვა.**





გამჭიმავი ძალების მოქმედების დროს ღერო სიგრძეში მატულობს, ხოლო მკუმშავი ძალების მოქმედებისას - კლებულობს.

$$\sigma = \varepsilon \times E; \qquad \varepsilon = \sigma / E$$

ε - განყენებული სიდიდეა.

E - დრეკადობის მოდულია. [კგ / სმ^2]

F - ღეროს განივკვეთის ფართობია.

EF - ნამრავლს ღეროს სიხისტე ეწოდება.

ფარდობითი გრძივი დეფორმაცია $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$.

ფარდობითი განივი დეფორმაცია $\varepsilon^1 = \frac{\Delta b}{b}$.

ცდებით დადასტურებულია, რომ გარკვეულ საზღვამდე, რასაც პროპორციულობის ზღვარი ეწოდება, არსებობს პროპორციული დამოკიდებულება ძალასა და აბსოლუტურ დეფორმაციას შორის. ეს პირველად შეამჩნია ჰუკმა და ამის გამო მას ჰუკის კანონი ეწოდება. ჰუკის კანონი სრულად შემდეგნაირად იწერება:

$\Delta l = \frac{Pl}{EF}$.

სადაც Δl არის ძალის აბსოლუტური წაგრძელება, EF ნამრავლი კი - ძელის სიხისტე გაჭიმვა-კუმშვაზე.

ძაბვა არის დრეკადობის მოდულისა და ფარდობითი დეფორმაციის ნამრავლი.
ძაბვის იმ უდიდეს მნიშვნელობას, რომელიც შეიძლება ელემენტმა მისი ექსპლუატაციის პირობებში აიტანოს, **დასაშვები ძაბვა** ეწოდება.
აღინიშნება σ-ით.

მისი სიდიდის შერჩევა დამოკიდებულია სხვადასხვა მიზეზზე: მასალის თვისებებზე (პლასტიკური თუ მყიფე), ნაშენის დანიშნულებაზე, მისი მუშაობის პირობებზე, დატვირთვის ხასიათსა და სხვა.

ძაბვების მოსაძებნად მასალათა გამძლეობაში გამოიყენება **გაკვეთის მეთოდი:** გრძივი ღერძის მართობულად სხეულს ვკვეთთ ორ ნაწილად, შემდეგ ვაცილებთ ერთს და ვიხილავთ მეორეს წონასწორობას. დარჩენილი ნაწილის წონასწორობის განხილვამდე დამატებული უნდა იქნეს მოცილებული ნაწილის მოქმედება, ე.ი. კვეთის ფარდობის ყველა წერტილში მოქმედი ძაბვები. შემდეგ გამოვიყენებთ სტატიკის წონასწორობის განტოლებებს სივრცეში:

$\Sigma X=0 \quad \Sigma Y=0 \quad \Sigma Z=0$
$\Sigma M_X=0 \quad \Sigma M_Y=0 \quad \Sigma M_Z=0$

ბრტყელ ძალთა სისტემისათვის გვექნება:
$\Sigma X=0 \quad \Sigma X=0 \quad \Sigma M=0$

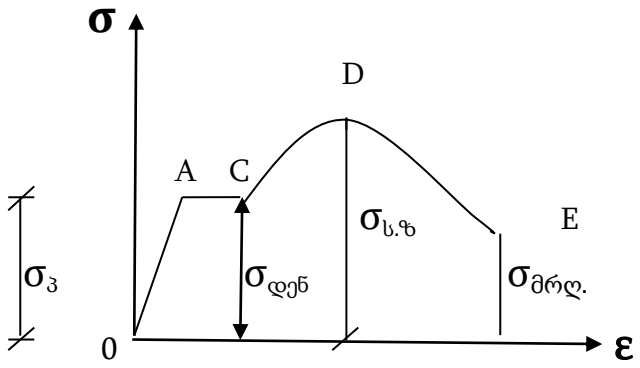
4.1.4. პუასონის კოეფიციენტი

გაჭიმვისას ძელის განიკვეთის ზომები მცირდება, კუმშვისას კი, პირიქით, იზრდება.
განივი ფარდობითი დეფორმაციის შეფარდებას გრძივ ფარდობით დეფორმაციასთან ეწოდება **პუასონის კოეფიციენტი.**

$$\varepsilon_1=\mu\varepsilon$$

სადაც:
ε_1- მასალის დრეკადობის თვისებების დამახასიათებელი განივი ფარდობითი დეფორმაციაა.
ε- განივი ფარდობითი დეფორმაციაა.
μ- სხვადასხვა მასალისთვის განსხვავებულია. იზოტროპული მასალებისათვის იგი იცვლება $0 \div 0,5$.

სამშენებლო მასალების გამძლეობის შესასწავლად მათ გამოცდას აწარმოებენ სპეციალურ ლაბორატორიებში, რისთვისაც წინასწარ ამზადებენ საცდელ ნიმუშებს. გაჭიმვაზე გამოსაცდელად ამზადებენ ცილინდრული ფორმის ნიმუშებს, კუმშვაზე კი უმთავრესად - კუბიკური ფორმის ნიმუშებს. ნიმუში უნდა ჩამაგრდეს საცდელ მანქანაში და ძალის თანდათანობითი, განუწყვეტელი გაზრდით აღწევენ ნიმუშის დარღვევას. ნიმუშის გამოცდის დროს იხაზება ძაბვების დიაგრამა, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:



σ - ძაბვა.

ε - ფარდობითი დეფორმაცია.

$\sigma_{პ}$ - პროპორციული ძაბვა.

$\sigma_{დენ}$ - ძაბვა დენადობის ზღვარზე.

$\sigma_{ს.ზ}$ - ძაბვა სიმტკიცის ზღვარზე.

$\sigma_{მრღ}$- მრღვევი ძაბვა.

OA - მონაკვეთში მოქმედებს ჰუკის კანონი, ძაბვა პირდაპირპროპორციულია ფარდობითი დეფორმაციის.

AC - უბანზე გვაქვს დენადობის, ანუ პლასტიკურობის უბანი. C წერტილის შესაბამის ძაბვას დენადობის ზღვარი ეწოდება.

CD - მონაკვეთში გვაქვს სიმტკიცის ზღვარი, დროებითი წინაღობა. ამ დროს გამოსაცდელ ნიმუშზე ჩნდება შევიწროებული ადგილი - ყელი, რომლის ირგვლივაც ჩნდება ბზარები და ნიმუში იმდენად დასუსტებულია, რომ მისი დარღვევა შესაძლებელია შემცირებული ძალითაც, რასაც შეესაბამება ქვევით მიმავალი DE მრუდი. E წერტილის შესაბამისი ძაბვისას ნიმუში წყდება.

ძელის სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად გაჭიმვა-კუმშვაზე საჭიროა მასში მოქმედი უდიდესი ნორმალური ძაბვები არ აღემატებოდეს დასაშვები ძაბვების სიდიდეს:

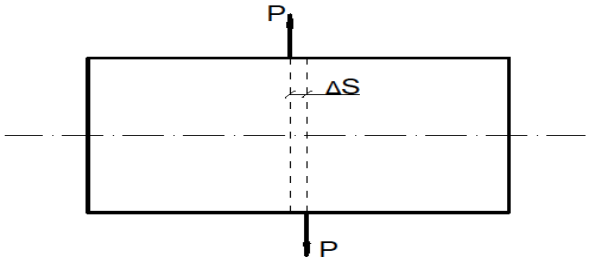
$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]$$

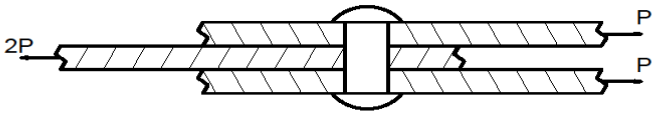
ამ ფორმულით ჩვენ შეგვიძია გადავწყვიტოთ სამი სახის ამოცანა:

ა) $F \geq \frac{P}{[\sigma]}$ ბ) $P \leq [\sigma]$ გ) $\sigma = \frac{P}{F}$

ძვრა ან გადაჭრა

ელემენტის წახნაგების ურთიერთპარალელურ გადაადგილებას ძვრა ეწოდება. ამ დეფორმაციის მაგალითია მაკრატელი, რომელშიც მოქმედებს ორი ტოლი და საწინააღმდეგოდ მიმართული ძალა. თუ გამოყოფილი ელემენტის წახნაგებზე გარე დატვირთვის ზემოქმედების შედეგად აღიძვრება მხოლოდ მხები ძაბვები, მაშინ ადგილი აქვს სუფთა ძვრის მოვლენას. სუფთა ძვრა იშვიათად გვხვდება. ის უმეტესად სხვა დეფორმაციების თანამიმდებარეა. სუფთა ძვრის პირობებში მუშაობს, მაგალითად: მოქლონები, ჭანჭიკები და სხვა.





მხები ძაბვები გამოითვლება ფორმულით:

$$D = \frac{P}{\Pi d^2/4} \leq [\![\tau]\!]$$

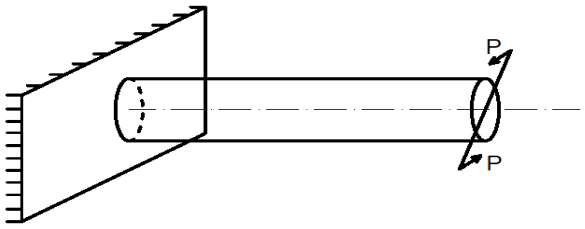
D - მოქლონის განივკვეთის დიამეტრია.

P - გარე ძალებია.

$[\![\tau]\!]$ - დასაშვები ძაბვაა ჭრაზე მოქლონის მასალისთვის.

გრეხა

გრეხა დეფორმაციაა, გამოწვეული განივი წყვილი ძალების მოქმედებით. გრეხას ახასიათებს განიკვეთების ურთიერთმობრუნება გარკვეული კუთხით, რასაც გრეხის კუთხე ეწოდება. გრეხაზე მომუშავე ძელების განკვეთა უმთავრესად წრიული ან ელიფსური ფორმისაა.



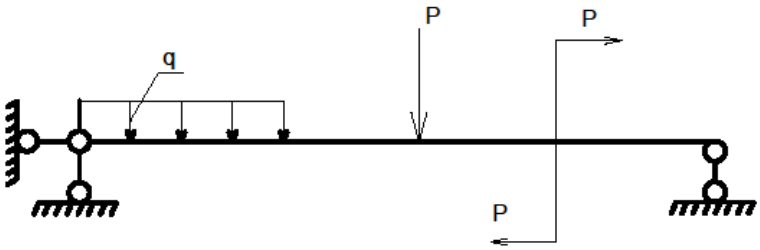
ღუნვა

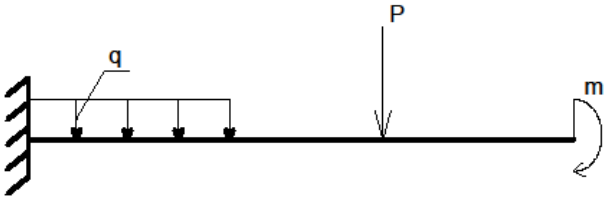
ღუნვა ისეთი დეფორმაციაა, რომელიც აღიძვრება ძელის გრძივ ღერძზე გამავალ სიბრტყეში მდებარე განივი ძალებისა და გრძივი მომენტების მოქმედებით.

ღუნვის გამო ძელის გრძივი ღერძი მრუდდება და წარმოიშვება ორი სახის დეფორმაცია:

ა) გრძივი ღერძის წერტილების განივი გადაადგილება, რაც y-ით აღინიშნება და **ჩაღუნვა** ეწოდება;
ბ) განიკვეთის მობრუნება რაიმე კუთხით, რაც θ- თი აღინიშნება და **კვეთის მობრუნების კუთხე** ეწოდება.

ღუნვაზე მომუშავე ძელებს **კოჭები** ეწოდება. ნახაზზე ნაჩვენებია მარტივი ორ საყრდენზე მდებარე კოჭი (ძელი) და ერთი ბოლოთი უძრავად ჩამაგრებული კოჭი, რომელსაც **კონსოლი** ეწოდება. ამ შემთხვევაში კოჭი წარმოდგენილია გეომეტრიული ღერძით, რომელიც განიცდის დატვირთვების ქმედებას.





4.1.5.სტატიკურად ურკვევი ამოცანები

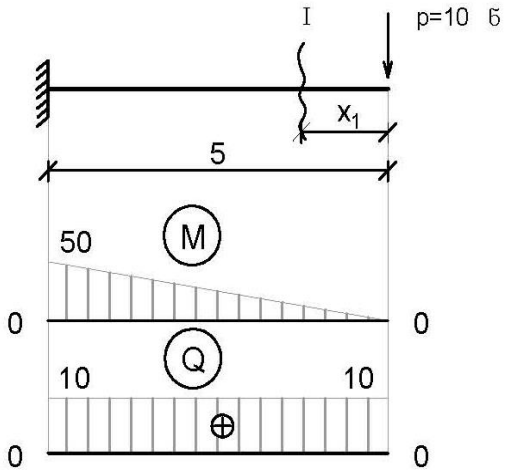
სტატიკურად ურკვევი ეწოდება ისეთ ამოცანებს, რომელთა ამოხსნა მარტო სტატიკის განტოლებებით შეუძლებელია, ვინაიდან მათში უცნობ ძალვათა რიცხვი აღემატება სტატიკის განტოლებათა რიცხვს. ასეთი ამოცანების გადასაწყვეტად, სტატიკის განტოლებების გარდა, საჭირო რაოდენობით უნდა შედგეს დამატებითი განტოლებებიც. ამ დამატებითი განტოლებების შედგენა წარმოებს ძელების დეფორმაციების განხილვით და ამიტომ მათ დეფორმაციების განტოლებები ეწოდება. მათი რიცხვი წარმოადგენს სტატიკურად ურკვევობის ხარისხს.

ამრიგად, სტატიკურად ურკვევი ამოცანების გადასაწყვეტად საჭიროა სტატიკისა და დეფორმაციების განტოლებების შედგენა, რის შედეგადაც განვსაზღვრავთ ყველა უცნობ ძალვას.

სტატიკურად რკვევად კონსოლიან კოჭებში მღუნავი მომენტისა და განივი ძალების ანგარიში და ეპიურების აგება.

მაგალითი 1.

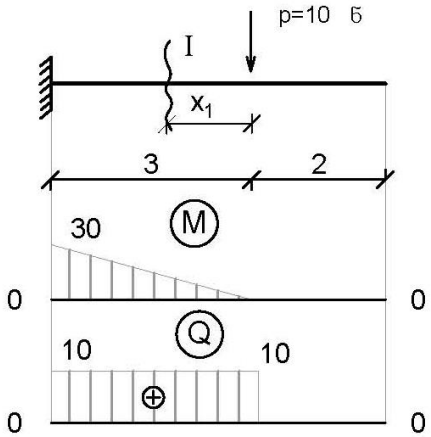
$$M^{I} = -10 \cdot x_1; \quad Q^{I} = 10; \quad 0 \le x_1 \le 5; \quad M^{I}_{x_1=0} = -10 \cdot 0 = 0; \quad M^{I}_{x_1=5} = -50;$$



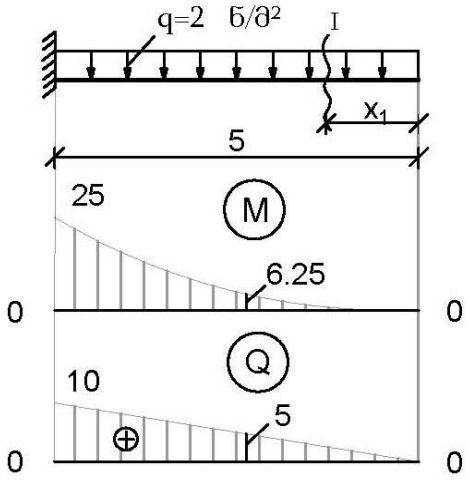
მაგალითი 2.

$$M^{I} = -10 \cdot x_1; \qquad Q^{I} = 10; \qquad 0 \le x_1 \le 3;$$

$$M^{I}_{x_1=0} = -10 \cdot 0 = 0; \qquad M^{I}_{x_1=3} = -10 \cdot 3 = -30;$$



მაგალითი 3.



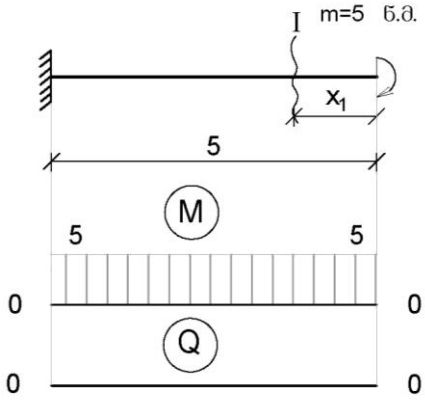
$$M^{I} = -qx_1 \cdot \frac{x_1}{2} = -\frac{qx_1^2}{2}; \quad Q^{I} = qx_1; \ 0 \le x_1 \le 5;$$

$$M^{I}_{x_1=0} = 0; \ M^{I}_{x_1=2,5} = -\frac{2 \cdot 2{,}5^2}{2} = -6{,}25; \ M^{I}_{x_1=5} = -\frac{2 \cdot 5^2}{2} = -25; \ Q^{I}_{x_1=0} = 0;$$

$$Q^{I}_{x_1=5} = 10;$$

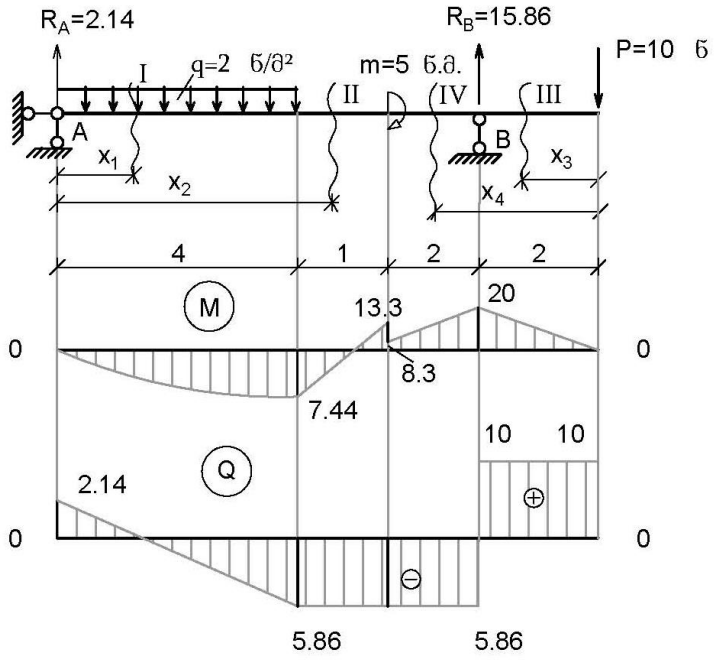
მაგალითი 4.

$$M^{I} = -m = -5; \quad Q^{I} = 0; \quad 0 \le x_1 \le 5;$$



4.1.6.სტატიკურად რკვევად ორ საყრდენზე მდებარე კოჭებში მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის ანგარიში. ეპიურების აგება.

მაგალითი 1.



საყრდენი რეაქციების ანგარიში

$\sum M_A = 4q \cdot 2 + m - R_B \cdot 7 + 10 \cdot 9 = 0; \quad R_B = 15{,}86;$

$\sum M_B = R_A \cdot 7 - 4q \cdot 5 + m + 10 \cdot 2 = 0; \quad R_A = 2{,}14;$

$\sum Y = R_A + R_B - 4q - 10 = 0; \quad 0 = 0;$

მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის ანგარიში:

$M^I = R_A \cdot x_1 - {qx_1^2}/{2}; \quad Q^I = R_A - qx_1; \quad 0 \le x_1 \le 4;$

$M^I_{x_1=0} = 0; \; M^I_{x_1=4} = 2{,}14 \cdot 4 - 2 \cdot 4 \cdot 2 = -7.44;$

$M^{II} = R_A \cdot x_2 - 4q(x_2 - 2); \; Q^{II} = R_A - 4q = -5{,}86; \quad 4 \le x_2 \le 5;$

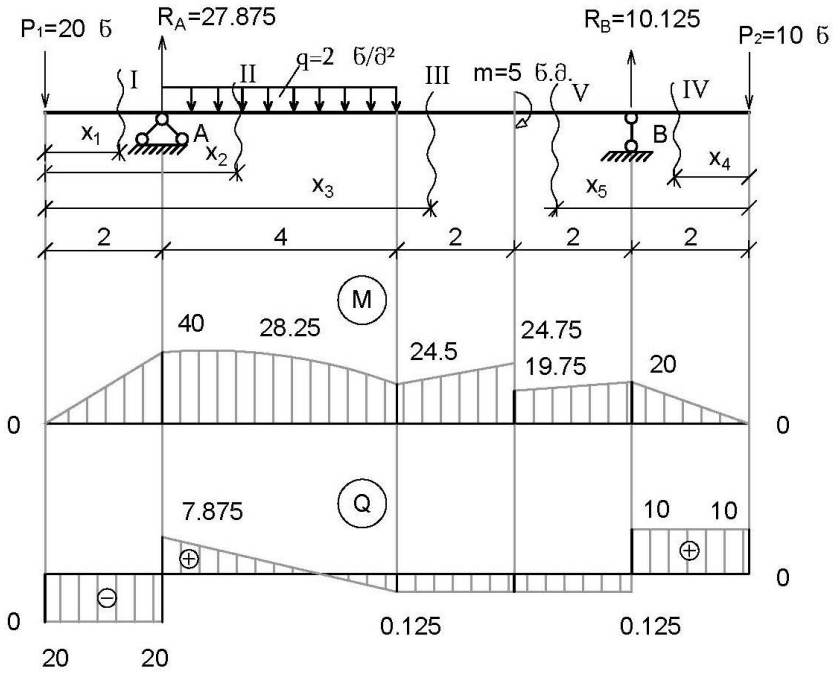
$M^{II}_{x_2=4} = -7.44; \quad M^{II}_{x_2=5} = 2{,}14 \cdot 5 - 4 \cdot 2 \cdot 3 = -13.3;$

$M^{III} = -10x_3; \quad Q^{III} = 10; \quad 0 \le x_3 \le 2; \; M^{III}_{x_3=0} = 0; \quad M^{III}_{x_3=2} = -20;$

$M^{IV} = -10x_4 + R_B(x_4 - 2); \; Q^{IV} = 10 - R_B; \quad 2 \le x_4 \le 4;$

$M^{IV}_{x_4=2} = -20; \quad M^{IV}_{x_4=4} = -8{,}3; \quad Q^{IV} = -5{,}86;$

მაგალითი 2.



საყრდენი რეაქციების ანგარიში:

$\sum M_A = -20 \cdot 2 + 4q \cdot 2 + m - R_B \cdot 8 + 10 \cdot 10 = 0; \qquad R_B = 10{,}125$

$\sum M_B = R_A \cdot 8 - 20 \cdot 10 - 4q \cdot 6 + m + 10 \cdot 2 = 0; \qquad R_A = 27{,}875$

$\sum Y = R_A + R_B - 20 - 4q - 10 = 0$

$27{,}875 + 10{,}125 - 20 - 8 - 10 = 0;$

მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის ანგარიში:

$M^I = -20x_1; \quad Q^I = -20; \quad 0 \le x_1 \le 2; \quad M^I_{x_1=0} = 0; \quad M^I_{x_1=2} = -40;$

$M^{II} = -20x_2 + R_A(x_2 - 2) - q(x_2 - 2)^2/2\ ;$

$Q^{II} = -20 + R_A - q(x_2 - 2); \quad 2 \le x_2 \le 6;$

$M^{II}_{x_2=2} = -40; \quad M^{II}_{x_2=4} = -28{,}25; \quad M^{II}_{x_2=6} = -24{,}5;$

$Q^{II}_{x_2=2} = 7{,}875; \quad Q^{II}_{x_2=6} = -0{,}125;$

$M^{III} = -20x_3 + R_A(x_3 - 2) - 4q(x_3 - 4)\ ;$

$Q^{III} = -20 + R_A - 4q = -0{,}125; \quad 6 \le x_3 \le 8; \; M^{III}_{x_3=6} = -24{,}5; \; M^{III}_{x_3=8} = -20;$

$M^{IV} = -10x_4; \; Q^{IV} = 10; \quad 0 \le x_4 \le 2; \quad M^{IV}_{x_4=0} = 0; \; M^{IV}_{x_4=2} = -24{,}75;$

$M^{V} = -10x_5 + R_B(x_5 - 2); \; Q^{V} = 10 - R_B; \; 2 \le x_5 \le 4\,;$

$M^{V}_{x_5=0} = -20; \; M^{V}_{x_5=4} = -19{,}75; \; Q^{V} = -0{,}125;$

4.2.სტატიკურად რკვევადი ფერმა (წამწე).

ფერმა ეწოდება ნაგებობას, რომლის ღეროები ერთმანეთთან დაკავშირებულია იდეალური ცილინდრული სახსრებით.

სახსარი მასში თავმოყრილი ღეროებით ადგენს ფერმის **კვანძს.** ფერმის კონტურის გაყოლებით განლაგებულ ღეროებს, შესაბამისად, ფერმის **ზედა და ქვედა სარტყელები** ჰქვია. ღეროების ერთობლიობას, რომელიც ფერმის ზედა და ქვედა სარტყელებს ერთმანეთთან აკავშირებს, **გისოსები** ეწოდება. გისოსის დახრილ ღეროებს **ირიბანები** ჰქვია, შვეულებს — **დგარები.** მანძილს სარტყელის ორ მეზობელ კვანძთა შორის **პანელი** ეწოდება.

სარტყელების მოხაზულობის მიხედვით ფერმები შეიძლება იყოს პარალელურ სარტყელებიანი, მრუდწირული, ტეხილი მოხაზულობის.

გისოსის სისტემის მიხედვით არსებობს: ირიბნიანი გისოსით, სამკუთხა გისოსით, ნახევარირიბნიანი გისოსით, მრავალირიბნიანი გისოსით, რთული გისოსით, შედგენილი, ანუ შპრენგელიანი გისოსით.

ფერმას ეწოდება **კოჭოვანი,** თუ მასზე ვერტიკალური ძალების მოქმედების შედეგად აღიძვრება რეაქციის ვერტიკალური ძალები. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ფერმა **გამბრჯენია.**

ფერმის კვანძები იგულისხმება სახსროვანი. მასზე მოქმედი ძალების შედეგად ფერმის ღეროები განიცდის მხოლოდ ღერძულ დეფორმაციებს — კუმშვას ან გაჭიმვას.

ფერმის კვანძებზე გარე ძალების მოქმედების შედეგად ფერმის ღეროებში აღიძვრება ძალვები. არსებობს **ძალვების განსაზღვრის** შემდეგი ანალიზური მეთოდები:

1. კვანძების ამოკვეთის მეთოდი $(\sum X = 0 \; \sum Y = 0)$;
2. სამომენტო წერტილების მეთოდი ; რიტერის მეთოდი. $(\sum M = 0)$;
3. დაგეგმილების მეთოდი $(\sum Y = 0)$.

მუდმივ დატვირთვაზე გაანგარიშების სისწორე შეიძლება შემოწმდეს ფორმულით :

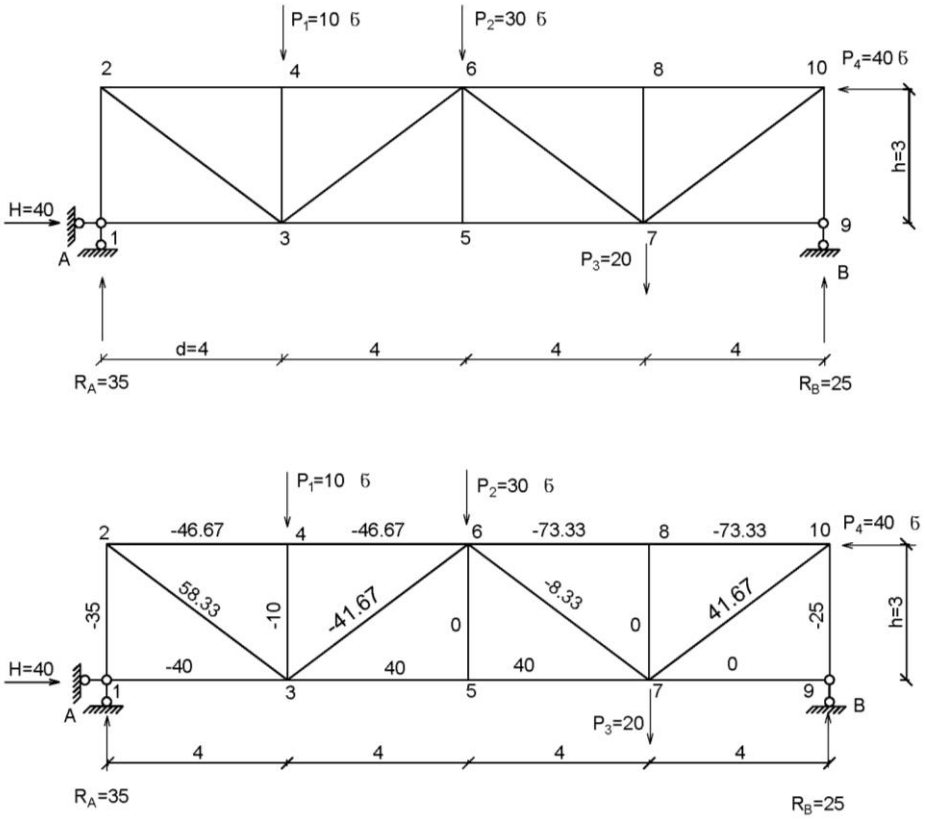
$$\sum N \cdot S = \sum (P_x \cdot x + P_y \cdot y);$$

P_x — გარე აქტიური და პასიური ძალების გეგმილებია ჰორიზონტალურ ღერძებზე;

P_y — იგივე ვერტიკალურ ღერძებზე; x და y — ძალების მოდების წერტილების კოორდინატებია, S — ღეროს სიგრძეა, N — ძალვები ფერმის ღეროებში.

განვიხილოთ ანალიზური მეთოდები კონკრეტულ მაგალითზე:

მაგალითი 1.



საყრდენი რეაქციების განსაზღვრა R_A, R_B, H;

$$\sum M_A = P_1 \cdot 4 + P_2 \cdot 8 + P_3 \cdot 12 - P_4 \cdot 3 - R_B \cdot 16 = 0;$$

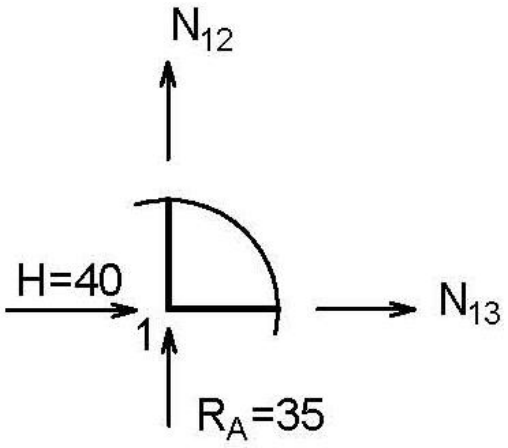
$$R_B = 25;\ \sum M_B = R_A \cdot 16 - P_1 \cdot 12 - P_2 \cdot 8 - P_3 \cdot 4 - P_4 \cdot 3 = 0;\quad R_A = 35;$$

შემოწმება : $\sum Y = R_A + R_B - P_1 - P_2 - P_3 = 0;\ \sum X = H - P_4 = 0;\quad H = 40;$

ნახაზზე დავნომროთ ფერმის კვანძები.

4.3.კვანძების ამოკვეთის მეთოდი

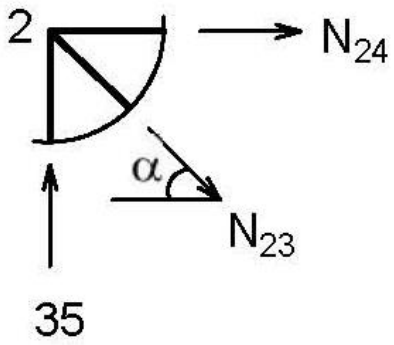
სიმარტივისთვის ფერმიდან ამოვკვეთოთ ისეთი კვანძი, რომელშიც თავს იყრის ორი უცნობი ღერო. უკუგდებული ნაწილის ქმედება შევცვალოთ ამოკვეთილი ღეროების გასწვრივ მოქმედი შიგა ძალებით, ანუ ძალვებით. წინასწარ ვუშვებთ, რომ გაკვეთილი ღეროები იჭიმება, ე.ი. ძალვებს მივმართავთ კვანძიდან გარეთ. თუ ანგარიშის შედეგად ძალვა აღმოჩნდა უარყოფითი, ეს იმას ნიშნავს, რომ აღნიშნული ღერო განიცდის კუმშვას. ვსარგებლობთ წონასწორობის განტოლებებით : $\sum X = 0;\ \sum Y = 0;$



$$\sum X = N_{13} + H = 0;\quad N_{13} = -40;$$

$$\sum Y = N_{12} + R_A = 0;\ \ N_{12} = -35;$$

ე.ი. აღნიშნულ ღეროებში ძალვის მიმართულება სწორად არ იყო შერჩეული. ღეროები იკუმშება. ამოვკვეთოთ მე—2 კვანძი. გავითვალისწინოთ, რომ 1—2 ღერო იკუმშება და N_{12} ძალვა მივმართოთ კვანძისაკენ.



$$\sum X = N_{24} + N_{23}\cos\alpha = 0; \qquad \sum Y = -N_{23}\sin\alpha + 35 = 0;$$

$$N_{23} = 58{,}33;$$

$$N_{24} = -46{,}67;$$

სადაც $\sin\alpha, \cos\alpha$ –ს მნიშვნელობებს ვპოულობთ ცნობილი წესით.

$$4 = 5\cos\alpha;\ \ \cos\alpha = \frac{4}{5} = 0{,}8;\ \ 3 = 5\sin\alpha;\ \ \sin\alpha = \frac{3}{5} = 0{,}6;$$

და ა. შ. ანალოგიურად შეგვიძლია გავაგრძელოთ ძალვების გამოთვლა კვანძების ამოკვეთის მეთოდით.

4.3.1.სამომენტო წერტილების მეთოდი (რიტერის ხერხი)

თუ გადაკვეთილი ღეროებიდან ყველა ღერო, გარდა ერთისა, იკვეთება ერთ წერტილში, რომელსაც **სამომენტო წერტილი** ჰქვია, მაშინ ამ უკანასკნელ ღეროში ძალვა გამოითვლება სამომენტო წერტილების მეთოდით.

მაგალითად, განვსაზღვროთ ძალვა N_{24} ღეროში. გავატაროთ I კვეთი. სამომენტო წერტილი იქნება მე-3 წერტილი. განვიხილოთ ფერმის მარცხენა ნაწილი:

$$\sum M_3 = R_A \cdot 4 + N_{24} \cdot h = 0;\ \ N_{24} = -\frac{35 \cdot 4}{3} = -46{,}67;$$

ახლა განვიხილოთ ფერმის მარჯვენა ნაწილი:

$$\sum M_3 = R_B \cdot 12 + P_4 \cdot h - P_2 \cdot 4 - P_3 \cdot 8 - N_{24} \cdot h = 0;$$

$$N_{24} = -\frac{300 + 120 - 120 - 160}{3} = -46{,}67;$$

როგორც ჩანს, მარცხენა და მარჯვენა ნაწილების განხილვის დროს მივიღეთ ძალვის ერთი და იგივე მნიშვნელობა, ამიტომ, ბუნებრივია, განვიხილოთ ფერმის ის ნაწილი, რომელშიც ნაკლები არითმეტიკული ოპერაციის შესრულება დაგვჭირდება.

განვსაზღვროთ ძალვა N_{35} ღეროში:

$$\sum M_6 = R_A \cdot 8 - H \cdot 3 - P_1 \cdot 4 - N_{35} \cdot 3 = 0;\qquad N_{35} = \frac{280 - 120 - 40}{3} = 40;$$

4.3.2.დაგეგმილების მეთოდი

თუ გადაკვეთილი სამი ღეროდან ორი ურთიერთპარალელურია, მაშინ მესამე ღეროსთვის სამომენტო წერტილი უსასრულობაშია, ამიტომ ზემოგანხილული მეთოდი არ გამოგვადგება. ვაგეგმილებთ შიგა და გარე ძალებს პარალელური ღეროების მართობულ ღერძზე:

$$\sum Y = 0;$$

მაგალითად, N_{2-3} ღეროს სამომენტო წერტილი არა აქვს. ვისარგებლოთ დაგეგმილების მეთოდით:

$$\sum Y = R_A - N_{23}\sin\alpha = 0; \quad N_{23} = \frac{R_A}{\sin\alpha} = \frac{35}{0{,}6} = 58{,}33;$$

ზემოთ განხილული სამივე მეთოდის გამოყენებით გამოვთვლით ძალვებს ფერმის ყველა ღეროში. მიღებული ძალვები დავაწეროთ ფერმის ღეროებს, შედეგები ჩავწეროთ ცხრილში და შევამოწმოთ ანგარიშის სისწორე:

ცხრილი 2.

ღეროების დასახელება	ღეროების სირძე S	ძალვები ღეროებში N	NS
1 – 3	4	−40	−160
3 – 5	4	40	160
5 – 7	4	40	160
7 – 9	4	0	0
2 – 4	4	−46,67	−186,68
4 – 6	4	−46,67	−186,68
6 – 8	4	−73,33	−293,32
8 – 10	4	−73,33	−293,32
1 – 2	3	−35	−105
3 – 4	3	−10	−30
5 – 6	3	0	0
7 – 8	3	0	0
9 – 10	3	−25	−75
2 – 3	5	58,33	291
3 – 6	5	−41,67	−208,35
6 – 7	5	−8,33	−41,65
7 – 10	5	41,67	208,35
			$\sum NS = -760$

$$\sum\left(P_x \cdot x + P_y \cdot y\right) = -40 \cdot 16 - 10 \cdot 3 - 30 \cdot 3 - 20 \cdot 0 = -760;$$

$$\sum NS = \sum\left(P_x \cdot x + P_y \cdot y\right); \qquad -760 = -760;$$

4.4. სტატიკურად რკვევადი თაღი

თაღი წარმოადგენს მრუდე ძელს, რომელიც ბოლოებით უძრავადაა ჩამაგრებული მიწასა ან სხვა უძრავ ნაგებობასთან. თაღის საყრდენების ჰორიზონტალურ გადაადგილებას ეწინააღმდეგება რეაქციების ჰორიზონტალური მდგენელები, რომლებსაც **H გამბრჯენებს**

უწოდებენ. მშენებლობაში ძირითადად გვხვდება სამსახსრიანი, ორსახსრიანი, ერთსახსრიანი და უსახსრო თაღები.

სამსახსრიანი თაღის რეაქციების **ვერტიკალური მდგენელები** განისაზღვრება ისევე, როგორც ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის რეაქციები. თუ თაღზე მოქმედებს ვერტიკალური დატვირთვა, მაშინ ჰორიზონტალური მდგენელები სიდიდით ერთმანეთის ტოლია და ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება აქვს.

სამსახსრიანი თაღის **მღუნავი მომენტი** არის კვეთის ცალ მხარეს, მომქმედი ძალების მომენტების ჯამი კვეთის სიმძიმის ცენტრის მიმართ. მღუნავი მომენტი დადებითია, თუ მარცხენა ძალები ცდილობს მოაბრუნოს თაღი საათის ისრის მიმართულებით.

$$\mathbf{M_k = M_k^0 - H \cdot y_k};$$

M_k^0—იმავე მალის მქონე მარტივი კოჭის მღუნავი მომენტია შესაბამის K კვეთში;

H—სამსახსრიანი თაღის გამბრჯენია;

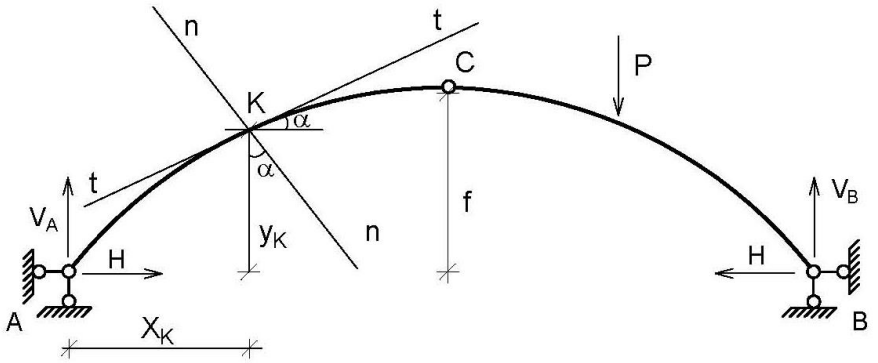
$$\mathbf{H = \frac{M_c^0}{f}};$$

M_c^0— მარტივ ორსაყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტია C სახსრის გასწვრივ.
f— თაღის აწეულობის ისარია;

განივი ძალა ($\mathbf{Q_k}$)ეწოდება კვეთის ცალ მხარეზე მომქმედი ძალების ან მათი ტოლქმედის გეგმილს თაღის ღერძის n—n ნორმალზე.

განივი ძალა მიიღება დადებითი ნიშნით, თუ იგი ცდილობს მოაბრუნოს თაღი კვეთის მიმართ საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით, წინააღმდეგ შემთხვევაში — უარყოფითია.

გრძივი ძალა ($\mathbf{N_k}$)ეწოდება კვეთის ცალ მხარეს მოქმედი ძალების გეგმილების ჯამს თაღის ღერძის t—t მხებზე. გრძივი ძალა მიიღება დადებითი ნიშნით, თუ ის იწვევს თაღის გაჭიმვას და უარყოფითი ნიშნით, თუ იწვევს კუმშვას.



$$\mathbf{Q_K = Q_K^0 \cdot \cos \varphi_K - H \sin \varphi_K};$$
$$\mathbf{N_K = -\left(Q_K^0 \cdot \sin \varphi_K + H \cos \varphi_K\right)}.$$

სადაც Q_K^0— იმავე მალის მარტივი კოჭის განივი ძალის სიდიდეა შესაბამის K კვეთში .

თაღის ღერძის მოხაზულობა შეიძლება მოცემული იყოს:

1. კვადრატული პარაბოლის სახით:

$$\mathbf{y = \frac{4f}{\ell^2}\, x(\ell - x);}$$

$$\mathbf{tg\,\varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{4f}{\ell^2}(\ell - 2x);}$$

$$\mathbf{\sin\varphi = \frac{tg\,\varphi}{\sqrt{1 + tg^2\varphi}};} \quad \mathbf{\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\varphi}};}$$

2. წრეწირის განტოლებით

$$\mathbf{y = \sqrt{R^2 - \left(\frac{\ell}{2} - x\right)^2} - R + f;} \quad \mathbf{R = \frac{f}{2} + \frac{\ell^2}{8f};}$$

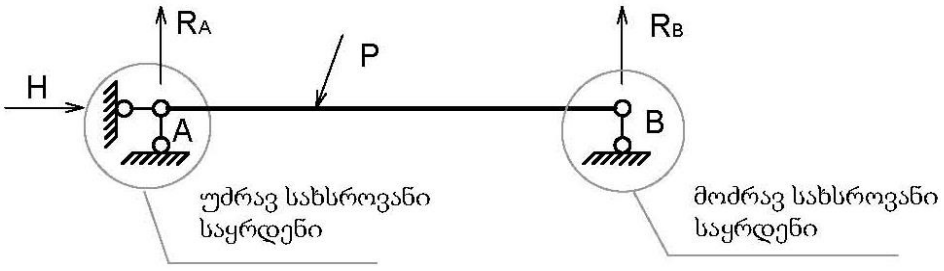
$$\mathbf{\sin\varphi = \frac{\ell - 2x}{2R};} \qquad \mathbf{\cos\varphi = \frac{y + R - f}{R};}$$

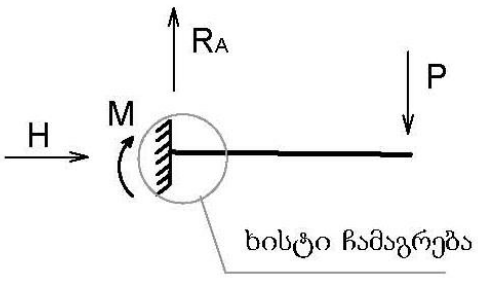
ნაგებობის საანგარიშო სქემა და კინემატიკური ანალიზი

ნაგებობის მიწაზე დამაგრებისათვის ძირითადად გამოყენებულია სამი სახის **საყრდენი:**

1. მოძრავი სახსროვანი საყრდენი (გვაქვს ერთი კინემატიკური ბმა R_B);
2. უძრავი სახსროვანი საყრდენი (გვაქვს ორი კინემატიკური ბმა R_A, H);
3. ხისტი ჩამაგრება (გვაქვს სამი კინემატიკური ბმა R,H,M).

კინემატიკური ბმა დაბრკოლებაა, რომელიც ერთით ამცირებს თავისუფლების ხარისხს.





დატვირთვები— მოდების მიხედვით ძირითადად გვაქვს:

1. შეყურსული, ანუ წერტილში მოდებული ძალა p [ნ];
2. თანაბრად ან არათანაბრად განაწილებული დატვირთვა q[ნ/მ^2];
3. წყვილძალა, ანუ შეყურსული მომენტი m [ნ მ].

დატვირთვები გვაქვს **მუდმივი** (საკუთარი წონა) და **დროებითი** (ხალხის წონა, ქარის დაწოლა და სხვა). დროებითი დატვირთვა გვაქვს მოძრავი (ავტომობილი, მატარებელი) და უძრავი (თოვლი). მოქმედების ხასიათის მიხედვით დატვირთვა შეიძლება იყოს სტატიკური და დინამიკური.

სტატიკური ეწოდება ისეთ ძალას, რომელიც იზრდება თანდათანობით ნულიდან მის საბოლოო მნიშვნელობამდე, იმდენად ნელა, რომ განვითარებული ინერციის ძალები უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

დინამიკური ისეთი ძალაა, რომელიც ნაშენზე მოქმედებს უეცრად მთელი თავისი სიდიდით ან რომელიც იცვლის სიდიდეს დროის მიხედვით. ამ დროს წარმოიშობა ინერციის ძალები, რომლებიც მხედველობაში უნდა მივიღოთ.

ნაშენის ანგარიშის დროს ვსარგებლობთ თეორიული მექანიკის კურსიდან სტატიკის წონასწორობის პირობებით.

საინჟინრო ნაგებობანი განიყოფება სტატიკურად რკვევად და სტატიკურად ურკვევ სისტემებად. ნაგებობა სტატიკურად რკვევადია, თუ მის ელემენტებში მოქმედი ძალების დასადგენად საკმარისია სტატიკის წონასწორობის განტოლებები:

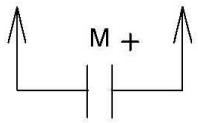
$$\sum \mathbf{X}_i = \mathbf{0}; \quad \sum \mathbf{Y}_i = \mathbf{0}; \quad \sum \mathbf{M}_i = \mathbf{0};$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში, ნაგებობა სტატიკურად ურკვევია. სტატიკურად ურკვევ სისტემებში საძიებელი უცნობი ძალების რიცხვი აღემატება წონასწორობის განტოლებათა საერთო რიცხვს. ნაშენში ღეროებში აღძრულ შიდა ძალებს **ძალვები** ეწოდება.

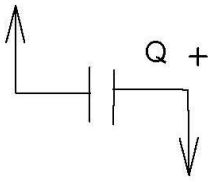
თუ კოჭის საყრდენების ბმების ჯამური რაოდენობა სამის ტოლია, ასეთი კოჭი სტატიკურად რკვევადია; თუ ბმების ჯამური რაოდენობა სამზე მეტია, კოჭი სტატიკურად ურკვევია.

ქვემოთ ნაჩვენებია მღუნავი მომენტისა M და განივი ძალის Q დადებითი მიმართულების სქემატური გამოხაზვა.

1. მღუნავი მომენტის ანგარიში M; $M = \sum P \cdot h;$



2. განივი ძალის ანგარიში Q; $Q = \sum Y$;



მიღებულია, რომ მღუნავი მომენტის ეპიურა იგება ღეროს გაჭიმული ბოჭკოების მხარეს.

საინჟინრო ნაგებობა უნდა იყოს გეომეტრიულად უცვლელი ხისტი კონსტრუქცია. თავისუფლების ხარისხი საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ სისტემის გეომეტრიულად უცვლელობაზე. სისტემის თავისუფლების ხარისხი შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგი ფორმულით:

$$W = 3 \cdot დ - 2 \cdot მ.ს. - ს.ღ.$$

,,დ'' – დისკოების, ანუ ღეროების რიცხვია, ,,მ.ს." – მარტივი სახსრების რიცხვია, ,,ს.ღ." – საყრდენი ღეროების რიცხვია. სახსარი მარტივია, თუ ის აერთებს ორ დისკოს და **რთული,** ანუ ჯერადი, თუ ის აერთებს ორზე მეტ დისკოს. თუ კვანძში თავს იყრის n ღერო, მაშინ ის (n-1) მარტივი სახსრის ეკვივალენტურია:

$w = 0$ ნაშენი გეომეტრიულად უცვლელია;

$w > 0$ ნაშენი გეომეტრიულად ცვლადია;

$w < 0$ ნაშენი გეომეტრიულად უცვლელი სტატიკურად ურკვევი სისტემაა.

ამ პირობების შესრულება აუცილებელია, მაგრამ - არასაკმარისი. საჭიროა ჩავატაროთ დამატებითი სტრუქტურული ანალიზი.

არსებობს სისტემის ცვლადობა–უცვლადობის განსაზღვრის სხვა ხერხებიც: ნულოვანი დატვირთვის, ღეროთა შეცვლის, სიჩქარეთა დიაგრამის და სხვა.

4.5.სავარჯიშო მაგალითები

განსაზღვრეთ სისტემის თავისუფლების ხარისხი:

მაგალითი 1.

ძირითადი ფორმულა - $W = 3 \cdot დ - 2 \cdot მ.ს. - ს.ღ.$

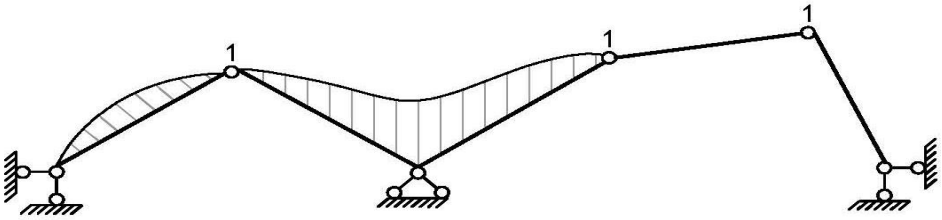
„დ“იმავე დისკოების, ანუ ღეროების რიცხვია. მაგალითი 1-ის შემთხვევაში **„დ“**

ტოლია - 4

„მ. ს.“ იმავე მარტივი სახსრების რიცხვია. მაგალითი 1-ის შემთხვევაში **„მ. ს.“** ტოლია - 3

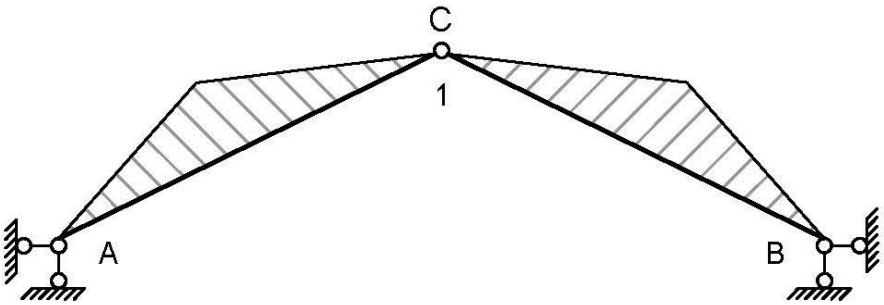
„ს. ღ.“ იმავე საყრდენი ღეროების რიცხვია. მაგალითი 1-ის შემთხვევაში **„ს. ღ.“**

ტოლია - 6 შევიტანოთ რიცხვები ფორმულაში: $W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6$



მაგალითი 2 .

$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 1 - 4 = 0;$



მაგალითი 3. *ასეთი ფერმა ცნობილია შუხოვის ფერმის სახელწოდებით.*

ძირითადი ფორმულა - $W = 3 \cdot$ დ $- 2 \cdot$ მ.ს. $-$ ს.ღ.

„დ“იმავე დისკოების, ანუ ღეროების რიცხვია. მაგალითი 3-ის შემთხვევაში **„დ“**

ტოლია - 9

„მ. ს.“ იმავე მარტივი სახსრების რიცხვია. მაგალითი 3-ის შემთხვევაში **„მ. ს.“**

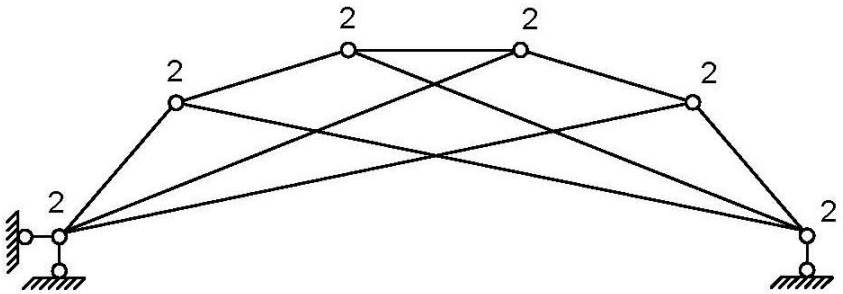
ტოლია - 12

„ს. ღ.“ იმავე საყრდენი ღეროების რიცხვია. მაგალითი 3-ის შემთხვევაში **„ს. ღ.“**

ტოლია - 3

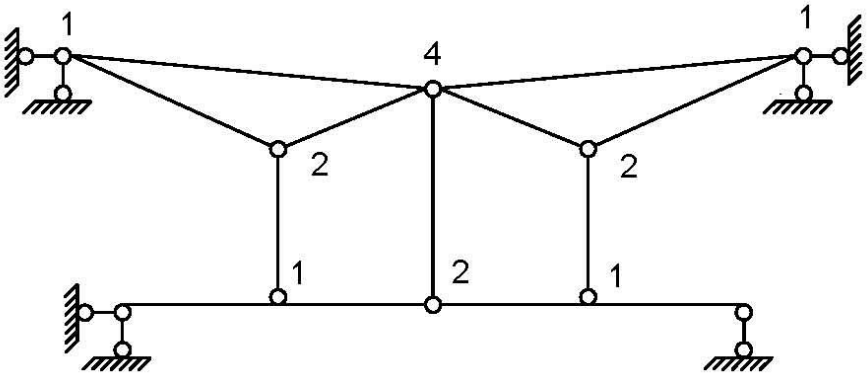
შევიტანოთ რიცხები ფორმულაში:

$$W = 3 \cdot 9 - 2 \cdot 12 - 3 = 0;$$



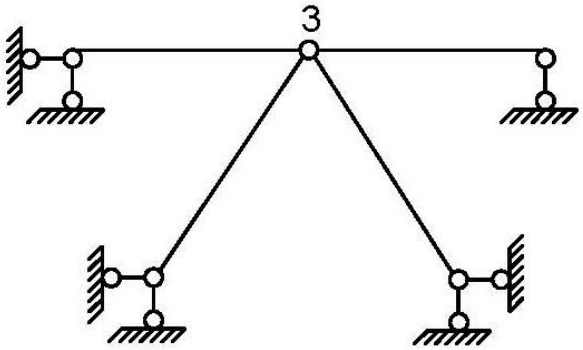
მაგალითი 4.

$$W = 3 \cdot 11 - 2 \cdot 14 - 7 = -2;$$



მაგალითი 5.

$$W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 7 = -1;$$



მაგალითი 6.

ძირითადი ფორმულა - $W = 3 \cdot д - 2 \cdot м.с. - с.ღ.$

„დ“იმავე დისკოების, ანუ ღეროების რიცხვია. მაგალითი 6-ის შემთხვევაში **„დ“**

ტოლია - 9

„მ. ს.“ იმავე მარტივი სახსრების რიცხვია. მაგალითი 6-ის შემთხვევაში **„მ. ს.“**

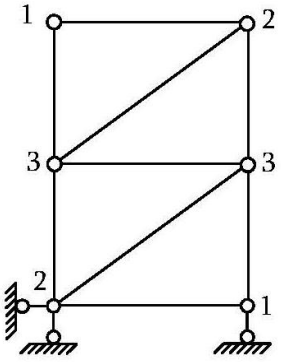
ტოლია - 12

„ს. ღ.“ იმავე საყრდენი ღეროების რიცხვია. მაგალითი 6-ის შემთხვევაში **„ს. ღ.“**

ტოლია - 3

შევიტანოთ რიცხები ფორმულაში

$$W = 3 \cdot 9 - 2 \cdot 12 - 3 = 0;$$



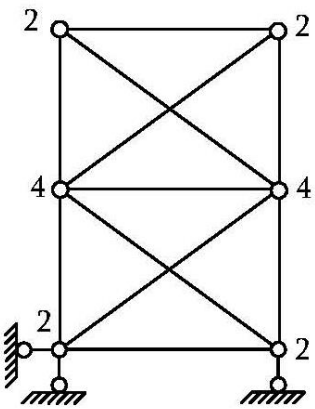


4.6.კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. ჩამოთვალეთ სტატიკის ძირითადი ცნებები.
2. განსაზღვრეთ ძალის სკალარული და ვექტორული მომენტები წერტილის მიმართ.
3. აღწერეთ ნივთიერ წერტილთა სისტემის წონასწორობის საკითხები.
4. გამოთვალეთ ძალის მომენტი წერტილისა და ღერძის მიმართ.
5. განსაზღვრეთ ძაბვები კოჭში კვეთის მეთოდის გამოყენებით.
6. განსაზღვრეთ დეფორმაციები კოჭში კვეთის მეთოდის გამოყენებით.
7. ააგეთ თავმოყრილ ძალთა სისტემის ტოლქმედის ვექტორული მომენტი ნებისმიერი წერტილის მიმართ.
8. შეადგინეთ წონასწორობის განტოლებათა სისტემა სიბრტყეზე კონკრეტული სქემისათვის.
9. ჩამოაყალიბეთ ელემენტზე მოქმედი გარე დატვირთვების კლასიფიკაცია.
10. გამოიანგარიშეთ ძალვები შერჩეული საანგარიშო სქემის მიხედვით.
11. განსაზღვრეთ ძალვები ძელში .



დავალება: განსაზღვრეთ სისტემის თავისუფლების ხარისხი.



თავი 5. ჰიდრომექანიკა

ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ გაიცნობიერებთ, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია როგორც სითხის წონასწორობისა და მოძრაობის კანონები, ისე სითხესა და მყარ სხეულებს შორის ურთიერთქმედების საკითხები. ასევე შეძლებთ მოახდინოთ მილსადენების კლასიფიცირება და სითხის მოძრაობის რეჟიმების დადგენა.



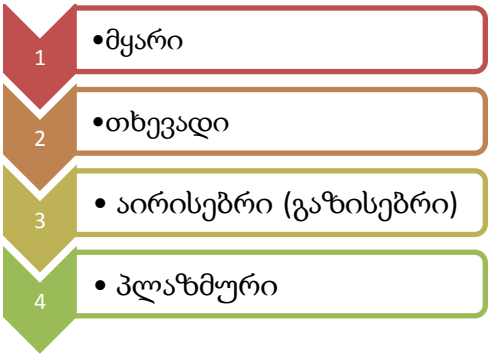
ჰიდრომექანიკა არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის როგორც სითხის წონასწორობისა და მოძრაობის კანონებს, ისე სითხესა და მყარ სხეულებს შორის ურთიერთქმედების საკითხებს.

ჰიდრომექანიკა სითხეს განიხილავს, როგორც მთლიან, მაგრამ უწყვეტად დეფორმირების უნარის მქონე გარემოს (როდესაც თხევადი ნაწილაკების უსასრულოდ დიდი რიცხვი უწყვეტად ავსებს სითხის მოცულობას). სხვადასხვა ამოცანის ამოხსნის დროს ჰიდრომექანიკა ეყრდნობა სითხის წონასწორობისა და მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებებს. იგი, პირველ რიგში, განიხილავს იდეალურ (არაბლანტ), უკუმშვად სითხეს. ჰიდრომექანიკამ ზოგიერთი დებულებისა და ჰიპოთეზის საფუძველზე ჩამოაყალიბა რიგი თეორემებისა. ამასთან, ექსპერიმენტს იგი მიმართავდა მხოლოდ მიღებული შედეგების შემოწმების მიზნით.

5.1. სითხეების ძირითადი ფიზიკური თვისებები

1. სითხე

ამჟამად ცნობილია ნივთიერების ოთხი აგრეგატული მდგომარეობა



წნევისა და ტემპერატურის ცვლილებასთან დაკავშირებით თხევადი სხეული შეიძლება გადავიდეს მყარ ან აირისებრ (ორთქლისებრ) მდგომარეობაში. ყოველი აირი შეიძლება განვიხილოთ, როგოც ტემპერატურის გაზრდის შედეგად ორთქლადქცეული სითხე; მათ ზოგჯერ აირისებრ (გაზისებრ) სითხეებს უწოდებენ.

სითხე ეწოდება ფიზიკურ სხეულს, რომლის შემადგენელ ნაწილაკებს (მოლეკულებს) შორის შეჭიდულობის ძალები ბევრად უფრო მცირეა, ვიდრე მყარ სხეულებში. ამიტომ, მისი ნაწილაკები ძალზე მოძრავია და ადვილად ასრულებს როგორც გადატანით, ისე ბრუნვით მოძრაობას. სითხე ვერ ინარჩუნებს თავის ფორმას და იძენს იმ ჭურჭლის ან სადინარის ფორმას, რომელშიც იგი იმყოფება. სითხე მიედინება საკუთარი წონის ზეგავლენით, ე.ი. **აქვს დენადობის თვისება.** წონასწორობის მდგომარეობაში იგი ძალზე მცირე წინააღმდეგობას უწევს სხვადასხვა სიჩქარით მოძრავ მეზობელ შრეთა ძვრას, ე.ი. ხასიათდება მნიშვნელოვანი სიბლანტით.

პლაზმა - სრულად ან ნაწილობრივ იონიზებული მატერია. (ელექტრომაგნიტურად აქტიური, დენგამტარი)

ბუნებაში არსებული სითხეები იყოფა ორ ძირითად სახეობად:

- წვეთოვანი (წყალი, ნავთობი, სპირტი, ვერცხლისწყალი და სხვა) სითხეები;
- აირისებრ-არაწვეთოვანი (ჰაერი, გაზები) სითხეები.

წვეთოვან სითხეებს აქვს გარკვეული ფორმის თავისუფალი ზედაპირი და აირისებრისგან განსხვავებით ხასიათდება დიდი წინააღმდეგობის უნარით ყოველგვარი კუმშვისადმი - მცირე კუმშვადობით. წვეთოვან სითხეებს ზოგჯერ უწოდებენ „არაკუმშვადს". ხოლო აირისებრ სითხეებს - „კუმშვადს".

ჩვენ ამ საგნის შესწავლის დროს ძირითადად განვიხილავთ წვეთოვან (არაკუმშვად) სითხეებს, ანუ ისეთ თხევად სხეულებს, რომლებიც პრაქტიკულად არ უწევს წინააღმდეგობას მხებ და გამჭიმავ ძალებს და ადვილად იცვლის თავის ფორმას (დენადობა), მაგრამ ყოველმხრივი კუმშვისას პრაქტიკულად არ იცვლის მოცულობას და მოძრაობისას ხასიათდება მნიშვნელოვანი სიბლანტის თვისებით.

2. სითხის კუთრი (მოცულობითი) წონა

სითხის კუთრი (მოცულობითი) წონა γ ეწოდება მისი მოცულობის ერთეულის წონას, $\gamma = \frac{G}{W}$ (1), სადაც G არის ერთგვაროვანი სითხის წონა, ხოლო W მოცულობა. γ-ის განზომილება საერთაშორისო (SI) სისტემაში არის ნ/მ^3 ან კგ/მ^{2}წმ^2, ხოლო МКГСС (MkGS, მკგწმ, მეტრკილოგრამწამის სისტემა, აღარ გამოიყენება) ტექნიკურ სისტემაში - კგძ/მ^3, მაგალითად, მტკნარი წყლისათვის t = +4^{0}C დროს γ=1,0 გძ/სმ^3=1,0 ტძ/მ^3.

ზოგიერთი სითხის კუთრი წონის მნიშვნელობები მოყვანილია 5.1 ცხრილში.

ზოგიერთი სითხის კუთრი წონის მნიშვნელობები

სითხე	t°C	γ, კგძ/მ³ ρ, კგ/მ³	γ, ნ/მ³
1	2	3	4
წყალი:			
დისტილირებული	4	1000	9810
ზღვის	4	1020-1030	10000-10100
ნავთობი:			
მსუბუქი	15	860-880	8440-8630
საშუალო წონის	15	880-900	8630-8830
მძიმე	15	920-930	9025-9120
ნავთი	15	790-820	7750-7770
ბენზინი:			
საავიაციო	15	650	6380
ჩვეულებრივი	15	700-750	6870-7360
სოლარის ზეთი	15	880-890	8630-8730
საცხი ზეთი	15	890-920	8730-9025
მაზუთი	15	890-940	8730-9220
გუდრონი	15	930-950	9120-9320
ეთილის სპირტი	15	790-800	7750-7840
ვერცხლისწყალი	0	13600	133300
გლიცერინი	0	1270	12450

ცხრილი 5.1

3. სითხის სიმკვრივე

ერთგვაროვანი სითხის სიმკვრივე ρ ეწოდება მისი მოცულობის ერთეულის მასას, $\rho = \frac{M}{W}$, სადაც M არის W მოცულობის მქონე სითხის მასა. ρ-ს განზომილება SI სისტემაში, ხოლო ტექნკურ სისტემაში გ/სმ^3. სიმკვრივის ერთეულად მიღებულია კგ/მ^3, რაც შეესაბამება ისეთი ერთგვაროვანი ნივთიერების სიმკვრივეს, რომლის 1მ^3 მოცულობა შეიცავს 1 კგ მასას. მტკნარი წყლისათვის, როდესაც t = +4^{0}C , ρ =1000 კგ/მ^3=1 კგ/ლიტრი.

როგორც ცნობილია, G=$g * M$ და M=ρ $* W$, სადაც g არის სიმძიმის ძალის აჩქარება (≈ 9,81 მ/წმ^2, ხოლო $\gamma = \frac{G}{W} = \frac{g*M}{W} = \frac{\rho*g*W}{W} = \rho * g$

ამრიგად, ვიღებთ ფორმულას, რომელიც კავშირს ამყარებს γ, ρ და g სიდიდეებს შორის, $\gamma = \rho * g$, ხოლო სიმკვრივე $\rho = \frac{\gamma}{g}$

4. სითხის კუმშვადობა და ტემპერატურული გაფართოება

წვეთოვანი სითხის უნარს, შეიცვალოს თავისი მოცულობა და სიმკვრივე ყოველმხრივი თანაბარი მკუმშავი ძალების (წნევის) მოქმედებით, კუმშვადობა ეწოდება. სითხის კუმშვადობას ახასიათებს მოცულობითი კუმშვის კოეფიციენტი. იგი განსაზღვრავს მოცულობის ფარდობით შემცირებას $\left(\frac{dW}{W}\right)$ წნევის 1 ატმოსფეროთი გაზრდის შემთხვევაში უცვლელი ტემპერატურის დროს $\beta_w = \frac{1}{W} * \frac{dW}{dp}$, სადაც W არის სითხის საწყისი მოცულობა; dW - საწყისი მოცულობის ცვლილების (შემცირების) სიდიდე dP წნევის ზემოქმედებით. ფორმულაში მინუს ნიშანი გვიჩვენებს, რომ P-ს დადებით ნამატს შეესაბამება W-ს უარყოფითი ნამატი (შემცირება).

SI სისტემაში β_w განზომილებაა მ^2/ნ =პა$^{-1}$ (1 პასკალი = 1ნ/მ^2), МКГСС სისტემაში β_w=მ^2/კგძ.

კუმშვის კოეფიციენტი β_w წვეთოვანი სითხეებისათვის, წნევის ცვლილების დიაპაზონში P=1,0÷500 ატ, პრაქტიკულად არ იცვლება და ჰიდრავლიკური გაანგარიშებებისას იღებენ მუდმივ სიდიდედ.

წყლისათვის β_w=0,0000476 სმ^2/კგძ=1/21000 სმ^2/კგძ=1/2,1 * 10^9 პა$^{-1}$

ნავთობისათვის β_w=0,000074 სმ^2/კგძ=1/13500 სმ^2/კგძ=1/1,35 * 10^9 პა$^{-1}$

ვერცხლისწყლისათვის β_w=0,00000303 სმ^2/კგძ=1/33000 სმ^2/კგძ=1/33 * 10^9 პა$^{-1}$

როგორც ვხედავთ, წვეთოვანი სითხეები ხასაითდება ძალზე მცირე კუმშვადობით.

წვეთოვანი სითხეების მოცულობის გაფართოება (გადიდება) ტემპერატურული ცვლილებების ზეგავლენით ხასიათდება სითხის ტემპერატურული გაფართოების β_t კოეფიციენტით. იგი რიცხვობრივად გამოსახავს სითხის W მოცულობის ფარდობით ნამატს t ტემპერატურის 1^{0}C -ით გაზრდისას.

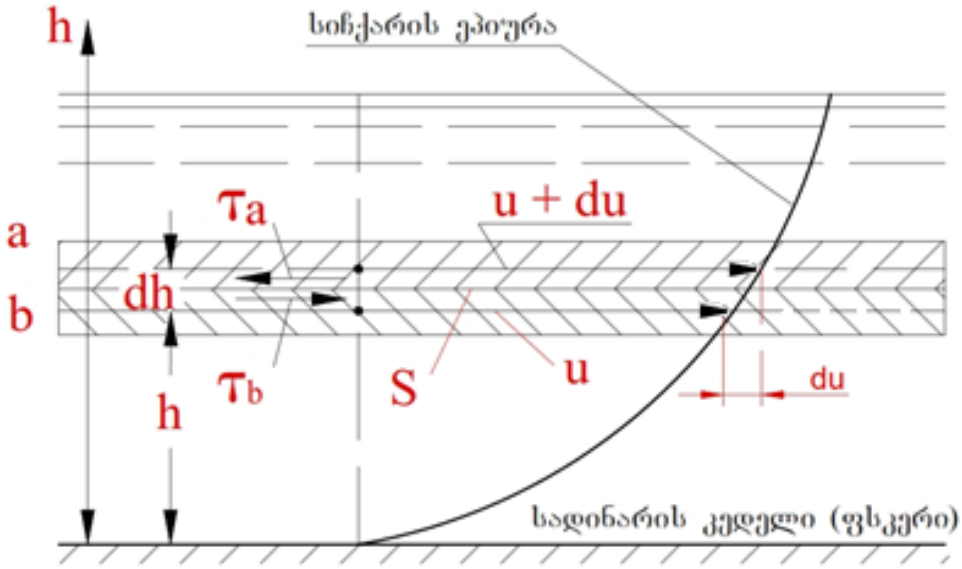
$$\beta_t = \frac{1}{W} * \frac{dW}{dt},$$

ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი წყლისათვის 0^{0}C-დან 50^{0}C-მდე ტემპერატურის დიაპაზონში წნევის გაზრდასთან ერთად იზრდება, ხოლო როდესაც t>50^{0}C-ზე, მცირდება. ეს სიდიდეები ძალზე მცირე სიდიდეებია, ამიტომ, ჰიდრავლიკური გაანგარიშებისას შეიძლება ჩაითვალოს მუდმივად როგორც მოცულობითი კუმშვის, ისე ტემპერატურული გაფართოების თვალსაზრისით.

5. სითხის სიბლანტე

როგორც ცნობილია, სითხის ნაკადის ცალკეული ნაწილაკები და შრეები მოძრაობს სხვადასხვა სიჩქარით. მაგალითად, ნებისმიერი კვეთის დახშულ სადინარში პარალელურ-ჭავლური (ლამინარული) მოძრაობისას მინიმალური სიჩქარეები აქვს სითხის კედლისპირა შრეებს (უშუალოდ კედელთან 0-ის ტოლი), ხოლო მაქსიმალური - სადინარის კვეთის ცენტრში. ნაკადის ასეთი სიჩქარითი სტრუქტურის გამო ხდება სითხის მეზობელი შრეების (ნაწილაკების) ურთიერთის მიმართ სრიალი (ძვრა) გარკვეული ფარდობითი სიჩქარით (ფარდობით ანუ ,,სრიალის სიჩქარეში" იგულისხმება ძალზე მცირე სისქის მეზობელი შრეების სიჩქარეთა სხვაობა). შრეთა ერთმანეთის მიმართ სრიალისას (ძვრა) გარკვეული შეხების ზედაპირების გასწვრივ აღიძვრება წინაღობა, რომელიც ანალოგიურია მყარ სხეულებს შორის ხახუნის მოვლენისა. ამიტომ, მოძრავ შრეთა (ნაწილაკებს) შორის ძვრის შედეგად წარმოქმნილ ძალებს უწოდებენ სითხის გრძივ შიგა ხახუნის ძალებს ან სიბლანტის ძალებს.

სითხის თვისებას, წინააღმდეგობა გაუწიოს სითხის ნაწილაკების (შრეების) ურთიერთის მიმართ სრიალს, ეწოდება სიბლანტე, ანუ სითხის შიგა ხახუნი. უნდა აღინიშნოს, რომ სიბლანტის თვისებების გამო სითხის მოძრაობისას ,,იკარგება" ნაკადის ენერგიის მარაგის გარკვეული ნაწილი (გადადის სითბურში). ნახაზი 5.1.



ნახაზი 5.1.

T-შიგა ხახუნის ძალა $T=\mu S\frac{dU}{dh}\ (ნ/კგძ)$.

სადაც μ არის შიგა ხახუნის კოეფიციენტი, ანუ სიბლანტის დინამიკური კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს განსახილველი სითხის თვისებებს (სიბლანტეს),

S - a და b შრეების შეხების ზედაპირის ფართობი,

$\frac{dU}{dh}$ - სიჩქარის გრადიენტი a და b შრეებისადმი h ნორმალის გასწვრივ (გამოსახავს U სიჩქარის ცვლილებას მანძილის ერთეულზე h მიმართულებით),

dU - შრეთა ურთიერთის მიმართ გადაადგილების (ძვრის) ფარდობითი სიჩქარე,

dh - მანძილი a და b მეზობელი შრეების ღერძებს შორის.

5.2. ჰიდროსტატიკა

ჰიდროსტატიკა წარმოადგენს ჰიდრავლიკის (ჰიდრომექანიკის) ნაწილს, რომელიც შეისწავლის წვეთოვანი სითხეების წონასწორობის, ფარდობითი უძრაობის, სითხესა და მყარ სხეულებს შორის ურთიერთქმედების კანონებს. ჰიდროსტატიკის ამოცანების გადაწყვეტისას, ზუსტი მათემატიკური აპარატის გამოყენების მიზნით, განიხილება იდეალური სითხის წონასწორობა. იდეალური სითხის განხილვა რეალური სითხის ნაცვლად სავსებით დასაშვებია და პრაქტიკულად არ იძლევა ცდომილებას, ვინაიდან წონასწორობისას რეალურ სითხეში არ წარმოიქმება სიბლანტის ძალები, ხოლო სხვა მისი თვისებები ძალზე უახლოვდება იდეალური სითხისას (უკუმშვადობა, დენადობა და სხვა).

5.2.1. ჰიდროსტატიკური წნევა და მისი თვისებები

1. ჰიდროსტატიკური წნევა

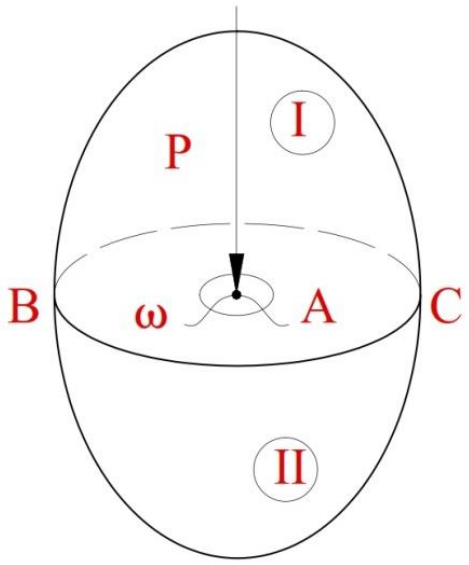
წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ მკუმშავ ძაბვას, რომელიც მოქმედებს სითხის განსახილველ მასაში, ჰიდრომექანიკური წნევა ეწოდება. სითხის წონასწორობისას ამ ძაბვას ჰიდროსტატიკური წნევა ეწოდება, ხოლო სითხის მოძრაობისას - ჰიდროდინამიკური წნევა.

წონასწორობის ან ფარდობითი უძრაობის მდგომარეობაში მყოფ სითხეზე მოქმედი გარე ძალები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: მასობრივი (მოცულობითი) და ზედაპირული ძალები. მასობრივი (მოცულობითი) ძალები მოქმედებს სითხის განსახილველი მოცულობის ყოველ მატერიალურ ნაწილაკზე და პროპორციულია ამ მოცულობის მასისა ან, ერთგვაროვანი სითხის შემთხვევაში, მისი მოცულობისა. ამ ჯგუფიდან ჰიდრავლიკაში ძირითადად განიხილება სიმძიმისა და ინერციის ძალები. ინერციის ძალები მოქმედებს სითხის ფარდობითი უძრაობის შემთხვევებში (როდესაც სითხე მოთავსებულია მოძრავ ჭურჭელში და მასთან ერთად ასრულებს ბრუნვით ან გადატანით მოძრაობას).

ზედაპირული ძალები ეწოდება სითხის განსახილველი მოცულობის გარე (შემომფარგვლელ) ზედაპირზე მოქმედ ძალებს, მაგალითად, ატმოსფერული წნევის ძალას, რომელიც მოქმედებს სითხის თავისუფალ ზედაპირზე ან დგუშის წნევის ძალას ცილინდრში მოთავსებული სითხის ზედაპირზე და სხვა.

გარე ძალების მოქმედების შედეგად სითხის შეგნით აღიძვრება მკუმშავი ძაბვა, რომელსაც სითხის წონასწორობისას **ჰიდროსტატიკური წნევა ეწოდება.** ჰიდროსტატიკური წნევის განზომილება ანალოგიურია მყარ სხეულებში ძაბვის განზომილებისა: ნ/მ^2, კგძ/მ^2, (SI და МКГСС სისტემაში).

ჰიდროსტატიკური წნევისა და ჯამური ჰიდროსტატიკური წნევის ძალის ცნებების განმარტების მიზნით განვიხილოთ წონასწორობაში მყოფი სითხის ნებისმიერი მოცულობა (ნახაზი 5.2).



ნახაზი 5.2

განსახილველ მოცულობაში ავირჩიოთ რაიმე A წერტილი და მასზე გავატაროთ ნებისმიერი BC ზედაპირი, რომელიც აღებულ მოცულობას გაყოფს ორ ნაწილად I და II. მოცულობის ორივე ნაწილი გამყოფი BC ზედაპირის მეშვეობით ურთიერთზე მოქმედებს სიდიდით ტოლი, მაგრამ საწინააღმდეგოდ მიმართული მკუმშავი წნევის ძალებით $P_1=P_2=P$. გამყოფ BC ზედაპირზე A წერტილთან (მის ირგვლივ) გამოვყოთ ნებისმიერი ω ფართობი და განვიხილოთ მოცულობის I ნაწილის ზემოქმედება II-ზე. BC ზედაპირის ფარგლებში ეს ზემოქმედება გამოიხატება გარკვეული სიდიდის წნევის ძალით, ხოლო ω ფართობზე იმოქმედებს ამ ძალის მხოლოდ ნაწილი, რომელიც აღვნიშნოთ P-თი (იგი წარმოადგენს ω -ს სხვადასხვა წერტილში მოქმედი წნევის ძალების ტოლქმედს).

P ძალას, რომელიც მოქმედებს განსახილველ ω ფართობზე, ჯამური ჰიდროსტატიკური წნევის ძალა ეწოდება. P ძალის გაყოფით ω ფართობზე მივიღებთ იმ წნევის ძალის საშუალო სიდიდეს,

რომელიც მოქმედებს ω ფართობის ერთეულზე. ეს ფარდობა აღინიშნება $P_{საშ}$-თი და მას საშუალო ჰიდროსტატიკური წნევა, ანუ საშუალო ჰიდროსტატიკური მკუმშავი ძაბვა ეწოდება.

$$P_{საშ} = \frac{P}{\omega} \text{ (ნ/მ}^2\text{, კგძ/მ}^3\text{)}$$

თუ ω ფართობს A წერტილის ირგვლივ ვამცირებთ ნულამდე, მაშინ მივიღებთ ჰიდროსტატიკურ წნევას წერტილში $P=\lim_{\omega\to\infty}\left(\frac{P}{\omega}\right)$

ამრიგად, P არის ჰიდროსტატიკური წნევის ჯამური ძალა (ნ, კგძ), ხოლო P -ჰიდროსტატიკური წნევა (მოცემულ წერტილში) და მას აქვს ძაბვის განზომილება (ნ/მ^2, კგძ/მ^2, კგძ/სმ^2, ...).

2. ჰიდროსტატიკური წნევის თვისებები

ჰიდროსტატკურ წნევას აქვს სამი ძირითადი თვისება:

ა) ჰიდროსტატიკური წნევა სითხის წერტილში ყოველთვის მიმართულია მოქმედების ფართობისადმი შიგა ნორმალის გასწვრივ, ე.ი. იგი მართობულია და მკუმშავი;

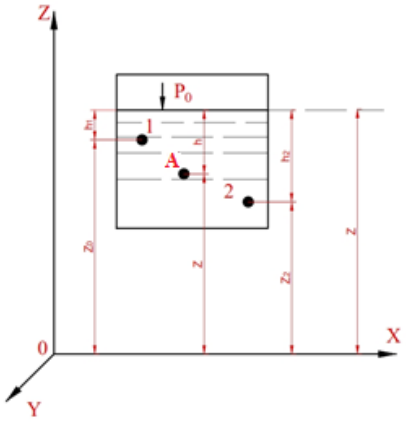
ბ) ჰიდროსტატიკური წნევის სიდიდე სითხის ნებისმიერ წერტილში ყველა მიმართულებით ტოლია;

გ) ჰიდროსტატიკური წნევის სიდიდე განსახილველი სითხის ნებისმიერ წერტილში დამოკიდებულია წერტილის მდებარეობაზე სივრცესა და დროში.

$P=f(x,y,z,t)$

ჰიდროსტატიკის ძირითადი განტოლება

განვიხილოთ წონასწორობაში მყოფი სითხე, რომელიც მოთავსებულია დახშულ ჭურჭელში (ნახაზი 3). აღვნიშნოთ P_0-ით ატმოსფერული წნევისაგან განსხვავებული წნევა სითხის თავისუფალ ზედაპირზე (გარე წნევა) მართკუთხა კოორდინატთა სისტემის Z ღერძი მივმართოთ ვერტიკალურად ზემოთ, მაშინ x0y სიბრტყე იქნება თარაზული.



ნახაზი 5.3

სითხის მასის ერთეულზე მოქმედი მასობრივი ძალების (მათი აჩქარებების) გეგმილები კოორდინატთა ღერძებზე განსახილველ შემთხვევაში იქნება ტოლი x=0, y=0, z=-g.

დავწეროთ დიფერენციალური განტოლება dp=-ρgdz=-γdz ან $\frac{dp}{\gamma}$+dz=0 (5.1).

ეს ტოლობა წარმოადგენს სითხის წონასწორობის ძირითად დიფერენციალურ განტოლებას სითხეზე მხოლოდ სიმძიმის ძალის მოქმედებისას. (6.1) განტოლების ინტეგრირება გვაძლევს $\frac{p}{\gamma}$+z=c.

C მუდმივას განსაზღვრისათვის მივიღოთ შემდეგი სასაზღვრო პირობები: როდესაც Z= Z_0, მაშინ P=P_0, ამიტომ c=$\frac{P_0}{\gamma}$+Z_0 და Z_0+ $\frac{P_0}{\gamma}$= Z+$\frac{p}{\gamma}$ (5.2).

ეს ტოლობა მართებულია არა მარტო ნებისმიერი A წერტილის მიმართ, არამედ სითხეში ორი ნებისმიერი 1 და 2 წერტილების მიმართაც.

Z_1+$\frac{P_1}{\gamma}$= Z_2+$\frac{P_2}{\gamma}$ =const (5.2) ან (5.2') განტოლებას ჰიდროსტატიკის ძირითად განტოლებას უწოდებენ (I სახის). ის გამოსახავს სითხეში წნევის განაწილების ჰიდროსტატიკურ კანონს.

(5.2) განტოლებიდან მივიღებთ P=P_0+γ(Z_0- Z), სითხის თავისუფალი ზედაპირიდან ნებისმიერ h= Z_0- Z სიღრმეზე მდებარე A წერტილში ჰიდროსტატიკური წნევის განსაზღვრისათვის საბოლოოდ გვექნება

P=P_0+γh (5.3).

ამ გამოსახულებას აგრეთვე ჰიდროსტატიკის ძირითად განტოლებას უწოდებენ (II სახის).

(5.3) ფორმულით განსაზღვრულ წნევას სითხის ნებისმიერ წერტილში (ნებისმიერ h სიღრმეზე მდებარე წერტილში), რომელიც ითვასლისიწნებს გარე წნევას სითხის თავისუფალ ზედაპირზე (P_0), ეწოდება აბსოლუტური, ანუ სრული ჰიდროსტატიკური წნევა და აღინიშნება $P_{აბს}$-ით ($P_{სრ}$-ით), ამრიგად

$P_{სრ(აბს)}$=P_0+ γh

γh შესაკრებს ამ განტოლების მარჯვენა მხარეში აქვს აგრეთვე წნევის განზომილება (ნ/მ^2, კგძ/მ^2, კგძ/სმ^2, ტძ/მ^2) და იგი გამოსახავს ჭარბ-წონით ჰიდროსტატიკურ წნევას.

$P_{ჭარბი}$=$P_{წონ}$= γh=$P_{აბს}$-P_0

სითხის აღებულ წერტილში აბსოლუტური წნევის სიჭარბეს ატმოსფერული წნევის მიმართ ჭარბი-მანომეტრული წნევა ეწოდება

P=$P_ჭ$=$P_{მან}$=$P_{აბს}$-$P_{ატ}$.

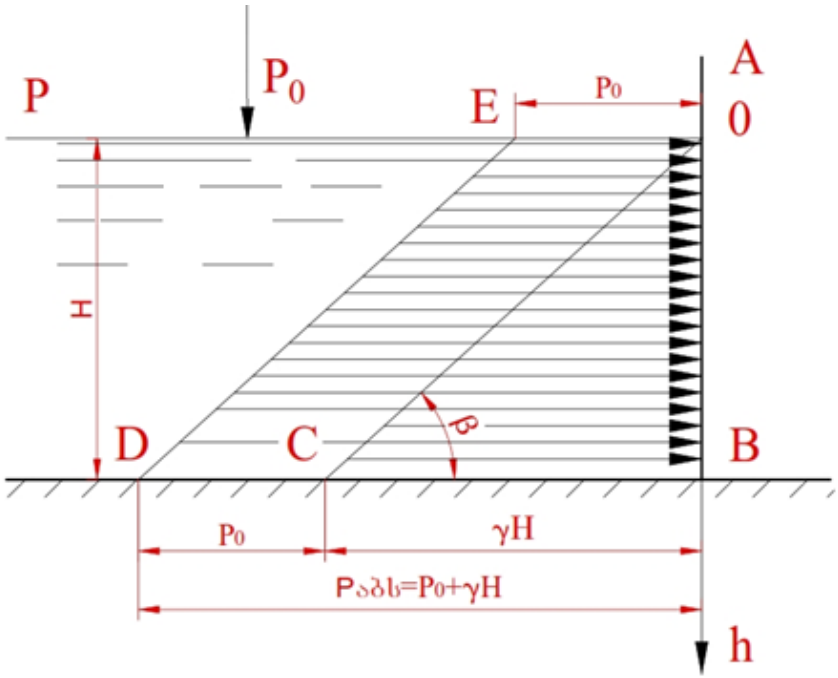
გავიხსენოთ, რომ 1 ტექნიკური ატმოსფერული წნევა

1ატ=1კგძ/სმ²=104კგძ/მ²=9.81 ნ/სმ²=98100 ნ/მ²=733.5 მმ. ვერცხ. წყლის სვეტი=10მ წყლის სვ. წონის.

ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურები

პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისას ხშირად მიმართავენ მყარი სხეულის ზედაპირზე სითხის მოქმედებით გამოწვეული ჰიდროსტატიკური წნევის განაწილების გრაფიკულ გამოსახვას. მყარი სხეულის კონტურის გასწვრივ წნევის განაწილების კანონზომიერების გრაფიკულ გამოსახულებას ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურა ეწოდება (უკანასკნელი წარმოადგენს წნევის ვექტორულ დიაგრამას). ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურით შეიძლება განისაზღვროს, აგრეთვე, ჯამური წნევის ძალის სიდიდე ზედაპირზე და მისი მოდების წერტილის მდებარეობა.

ჰიდროსტატიკის ძირითადი განტოლება $P_{სრ}=P_0+\gamma h$ წარმოადგენს წრფის განტოლებას. ჭარბი (წონითი) წნევის განტოლება $P=\gamma h$ გამოისახება კოორდინატთა სათავეში გამავალი წრფით. წნევის ეპიურის ასაგებად ბრტყელი ზედაპირის კონტურზე საკმარისია განისაზღვროს წნევა მის ორ განაპირა წერტილში და წნევის ეს სიდიდეები გამოვსახოთ წნევის გარკვეულ მასშტაბში წრფივი მონაკვეთებით. ბრტყელი ზედაპირის მართობულად გადაზომილი ამ მონაკვეთების ბოლოების წრფეწირით შეერთების შედეგად მივიღებთ ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურის შემომსაზღვრელ წირს.

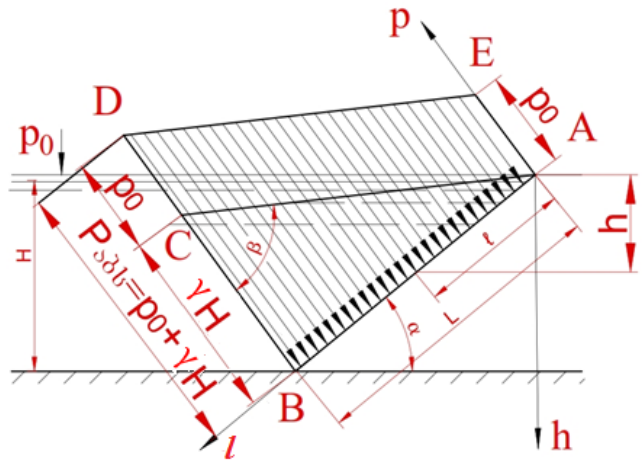


ნახაზი 5.4

თვალსაჩინოებისათვის წნევის მასშტაბს უთავსებენ სქემის ხაზოვან მასშტაბს, რისთვისაც წნევის სიდიდეებს გამოსახავენ სითხის სვეტის სიმაღლეებით. მაგალითად, თუ განიხილება $\gamma=1$ტძ/მ³ კუთრი წონის წყალი, მაშინ ზედაპირის H სიღრმეზე მდებარე წერტილში ჭარბი წნევა $P=\gamma h=1*H$ტძ/მ³ - გამოისახება ხაზოვან მასშტაბში გადაზომილი H მონაკვეთით.

5.4 ნახაზზე წარმოდგენილია წნევის ეპიურის აგების წესი ვერტიკალური AB ზედაპირის OB კონტურზე. O წერტილში h=0 და $P_{აბს}=P_0$; ხოლო B წერტილში h=H და $P_{აბს}=P_0+\gamma H$. სქემაზე OBDE ტრაპეცია გამოსახავს აბსოლუტური ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურას, ხოლო ტოლფერდა OBC სამკუთხედი - ჭარბი (წონითი) წნევის ეპიურას.

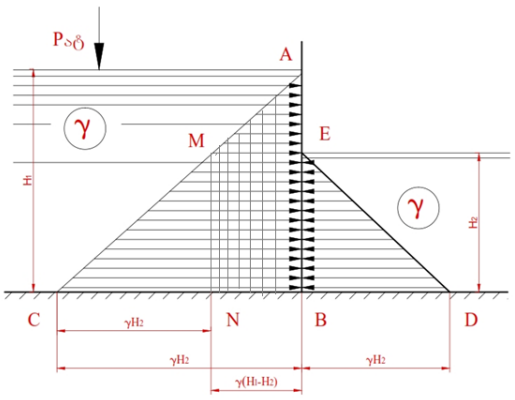
ასევე, თუ გვაქვს დახრილი AB ზედაპირი და აწვება სითხე, წნევის ეპიურის ასაგებად იმავე მეთოდით გავიგოთ ორ განაპირა წერტილში, თუ რას უდრის წნევა და მიღებული წერტილები შევაერთოთ წრფეწირით.



ნახაზი 5.5

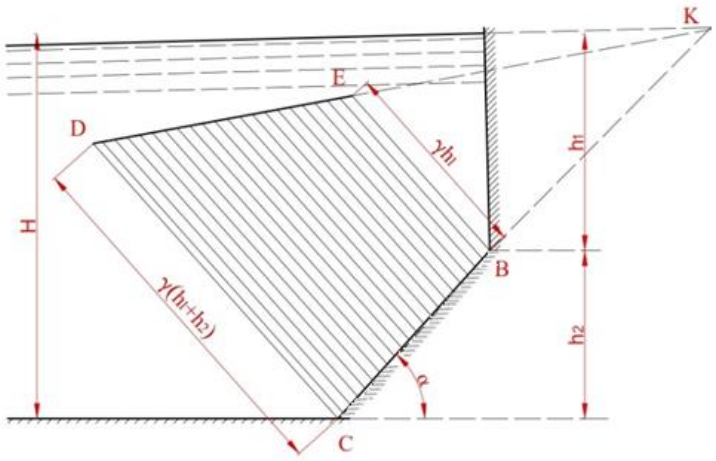
OBDE დახრილი ტრაპეცია გამოსახავს აბსოლუტური წნევის ეპიურას, ხოლოდ OBC სამკუთხედი - ჭარბი (წონითი) წნევის ეპიურას.

განვიხილოთ წონითი წნევის ეპიურის აგების წესი გამყოფ AB კედელზე სითხის ორმხრივი წნევისას (ნახ. 5.6). ამ შემთხვევაში AB ზედაპირზე მოქმედებს საწინააღმდეგოდ მიმართული პარალელური წნევის ძალები (წნევა). მარჯვნიდან მარცხნივ მოქმედი წნევა მოცემულ შემთხვევაში უნდა გამოაკლდეს მარცხნიდან მარჯვნივ მოქმედ წნევას. ჯამური წონითი წნევის ეპიურა წარმოდგენილია ABNM ვერტიკალური ტრაპეციის სახით. ჯამური წნევა მოქმედებს მარცხნიდან მარჯვნივ. E წერტილის ქვემოთ ჯამური წნევა არ იცვლება და იგი ტოლია $P=\gamma(H_1-H_2)$.



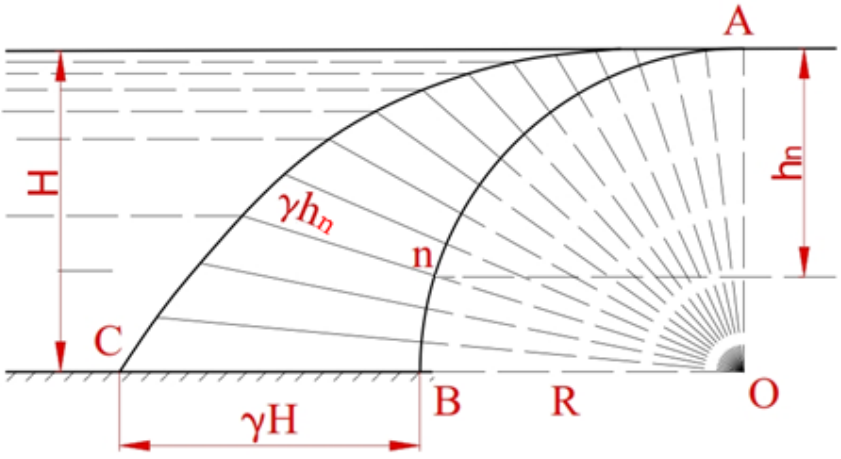
ნახაზი 5.6

შედგენილი ABC ზედაპირის სითხეში მთლიანად ჩაძირულ BC ნაწილზე წონითი წნევის ეპიურა გამოისახება BCDE ტრაპეციით.



ნახაზი 5.7

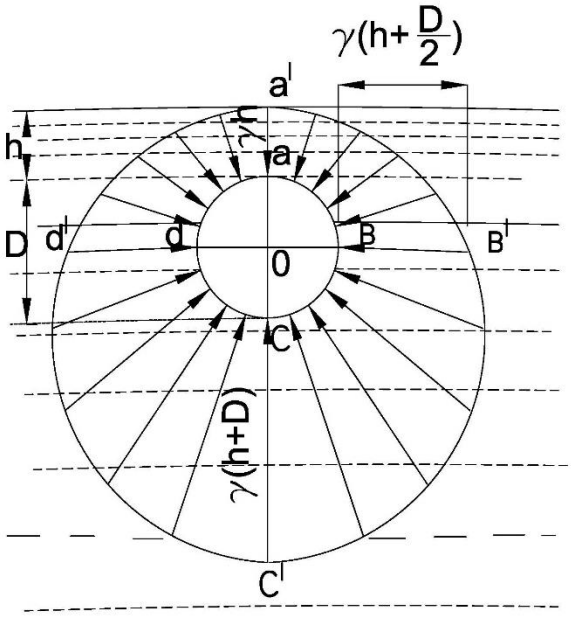
მრუდწირულ ზედაპირებზე წნევის ეპიურების ფორმა უფრო რთულია, ვიდრე ბრტყელი ზედაპირებისათვის. ეს სირთულე ის არის, რომ ნებისმიერ წერტილში ჰიდროსტატიკური წნევა ნორმალურია მრუდწირული ზედაპირისადმი, ე.ი. წნევის მოქმედების წირი ნებისმიერ წერტილში გაივლის ზედაპირის სიმრუდის ცენტრში (ცილინდრული ზედაპირის შემთხვევაში წნევას ზედაპირის ნებისმიერ წერტილში ექნება რადიალური მიმართულება). ეპიურა შემოიფარგლება მრუდი წირით, რომლის ასაგებად ორი წერტილი უკვე აღარ არის საკმარისი. 5.8 ნახაზზე გამოსახულია წონითი წნევის ეპიურის აგების წესი AB ცილინდრულ ზედაპირზე. AB კონტური იყოფა ტოლ ნაწილებად; გამყოფი წერტილებიდან რადიალური მიმართულებით გადაზომილია თითოეული მათგანის ჩაძირვის სიღრმეების ტოლი მონაკვეთები (γ=1ტძ/მ^3); ამ მონაკვეთების ბოლოების მრუდი წირით შეერთების შედეგად ვიღებთ ABC მრუდწირულ ეპიურის შემომსაზღვრელ AC წირს.



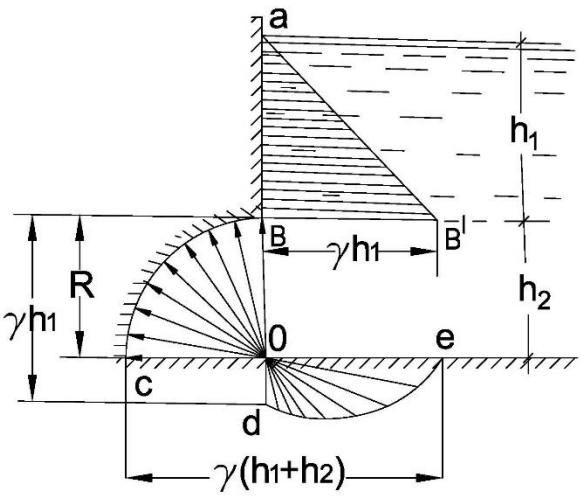
ნახაზი 5.8

სითხეში h სიღრმეზე ჩაძირული სფეროს დიამეტრალური კვეთის abcd კონტურზე მოქმედი წონითი წნევის ეპიურა გამოსახულია 5.8. ნახაზზე. ეპიურის შემომსაზღვრელ წირს წარმოადგენს a'b'c'd' მრუდწირული კონტური (წყლის შემთხვევაში).

წონითი ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურები, შედგენილი abc ზედაპირის ab - ვერტიკალურ და bc - ცილინდრულ ნაწილებზე (როცა წყალი აწვება შიგნიდან), გამოსახულია 5.9. ნახაზზე; ზედაპირის ab ნაწილზე ეპიურა გამოსახულია abb' ტოლფერდა სამკუთხედით, ხოლო bc ნაწილზე $b_c O d_e$ ნაკვთით.



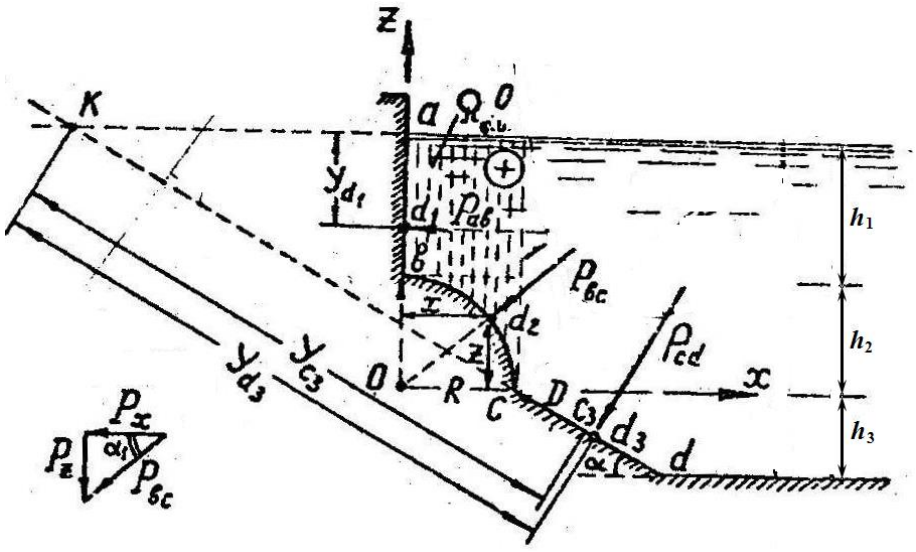
ნახაზი 5.9.



ნახ.6.10

ჰიდროსტატიკური წნევის ძალის სიდიდისა და წნევის ცენტრის მდებარეობის განსაზღვრა ბრტყელ და მრუდწირულ ზედაპირებზე.

ვთქვათ, მოცემულია შედგენილი abcd ზედაპირი (კედელი), რომელიც განიცდის H სიღრმის წყლის წნევას (ნახ. 5.11) ზედაპირის ცალკეული ნაწილების (უბნების) სიმაღლეები აღვნიშნოთ h_1, h_2, h_3-ით; ზედაპირის სიგანე ნახაზის სიბრტყის მართობული მიმართულებით აღვნიშნოთ B-თი, წყლის კუთრი წონა $\gamma=1$ ტძ/მ^3.



ნახაზი 5.11

1) ზედაპირის ab ნაწილზე (h_1 სიმაღლისა და B სიგანის ვერტიკალურ მართკუთხა ბრტყელ ზედაპირზე) მოქმედი ჭარბი-წონითი წნევის ძალის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით

$$P_{ab}= \gamma * h_c * \omega = \gamma * h_{c1} * \omega_{ab} \qquad (5.4)$$

სადაც h_{c1} არის მართკუთხა ab ზედაპირის სიმძიმის ცენტრის ჩაძირვის სიღრმე $h_{c1}= \frac{h_1}{2}$; ω_{ab} - ამ ზედაპირის ფართობი $\omega_{ab}= h_1 * B$

წნევის ცენტრის მდებარეობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$Y_{d1}=Y_{c1}+\frac{I_0(ab)}{Ic1*\omega_{ab}} \qquad (5.5)$$

სადაც Y_{c1} არის მანძილი ab ზედაპირის სიმძიმის ცენტრიდან გადაკვეთის a წერტილამდე - $Y_{c1}=\frac{h_1}{2}$ (განსახილველ შემთხვევაში ეს მანძილი C_1 ცენტრის ჩაძირვის სიღრმის ტოლია ე.ი. $Y_{c1}=h_{c1}$

$I_0(ab)$ – B სიგანისა და h1 სიმაღლის მართკუთხა ab ფართობის (ზედაპირის) ცენტრალური ინერციის მომენტი - $I_0(ab)=\frac{bh_1^3}{12}$

ω_{ab} - ამ ზედაპირის ფართობი - $\omega_{ab}=h_1 * B$

2) ზედაპირის bc ცილინდრულ ნაწილზე მოქმედი Pbc წნევის ძალის სიდიდის განსაზღვრისათვის წინასწარ უნდა დავადგინოთ ამ ძალის ჰორიზონტალური Px და ვერტიკალური Pz მდგენელების სიდიდეები.

$Px=\gamma * hc' * \omega_z$

სადაც hc' არის bc ცილინდრული ზედაპირის ვერტიკალური გეგმილის სიმძიმის ცენტრის ჩაძირვის სიღრმე წყლის თავისუფალი ზედაპირიდან - $h_{c'}=h_1+\frac{h_2}{2}$

ω_z - აღნიშნული ვერტიკალური გეგმილის ფართობი - $\omega_z= h_2 * B$

ვერტიკალური Pz მდგენელის სიდიდე წყლით შევსებული ე.წ. „წნევის სხეულის“ წონის ტოლია.

$Pz=Gწ.ს=\gamma Wწ.ს=\gamma \Omega წ.ს*B=\gamma*B*ფ\ (aa'cb)=\gamma B[(h1+h2)R-\frac{\pi R^2}{4}]$

Px და Pz მდგენელების მიხედვით განისაზღვრება bc ცილინდრულ ნაწილზე მოქმედი ჯამური წნევის ძალის სიდიდე:

$$P_{bc}=\sqrt{P_x^{\,2}+P_z^{\,2}} \qquad (5.6)$$

3) ზედაპირის cd დახრილ ნაწილზე მოქმედი P_{bc} წნევის ძალის სიდიდე განისაზღვრება (5.1) ფორმულის მიხედვით:

$P_{cd}=\gamma*h_{c3}*\omega_{cd}$ (1'), სადაც $h_{c3}=h_1+h_2+\frac{h_3}{2}$

$\omega_{cd}=\frac{h_3}{sin\alpha}*B$

წნევის ცენტრის მდებარეობა $Y_{d3}=Y_{c3}+\frac{I_0(cd)}{Ic3*\omega_{cd}}=\frac{h1+h2+\frac{h_3}{2}}{sin\alpha}+\frac{B*\frac{(\frac{h_3}{sin\alpha})^3}{12}}{\frac{h1+h2+\frac{h_3}{2}}{sin\alpha}*B*\frac{h_3}{sin\alpha}}$

5.3. ჰიდროდინამიკა. სითხის მოძრაობის რეჟიმები

ჰიდრავლიკურ წინაღობათა ფართო ექსპერიმენტული და ნატურული კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ ნაკადის შემადგენელი სითხის ნაწილაკების ურთიერთის მიმართ გადაადგილებისა და მოძრაობის თავისებურებათა მიხედვით, ანუ ნაკადის შიგა სტრუქტურის მიხედვით, ბუნებაში არსებობს ერთმანეთისგან პრინციპულად განსხვავებული სითხის მოძრაობის ორი რეჟიმი: ლამინარული და ტურბულენტური. ეს რეჟიმები ასახავს არა მარტო ნაკადების სტრუქტურულ თავისებურებებს, არამედ მოძრაობის საშუალო სიჩქარეზე დაწნევის დანაკარგების დამოკიდებულებასა და ნაკადის ცოცხალ კვეთში ადგილობრივი სიჩქარეების განაწილების ერთმანეთისაგან განსხვავებულ კანონზომიერებებსაც.

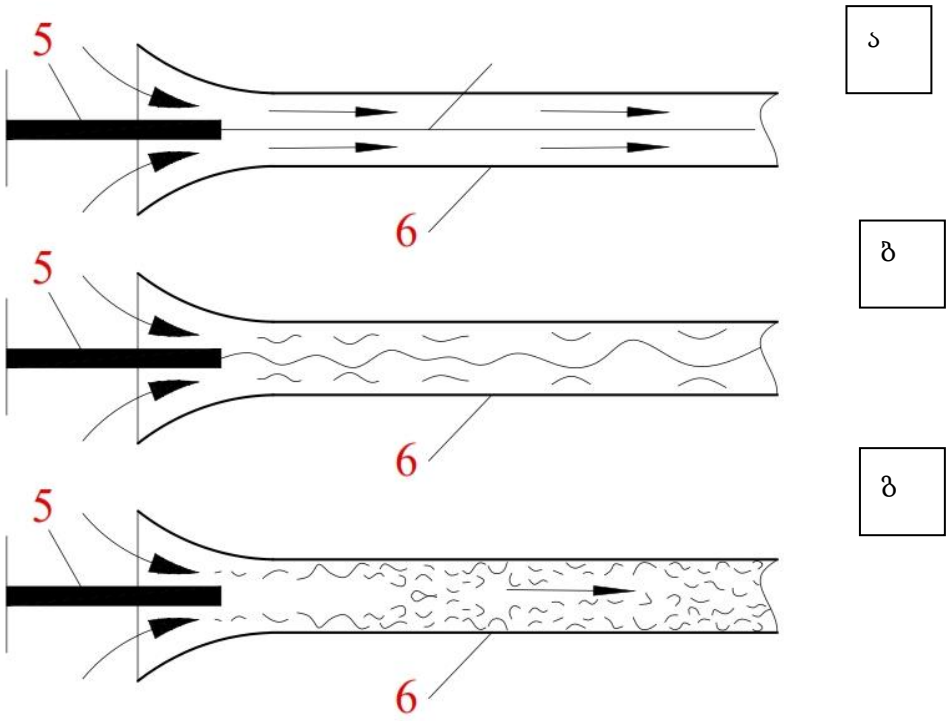
1883 წელს ინგლისელმა მეცნიერმა ო. რეინოლდსმა გამოაქვეყნა ნაშრომი, რომელშიც ზუსტად იყო ასახული მოძრაობის აღნიშნული რეჟიმების თავისებურებანი და მათი ფართო ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. ექსპერიმენტული კვლევა რეინოლდსმა ჩაატარა სპეციალურ ხელსაწყოზე, რომელიც დღესაც წარმატებით გამოიყენება სამოსწავლო ლაბორატორიებში მოძრაობის რეჟიმების საილუსტრაციოდ.

რეინოლდსის აღნიშნული ხელსაწყოს სქემა მოცემულია 5.12 ნახაზზე. მუშა სითხით შევსებული დიდი ზომის ავზიდან (1) სათავეს იღებს d დიამეტრის მქონე ჰორიზონტალური წრიული კვეთის ცილინდრული მინის საცდელი მილსადენი (6). მის შესასვლელ ნაწილს (მილყელს) აქვს მდოვრე ძაბრისებრი ფორმა;

იგი აღჭურვილია სითხის ხარჯისა და ე.ი. მისი სიჩქარის მარეგულირებელი ონკანით (7) და ერთმანეთისაგან l მანძილით დაშორებულ 1-1 და 2-2 კვეთებში დაყენებული პიეზომეტრული მილაკებით (9). იმის გამო, რომ ჰორიზონტალურ საცდელ მილში სითხის მოძრაობა თანაბარია (H=const, d=const და v=const), ამიტომ აღნიშნული პიეზომეტრული მილაკების ჩვენებათა სხვაობა იქნება მილსადენის l სიგრძის მქონე უბანზე დაწნევის დანაკრგის (კუთრი ენერგიის დანაკარგის) ტოლი.

$$\frac{P1}{\gamma} - \frac{P2}{\gamma} = h_w$$

ცდა, ჩვეულებრივ, იწყება ონკანის უმცირესი გაღებით, ე.ი. უმცირესი სიჩქარით საცდელ მილსადენში. მილაკიდან გაშვებული საღებავი მოძრაობს მილსადენის კელდების პარალელური, მკაფიოდ გამოკვეთილი ჭავლის სახით. საღებავის ნაწილაკები არ შეერევა მუშა სითხის დანარჩენ მასას და გვექნება სითხის მოძრაობა განცალკევებული სწვრივი ჭავლების სახით (სწვრივჭავლური მოძრაობა), ანუ მოძრაობა სითხის განცალკევებული შრეების სახით (ნახ. 5.13 ა). ამაში გვარწმუნებს ის გარემოება, რომ საცდელი მოლსადენის შესასვლელი კვეთის ნებისმიერი წერტილიდან გაშვებული საღებავი თუმცა შეიცვლის მდებარეობას, მაგრამ კვლავინდებურად იმოძრავებს გამოკვეთილი და მილსადენის კედლების პარალელური (განცალკევებული) ჭავლის სახით. თუ მცირე სიდიდით გავაღებთ ონკანს, მაშინ v სიჩქარე საცდელ მილსადენში შესაბამისად გაიზრდება, მაგრამ მოძრაობის ზემოთ აღწერილი სურათი (ნაკადის სტრუქტურა) მაინც არ შეიცვლება. მაგრამ ონკანის გაღების გარკვეული სიდიდით გაზრდისას საღებავის ჭავლი მიიღებს უწყვეტ ტალღისებრ ფორმას და იწყებს პულსირებას, თუმცა სითხის დანარჩენ მასაში იგი მაინც შესამჩნევი (გამოკვეთილი) დარჩება. ონკანის შემდგომი მდოვრე გაღების შედეგად საღებავის ჭავლი ცალკეულ უბნებზე დაიწყებს წყვეტას და იგი ნაკლებად შესამჩნევი გახდება (ნახ. 5.13 ბ). და ბოლოს, ონკანის გაღების გარკვეულ სიდიდემდე გაზრდისას დადგება საღებავის ჭავლის მთლიანად დაშლისა და რღვევის მომენტი, როდესაც საღებავის შემადგენელი ნაწილაკები მთლიანად შეერევა საცდელ მილში მოძრავ მუშა სითხეს და ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, მთლიანად შეიღებება საღებავის გამოკვთილ ჭავლზე უფრო ბაცი ფერით (ნახ. 5.13 გ). საერთო გადატანით მოძრაობასთან ერთდროულად სითხის ნაწილაკები გადაადგილდება სადინარის განივი მიმართულებითაც; სითხის მოძრაობის სწვრივჭავლური და შრეობრივი სტრუქტურა ირღვევა, მოძრაობა მიიღებს მოუწესრიგებელ, ქაოსურ ხასიათს; ნაკადში წარმოიქმნება გრიგალური მორევები.



ნახაზი 5.13

სითხის მოძრაობის რეჟიმს, რომელიც ხასიათდება სითხის განცალკევებული სწვრივი ჭავლებითა და შრეებით, ეწოდება ლამინარული (შრეობრივი) რეჟიმი. სითხის მოძრაობის ,,მოუწესრიგებელ" რეჟიმს კი, რომელიც ხასიათდება ნაკადის მოძრავ შრეთა შორის სითხის ნაწილაკების ინტენსიური შერევის მოვლენით, ეწოდება ტურბულენტური რეჟიმი.

რეინოლდსმა ცდების შედეგად დაადგინა, რომ სადინარის მოცემული ზომებისა (მაგ. მილსადენის მოცემული d დიამეტრისა) და სითხის მოცემული ν კინემატიკური სიბლანტისას ნაკადის მოძრაობის ერთი რეჟიმიდან გადასვლა მეორეზე ხდება მოძრაობის საშუალო v სიჩქარის სავსებით გარკვეული მნიშვნელობის დროს. სიჩქარეს, რომლის დროსაც ხდება ნაკადის რეჟიმების შეცვლა, ეწოდება კრიტიკული სიჩქარე.

რეინოლდსის ცდებით დადგენილია, რომ კრიტიკული სიჩქარის სიდიდე დამოკიდებულია სითხის სიბლანტეზე, მის სიმკვრივესა და სადინარის განივი კვეთის ზომებზე (მაგ. წრიული კვეთის მილსადენის d დიამეტრზე). მან მოგვცა უგანზომილებო რიცხვი:

$$\mathrm{Re}=\frac{v*e}{\nu} \qquad (5.7)$$

სადაც v არის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე;

e - სადინარის განივი კვეთის დამახასიათებელი გეომეტრიული ზომა;

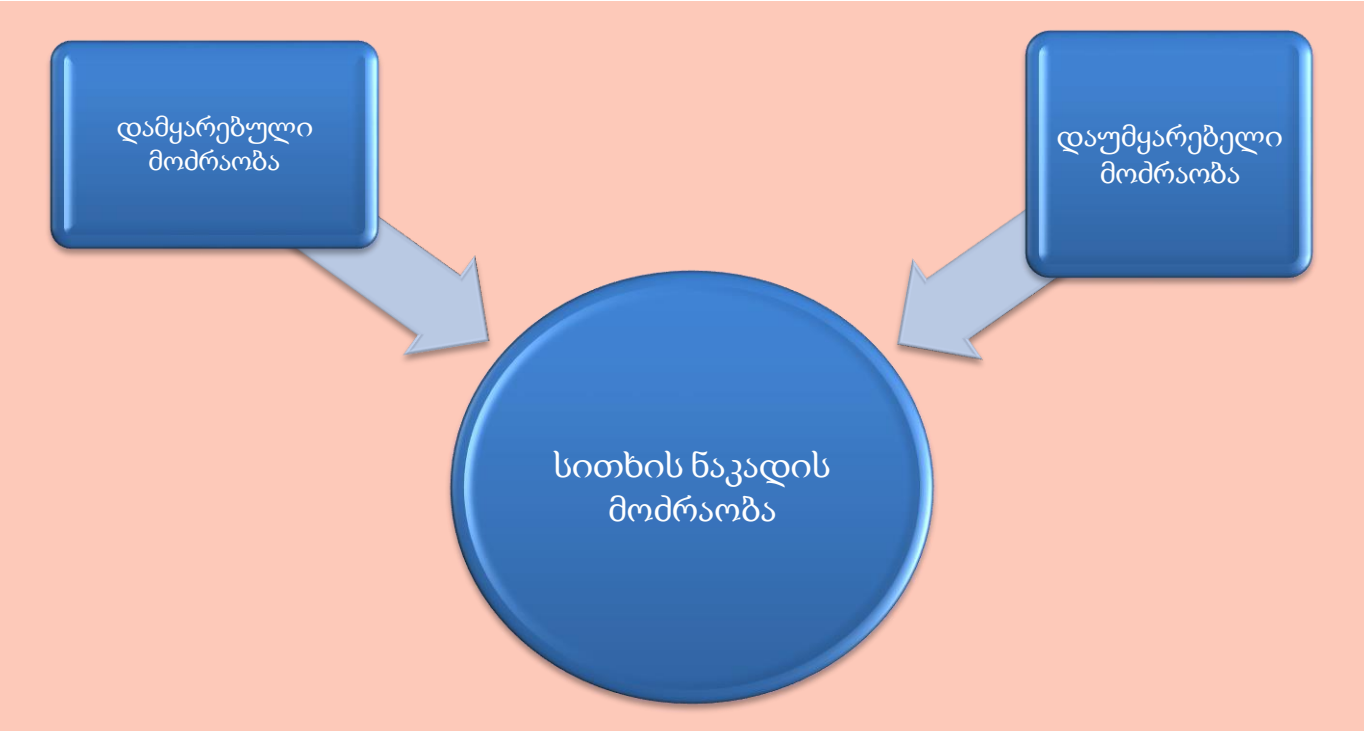
$\nu=\frac{\mu}{\rho}$ - სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი (აქ μ სიბლანტის დინამიკური კოეფიციენტია, ხოლო ρ - სითხის სიმკვრივე).

ნაკადის ცოცხალი კვეთის დამახასიათებელ l ხაზოვან პერიმეტრად, წრიული კვეთის სადაწნეო სადინარებში მიიღება მათი დიამეტრი (d) ან ზოგჯერ ჰიდრავლიკური რადიუსი (R), ხოლო ღია უდაწნეო სადინარებში - ყოველთვის ჰიდრავლიკური რადიუსი (R) ან განიერი კალაპოტების შემთხვევაში ნაკადის სიღრმე (h), აღნიშნულის შესაბამისად, რეინოლდსის რიცხვისათვის მიიღება შემდეგი გამოსახულებები:

$$Re_d=\frac{v*d}{\nu};\quad Re_R=\frac{v*R}{\nu};\quad Re_h=\frac{v*h}{\nu}$$

ავტორთა უმრავლესობის კვლევის თანახმად, პრაქტიკულად, შეგვიძლია მივიღოთ Re=2320 სადაწნეო მილსადენებისათვის, ხოლო უდაწნეო მილსადენებისათვის Re=580-ს.

ჰიდრავლიკა, აგრეთვე, განიხილავს სითხის ნაკადის მოძრაობის ორ ძირითად სახეს:



1. დამყარებული მოძრაობის დროს სითხის ნაკადის მახასიათებლები (სიჩქარე, წნევა და სხვა) სივრცის ნებისმიერ განსახილველ წერტილში დროის მიხედვით უცვლელია.

2. დაუმყარებელი მოძრაობის დროს სითხის ნაკადის რომელიმე მახასიათებელი სივრცის განსახილველ წერტილებში დროის მიხედვით იცვლება.

5.3.1. ბერნულის განტოლება იდეალური სითხის ელემენტარული ჭავლისათვის

ჰიდროდინამიკაში ფართოდაა გამოყენებული „იდეალური" (არაბლანტი) სითხის ცნება. იდეალური სითხისათვის მიღებული ამონახსნები ვრცელდება, აგრეთვე, რეალურ სითხეზე, მის თვისობრივ მახასიათებლებზე სათანადო შესწორებათა შეტანის შემდეგ (პირველ რიგში, სიბლანტის თვისებაზე).

სითხის მოძრაობის ძირითადი განტოლება, რომელიც აკავშირებს მოძრაობის სიჩქარესა და ჰიდროდინამიკურ წნევას, დ. ბერნულიმ მიიღო 1738 წელს:

$$\frac{{U_1}^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{{U_2}^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

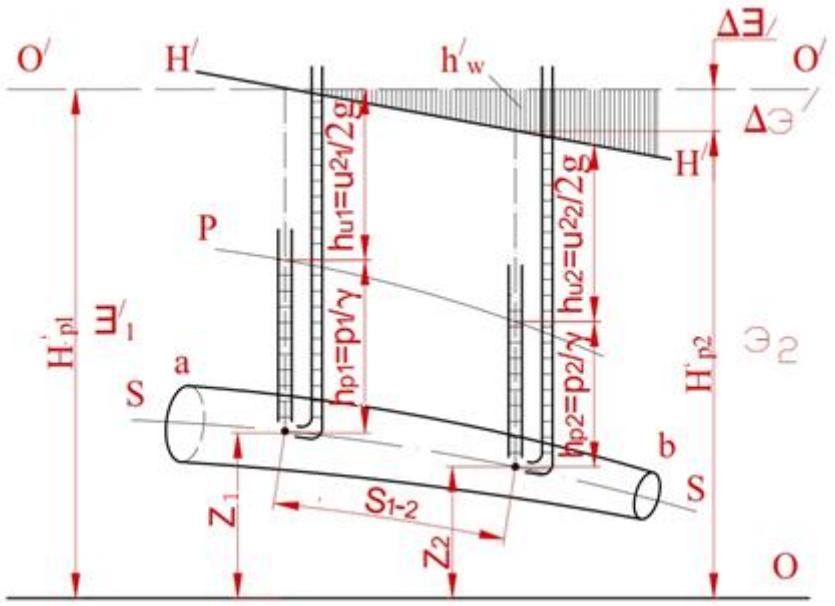
ამ განტოლებას უწოდებენ დ. ბერნულის განტოლებას იდეალური სითხის ელემენტარული ჭავლისათვის.

5.3.2. ბერნულის განტოლება რეალური (ბლანტი) სითხის ელემენტარული ჭავლისათვის

იდეალური (არაბლანტი) სითხის ელემენტარული ჭავლისათვის მიღებული ბერნულის განტოლება გავავრცელოთ რეალური (ბლანტი) სითხის ელემენტარულ ჭავლზე, ხოლო შემდეგ რეალური სითხის მთლიან ნაკადზე, რაც აუცილებელია პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად.

ბლანტი სითხის მოძრაობისას, იდეალური სითხისაგან განსხვავებით, ნაკადის შემადგენელ შრეებს შორის მოქმედებს შიდა ხახუნის ძალები. ხახუნი წარმოიქმნება, აგრეთვე, სადინარის კედლებსა და მასში მოძრავ სითხის ნაწილაკებს შორის და სხვა. ხახუნი კი თავის მოქმედებას ავლენს მოძრაობისადმი წინაღობის ძალებით და ამიტომ ბლანტი სითხის მოძრაობისას სითხის სრული კუთრი ენერგიის მარაგი არ შეიძლება დარჩეს მუდმივი; იგი სითხის დინების გასწვრივ ყოველთვის მცირდება, ვინაიდან ენერგიის (დაწნევის) მარაგის გარკვეული ნაწილი იხარჯება სითხის მოძრაობისადმი არსებულ წინაღობათა გადალახვაზე და გარდაიქმნება სითბურ ენერგიად. ჰიდრავლიკურ წინაღობათა გადალახვაზე დახარჯული ნაკადის სრული კუთრი ენერგიის ნაწილს დაწნევის დანაკარგი ეწოდება.

განვიხილოთ რეალური სითხის ელემენტარული ab ჭავლი (ნახ. 5.14), ზემოთ ნათქვამიდან გამომდინარე, ცხადია, ჭავლის სრული კუთრი ენერგია 2-2 კვეთში ყოველთვის ნაკლები იქნება, ვიდრე 1-1 კვეთში.



ნახაზი 5.14

ბერნულის განტოლებას რეალური სითხის ელემენტარული ჭავლის ორი კვეთისათვის აქვს შემდეგი სახე:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1{}^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2{}^2}{2g} + h_w \qquad (5.8)$$

ბერნულის განტოლების თითოეული წევრის გეომეტრიული არსი ასეთია:

z წარმოადგენს ნაკადის ცოცხალი კვეთის ნებისმიერი წერტილის მდებარეობის სიმაღლეს (დაწნევას) საფარდი სიბრტყის მიმართ;

$\frac{P}{\gamma}$ – პიეზომეტრულ სიმაღლეს აღებულ წერტილში;

$\frac{\alpha v^2}{2g}$ – სიჩქარით სიმაღლეს (დაწნევას), სადაც α ე. წ. კორიოლისის (კინემატიკური ენერგიის) კოეფიციენტია, რომელიც ახასიათებს ნაკადის ცოცხალ კვეთში ადგილობრივი სიჩქარეების (U) განაწილების უთანაბრობას. ექსპერიმენტის ჩატარებისას შეიძლება დავუშვათ, რომ α=1. სიჩქარითი დაწნევა წარმოადგენს იმ სიმაღლეს, რომელზეც აიწევს V სიჩქარის მქონე ვერტიკალური მიმართულებით მოძრავი ნაწილაკი წინაღობის არარსებობისას.

ენერგეტიკული თვალსაზრისით:

$\mathbf{z}$ წარმოადგენს ერთეული წონის მქონე სითხის მდებარეობის ენერგიას რაიმე ჰორიზონტალური 0-0 საფარდი სიბრტყის მიმართ, ანუ მდებარეობის კუთრ პოტენციურ ენერგიას ამ სიბრტყის მიმართ;

$\frac{P}{\gamma}$ – წნევის კუთრ პოტენციურ ენერგიას;

$\mathbf{z} + \frac{P}{\gamma}$ – კუთრ პოტენციურ ენერგიას;

$\frac{\alpha v^2}{2g}$ – კუთრ კინეტიკურ ენერგიას;

h_w – აღებულ კვეთებს შორის წინაღობათა გადალახვაზე კუთრი ენერგიის დანაკარგს.

მაშასადამე, ბერნულის განტოლების ენერგეტიკული არსი შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ: სითხის მოძრაობის დროს სრული კუთრი მექანიკური ენერგია, რომელიც მდებარეობის კუთრი, წნევის კუთრი და კუთრი კინეტიკური ენერგიებისაგან შედგება, მცირდება სითხის მიერ განვლილ მანძილზე კუთრი ენერგიის დანაკრგის სიდიდით.

5.4. სითხის ნაკადის ცოცხალი კვეთი და ხარჯი

,,სითხის მოძრაობის ჭავლისებური მოდელი" საფუძვლად უდევს პრაქტიკულ ჰიდროდინამიკას და მისი არსი ის არის, რომ სითხის ნაკადი აზრობრივ განიხილება, როგორც ურთიერთგანცალკევებით მოძრავი ელემენტარული ჭავლების უსასრულოდ დიდი რიცხვისაგან შედგენილი, ე.ი. სითხის ნაკადი წარმოდგენილია, როგორც ელემენტარული ჭავლების ერთობლიობა.

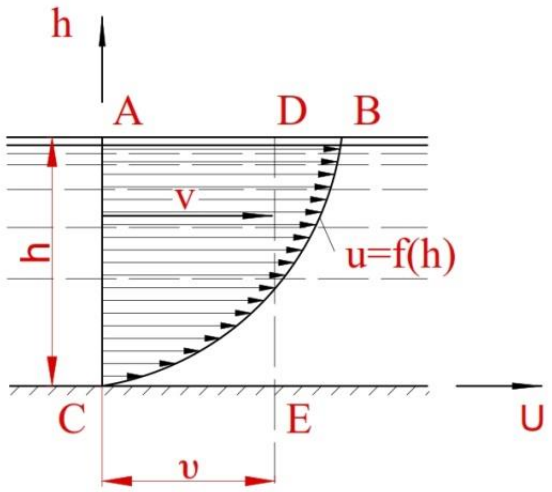
ნაკადის ძირითადი ჰიდრავლიკური ელემენტების - ცოცხალი კვეთისა და ხარჯის ცნებების განმარტება დავიწყოთ ელემენტარული ჭავლიდან. ცოცხალი კვეთის ცნება შეიძლება შემდეგნარად ჩამოვაყალიბოთ: ნაკადის განივკვეთს, რომელიც გატარებულია ელემენტარული ჭავლების სიჩქარეთა ვექტორების მართობულად და ნაკადის შიგნით ძევს, ცოცხალი კვეთი ეწოდება. ცოცხალი კვეთის ფართობი აღინიშნება ω-თი.

ხოლო სითხის ხარჯი (ნაკადის ხარჯი) ეწოდება სითხის მოცულობას, რომელიც დროის ერთეულში გაედინება ნაკადის ცოცხალ კვეთში. იგი Q-თი აღინიშნება.

$$Q=\frac{W}{T} \qquad მ^3/წმ \qquad (5.9)$$

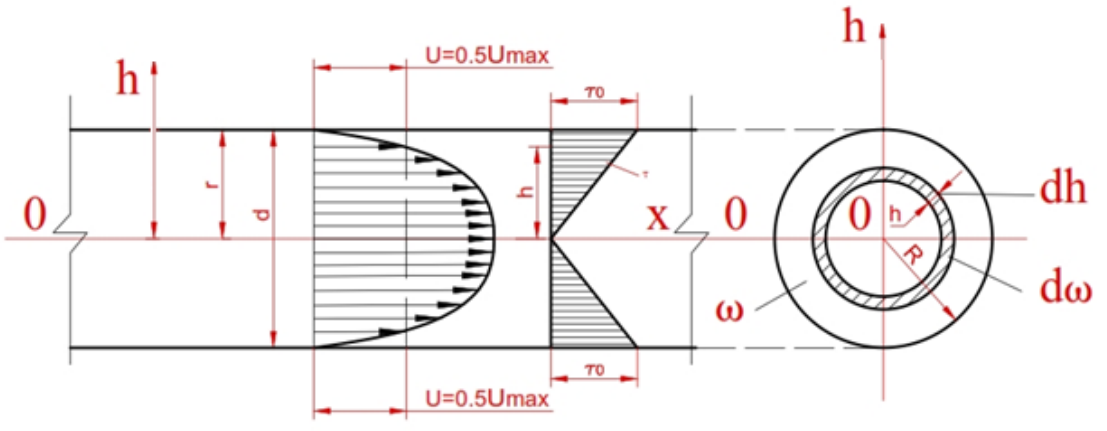
ნაკადის საშუალო სიჩქარე ეწოდება ისეთ თეორიულ (ფიქტიურ) სიჩქარეს, რომლითაც სითხის ყველა ნაწილაკს რომ ემოძრავა ნაკადის ცოცხალ კვეთში, სითხის ხარჯი იქნებოდა ამ ნაწილაკების ჭეშმარიტი (ნამდვილი) სიჩქარეების შესაბამისი ხარჯის ტოლი.

ნაკადის ცოცხალ კვეთში ადგილობრივი U სიჩქარის (სხვადასხვა სიღრმეზე მდებარე წერტილებში) განაწილების კანონის გრაფიკულ გამოსახულებას სიჩქარის ეპიურა ეწოდება (ნახ. 5.15).



ნახაზი 5.15

ნახაზზე ადგილობრივი U სიჩქარის ვექტორის სიდიდეები აღებულია სიჩქარის გარკვეულ ხაზოვან მასშტაბში. ნაკადის h ვერტიკალისათვის აგებული სიჩქარის ეპიურის შემომსაზღვრელი BC წირი, ჩვეულებრივ, პარაბოლური სახის მრუდს წარმოადგენს. თუ ABC ეპიურის ფართობს გავყოფთ ნაკადის h სიღრმეზე, მივიღებთ ამ ეპიურის ტოლი ფართობის მქონე ADEC მართკუთხედის CE სიგანეს, რომელიც გამოსახავს h ვერტიკალზე მუდმივი საშუალო V სიჩქარის სიდიდეს. ცხადია, თანაბარი მოძრაობისას ნაკადის ყველა ცოცხალი კვეთისათვის საშუალო სიჩქარე იქნება მუდმივი, არათანაბარი მოძრაობისას კი - განსხვავებული.



ნახაზი 5.16. ადგილობრივი სიჩქარეების განაწილების ეპიურა სადაწნეო მილსადენში

ხარჯის სიდიდე მოცემული ცოცხალი კვეთისათვის გამოისახება ფორმულით:

$$Q=\omega \cdot v \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

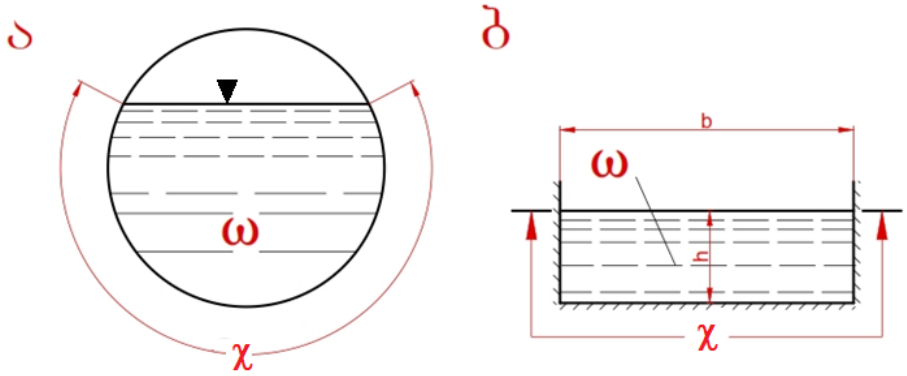
ამრიგად, სითხის ხარჯი ცოცხალი კვეთის ფართობისა და მასში საშუალო სიჩქარის ნამრავლის ტოლია.

ამ ფორმულიდან, საშუალო სიჩქარე

$$v = \frac{Q}{\omega} \text{ მ/წმ}$$

ახლა განვიხილოთ ნაკადის ცოცხალი კვეთის მახასიათებელი ელემენტების - სველი პერიმეტრისა და ჰიდრავლიკური რადიუსის ცნებები.

სველი პერიმეტრი ეწოდება ნაკადის ცოცხალი კვეთის პერიმეტრის (კონტურის) ნაწილს, რომლის გასწვრივ სითხე ეხება ნაკადის შემომსაზღვრელ მყარ კედელს. იგი χ (ხი) ასოთი აღინიშნება (ნახ. 5.17 ა,ბ). ღია მართკუთხა არხის ცოცხალი კვეთის პერიმეტრის სიგრძე $\chi=b+2h$; მთლიანად შევსებული r რადიუსიანი წრიული კვეთის შემთხვევაში სველი პერიმეტრი $\chi=2\pi r =\pi D$ და სხვა.



ნახაზი 5.17

ჰიდრავლიკური რადიუსი ეწოდება ცოცხალი კვეთის ფართობის შეფარდებას სველ პერიმეტრთან. იგი R-ით აღინიშნება.

$$R = \frac{\omega}{\chi} \text{ (მ)} \qquad (5.10)$$

5.5. ჰიდრავლიკური წინაღობები და ნაკადის დაწნევის დანაკარგები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სითხის ნაკადის ერთი კვეთიდან მეორე კვეთამდე გადაადგილებაზე კარგავს გარკვეულ ენერგიას. არსებობს დანაკარგები: სიგრძეზე, ადგილობრივი და ა.შ.

სადინარის სიგრძეზე დაწნევის დანაკარგების განსაზღვრისათვის საბოლოო ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$h_e = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \qquad (5.11)$$

ამ ფორმულას დარსი-ვეისბახის ფორმულას უწოდებენ; მას ხშირად წყალსადენის (მილსადენი) პირველ ძირითად ფორმულასაც უწოდებენ, სადაც λ - სადინარის სიგრძეზე დაწნევის დანაკარგების კოეფიციენტს (დარსის) უწოდებენ, L - სადინარის სიგრძე, d - დიამეტრი, v - სიჩქარე, g=9.81 თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

ამ ფორმულიდან λ დარსის კოეფიციენტი ტოლია $\lambda = \frac{h_e \cdot d \cdot 2g}{l \cdot v^2}$; იგი ლამინარული მოძრაობის დროს ტოლია $\lambda_{\text{ლამ}} = \frac{64}{Re}$;

ახლა გავეცნოთ ადგილობრივ ჰიდრავლიკურ წინაღობებს და მათთან დაკავშირებულ დაწნევის ადგილობრივ დანაკარგებს. ადგილობრივ ჰიდრავლიკურ წინაღობებს წარმოადგენს მილსადენების ქსელებისა და ცალკეული ჰიდრავლიკური დანადგარების ფასონური ნაწილები, არმატურა და სხვა სპეციალური მოწყობილობები. ამ წინაღობათა ფარგლებში ნაკადის მოძრაობა იძენს მკვეთრად ცვლად ხასიათს, ვინაიდან ასევე იცვლება სითხის მიერ გარსშემოდენილი ზედაპირების კონფიგურაცია. მკვეთრად იცვლება, აგრთვე, ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის სიდიდე და მიმართულება, ირღვევა მისი სწვრივჭავლური სტრუქტურა, წარმოიქმნება სადინარის კედლებიდან ჭავლების მოწყვეტის გრიგალური ზონები, რასაც თან ახლავს ნაწილაკების შერევა ამ ზონებსა და ძირითად ნაკადს შორის და სხვა. ეს მოვლენები ვითარდება ნაკადის მკვეთრი გაფართოების ან შევიწროებისას, მოხვევის, დიაფრაგმების, ონკანების, საკეტებისა და რაიმე სხვა მოწყობილობათა ფარგლებში სითხის მოძრაობისას. ცხადია, ასეთი ლოკალური სახის წინაღობათა დაძლევაზე იხარჯება ნაკადის ენერგიის მარაგის გარკვეული ნაწილი, რომელიც შეადგენს დაწნევის დამატებით დანაკარგებს - ე.წ. დაწნევის ადგილობრივ დანაკარგებს, აღინიშნება $h_{\text{wადგ}}$.

ნებისმიერი ადგილობრივი წინაღობით გამოწვეული დაწნევის დანაკარგი მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმისას, ჩვეულებრივ, განისაზღვრება სიჩქარითი დაწნევის მიხედვით (მის ნაწილებში) ვეისბახის ცნობილი ფორმულით:

$$h_{\text{wადგ}} = \xi \frac{v^2}{2g} \qquad (5.12)$$

სადაც $\xi = \xi_{\text{ადგ}}$ არის ე.წ. ადგილობრივი წინაღობის უგანზომილებო კოეფიციენტი (მარტივად ვეისბახის კოეფიციენტი), რომელიც უმეტესი სახეობისათვის განისაზღვრება ცდებით.

დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგები შეიძლება დავყოთ შემდეგ ძირითად ჯგუფებად:

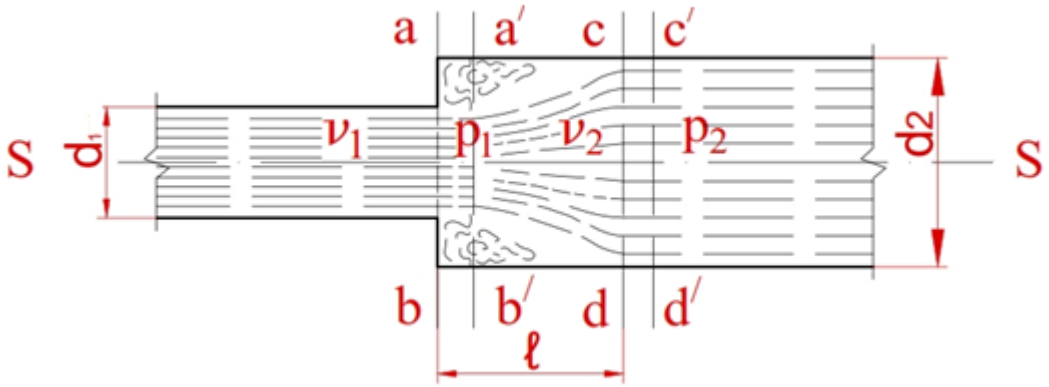
1) ნაკადის ცოცხალი კვეთისა და მოძრაობის სამუალო სიჩქარის ცვლილებასთან დაკავშირებული დანაკარგები. ამ ჯგუფს ეკუთვნის ნაკადის უეცარი (მკვეთრი) გაფართოების, უეცარი შევიწროების, თანდათანობითი (მდოვრე) გაფართოებისა და შევიწროების შემთხვევები;

2) ნაკადის მიმართულების ცვლილებით გამოწვეული დანაკარგები. ასეთ დანაკარგებს ვხვდებით სითხის მოძრაობისას მილსადენების სხვადასხვა სახის მუხლებში, კუთხოვანებში, განშტოების უბნებში და სხვა;

3) დანაკარგები, რომლებიც დაკავშირებულია სითხის მოძრაობასთან სხვადასხვა ტიპის საარმატურო ნაწილებით აღჭურვილ მილსადენებში (ვენტილებში, ონკანებში, ურდულებში, უკუსარქველებში, გისოსებში, ბადეებში და სხვა);

4) ნაკადისაგან ერთი ნაწილის გამოყოფით ან, პირიქით, ორი ნაკადის შერთვით (ერთ ნაკადად შერყმით) გამოწვეული ადგილობრივი დანაკარგები. ასეთი სახის დანაკარგებს პრაქტიკულად ვხვდებით სითხის მოძრაობისას სამკაპა და ჯვარედ განმანაწილებლებში. მილსადენის გვერდითი კედლების ნახვრეტებიდან გამოდინების დროს, სატრანზიტო ხარჯით მოძრაობისას და სხვა.

განვიხილოთ ადგილობრივი წინაღობის პრაქტიკაში გავრცელებული შემთხვევა, სახელდობრ, ნაკადის უეცარი გაფართოების შემთხვევა. სითხე მოძრაობს წრიული კვეთის ჰორიზონტალურ ცილინდრულ მილსადენში, რომელიც d_1 დიამეტრიდან უეცრად ფართოვდება d_2 დიამეტრამდე (ნახ. 5.18). ცდები გვიჩვენებს, რომ მცირე კვეთის მილიდან გამოდინებული ნაკადი უცბად ვერ ავსებს დიდი კვეთის მილის მთლიან განივკვეთს; მილის მკვეთრი გაფართოების ab კვეთში სითხე წყდება სადინარის კედლებს და განაგრძობს მოძრაობას ფართო კვეთის მილის საწყის უბანზე თავისუფალი, მდოვრედ განშლადი ჭავლის სახით მანამდე, სანამ აღნიშნული კვეთიდან გარკვეულ L მანძილზე მთლიანად არ შეავსებს ფართო მილის ცოცხალ კვეთს. განშლადი ჭავლის ზედაპირსა და ფართო მილის კედლებს შორის მოქცეულ რგოლური სივრციდან განშლადი ჭავლის აერაციის უნარის გამო ხდება ჰაერის გაწოვა და ამიტომ აღნიშნული თავისუფალი რგოლური სივრცე შეივსება ჭავლიდან მოწყვეტილი სითხის გრიგალური წარმონაქმნებით, რომლებიც განაპირობებს სითხის მასების მოუწესრიგებელ, გრიგალურ მოძრაობას ამ რგოლურ ზონაში (ჭავლების მოწყვეტის ამ სივრცეს ხშირად „მკვდარ ზონას" ან ,,გრიგალურ მორევს" უწოდებენ). ნაკადის უეცარი გაფართოებით გამოწვეულ ჰიდრავლიკურ წინაღობათა დაძლევაზე იხარჯება ნაკადის ენერგიის მარაგის საგრძნობი ნაწილი, ნაკადის უეცარი გაფართოების უბანზე გამოვყოთ სითხის abcd მოცულობა, ამასთან, cd ცოცხალი კვეთი ავირჩიოთ მილსადენის მკვეთრი გაფართოების ab კვეთიდან l მანძილზე, ე.ი. იქ, სადაც ცენტრალური განშლადი ჭავლი უკვე მთლიანად ავსებს ფართო მილის კვეთს და სითხის ჭავლების პარალელობის გამო ჰიდროდინამიკური წნევის განაწილება ექვემდებარება ჰიდროსტატიკის ძირითად კანონს. აღვნიშნოთ ω_1 და ω_2 ნაკადის ცოცხალი კვეთის ფართობები, შესაბამისად, მილის გაფართოებამდე და გაფართოების შემდეგ v_1 და v_2 სითხის მოძრაობის საშუალო სიჩქარეები იმავე კვეთში, ხოლო p_1 და p_2-ით ჰიდროდინამიკური წნევის სიდიდეები ω_1 და ω_2 ცოცხალი კვეთების ცენტრებში.



ნახაზი 5.18

ბერნულის განტოლების თანახმად, ჰორიზონტალური მილსადენის შემთხვევაში დაწნევის დანაკარგი მილის განსახილველ l უბანზე, სახელდობრ, დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგი ნაკადის უეცარ გაფართოებაზე ტოლია:

$h_{w\text{უგ}} = (\frac{P_1}{\gamma} + \frac{{v_1}^2}{2g}) - (\frac{P_2}{\gamma} + \frac{{v_2}^2}{2g})$; (5.13)

საბოლოოდ, ნაკადის უეცარ გაფართოებაზე დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგის განსაზღვრისათვის მივიღებთ ბორდას თეორიულ ფორმულას:

$h_{w\text{უგ (თეორ)}} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$ (5.14)

სიჩქარეთა $v_1 - v_2$ სხვაობა განვიხილოთ ნაკადის უეცარი გაფართოების შედეგად დაკარგულ სიჩქარედ ($v_1 - v_2 = \Delta v$), მაშინ მიღებული ფორმულა ასე შეიძება ჩამოვაყალიბოთ: დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგი ნაკადის უეცარი გაფართოებისას ტოლი გაფართოების შედეგად დაკარგული სიჩქარის შესაბამისი სიჩქარითი დაწნევის სიდიდისა.

5.5.1. შეზის ფორმულა და სადინარის სიგრძეზე დაწნევის დანაკარგები

თანაბარი ტურბულენტური ნაკადის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის საანგარიშო განტოლებას, რომელიც ცნობილია შეზის სახელწოდებით, აქვს შემდეგი სახე: $v = c\sqrt{R\,I}$ მ/წმ, სადაც c კოეფიციენტს სიჩქარითი მამრავლი, ანუ მარტივად შეზის კოეფიციენტი ეწოდება, R - ჰიდრავლიკური რადიუსია, I - ჰიდრავლიკური ქანობი.

შეზის ფორმულით განისაზღვრება საშუალო სიჩქარე ნაკადის თანაბარი მოძრაობისას მილსადენებში, არხებში, ნიაღვარსადენებში, წყალგამშვებ მილებში, კოლექტორებში, ბუნებრივ კალაპოტებსა (მდინარეებში) და სხვა.

თანაბარი ტურბულენტური ნაკადის ხარჯის ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$Q = \omega \cdot v = \omega c\sqrt{R\,I}$ მ³/წმ, სადაც ω ნაკადის ცოცხალი კვეთის ფართობია.

შეზის c კოეფიციენტის გაანგარიშებისათვის არსებული მრავალი ფორმულიდან ყველაზე მეტად ცნობილია განგილიე-კუტერის, მანინგის და პავლოვსკის ემპირიული ფორმულები. იმ თეორიულ სტრუქტურას, რომელიც უნდა ჰქონდეს c-ს საანგარიშო ფორმულას, ყველაზე უკეთ ეთანადება პავლოვსკის შემდეგი მაჩვენებლიანი ფორმულა:

$c=\frac{1}{n}R^{y}$ მ$^{0.5}$/წმ (5.15)

პავლოვსკის ფორმულა სხვა ფორმულებთან შედარებით უფრო ზუსტ მნიშვნელობას იძლევა. ჰიდრავლიკური რადიუსის ცვალებადობის 0,1 ≤ R ≤ 3,0 მ; (5.15) ფორმულაში n არის სადინარის (კალაპოტის) ხორკლიანობის კოეფიციენტი, R - ჰიდრავლიკური რადიუსი.

ხორკლიანობის n კოეფიციენტის მნიშვნელობათა ცხრილი მოცემულია ქვემოთ (ცხრილის 5.1).

გაანგარიშების გაადვილების მიზნით, პავლოვსკის ფორმულით განსაზღვრული შეზის C კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია სპეციალურ ცხრილში (დანართი I).

5.6. სადაწნეო მილსადენების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება

საინჟინრო პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევებში სითხის სადაწნეო მოძრაობა ცილინდრულ მილსადენებში დამყარებული და თანაბარია; მოძრაობის რეჟიმი ასეთ მილსადენებში უმეტესად ტურბულენტურია და ექვემდებარება წინაღობის კვადრატულ ზონას. სადაწნეო მილსადენების დაპროექტებისათვის აუცილებელია მათი ჰიდრავლიკური გაანგარიშება. იგი ძირითადად მდგომარეობს მოცემული ხარჯის შემთხვევაში მილსადენის დიამეტრისა და დაწნევის დანაკარგების განსაზღვრასა ან მილსადენის მოცემული ზომებისას მისი გამტარობის (ხარჯის) დადგენაში.

დაწნევის საერთო (ჯამური) დანაკარგები მილსადენებში განისაზღვრება მათ სიგრძესა და ადგილობრივ წინაღობებზე დანაკარგების არითმეტიკული შეჯამებით. აღნიშნული დანაკარგების სიდიდეებს შორის თანაფარდობის მიხედვით ჰიდრავლიკური გაანგარიშებისას განასხვავებენ მოკლე და გრძელ მილსადენებს.

მოკლე ეწოდება მცირე სიგრძის მილსადენებს, რომელთაც აქვს ადგილობრივ წინაღობათა საკმაოდ დიდი რიცხვი და დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგები შეადგენს სიგრძეზე დანაკარგების არანაკლებ 5-10%-ს.

გრძელი ეწოდება შედარებით დიდი სიგრძის მილსადენებს, რომლებშიც დაწნევის ადგილობრივი დანაკარგები სიგრძეზე დანაკარგებთან შედარებით პრაქტიკულად უმნიშვნელოა და შეადგენს ამ უკანასკნელის 5%-ზე ნაკლებ სიდიდეს. გრძელი მილსადენების ჰიდრავლიკური გაანგარიშებისას ადგილობრივი დანაკარგები ცალკე არ განიხილება და მათი სიდიდე ჯამურ დანაკარგებში აიღება სიგრძეზე დანაკარგების გარკვეული პროცენტის სახით (5-10%-მდე.); ზოგ შემთხვევაში (ძალზე გრძელ წყალსადენის მაგისტრალურ მილსადენებში) დასაშვებია ადგილობრივი დანაკარგების სრული უგულებელყოფა.

მოკლე მილსადენებს მიეკუთვნება ტუმბოების შემწოვი მილები, სიფონები, დიუკერები და სხვა. გრძელ მილსადენებს - წყალსადენის მაგისტრალური მილები, ნავთობისა და გაზის სადინარები, ენერგეტიკული სადაწნეო გვირაბები და სხვა.

გრძელი მილსადენები, მუშაობის ჰიდრავლიკური სქემისა და პირობების მიხედვით იყოფა მარტივ და რთულ მილსადენებად. მარტივ მილსადენებს არ აქვს განშტოებანი და ხასიათდება მუდმივი დიამეტრით და სითხის სატრანზიტო ხარჯით; განსხვავებული დიამეტრის მქონე, მიმდევრობით შეერთებული ცილინდრული მილებისაგან შედგენილი მილსადენი, აგრეთვე, ჩაითვლება მარტივ მილსადენად. რთულ მილსადენებს აქვს განშტოებანი და ამიტომ მილსადენის გასწვრივ სითხის ხარჯი ცვლადია.

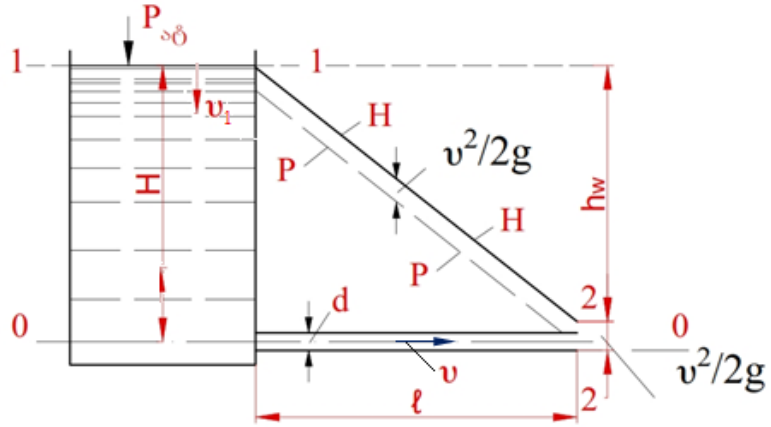
საინჟინრო პრაქტიკაში გავრცელებულია რთული მილსადენების ქსელების ორი ძირითადი სახეობა: ჩიხური მილსადენები, რომლებიც შეიცავს მაგისტრალურ მილებს გვერდითი განშტოებებით და რგოლური მილსადენები, რომლებიც შეიცავს მილსადენების ერთ ან რამდენიმე ჩაკეტილ (დახშულ) რგოლს.

გრძელი სადაწნეო მილსადენების ჰიდრავლიკური გაანგარიშებისათვის მოძრაობის თანაბარი ტურბულენტური რეჟიმისას ფართოდ გამოიყენება ბერნულის და შეზის განტოლებები. შეზის განტოლების მიხედვით განისაზღვრება სითხის ხარჯი მილსადენში:

$$Q = \omega * v = \omega c\sqrt{R\,I} \qquad (5.15)$$

გრძელი მილსადენების გაანგარიშებისას დაწნევის სიგრძეზე დანაკარგების საანგარიშოდ გამოიყენება დარსი-ვეისბახის ფორმულა:

$$h_w = \lambda \frac{e}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \qquad (5.16)$$



ნახაზი 5.19

გრძელი მილსადენიდან სითხის ატმოსფეროში გამოდინებისას (თავისუფალი გამოდინებისას ნახ. 5.19) მიზანშეწონილია ბერნულის განტოლების შედგენა რეზერვუარის 1-1 და მილსადენის გამოსასვლელი 2-2 კვეთებისათვის მილსადენის ღერძთან შეთავსებული ჰორიზონტალური 0-0 საფარდი სიბრტყის მიმართ, ე.ი.

$$H + \frac{P_{ატ}}{\gamma} + \frac{\alpha_1 {v_1}^2}{2g} = 0 + \frac{P_{ატ}}{\gamma} + \frac{\alpha_2 {v_2}^2}{2g} + h_w$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $\frac{\alpha_1 {v_1}^2}{2g} \approx 0$; $\alpha_2 \approx 1$; $v_2 = v$ - საშუალო სიჩქარის სიდიდეა მუდმივდიამეტრიან მილსადენში, საბოლოოდ მივიღებთ:

$H = h_w + \frac{{v_2}^2}{2g}$, ხოლო ხარჯი

$$Q = \mu\, \omega \sqrt{2gH} \qquad (5.17)$$

სადაც $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ არის მილსადენის ცოცხალი კვეთის ფართობი, ხოლო $\mu = \varphi$ - ხარჯის კოეფიციენტი.

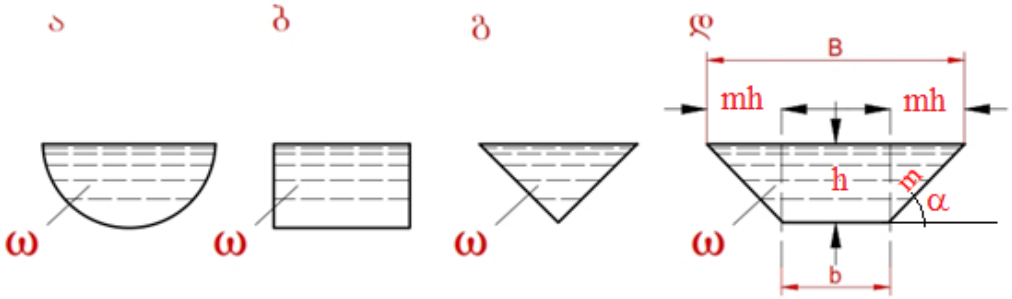
5.7. სითხის თანაბარი მოძრაობა ღია კალაპოტებში

არხის (კალაპოტის) განივკვეთს, რომელიც სხვა ფორმის მქონე, მაგრამ იმავე ცოცხალი კვეთის ω ფართობის, ფსკერის i ქანობისა და კალაპოტის კედლების n ხორკლიანობისას ატარებს სითხის უდიდეს ხარჯს (ე.ი. ხასიათდება უდიდესი გამტარობით), ჰიდრავლიკურად უხელსაყრელესი კვეთი ეწოდება. ცხადია, ჰიდრავლიკურად უხელსაყრელესი კვეთი კალაპოტის დადგენილი ქანობისას მოცემულ ხარჯს გაატარებს ნაკადის ცოცხალი კვეთის უმცირესი ფართობით; ეს კი იმას ნიშნავს, რომ არხის გაყვანისას შესრულებული იქნება მიწისა და მოსაპირკეთებელი სამუშაოების უმცირესი მოცულობა და დანახარჯები არხის მშენებლობაზე იქნება მინიმალური.

ხარჯის ფორმულა (5.15) გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$Q = \omega c \sqrt{\frac{w}{\chi} i}$$

მაშასადამე, c სიდიდეების მუდმივი მნიშვნელობისას (ω, i, n) სითხის ხარჯი დამოკიდებულია მხოლოდ სველი პერიმეტრის (χ) სიდიდეზე. ეს კი იმაზე მეტყველებს, რომ არხის უხელსაყრელესი კვეთის სველი პერიმეტრის სიგრძე უნდა იყოს მინიმალური (სხვა კვეთებთან შედარებით).



ნახაზი 5.20

5.20 ნახაზზე გამოსახული სხვადასხვა ფორმის არხის კვეთებიდან ერთი და იმავე ცოცხალი კვეთის ω ფართობისას უმცირესი სველი პერიმეტრით ხასიათდება ნახევრადწრიული ფორმის კვეთი (ნახ. 5.20 ა), ამიტომ იგი ჰიდრავლიკურად უხელსაყრელესია. მაგრამ სამშენებლო სამუშაოებისა და ექსპლუატაციის სირთულის გამო ნახევრადწრიული და მართკუთხა კვეთის დიდი არხები არ შენდება. საინჟინრო პრაქტიკაში არხის განივ კვეთს, ჩვეულებრივ, ეძლევა ტრაპეციული ფორმა (ნახ. 5.20 დ).

ტრაპეციული არხის ცოცხალი კვეთის ω ფართობი არხის ავსების h სიღრმისას ტოლია $\omega=bh+mh^2=h(b+mh)$, სადაც $m=\frac{m\text{h}}{\text{h}}=ctg\ \alpha$ არხის ფერდოს კოეფიციენტი

α -ფერდოს ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხე; b -არხის ფსკერის სიგანე

სველი პერიმეტრი $\chi= b+2h\sqrt{1+m^2}$; თავისუფალი ზედაპირის b სიგანე B=b+2mh

ჰიდრავლიკური რადიუსი $R=\frac{\omega}{\chi}$; არხში სითხის მოძრაობის სიჩქარე $v= c\sqrt{Ri}$

ხოლო ხარჯი $Q=\omega\cdot v=\omega c\sqrt{R\,i}$

წინაღობის λ კოეფიციენტის განსაზღვრა მილსადენებში ტურბულენტური მოძრაობისას

როგორც ვიცით, წრიული კვეთის ცილინდრული მილსადენის სიგრძეზე დაწნევის დანაკარგის განსაზღვრისათვის მიზანშეწონილია დარსი-ვეისბახის ან ე.წ. წყალსადენის პირველი ძირითადი ფორმულის გამოყენება (5.11). მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ფორმულაში შემავალი ჰიდრავლიკური წინაღობის λ კოეფიციენტის განსაზღვრის საკითხი მილსადენებში სითხის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმისას ითვლება სითხის მექანიკის ერთ-ერთ ურთულეს ამოცანად, რომლის ზოგადი თეორიული გადაწყვეტა დღემდე არ არსებობს.

ჰიდრავლიკური წინაღობისა და კერძოდ, დარსის λ კოეფიციენტის განსაზღვრის საკითხში ბოლო ათეული წლების განმავლობაში ფართო მასშტაბის ექსპერიმენტული და თეორიული გამოკვლევა ჩაატარა მრავალმა მეცნიერმა.

განზომლებათა თეორიის საფუძველზე დადგენილია, რომ λ კოეფიციენტის სიდიდე მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმისას დამოკიდებულია ჩვენთვის ცნობილ ორ უგანზომილებო პარამეტრზე: Re - რეინოლდსის რიცხვზე და $\frac{\Delta}{\text{d}}$ - ფარდობით ხორკლიანობაზე:

$$\lambda=f(\text{Re},\frac{\Delta}{\text{d}}) \qquad (5.18)$$

მოძრაობის ლამინარული რეჟიმისას (იმავე მილსადენში) λ კოეფიციენტი დამოკიდებულია მხოლოდ რეინოლდსის რიცხვზე:

$$\lambda=\lambda_{\text{ლამ}}=\frac{64}{\text{Re}} \qquad (5.19)$$

ქვემოთ მოგვყავს λ კოეფიციენტის პრაქტიკაში ყველაზე უფრო გავრცელებული ემპირიული და ნახევრად ემპირიული საანგარიშო ფორმულები.

1. **წინაღობის ჰიდრავლიკურად გლუვკედლიანი ზონა** შეიძლება განისაზღვროს რეინოლდსის რიცხვის ცვლებადობის შემდეგი შუალედით:

$$2320<\mathrm{Re}\leq 27\left(\frac{d}{\Delta}\right)^{\frac{8}{7}} \qquad (5.20)$$

თუ რეინოლდსის რიცხვი Re<100000 (ზემოთ აღნიშნულ შუალედში), მაშინ წინაღობის $\lambda=\lambda_{\text{გლ}}$ კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის მიზანშეწონილია ბლაზიუსის ცნობილი ფორმულის გამოყენება:

$$\lambda_{\text{გლ}}=\frac{0{,}3164}{Re^{0.25}} \qquad (5.21)$$

თუ იმავე შუალედში ნაკადის რეინოლდსის რიცხვი Re>100000-ზე, მაშინ ბლაზიუსის (5.55) ფორმულა უკვე აღარ იძლევა λ კოეფიციენტის ისეთსავე ზუსტ მნიშვნელობას. ამ შემთხვევაში λ კოეფიციენტის განსაზღვრა მიზანშეწონილია შემდეგი ფორმულით:

$$\lambda_{\text{გლ}}=\frac{1}{(1.8\ lgRe-1.52)^2} \qquad (5.22)$$

2. **წინაღობის გარდამავალი ზონა,** ანუ ჰიდრავლიკურად ნაწილობრივ ხორკლიანი მილსადენების წინაღობის ზონაში:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}}=-2\lg\left[0.27\frac{\Delta}{\mathrm{d}}+\left(\frac{6.81}{\mathrm{Re}}\right)^{0.9}\right] \qquad (5.23)$$

ამ ფორმულიდან ვხედავთ, რომ λ დამოკიდებულია არა მარტო რეინოლდსის მნიშვნელობაზე, არამედ მილსადენების ხორკლიანობაზეც.

3. ჰიდრავლიკურად სავსებით ხორკლიანი მილების ($\delta_{\text{ეკს}}=0$), ანუ წინაღობის კვადრატული ზონა განისაზღვრება პირობით:

$$\mathrm{Re}\geq 383\frac{d}{\Delta}(\mathrm{K}+\lg\mathrm{R}) \qquad (5.24)$$

ამ ზონაში λ კოეფიციენტის სიდიდეზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მხოლოდ მილის კედლების ხორკლიანობა (Re-ს სიდიდეზე იგი აღარ არის დამოკიდებული).

წინაღობის კვადრატულ ზონაში $\lambda=\lambda_{\text{ხ}}$ კოეფიციენტი განისაზღვრება ი. ნიკურაძის ცნობილი ფორმულით:

$$\lambda_{\text{ხ}}=\frac{1}{(2\ lg\frac{r}{\Delta}+1.74)^2} \qquad (5.25)$$

5. ბაზლოვსკის ფორმულით გამოთვლილი შეზის C კოეფიციენტის მნიშვნელობები

R, მ	n კოეფიციენტის შესაბამისი C კოეფიციენტის მნიშვნელობები							
	0,011	0,012	0.013	0,017	0,02	0,0225	0,025	0,03
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,10	67,2	60,3	54,5	38,1	30,6	26,0	22,4	17,3
0,16	71,5	64,5	58,4	41,8	34,0	29,2	25,4	19,9
0,20	73,3	66,6	60,5	43,6	35,7	30,8	26,9	21,3
0,30	77,7	70,5	64,2	47,2	39,0	33,9	29,9	24,0
0,40	80,7	73,4	67,1	49,8	41,3	36,0	31,8	25,8
0,50	83,1	75,7	69,3	51,9	43,5	38,2	34,0	27,8
0,60	85,0	77,7	71,2	53,7	45,2	39,8	35,5	29,2
0,70	86,8	79,4	72,9	55,2	46,6	41,2	36,9	30,4
0,80	88,8	80,8	74,5	56,5	47,9	42,4	38,0	31,5
0,90	89,4	81,8	75,7	57,5	48,8	43,2	38,9	32,3
1,0	90,9	83,3	76,9	58,8	50,0	44,4	40,0	33,3
1,1	92,0	84,4	77,9	59,8	50,9	45,3	40,9	34,1
1,2	93,1	85,4	78,9	60,7	51,8	46,1	41,6	34,8
1,3	94,0	86,3	79,8	61,5	52,5	46,9	42,3	35,6
1,4	94,8	87,1	80,6	62,2	53,2	47,5	43,0	36,1
1,5	95,7	88,0	81,4	62,9	53,9	48,2	43,6	36,7
1,6	96,5	88,7	82,2	63,6	54,5	48,7	44,1	37,2
1,7	97,3	89,5	82,9	64,3	55,1	49,3	44,7	37,7
1,8	98,0	90,1	83,5	64,8	55,6	49,8	45,1	38,1
1,9	98,6	90,8	84,2	65,4	56,1	50,3	45,6	38,5
2,0	99,3	91,4	84,8	65,9	56,6	50,8	46,0	38,9
2,2	100,4	92,4	85,9	66,8	57,4	51,6	46,8	39,6
2,4	101,5	93,5	86,9	67,7	58,3	52,3	47,5	40,3
2,6	101,5	94,5	87,9	68,4	59,0	53,0	48,2	40,9
2,8	103,5	95,3	88,9	69,1	59,7	53,6	48,7	41,4
3,0	104,4	96,2	89,7	69,8	60,3	54,2	49,3	41,9
3,2	105,2	96,9	90,5	70,4	60,8	54,6	49,7	42,3
3,4	106,0	97,6	91,2	71,0	61,3	55,1	50,1	42,6
3,6	106,7	98,3	92,0	71,5	61,7	55,5	50,5	43,0
3,8	107,4	99,0	92,7	72,0	62,1	55,8	50,8	43,3
4,0	108,1	99,6	93,4	72,5	62,5	56,2	51,2	43,6
4,2	108,7	100,1	94,0	72,8	62,9	56,5	51,4	43,8
4,4	109,2	100,6	94,6	73,2	63,2	56,8	51,6	44,0
4,6	109,8	101,0	95,2	73,5	63,6	57,0	51,8	44,2
4,8	110,4	101,5	95,9	73,9	63,9	57,3	52,1	44,4
5,0	111,0	102,0	96,4	74,2	64,1	57,6	52,4	44,6



5.8. კითხვები თვითშეფასებისთვის:

1. რას ეწოდება სითხე?
2. რას უდრის სითხის კუთრი (მოცულობითი) წონა?
3. რას უდრის სითხის სიმკვრივე?
4. რას ეწოდება ჰიდროსტატიკური წნევა?
5. ჰიდროსტატიკური წნევის თვისებები.
6. ბუნებაში სითხეების მოძრაობის როგორი რეჟიმები არსებობს?
7. რას უდრის ბერნულის განტოლება რეალური სითხის ელემენტარული ჭავლის ორი კვეთისთვის?
8. რას ეწოდება სითხის ნაკადის ცოცხალი კვეთი?
9. რას უდრის სითხის ხარჯი?
10. რას უდრის სითხის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე?
11. რომელ ფორმულას უწოდებენ დარსი-ვეისბახის სახელს?
12. რას უდრის შეზის C კოეფიციენტი?
13. რომელ მილსადენებს მიეკუთვნება გრძელი და მოკლე მილსადენები?

თავი 6. ჰიდროტექნიკა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, მათი როლი ქვეყნის წყლის მეურნეობაში, წყლის მეურნეობის დარგები



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ წყლის ბალანსის განსაზღვრას; მდინარის ძირითადი ელემენტებისა და წყალშემკრები აუზის ფართობის განსაზღვრას; მდინარის მინიმალური და მაქსიმალური ხარჯების და მისი მყარი ნატანის ჩამონადენის გაანგარიშებას. გააცნობიერებთ სამშენებლო მოედნიდან წყლის არიდების საკითხებს.



წყლის მეურნეობა და მისი დარგები

დედამიწის ზედაპირზე არსებული წყლის საერთო რაოდენობის ნაწილი, რომელიც ჩაედინება მდინარეთა და გრუნტის წყლების სახით, ძალიან არათანაბრად არის განაწილებული როგორც ფართობის, ისე დროის მიხედვით. მაშინ, როდესაც სამეურნეო გამოყენების თვალსაზრისით სწორედ ეს წყლებია ყველაზე მნიშვნელოვანი.

ეროვნული მეურნეობის იმ დარგს, რომელიც შეისწავლის ქვეყნის წყლის რესურსების აღრიცხვას, რეგულირებას, განაწილებასა და გამოყენების საკითხებს, ეწოდება წყლის მეურნეობა. წყლის მეურნეობის დარგებია: **ჰიდროენერგეტიკა, წყლის ტრანსპორტი, ჰიდრომელიორაცია, წყალმომარაგება და წყალარინება, წყლის წიაღისეულის მოპოვება, წყლის დაბინძურებისაგან დაცვა და სხვა.**

1. **ჰიდროენერგეტიკა** - წყლის რესურსების ენერგიის გამოყენება;
2. **წყლის ტრანსპორტი** - მდინარეების, ტბებისა და ზღვების გამოყენება სანაოსნოდ, კერძოდ, მგზავრებისა და ტვირთების გადასაზიდად;
3. **ჰიდრომელიორაცია** - ტერიტორიის არახელსაყრელი ბუნებრივი პირობების გაუმჯობესება, კერძოდ: მშრალი ნიადაგის დამატებითი გატენიანება (ირიგაცია); ნიადაგიდან ზედმეტი ტენის მოცილება (დაშრობა);
4. **წყალმომარაგება და წყალარინება** - დასახლებული ადგილების, სამრეწველო, სატრანსპორტო და სხვა ობიექტების სასმელი და ტექნიკური წყლით უზრუნველყოფა (წყალმომარაგება), აღნიშნული ადგილებიდან ჩამონადენი და დამუშავებული წყლების გაყვანა და გაწმენდა (წყალარინება);
5. **წყლის წიაღისეული სიმდიდრეების გამოყენება** - თევზის მეურნეობა, წყლიდან მადნეულის, მარილების, სასარგებლო მცენარეულის მოპოვება, ზღვის ცხოველებზე ნადირობა და სხვა;
6. **თავდაცვა** - წყლის ზღუდეების შექმნა, ადგილმდებარეობის დროებითი დატბორვა, მძაფრი დინამიკური ნაკადების აღძვრა და სხვა. გარდა აღნიშნულისა, წყლის მეურნეობაში შედის მისი გამოყენება სპორტული ღონისძიებებისათვის, დასვენებისთვის, მის დამანგრეველ მოქმედებათა (წყალდიდობა, შტორმი, მოქცევა და სხვა) წინააღმდეგ ბრძოლა;
7. **წყლის დაბინძურებისაგან დაცვა** - გამწმენდი ნაგებობების მოწყობა.

წყლის მეურნეობის დარგები თვისობრივად სხვადასხვაგვარად გამოიყენებენ წყლის რესურსებს. წყალმომხმარებლები (წყალმომარაგება, ირიგაცია, თავდაცვა მთლიანად მოიხმარენ წყალს და ზოგჯერ შედარებით ცოტას უბრუნებენ პირველწყაროს. წყალმოსარგებლე დარგები კი გამოიყენებენ მას და თითქმის მთლიანად უბრუნებენ პირველწყაროს (ჰიდროენერგეტიკა, წყლის ტრანსპორტი, წყლის წიაღისეულის დამუშავება და სხვა). როგორც ვხედავთ, წყლის მეურნეობის დარგები მრავალფეროვანია, ხოლო მისი ამოცანები - საკმაოდ რთული და და ინდივიდუალური.

ამიტომ წყალსამეურნეო ობიექტების დაპროექტება, მშენებლობა, ექსპლუატაცია და რემონტი მოითხოვს დიდი პასუხისმგებლობით მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების შემოქმედებით მიდგომას. წყალთა მეურნეობის ორგანიზაციის რაციონალური პრინციპია წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება, რაც გულისხმობს მის გამოყენებას ყველა შესაძლო და ეკონომიკურად დასაბუთებული მიზნებისათვის. საქართველოში წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენების კარგი მაგალითია ჟინვალის ჰიდროკვანძი მდ. არაგვზე, რომელიც ემსახურება როგორც ენერგეტიკას, აგრეთვე, წყალმომარაგებასა და ირიგაციას.

ადამიანთა წყალსამეურნეო საქმიანობას ხანგრძლივი ისტორია აქვს. კაცობრიობისათვის წყლის სასიცოცხლო მნიშვნელობის გამო ხალხი თავიდანვე სახლდებოდა მდინარეების, ტბებისა და ზღვების ნაპირებზე, რომელთაც, გარდა უშუალო საყოფაცხოვრებო დანიშნულებისა, მეზობელ ხალხთან ურთიერთკავშირის დამყარების ფუნქციაც ეკისრებოდა. ჩინეთში კაშხლებსა და არხებს აშენებდნენ რამდენიმე ათასი წლის წინათ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე. დიდ სარწყავ და სანაოსნო არხებს აშენებდნენ, აგრეთვე, ასირიელები და ბაბილონელები ათას ხუთასი წლის წინათ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე. მდინარის წყლის ენერგიის გამოყენება პირველად დაიწყო წყლის წისქვილების მოძრაობაში მოსაყვანად ჩინეთსა და შუა აზიაში, შემდეგ კი გავრცელდა სხვა ქვეყნებშიც.

ადამიანთა წყალსამეურნეო საქმიანობის მრავალმა ნიმუშმა ჩვენამდეც მოაღწია. დაახლოებით 5000 წლის ისტორია აქვს კოშეინის ქვის კაშხალს ეგვიპტეში (სიმაღლე 15 მ, სიგრძე 450მ). ამავე პერიოდისაა ქვის წყობის ჭები, რომლებიც გალერეებით იყო შეერთებული მდ. ნილოსთან.

საქართველოში უძველესი დროიდან არსებობდა წყაროს წყლების ბაზაზე შექმნილი მრავალი, უმეტესად თვითდენითი წყალსადენი. წყალსადენის ნაგებობებს აშენებდნენ არა მარტო საყოფაცხოვრებო მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, არამედ სტრატეგიული თვალსაზრისითაც. საქართველოში თითქმის არ არის არც ერთი ციხე-სიმაგრე და მონასტერი, რომელსაც არ ჰქონდა ინდივიდუალური წყალმომარაგების სისტემა. ნოქალაქევის ციხის (ციხეგოჯის) წყალმომარაგებისათვის საჭირო საიდუმლო გვირაბი გაყვანილი იქნა ძველი და ახალი საუკუნეების მიჯნაზე. დაახლოებით ამავე პერიოდში აშენდა გონიოს ციხის (აფსაროსის) წყალსადენი.

თამარ მეფის საზაფხულო რეზიდენციაში, ნადარბაზევში, მოწყობილი იყო 6 კმ სიგრძის თვითდაწნევიანი წყალსადენი. უძველეს წყალსადენებში დაწნევითი მილსადენები წარმოადგენს კარგად გამომწვარ თიხის მილებს, რომელთაც ჰქონდათ 6 სმ სისქის კირის დუღაბი. მეტად მნიშვნელოვანია კლდეში გამოკვეთილი ქალაქ ვარძიის წყალსადენი, რომლის ასაგებად გამოყენებულია უნიკალური ხერხები და ზუსტი გაანგარიშებები. ჰიდრომშენებლობის გამორჩეულ ნიმუშად მიიჩნევენ XII საუკუნის ალაზნისა (199 კმ) და სამგორის (20 კმ) სარწყავ არხებს. მსოფლიოში ჰიდროტექნიკური მშენებლობის დაჩქარებული წინსვლა აღინიშნება XIX საუკუნის ბოლოს და XX საუკუნის მთელ პერიოდში. შენდება საინჟინრო თვალსაზრისით სრულყოფილი სხვადასხვა წყალსამეურნეო დანიშნულების უნიკალური ჰიდროკვანძები. საქართველოს მდინარეთა ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისებამ გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან მიიპყრო როგორც ქართველი საზოგადო მოღვაწეების (ი, ჭავჭავაძე, ნ. ნიკოლაძე

და სხვა), ისე რუსი და სხვა უცხოელი ინჟინრების ყურადღება. საქართველოში აგებულ იქნა მცირე სიმძლავრის რამდენიმე ჰიდროელექტროსადგური: ბორჯომის - 290 ცხ.ძ. (აიგო 1898-1903 წწ), ახალი ათონის - 180 ცხ.ძ (1902-1913წწ), სოხუმის მდ. ბესლეთზე - 600 ცხ.ძ (1908-1909წწ), ბოლნისის - 60 ცხ.ძ (1913წ), ახალქალაქის - 120 ცხ.ძ (1914წ) და სხვა. სულ მოქმედი ჰიდროელექტროსადგურების საერთო სიმძლავრე 1913 წლისათვის შეადგენდა დაახლოებით 1,3 ათას კვტ-ს (შეგახსენებთ 1 ცხენის ძალა = 0,75 კვტ).

ჰიდროენერგეტიკული და ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ფართო განვითარება საქართველოში იწყება გასაბჭოების შემდეგ. 1922 წლის 10 სექტემბერს მდ. მტკვარზე დაიწყო ზემო ავჭალის ჰიდროელექტროსადგურის (ზაჰესის) მშენებლობა და ამით საფუძველი ჩაეყარა საქართველოში მძლავრი ჰიდროენერგომშენებლობის საქმეს. იგი ექსლუატაციაში შევიდა 1927 წელს. სადგურის სრული საპროექტო სიმძლავრე უდრიდა 36,8 ათას კვტ-ს. მისი სიმძლავრე 3,5-ჯერ აღემატებოდა საქართველოში 1913 წელს მოქმედ ყველა ელექტროსადგურის სიმძლავრეს. 1928 წელს მდ. რიონზე დაიწყო მეორე რესპუბლიკური მნიშვნელობის ჰიდროელექტროსადგურის - რიონჰესის მშენებლობა, რომლის სიმძლავრე 48 ათას კვტ.-ს უდრიდა. მისი მშენებლობა დამთავრდა 1933წ-ს.



6.1. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა სახეობანი და მუშაობის საერთო პრინციპები ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა სახეობანი

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს, ზოგადად, ყოფენ ორ ძირითად ჯგუფად: საერთო დანიშნულების და სპეციალურ ნაგებობებად.

საერთო დანიშნულების ნაგებობებს მიეკუთვნება:

1) წყალშემტბორავი - კაშხლები, ჯებირები, რაბები და სხვა ნაგებობანი, რომლებიც გადაღობავენ მდინარის ნაკადს და ქმნიან წყლის დონეთა სხვაობას (დაწნევას);
2) სარეგულაციო ანუ სამართავი, რომელთა დანიშნულებას წარმოადგენს მდინარეების, ზღვებისა და ტბების ნაპირების დაცვა-გამაგრება, მდინარეთა კალაპოტებში ნაკადის დინების რეგულირება, ნატანის შეკავება და სხვა;
3) წყალსატარი - არხები, ჰიდროტექნიკური გვირაბები, ღარები და მილსადენები, რომლებითაც წარმოებს წყლის საანგარიშო ხარჯების მიწოდება ერთი პუნქტიდან მეორეში;
4) წყალმიმღები, რომლებითაც ხორციელდება წყლის მიღება მდინარიდან, ტბიდან ან წალსაცავიდან და მისი მიწოდება წყალსატარში;
5) წყალსაგდები, რომლის დანიშნულებაა წყლის გადაგდება წყალსატევებიდან (წყალსაცავებიდან, ტბორებიდან, არხებიდან, საწნეო აუზებიდან და სხვა).

სპეციალური დანიშნულების ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს მიეკუთვნება:

1) ჰიდროენერგეტიკული - ჰიდროელექტროსადგურების შენობები, ავანკამერები, სადაწნეო აუზები, გამთანაბრებელი კოშკები, შახტები და სხვა;
2) წყლის ტრანსპორტის, ანუ წყალსატრანსპორტო - სანაოსნო რაბები, გემთამწეები, მისადგომები, ტივსავალები და სხვა;
3) ჰიდრომელიორაციული (სარწყავი და დამშრობი) - წყალმიმღებები, რაბ-რეგულატორები, სალექრები, წყალგამყოფები, დრენაჟები, კოლექტორები და ა.შ;
4) წყალმომარაგებისა და კანალიზაციის კაპტაჟები, სატუმბო სადგურები, წყალსაწევი კოშკები, გამწმენდი მოწყობილობები და ა.შ.
5) თევზსამეურნეო - თევზსავალები, თევზამყვანები (ამწეები), თევზსაშენი ტბორები და ა.შ.

მნიშვნელობის მიხედვით ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იყოფა სამ ჯგუფად:

1
- **ძირითადი,** რომელთა მწყობრიდან გამოსვლა იწვევს კვანძის ან სისტემის მუშაობის სრულ ან მნიშვნელოვან შეწყვეტას (კაშხალი, ჰიდროელექტროსადგურის შენობა, საექსპლუატაციო გვირაბი და ა.შ.);

2
- **მეორეხარისხოვანი,** რომელთა დროებით გამოსვლა მწყობრიდან არ იწვევს კვანძის ან სისტემის მუშაობის შეწყვეტას, მაგრამ გარკვეულად აფერხებს მას (საყრდენი კედლები, ჯებირები, არხების მოპირკეთება და სხვა);

3
- **დამხმარე,** რომლებიც არსებობენ მხოლოდ ძირითად და მეორეხარისხოვან ნაგებობათა მშენებლობის პერიოდში (ზღუდარები, ესტაკადები, ქარგილები და ა.შ.)

სამსახურის ხანგრძლივობის მიხედვით ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იყოფა მუდმივ და დროებით ნაგებობებად. **მუდმივს** მიეკუთვნება ნაგებობები, რომლებიც გამოიყენება ობიექტის ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში, ხოლო **დროებითს** - ის ნაგებობები, რომლებიც მოქმედებს მხოლოდ მუდმივ ნაგებობათა მშენებლობის ან რემონტის პერიოდში (ზღუდარები, დროებითი წყალსაგდებები და სხვა). ცხადია, დამხმარე ნაგებობები მიეკუთვნება დროებით ნაგებობათა თანრიგს.

6.2. მდინარის წყლის გატარება, დროებითი ნაგებობები ჰიდროკვანძის მშენებლობის დროს

ყოველი ჰიდროტექნიკური კვანძის მშენებლობა, ჰიდროენერგეტიკული დანიშნულებისა იქნება ის თუ კომპლექსური, ხასიათდება მრავალი თავისებურებით, რომლებიც განასხვავებენ მას სხვა სახის ენერგეტიკული და სამრეწველო მშენებლობისაგან. მდინარეზე მშენებარე ჰიდროკვანძი უშუალოდაა დაკავშირებული მის ჰიდროლოგიურ რეჟიმთან, რომელიც მშენებლობის პროცესში რამდენადმე ირღვევა, აგრეთვე, მშენებლობის რაიონის ბუნებრივ (ტოპოგრაფიულ, საინჟინრო-გეოლოგიურ) პირობებსა და გეოგრაფიულ მდებარეობასთან (სამიმოსვლო გზებიდან, ენერგიის წყაროებიდან დაშორება და სხვა).

თანამედროვე კომპლექსური ჰიდროკვანძის მშენებლობისას სრულდება დიდი მოცულობის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები, განსაკუთრებით ქვა-მიწისა და ბეტონის სამუშაოები, რომლებიც გრძელდება რამდენიმე წელს. მშენებლობის მთელ პერიოდში ჰიდროკვანძის გასწორში უნდა გატარდეს მდინარის წყლის ხარჯები, ნატანი და ყინული - ე.წ. სამშენებლო ხარჯები ისე, რომ მშენებლობა ვაწარმოოთ შეუფეხებლად - წყალდიდობის დროს წყლით არ დაიფაროს ქვაბულები, გუთვალისწინებელი ზიანი არ მივაყენოთ მდინარის როგორც ქვედა, ისე ზედა ბიეფის ნაპირებზე განლაგებულ დასახლებულ პუნქტებს, სამრეწველო დაწესებულებებს, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, გზებს და სხვა.

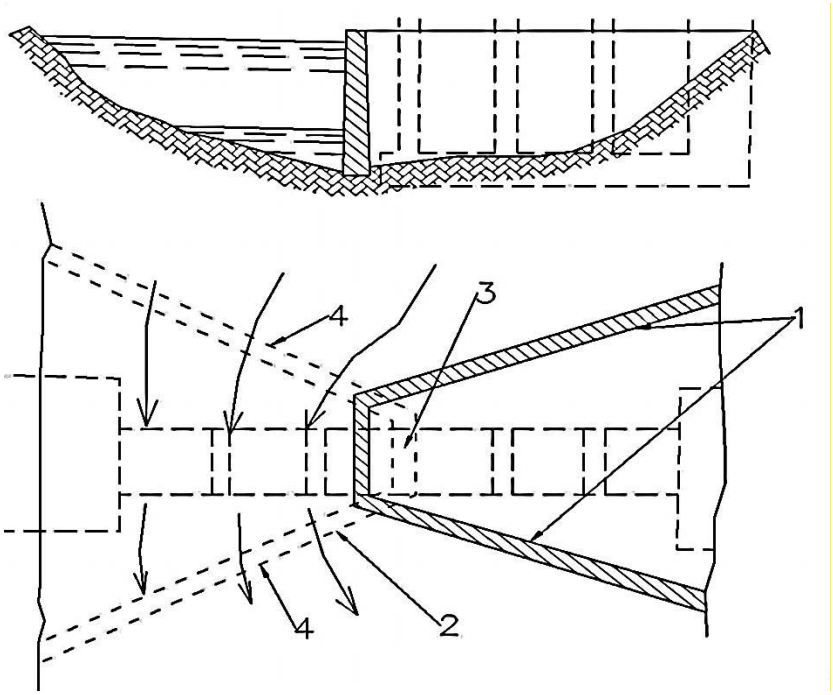
სამშენებლო ხარჯების გატარების სქემის არჩევა მჭიდროდაა დაკავშირებული ჰიდროკვანძის შეთანწყობასთან, აგრეთვე, მის ჰიდროლოგიურ, ტოპოგრაფიულ და გეოლოგიურ პირობებთან. სამშენებლო სამუშაოთა წარმოების დროს უნდა ვიხელმძღვანელოთ მდინარის ხარჯებსა და წყლის დონეთა შორის დამოკიდებულების გრაფიკებით, რომლებიც აგებულია წყალმცირობის, წყალუხვობისა და საშუალო წყლოვანების წყლებისათვის; ამასთანავე, თუ მშენებლობა მიმდინარეობს მკაცრ კლიმატურ პირობებში, გათვალისწინებულ უნდა იქნეს სტატისტიკური მონაცემები მდინარის გაძგიფვის დაწყების, აგრეთვე, ყინულსვლის დაწყებისა და დამთავრების და თოშის წარმოშობის პერიოდის შესახებ.

მდინარის სამშენებლო ხარჯები შეიძლება გატარებულ იქნეს ორი ძირითადი ხერხით: 1) მდინარის გადაუგდებლად, მისი ძირითადი კალაპოტით; 2) მშენებარე ნაგებობათა შემოვლით, ღარების, არხებისა და გვირაბის მეშვეობით კალაპოტიდან მდინარის გადაგდებით.

6.3. ჰიდროკვანძის ნაგებობათა მშენებლობა კალაპოტიდან მდინარის გადაუგდებლად

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობა ძირითადი კალაპოტიდან მდინარის გადაუგდებლად შეიძლება ვაწარმოოთ ან ზღუდარებით მთლიანად ან ნაწილობრივ შემოფარგლულ ქვაბულში წყლის ამოტუმბვის შემდეგ, ანდა ზღუდარების გამოყენების გარეშე, ე.წ. უზღუდარო ხერხით, რომლის დროს კაშხლის ბურჯებს აგებენ წყალქვეშა დაბეტონების მეთოდების გამოყენებით, სახელდობრ, კესონების ან ჩასაშვები ჭების გამოყენებით.

ზღუდარების, ანუ ე.წ. სექციური ზღუდარების მეთოდი ყველაზე უფრო გავრცელებულია დაბალი და საშუალო დაწნევიანი ჰიდროკვანძების მშენებლობაში. ამ მეთოდით მშენებლობას აწარმოებენ რიგითობის, კერძოდ, ორი, ხოლო უფრო იშვიათად, სამი რიგის გამოყენებით (ფართო კალაპოტის შემთხვევაში). მშენებლობის ორი რიგით წარმოებისას დასაწყისში ზღუდარებით შემოფარგლავენ მდინარის კალაპოტის თითქმის ნახევარს, ხოლო მდინარეს ატარებენ კალაპოტის მეორე, შევიწროებული უბნით. წყლის ამოტუმბვის დამთავრებისთანავე ზღუდარებით შემოფარგლულ ქვაბულში იწყებენ მიწა-კლდის სამუშაოებს, ხოლო შემდეგ - კაშხლის საძირკვლისა და ბურჯების ამოყვანას (ნახ. 6.1). ყრუ კაშხლის შემთხვევაში ჩაუბეტონებლად ტოვებენ ცალკეულ სექციებს ან ფსკერულ ხვრეტებს.



ნახ. 6.1. მდინარის წყლის გატარების სქემა სექციური ზღუდარების მეთოდის გამოყენებისას: 1- პირველი რიგის განივი ზღუდარი; 2- პირველი რიგის გრძივი ზღუდარები; 3- მეორე რიგის გრძივი ზღუდარი; 4- მეორე რიგის განივი ზღუდარები.

პირველი რიგის ზღუდარების აგებით გამოწვეული კალაპოტის შევიწორების მაჩვენებელი, რომელიც წარმოადგგენს შეკუმშული ცოცხალი კვეთის ფართობის ფარდობას მდინარის ძირითადი ცოცხალი კვეთის ფართობთან $(\frac{\omega_{შ}}{\omega_0})$, შეადგენს 0,5÷0,65. წყლის დინების სიჩქარეები შეკუმშულ კვეთში არ უნდა აღემატებოდეს კალაპოტის გრუნტის გამრეცხ სიჩქარეებს. მათი მნიშვნელობანი აიღება შემდეგ ფარგლებში: ქვიშების, ქვიშნარებისა და თიხნარებისათვის 0,3-0,8 მ/წმ, თიხებისათვის 1-1,8 მ/წმ, ხრეშისათვის 0,7-1,4 მ/წმ, კენჭნარისათვის 1,8-3,0 მ/წმ, ქვის ნაყარისათვის 4,0-6,0 მ/წმ და კლდისათვის 2,0-2,5 მ/წმ-მდე. თუ მდინარე სანაოსნოა, მაშინ,

მოქმედი ნორმების თანახმად, წყლის დინების სიჩქარეები შეკუმშულ კვეთში არ უნდა აღემატებოდეს 1,5-2 მ/წმ-ს. გარეცხვის მოვლენების აცილებისათვის მიზანშეწონილია, აგრეთვე, ზღუდარებს გეგმაში მიეცეს გარსშემოდენილი ფორმა.

პირველი რიგის სამუშაოთა დამთავრების შემდეგ, როდესაც კაშხლის თუ ჰესის შენობა მთლიანად მზადაა წყლის გასატარებლად, პირველი რიგის ზღუდარებს შლიან და წყალს ატარებენ დაუმთავრებელი კაშხლით. ამ დროისათვის, ცხადია, მთლიანად უნდა იყოს დამთავრებული კაშხლის მიწისქვეშა კონტურის ყველა ელემენტის მოწყობა, აგრეთვე, სანაპირო კედელი, ბიეფებისა და ნაპირების გამაგრების სამუშაოები და სხვა.

ამის შემდეგ უკვე შეიძლება მეორე რიგის ზღუდარების (ნახ. 6.1-ზე ნაჩვენებია პუნქტირით) მოწყობის სამუშაოთა ჩატარება, რისთვისაც ქვაყრილის ბანკეტის მეშვეობით მდინარის ნაკადი მიმართული უნდა იქნეს გახსნილი ბეტონის ნაგებობისაკენ. დააშრობენ რა მეორე რიგის ზღუდარებით შემოფარგლულ ქვაბულს, მასში იწყებენ კაშხლის დანარჩენი ნაწილის ამოყვანას.

შევნიშნოთ, რომ სამი რიგით მშენებლობის შემთხვევაში, რაც საკმაოდ იშვიათია, კლაპოტს ყოფენ სამ სექციად. ასეთი წესით მშენებლობისას ერთი სექციის ზღუდარებით შემოფარგვლისას მდინარეს ატარებენ ორი დანარჩენი სექციით.

ზღუდარების აგებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს მითითებანი იმის შესახებ, რომ მათ გეგმაში ჰქონდეთ სამშენებლო-სატრანსპორტო საშუალებათა გზების მოსაწყობად და ნაპირთან დასაკავშირებლად ხელსაყრელი მოხაზულობა. გარდა ამისა, ისინი დაცილებული უნდა იქნენ ნაგებობის საძირკვლის ელემენტებიდან 10-20 მ-მდე მანძილით ისე, რომ ქვაბულის ზომები გეგმაში იძლეოდეს საჭირო სამშენებლო მოწყობილობათა და გზების განლაგების საშუალებას.

თხემის სიმაღლის მიხედვით ერთმანეთისაგან განასხვავებენ დატბორილ და დაუტბორავ ზღუდარებს; უკანასკნელ შემთხვევაში სამშენებლო სამუშაოები შეიძლება მშრალად ვაწარმოოთ მთელი წლის განმავლობაში. დატბორილი ზღუდარების გამოყენებისას დიდი წყალდიდობის დროს ქვაბულში სამუშაოები წყდება მისი დატბორვის გამო. მიუხედავად იმისა, რომ ძვირი ჯდება, პრაქტიკაში უფრო ხშირად იყენებენ დაუტბორავ ზღუდარებს, რადგან მათი გამოყენება ამცირებს მშენებლობის ვადებს.

უზღუდარო მეთოდის გამოყენება

უზღუდაროდ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობა შეიძლება ვაწარმოოთ კესონებისა და ჩასაშვები ჭების გამოყენებით. მათი მეშვეობით ბეტონისა და რკინაბეტონის ბურჯებს ან სექციებს აგებენ უშუალოდ გამდინარე წყალში, ხოლო კაშხლის ყრუ და წყალსაშვებ ნაწილებს და ფლუტბეტებს - ბურჯებს შორის კილოებში ჩაშვებული რკინაბეტონის კედლებით შექმნილი საფარის გამოყენებით. ჩვენთან კესონების გამოყენებით იქნა აგებული ჩითახევჰესის დაბალწნევიანი კაშხალი მდ. მტკვარზე, ხოლო ჩასაშვები ჭების გამოყენებით - პალდოს დაბალდაწნევიანი კაშხლის წყალსაშვები ნაწილი - მდ. იორზე.

მკვრივი გრუნტების შემთხვევაში ანალოგიური წესით შეიძლება ავაგოთ ძელყორული წყალსაშვები კაშხალი; ამისათვის სადაწნეო ფრონტის გასწვრივ წყალში უშვებენ კაშხლის ძელყორულ სექციებს ერთმანეთისაგან 2-2,5მ-ის დაშორებით, სექციებს შორის მალებს ზედა და ქვედა მხრიდან კეტავენ ხის ფარებით, შემოფარგლულ სივრცეს ავსებენ ქვით და ბოლოს ზემოდან ხურავენ წყალსაშვების მთლიანი ზღურბლით.

უზღუდაროდ შეიძლება აგებული იქნეს მიწისა და ქვა-მიწის კაშხლებიც; ამ მიზნით გამდინარე წყალში ჯერ ყრიან ქვის ბანკეტს, ხოლო შემდეგ - მიწას მშრალი ან მოლექვის წესით.

ჩასაშვები ხერხის გამოყენება განსაკუთრებით გამართლებულია ვიწრო კალაპოტებში, სადაც ზღუდარებით მათი შევიწროება დაუშვებელია, ანდა მაშინ, როდესაც აუცილებელია ბურჯებისა და კბილების ღრმად მოთავსება. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში კესონებისა და ჩასაშვები ჭების გამოყენების საკითხი უნდა გადაწყდეს ეკონომიკურ მოსაზრებათა გათვალისწინებით. ბოლო დროს ხიდებისა და ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში დაინერგა დიდი დიამეტრის (1-2მ და მეტი) ჩასაშვები მილოვანი ხიმინჯ-გარსები, რომელთაც არაკლდოვან გრუნტში ჩაფლავენ ვიბრირებით და ძირის გამოთხრით (გამორეცხვით), ხოლო შემდეგ ავსებენ ბეტონით.

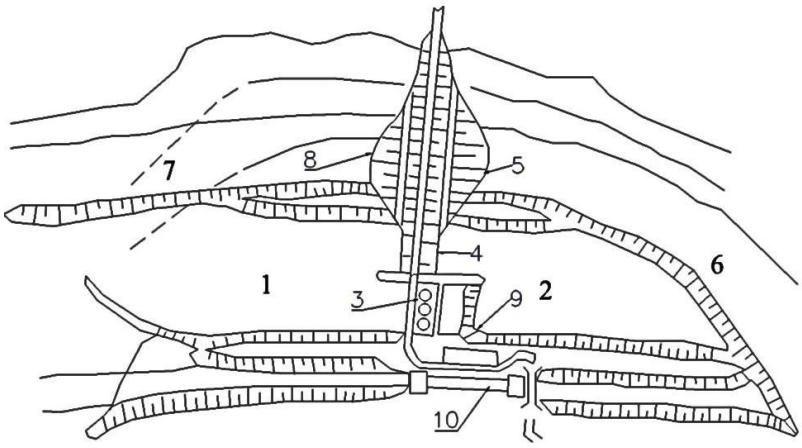
ნაგებობის ამოყვანა შეიძლება ვაწარმოოთ მოცურების ხერხის გამოყენებითაც, რომლის დროს ცალკეული ღრუტანიანი რკინაბეტონის სექციები ბუქსირის გამოყენებით ცურვით მიიტანება დაყენების ადგილზე. ამის შემდეგ, სექციებს მიტვირთვით ძირავენ წყალში და ათავსებენ წინდაწინ მომზადებულ ფუძეზე, ხოლო წყლის ამოტუმბვის შემდეგ მათ შესაბამის ნაკვეთურებს აბეტონებენ. ჰიდროკვანძის ნაგებობათა წყალზედა ნაწილების მშენებლობის პროცესში წყლის გატარება შეიძლება ორი ხერხით: 1) „სავარცხლის" ხერხისა და 2) ფსკერული ხვრეტების გამოყენებით. შეიძლება ორივე ეს ხერხი ერთდროულად იქნეს გამოყენებული.

6.4. ჰიდროკვანძების მშენებლობა ჭალური და კალაპოტიდან მდინარის გადაგდების ხერხების გამოყენებით

ბარის მდინარეებზე ჰიდროკვანძის ასაგებად ზოგჯერ იყენებენ მშენებლობის ჭალურ ხერხს, რომლის დროს მდინარეს ტოვებენ თავისსავე კალაპოტში, ხოლო ჰიდროკვანძის ბეტონის ნაგებობათა მშენებლობას აწარმოებენ მდინარის კალაპოტიდან დაშორებით, ჭალაზე. ამ ხერხით მშენებლობის დროს ჰიდროკვანძის წყალსაგდებ ნაგებობებს, ხშირად ჰიდროელექტროსადგურის შენობასაც, აგებენ არა მდინარის კალაპოტში, არამედ ჭალაში (ტერასისპირა ჭალაში) მშრალად. წყალდიდობის დროს კალაპოტის გადმოლახვის ასაცილებლად, ჭალაზე განლაგებული მიმყვანი და გამყვანი არხებისა და ბეტონის ნაგებობათა ქვაბულის დასაცავად მდინარის კალაპოტის ნაპირის გაყოლებით აწყობენ შესაბამისი სიგრძის მცირე სიმაღლის მიწის ზღუდარებს. მშენებლობის საწყის პერიოდში მდინარე გაედინება ბუნებრივი კალაპოტით ჩვეულ პირობებში, ნაკადის ყოველგვარი შევიწროების გარეშე. ასეა მანამდე, სანამ ჭალაზე არ დამთავრდება მიმყვანი და გამყვანი არხების მშენებლობა და ბეტონის ნაგებობათა ისეთ ნიშნულამდე ამოყვანა, რომლებიც უზრუნველყოფს წყლის გატარებას (6.2). ამის შემდეგ შლიან ყველა ზღუდარსა და მთელანს და იწყებენ მდინარის ხარჯების ნაწილის ბეტონის ნაგებობებით გატარებას. პარალელურად იწყებენ მდინარის ძირითადი კალაპოტის გადაკეტვის სამუშაოებსაც.

ბეტონის ნაგებობებში მოწყობილი სავარცხლებისა და სიღრმული ხვრეტების გამტარუნარიანობის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება ისევე წარმოებს, როგორც კალაპოტური შეთანწყობისას. ქვის ბანკეტით კალაპოტის გადაკეტვის შემდეგ აწარმოებენ მიწის ან ქვა-მიწის კაშხლის ძირითადი ტანის დაზვინვას ან მოლექვას. ყრუ კაშხლის საჭირო ნიშნულებამდე ამოყვანის შემდეგ იწყებენ ბეტონის კაშხლის სავარცხლების ჩაკეტვას და ჰესის შენობის საფეხუროვანი ხვრეტების დაშენებას.

სავარცხლების ჩაკეტვის დროს მიწის ყრუ კაშხლის ამოყვანის ტემპი უნდა უსწრებდეს ზედა ბიეფის წყლის დონის აწევას. მაგრამ, გაცილებით უფრო საიმედოა (თუკი შესაძლებელია), კალაპოტის ჩაკეტვა დამთავრდეს სავარცხლების ჩაკეტვის დაწყებამდე.



ახ.6 2. ჰიდროკვანძის ჭალური შეთანწყობა ვაკის მდინარეზე: 1, 2 - მიმყვანი და გამყვანი არხები; 3- ჰესის შენობა; 4 - ბეტონის წყალსაშვები კაშხალი; 5- ყრუ მიწის კაშხალი კალაპოტში; 6- ქვედა ზღუდარები და მთელანი; 7- ზედა ზრუდარები და მთელანი; 8- გრძივი ზღუდარი; 9 - ღია გამანაწილებელი მოწყობილობა; 10- სანაოსნო რაბი.

ჰიდროკვანძის მშენებლობის ჭალურ ხერხს აქვს შემდეგი უპირატესობები:

1) ბეტონის ნაგებობათა მშენებლობის წარმოება შესაძლებელია კალაპოტის პირობების (ყინულის, ნატანის მოძრაობის, ნაოსნობის, ხე-ტყის დაცურების) დაურღვევლად;

2) მოხსნილია სექციური ზღუდარების გამოყენების აუცილებლობა და ამის შედეგად გამარტივებულია მშენებლობა, შემცირებულია მშენებლობის ვადები;

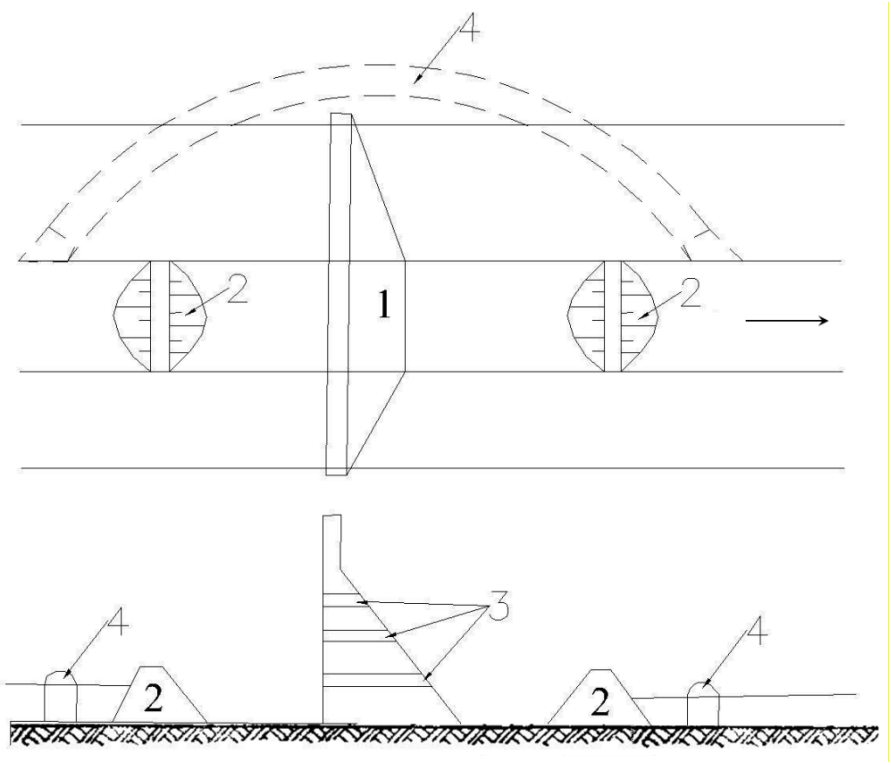
3) უკეთესად ხორციელდება სამშენებლო მოედანთან დაკავშირება;

4) შეუფერხებლად წარმოებს თევზის გატარება მდინარის გადაკეტვამდე.

ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ჭალური მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში იზრდება მიწის სამუშაოთა მოცულობა ზედა და ქვედა არხების და ყრუ მიწის კაშხლების სიგრძის გაზრდის ხარჯზე.

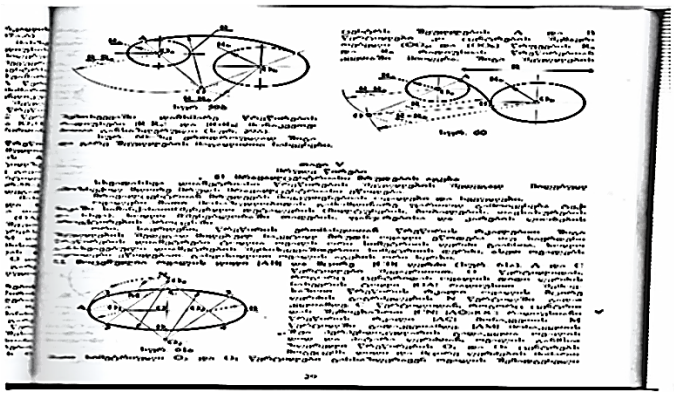
6.4.1. მდინარის გადაგდება გვირაბებით

საშუალო და მაღალდაწნევიანი ჰიდროკვანძების მშენებლობის დროს ვიწრო ხეობებში შეუძლებელია კალაპოტის სექციებად დაყოფა და კაშხლის მშენებლობის წარმოება ორი, და მით უფრო, სამი რიგით. ასეთ პირობებში სამშენებლო ხარჯების გადაგდება უნდა მოხდეს ერთი ან, თუ მდინარე წყალუხვია, ორი უდაწნეო ან დაწნევითი შემომვლელი გვირაბით, რომელიც გაჰყავთ მდინარის ჩვეულ დონეთა შესაბამის დაბალ ნიშნულებზე (ნახ 6.3).



ნახ. 6.3. სამშენებლო ხარჯების გატარების სქემა ვიწრო ხეობებში ბეტონის მაღალი კაშხლების მშენებლობისას. 1- კაშხალი; 2- ზღუდარები; 3 - წყალსაგდები ხვრეტები; 4 - სამშენებლო გვირაბი.

გვირაბის გაყვანის სამუშაოთა დაყწებამდე მის შესასვლელ და გამოსასვლელ პორტალებთან აკეთებენ მდინარის წყლისაგან დამცავ ზღუდარებს, რომელთაც შლიან გვირაბის მშენებლობის დამთავრების შემდეგ. მაგრამ გვირაბით სამშენებლო ხარჯების გატარების უზრუნველსაყოფად საჭიროა მდინარის კალაპოტის განივად, ნაპირიდან ნაპირამდე მოეწყოს ზედა და ქვედა ზღუდარები. მათ ქმნიან აფეთქებული მთის მასივის ან გვირაბის გამონამუშევრის გამდინარე წყალში ჩაყრით.



ნახ. 6.4. გვირაბის ჰიდრავლიკური გაანგარიშების სქემა
დაწნევითი რეჟიმით დინების დროს

შემომვლელი გვირაბის კვეთის ფართობის სიდიდე დამოკიდებულია გასატარებელი ხარჯების სიდიდესა და გეოლოგიურ პირობებზე; მან შეიძლება მიაღწიოს 100÷400მ²-ს. რაც უფრო მაღალია ზედა ზღუდარი, მით მეტია მის მოწყობაზე გაწეული ხარჯები, მაგრამ, სამაგიეროდ, მას მეტი შეტბორვის (ბიეფების დონეთა სხვაობა) შესაძლებლობის შექმნა შეუძლია და მცირე დიამეტრის გვირაბში დიდი სიჩქარით შეუძლია სამშენებლო ხარჯის გატარება.

ამა თუ იმ ტიპის ბეტონის კაშხლის ქვედა ნაწილის ამოყვანისას მათში ითვალისიწნებენ საკეტებიან სიღრმულ ხვრეტებს ქვედა ბიეფში წყლის ხარჯების გატარების რეგულირებისათვის 100მ-მდე დაწნევის პირობებში. ამის შემდეგ კაშხალი ამოჰყავთ ისეთ ნიშნულამდე, რომლის დროსაც შეიძლება ჩაიკეტოს სამშენებლო გვირაბი, დაიტბოროს ქვაბული და წყლის ხარჯები გატარდეს სიღრმული ხვრეტებით. ხვრეტების კვეთის ფართობსა (იღებენ ≈20÷25მ²-მდე) და რიცხვს არჩევენ იმ ანგარიშით, რომ კაშხლის შესაბამის ნიშნულებამდე აყვანისას მოხერხდეს წყალდიდობს ხარჯების გატარება. სამშენებლო გვირაბს კეტავენ სათავისში ბრტყელი საკეტებით, ხოლო შიგნით - ბეტონის ყრუ საცობით. როდესაც კაშხლის სიმაღლე აღემატება 100მ-ს, პირველი იარუსის სიღრმული ხვრეტებიდან 90-100მ-ით მაღლა აკეთებენ ხვრეტების მეორე იარუსს, ხოლო როდესაც კაშხლის სიმაღლე აღემატება 200მ-ს - მესამე იარუსს.

შემომვლელი გვირაბის ჰიდრავლიკურ გაანგარიშებას აწარმოებენ შემდეგნაირად: უდაწნეო რეჟიმის დროს (ნახ. 6.4) ∇ზ.ბ = ∇ქ.ბ + I×L+Z, სადაც ∇ზ.ბ არის ხედა ბიეფის დონის ნიშნული, როდესაც ქვედა ბიეფის დონის ნიშნული საანგარიშო ხარჯის დროს უდრის ∇ ქ.ბ.

$I=\frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R}$ -წყლის ზედაპირის ქანობი გვირაბში თანაბარი მოძრაობის დროს, რომელიც ეტოლება გვირაბის ფსკერის ქანობს.

$Z=(1+\xi_{\text{შეს}})\frac{V^2}{2g}$ – ვარდნილის სიდიდე შესავლელ პორტალთან.

ω - გვირაბის ცოცხალი კვეთის ფართობი, C- შეზის კოეფიციენტი, R -ჰიდრავლიკური რადიუსი, L -გვირაბის სიგრძე, $\xi_{შეს}$ =0,2÷0,5 დაწნევის დანაკარგის კოეფიციენტი შესვლაზე; $v=\frac{Q}{\omega}$ - დინების სიჩქარე გვირაბში.



6.4.2. მდინარის წყლის გადაგდების სხვა ხერხები

ჰიდროკვანძის მშენებლობის ცალკეულ შემთხვევებში მდინარე შეიძლება გადაგდებულ იქნას ღარებით, ხელოვნური არხებით ან მდინარის ერთ-ერთი ტოტით. ღარებს იყენებენ პატარა მდინარეებზე მხოლოდ დაბალდაწნევიანი ჰიდროკვანძის მშენებლობისას, როდესაც კალაპოტის ნაგებობათა ყველა სამუშაოს შესრულება შესაძლებელია წყლის ძალიან დაბალ დონეთა პერიოდში. ღარებს აკეთებენ ხისგან და ათავსებენ ესტაკადებზე კაშხლის ერთ-ერთ ხვრეტში.

შემომვლელი არხი გაჰყავთ მდინარის იმ ნაპირზე, სადაც საჭიროა მცირე მოცულობის მიწის სამუშაოები. არხით ატარებენ სამშენებლო ხარჯებს, ხოლო მნიშვნელოვან წყალდიდობის ხარჯებს - მდინარის კალაპოტით ზღუდარებზე გადატარებით, რომლის დროს სამშენებლო სამუშაოებს წყვეტენ.

როდესაც კვანძის გასწორში გადის მდინარის ორი ან უფრო მეტი ტოტი, მაშინ მდინარის დინებას მიმართავენ ერთ-ერთ მათგანში, ხოლო მეორეში აწარმოებენ ნაგებობათა მშენებლობას ზღუდარებით შემოფარგლულ ან უზღუდარებო ქვაბულში. ღარებითა და დროებითი არხებით წყლის გადაგდების ხერხების გამოყენების დროს წყალსატარ ნაგებობებს აშენებენ ქვაბულში, რომელიც დაცულია მდინარის კალაპოტის მთელ სიგანეზე გამავალი ზღუდარებით.

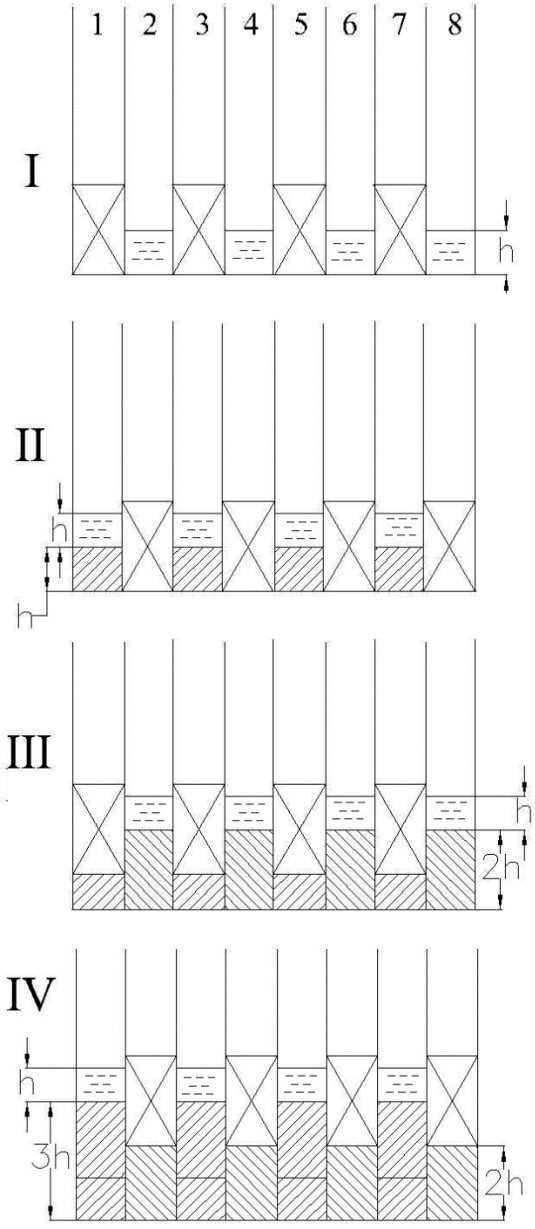
6.4.3. წყლის გატარება მშენებარე ნაგებობათა ხვრეტებით

წყლის გატარების როგორი მეთოდიც არ უნდა იყოს გამოყენებული მშენებლობაზე, ეს იქნება ძირითადი კალაპოტიდან მდინარის გადაგდების მეთოდი თუ ე.წ. კალაპოტური მეთოდი (შევიწროებული კალაპოტით გატარება), დგება პერიოდი, როდესაც მდინარის წყალი უნდა გატარდეს დაუმთავრებელი ნაგებობით, სახელდობრ, ამ ნაგებობებში დატოვებული ,,სავარცხლით" ან ფსკერული ხვრეტებით.

1) ,,სავარცხლით" წყლის გატარების მეთოდი

განსახილველი მეთოდი შემდეგია: ზღუდარებისა თუ უზღუდარო მეთოდით (ჩასაშვები ჭების, კესონების გამოყენებით) კაშხლის მშენებლობის დროს მასში ტოვებენ ამოუშენებელ მალებს. საკეტების საფარის გამოყენებით მათ ჯგუფ-ჯგუფად აბეტონებენ, ხოლო მდინარის წყალს ატარებენ დანარჩენი (საკეტებით გადაუხურავი) მალებით. ცხადია, რომ ბეტონის წყობასთან ერთად მაღლა იწევს ზედა ბიეფის დონეც და, შედეგად, იზრდება წყლის გადადინების ფენის

სისქე სავარცხლის გადაუხურავ მალებში. სავარცხლის საკეტებად იყენებენ ძირითად (საექსპლუატაციო) ან სამშენებლო საკეტებს, რომელთაც ათავსებენ სარემონტო საკეტების კილოებსა ან წყალსაშვების სადაწნეო წახნაგის წინ მოწყობილ სპეციალურ კილოებში. სავარცხლის საკეტების მანევრირებას აწარმოებენ საექსპლუატაციო ან სამშენებლო ამწეებით.



ნახ. 6.5. ორსაფეხურიანი სავარცხლის სქემა.
I, II, III, IV - კაშხლის აგების ეტაპები

სავარცხლის მალების რიცხვსა და მათი ზღურბლების ნიშნულებს ადგენენ მდინარის მოსალოდნელი ხარჯისა და ზღურბლზე წყლის გადადინების ფენის საჭირო სისქის მიხედვით. პრაქტიკულად, სამშენებლო საკეტებით ხურავენ მალების საერთო რაოდენობის 1/2-1/3-ს, ხოლო

იშვიათად, 1/4-ს. ე.ი. იყენებენ ორ, სამ ან ოთხსაფეხურიან სავარცხელს. ორსაფეხურიანი სავარცხლის შემთხვევაში (ნახ. 6.5) საკეტების სიმაღლე 2h-ზე ცოტა მეტია და მათ ათავსებენ თითო მალის გამოტოვებით, ღია მალებით კი წყლის გატარება ხდება h სისქის ფენით. საკეტების საფარით ბეტონს აწყობენ h სიმაღლეზე, რის შემდეგ ამწის მეშვეობით ახდენენ საკეტების გადადგმას ღია მალებში. ასეთი მანიპულაციის შედეგად მდინარის წყლის დონე მაღლა იწევს და იგი ვარდება შესრულებული ბეტონის წყობის ზღურბლით. საკეტების საფარით ბეტონს აწყობენ 2h სიმაღლეზე, რის შემდეგაც ხელახლა გადაადგილებენ საკეტებს და ა.შ. ამგვარად, საკეტების სავარცხლის ყოველი გადადგმის დროს ზედა ბიეფის დონე იწევს h სიმაღლეზე, რომელსაც სავარცხლის ბიჯს უწოდებენ.

სავარცხლის ჩაკეტვა ხდება მდინარის მცირე ხარჯების დროს - შემოდგომასა ან ზამთარში. სავარცხლის მალები აიღება არანაკლებ 15-20მ-ისა.

2) ფსკერული ხვრეტებით წყლის გატარების ხერხი

მდინარის სამშენებლო ხარჯების გასატარებლად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ე.წ. ფსკერული ხვრეტების ხერხი, რომელიც ,,სავარცხლის" მეთოდთან შედარებით მარტივია, რადგან არ მოითხოვს საკეტების გადადგმას და, ამასთანავე, არ ქმნის არავითარ შეზღუდვას ნაგებობის დაბეტონებისა და დაყრის დროს.

წყლის გასატარებლად განსაკუთრებით მიზანშეწონილია ბეტონის კაშხლებში, წყალსაგდებებში, ჰიდროელექტროსადგურების შენობებში, წყალმიმღებ ნაგებობებში მოწყობილ საექსპლუატაციო ფსკერული ხვრეტების, აგრეთვე, ადგილობრივი მასალის კაშხლების ტანში მოწყობილი წყალჩასაშვები მილების გამოყენება. სამშენებლო ხარჯების გატარების დამთავრების შემდეგ ამ ხვრეტებს (მილებს) კეტავენ ძირითადი საკეტებით. დროებითი საკეტებით გადახურულ დროებით ფსკერულ ხვრეტებს იყენებენ მაშინ, როდესაც არ არის გათვალისწინებული საექსპლუატაციო ფსკერული ხვრეტების მოწყობა ან მათი კვეთი არასაკმარისია სამშენებლო ხარჯების გასატარებლად. მშენებლობის დამთავრების შემდეგ დროებით ხვრეტებს აუქმებენ (ამოაშენებენ), რაც საკამოდ ძნელდება, რადგანაც ამ დროისათვის ისინი უკვე არის მნიშვნელოვან დაწნევათა პირობებში.

სამშენებლო ხარჯების გასატარებლად ზოგჯერ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიდროელექტროსადგურის დაუმთავრებელი შენობაც. ამ შემთხვევაში წყალს ატარებენ ტურბინების კრატერებით, რომლებშიც ჯერ კიდევ არ არის ჩადგმული აგრეგატები.

ბუნებრივია, რომ ჰიდროკვანძების მშენებლობის დროს ზოგიერთ მდინარეზე იქმნება შემოდგომის ყინულსვლისა და გაძგიფვის, აგრეთვე, გაზაფხულის ყინულსვლის გატარების საჭიროება. ყინული და თოში უნდა გატარდეს ნაგებობებში დატოვებული ხვრეტებით - სავარცხლის მალებით ან ფსკერული ხვრეტებით. თუ სავარცხლის მალები და ფსკერული ხვრეტები არასაკმაო ზომისაა, მაშინ კაშხლისა და კალაპოტური ჰესის წინ შეიძლება წარმოიქმნას ყინულხერგილი, რაც იწვევს ზედა ბიეფის წყლის დონის აწევას იმდენად, რომ შეიძლება წარმოიშვას ქვედა ბიეფისათვის საშიში გარღვევის ტალღა. ყინულხერგილის წარმოქმნის

პროცესში წარმოებს ყინულის ნატეხების (ხორგების) გადაყრა ზღუდარის თხემით, რაც აზიანებს მას და იწვევს ქვაბულის დატბორვას.

6.5. ზღუდარების ტიპები და კონსტრუქციები

ზღუდარებს ერთმანეთისაგან განასხვავებენ ნაკადის ზემოქმედების ხასიათით, კონსტრუქციითა და მასალის მიხედვით.

მდინარის ნაკადის ზემოქმედების ხასიათის მიხედვით ზღუდარები შეიძლება იყოს: 1) განივი, მდინარის ნაკადის ღერძის მართობულად მიმართული და 2) გრძივი, რომელთა მიმართულება ემთხვევა ნაკადისას ან ახლოა მასთან. შეიძლება მათგან გამოყოფილი იქნეს ე.წ. სექციური ზღუდარები, რომლების მომდევნო რიგის ზღუდარებს აერთებენ უკვე შესრულებულ ნაგებობათა ნაწილებთან და მუშაობენ, როგორც გრძივი ზღუდარები.

გრძივი და სექციური ზღუდარების განივკვეთს იღებენ რაც შეიძლება მცირეს, რათა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი მდინარის შევიწროება; ეს ზღუდარები განიცდის ნაკადისა და ყინულის ძლიერ ზემოქმედებას.

თხემის სიმაღლის მიხედვით ერთმანეთისაგან განასხვავებენ წყალდიდობისას ჩაძირულ და ჩაუძირავ ზღუდარებს. ჩაძირული ზღუდარები დაბალია და შედარებით იაფი ჯდება, მაგრამ მათი გამოყენებისას გარდაუვალია სამუშაოთა წარმოების შეწყვეტა. ჩაუძირავი ზღუდარები უზრუნველყოფს სამუშაოთა წარმოებას მთელი წლის განმავლობაში, მაგრამ მათ აქვს მნიშვნელოვანი სიმაღლე, ძვირი ჯდება, იწვევს კალაპოტის შევიწროებას, რასაც ხშირად თან სდევს მისი ფსკერის დაუშვებელი გარეცხვა, სამუალო და დიდ მდინარეებზე უფრო ხშირად სწორედ ჩაუძირავ ზღუდარებს იყენებენ.

კონსტრუქციული თვალსაზრისით და მასალების მიხედვით ერთმანეთისაგან განასხვავებენ მიწის, ქვა-მიწის, ქვაყრილის, ბეტონისა და სხვა ტიპის ზღუდარებს. ზღუდარებით შემოფარგლული ქვაბულების მშრალ მდგომარეობაში შესანარჩუნებლად ახორციელებენ ზედაპირულ წყალამოღვრას ან სიღრმულ წყალდაწევას. წყალამოღვრის საშუალებათა უკმარისობით გამოწვეული ქვაბულის დატბორვა მოკლე დროითაც კი დაუშვებელია. არაკლდოვან, ძლიერ წყალშეღწევად გრუნტებში იყენებენ გრუნტის წყლების დონის ხელოვნურ დაწევას - სიღრმულ წყალდაწევას. ამისათვის შემოფარგლული ტერიტორიის კონტურის გასწვრივ ბურღავენ 25-30მ სიღრმის ჭებს, რომელთა ფსკერზე უშვებენ სპეციალურ ტუმბოებს; ამ უკანასკნელთა მეშვეობით აღწევენ გრუნტიდან წყლის გაწოვას და ქვაბულის დაშრობას.



6.6.კითხვები თვითშეფასებისთვის:

1. მდინარის სამშენებლო ხარჯების გატარების რამდენი ხერხი არსებობს?
2. რა არის ზღუდარი?
3. თხემის სიმაღლის მიხედვით როგორ ზღუდარებს განასხვავებენ?
4. რას ეწოდება უზღუდარო მეთოდის გამოყენება?
5. რას ნიშნავს ჰდროკვანძის მშენებლობა ჭალური ხერხის გამოყენებით?
6. როგორი სახის გვირაბებით ხდება მდინარის წყლის გადაგდება კალაპოტიდან?
7. რას ნიშნავს მდინარის წყლის გატარება მშენებარე ნაგებობათა ხვრეტებით?
8. რას ეწოდება ე. წ. „სავარცხლით“ წყლის გატარების მეთოდი?
9. განსაზღვრეთ ზღუდარების და მათი კონსტრუქციების სახეები.

თავი 7. საშენი მასალები, კონსტრუქციები და ნაგებობები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ საშენი მასალების კლასიფიცირებას; საშენი მასალების ძირითადი ფიზიკურ - მექანიკური თვისებების განსაზღვრას; ბეტონისა და რკინაბეტონის ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრას; ლითონისა და მერქნის საშენი მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების მიხედვით კლასიფიცირებას; არაორგანული და ორგანული შემკვრელი ნივთიერებების გარჩევას; მიღებული მასალების რაოდენობის და ხარისხის შესაბამისობის შემოწმებას პროექტთან მიმართებით. ჰიდროტექნიკური დანიშნულების ნაგებობების კლასიფიცირებას.

7.1. მასალები და მათი კლასიფიკაცია

ჰიდროტექნიკურ, სამოქალაქო, სამრეწველო მშენებლობაში გამოყენებული შენობა–ნაგებობები და კონსტრუქციები ექსპლუატაციის პერიოდში განიცდის სხვადასხვა სახის დატვირთვების და გარემოს პირობების ზემოქმედებას. შენობა–ნაგებობების დაპროექტება მოითხოვს მათ ასაგებად გამოყენებული საშენი მასალების ფიზიკურ–მექანიკური თვისებების ზუსტ ცოდნას.

შენობა–ნაგებობებში მუშაობის პირობების გათვალისწინებით საშენი მასალები დანიშნულების მიხედვით შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად:

პირველ ჯგუფს შეადგენს მასალები, რომლებიც გამოიყენება მზიდი სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად: 1. ბუნებრივი ქვის მასალები; 2. ხელოვნური ქვის მასალები დამზადებული მინერალურ შემკვრელებზე (ბეტონი, სამშენებლო დუღაბები) და დამზადებული მინერალური ნედლეულის გამოწვით (კერამიკული მასალები და ნაკეთობები, მინა, სიტალები); 3. ლითონები (ფოლადი, თუჯი, ალუმინი, შენადნობები); 4. ხის მასალები; 5. ორგანულ შემკვრელებზე დამზადებული მასალები (ასფალტობეტონები, კონსტრუქციული პლასტმასები და სხვა).

მეორე ჯგუფში შედის სპეციალური დანიშნულების საშენი მასალები, რომლებიც აუცილებელია-კონსტრუქციების გარემოს მავნე ზემოქმედებისაგან დასაცავად, შენობა–ნაგებობების ექსპლუატაციის თვისებების გასაზრდელად და კომფორტის შესაქმნელად, ესენია: თბოსაიზოლაციო, მოსაპირკეთებელი, ანტიკოროზიული, აკუტიკური და ცეცხლგამძლე მასალები.

7.2. საშენი მასალების ფიზიკური თვისებები

1. **სიმკვრივე - ρ(გრ/სმ³; კგ/მ³)**

თუ მასალის მასაა m, ხოლო მისი მოცულობა მკვრივ მდგომარეობაშია v

$$\rho = m/V \qquad (7.1)$$

მასალების (ბეტონი, აგური და სხვა) სიმკვრივის განსაზღვრის სტანდარტული მეთოდი ითვალისწინებს წინაწარ გამომშრალი მასალის სინჯის დაქუცმაცებას ფხვნილად, რომელიც გადის 0,25 მმ ნახვრეტებიან საცერში. ხელსაწყო პიკტაომეტრით განისაზღვრება m მასის ფხვნილის აბსოლუტური მოცულობა v მიღებული სიდიდე ითვლება გამოდევნილი სითხის მოცულობის ტოლად.

სიმკვრივე განისაზღვრება (7.1) ფორმულით.

2. მოცულობითი მასა - γ(გრ/სმ³, კგ/მ³) არის მასალის ერთეულის მასა ბუნებრივ პირობებში (მოცულობა $V_{ბუნ.}$ განისაზღვრება ფორებთან ერთად).

$$\gamma = \frac{m}{V_b} \qquad (7.2)$$

3. ფორიანობა - არის მასალის მოცულობითი ფორების შევსების ხარისხი.

$$\Pi = \frac{V_f}{V_b} \qquad (7.3)$$

ფორიანობა გამოიხატება მასალის მოცულობის წილით, როცა მასალის მოცულობა მიღებულია 1–ის ტოლად ან მოცულობის პროცენტით.

ექსპერიმენტული საანგარიშო მეთოდით ფორანობის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ ცდებით დადგენილი მასალის სიმკვრივის ρ ფორმულა (7.1) და მოცულობითი მასის γ–ს ფორმულა (2)–ის მნიშვნელობებით:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\gamma}{\rho}\right) \cdot 100 \qquad (7.4)$$

საშენ მასალათა ფორიანობა იცვლება დიდ ზღვრებში 0÷98%. მასალებს ახასიათებს ღია და დახურული ფორიანობა. ღია ფორები მასალებში დაკავშირებულია ერთმანეთსა და გარემომცველ გარემოსთან, ამიტომ ისინი ჩვეულებრივ პირობებში გაჯირჯვებისას ივსება წყლით. მაგალითად, მასალის წყალში მოთავსების დროს. ღია ფორები აუარესებს მასალის ყინვამედეგობას.

4. **ფორიანი მასალების (ბეტონი, აგური და სხვა) წყალშთანთქმა** განისაზღვრება სტანდარტული მეთოდიკით – მასალის ნიმუში თავსდება 20±2°C ტემპერატურის წყალში. მასალის წყალში მოთავსებით განსაზღვრული წყალშთანთქმა ახასიათებს ძირითადად გახსნილ ფორებს.

წყალშთანთქმა W_0 განისაზღვრება მასალის მოცულობისა და მასის მიხედვით. $m_{წყ}$ გაჟღენთილი ნიმუშის მასა, $m_{მშ}$ ნიმუშის მასა მშრალ მდგომარეობაში, V_0 მასალის მოცულობა ჩვეულებრივ მდგომარეობაში.

წყლშთანთქმის მასის მიხედვით W_0 განსაზღვრავენ მშრალი მასალის მასასთან შეფარდებით.

$$Wo = \frac{m_{wy} - m_{mS}}{m_{mS}} \cdot 100 \qquad (7.6)$$

მასალათა წყალშთათქმა მერყეობს დიდი ზღვრებში: გრანიტის 0,02÷0,7%; მძიმე, მკვრივი ბეტონის 2÷4%; აგურის 8÷15%; ფოროვან თბოსაიზოლაციო მასალების 100% და მეტი.

წყალშთანთქმა მაღალფოროვანი მასალების მასის მიხედვით შეიძლება მეტი იყოს მის ფორიანობაზე, მაგრამ წყალშთანთქმა მოცულობის მიხედვით არასოდეს აღემატება ფორიანობას.

5. **მასალის გაჯირჯვის კოეფიციენტი** $k_გ$ უდრის მასალის მოცულობის მიხედვით წყალშთანთქმის შეფარდებას მასალის ფორიანობასთან:

$$k_g = \frac{W_0}{\Pi} \qquad (7.7)$$

კოეფიციენტი $k_გ$ შეიძლება იცვლებოდეს 0-დან (მასალის ყველა ფორი ჩაკეტილია) 1-მდე (მასალის ყველა ფორი გახსნილია).

6. **დარბილების კოეფიციენტი $k_{დარ.}$** არის წყლით გაჟღენთილი მასალის სიმტკიცის $R_{წყ.}$შეფარდება მშრალი მასალის სიმტკიცესთან $R_{მშ.}$

$$k_{dar} = \frac{R_{wy}}{R_{mS}} \qquad (7.8)$$

დარბილების კოეფიციენტი ახასიათბს მასალის წყალმედეგობას. იგი იცვლება 0-დან (სველი თიხები) – 1-მდე (ლითონები და სხვა). ჩვეულებრივი და ხელოვნური ქვის მასალები არ გამოიყენება სამშენებლო კონსტრუქციებში (რომლებიც მუშაოებს წყალში), თუ მათი დარბილების კოეფიციენტი ნაკლებია $K_{დარბ.}$<0,8.

7. **წყალშეღწევადობა** – მასალის თვისება გაატაროს წყალი წნევის მოქმედებისას.

ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_{ფ}$ ახასიათებს მასალის წყალშეღწევადობას.

$$k_{fil} = \frac{V_{wy} \cdot a}{\left[S\left(P_1 - P_2\right)t\right]} \qquad (7.9)$$

სადაც: $k_{fil} = V_{wy}$ – არის წყლის რაოდენობა მ^3, რომელიც გადის კედელში სისქით a=1 მ და ფართით S=1მ^2 1 სთ–ის განმავლობაში. კედლების საზღვარზე ჰიდროსტატიკური წნევის სხვაობისას P_1-P_2=1 მ. (წყლის სვეტის) ფილტრაციის კოეფიეცინტს აქვს სიჩქარის განზომილება.

8. წყალგაუმტარობა – მასალის (ბეტონის) წყალგაუმტარობა ხასიათდება მარკით, რომელიც აღნიშნავს ჰიდროსტატიკურ წნევას (კგ.ძ/სმ^2), რომლის დროსაც ბეტონის ცილინდრული ფორმის ნიმუში არ ატარებს წყალს, სტანდარტული გამოცდის პირობებში. რაც უფრო დაბალია ფილტრაციის კოეფიციენტი, მით უფრო მაღალია მასალის წყალგაუმტარობა.

წყალგამტარობის საკითხი ძალზე აქტუალურია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობისას. წყალშეუღწევადობის გასაზრდელად კონსტრუქციებში გამოიყენება ჩაკეტილი ფორების მქონე, საკმაო სიმკვრივის მასალები. აწყობენ ჰიდროსაიზოლაციო ფენებსა და ეკრანებს.

7.3. საშენი მასალების მექანიკური თვისებები

7.3.1. საშენი მასალების დეფორმაციული თვისებები:

- **დრეკადობა** არის მყარი ტანის თვისება, აღიდგონოს საწყისი ფორმა და ზომები გარე ძალების ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ.
- **პლასტიკურობა** არის მყარი ტანის თვისება, შეიცვალოს ფორმა და ზომები (რღვევის გარეშე) გარე ძალების ზემოქმედებისას.

ძალის ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ ტანს არ შეუძლია აღიდგონოს ფორმა და ზომები. შედეგად, ტანში რჩება გარკვეული ნარჩენი დეფორმაცია, რომელსაც ეწოდება **პლასტიკური დეფორმაცია.**

მასალების დეფორმაციული თვისებების ძირითადი მახასიათებლებია: დრეკადობის მოდული, ძვრის მოდული, პუასონის კოეფიციენტი, მოცულობითი – კუმშვის კოეფიციენტი, ზღვრული დეფორმაციები (კუმშვის, გაჭიმვის და სხვა) ცოცვადობა. სხვა თვისებები შეიძლება განისაზღვროს მასალების დეფორმაციებისა და ზემოქმედების სხვადასხვა პირობებში.

7.3.2. სიმტკიცე

მასალის თვისებას წინაღობა გაუწიოს რღვევას გარე ძალით გამოწვეული შიგა ძაბვების მოქმედებისას ეწოდება სიმტკიცე.

მასალის სიმტკიცეს განსაზღვრავს დროებითი წინაღობა – სიმტკიცის ზღვარი R, რომელიც განისაზღვრება გარკვეული სახის დეფორმაციის დროს (კუმშვა, გაჭიმვა, გრეხა და სხვა).

საშენი მასალების (ბეტონი, ბუნებრივი ქვის მასალები, აგურები და სხვა) ძირითადი სიმტკიცის მახასიათებლებია სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას. საშენი მასალები არაერთგვაროვნებით გამოირჩევა და ამიტომ სიმტკიცის ზღვარი განისაზღვრება, როგორც ნიმუშების სერიის გამოცდის შედეგების საშუალო. ჩვეულებრივ სერიაში გამოსაცდელი ნიმუშების მინიმალური რაოდენობა არის 3.



ნიმუშების სიმტკიცეზე გავლენას ახდენს ნიმუშების ზომა, დატვირთვის სიჩქარე და სხვა.

სიმტკიცეზე დამოკიდებულების მიხედვით მასალებს ყოფენ მარკებად. რაც უფრო მაღალია მარკა, მით უფრო მაღალია კონსტრუქციული საშენი მასალის ხარისხი.

კუმშვაზე მასალათა სიმტკიცის განმსაზღვრელი ფორმულაა:

$$R = \frac{P_{mR}}{F}$$

სადაც: - R სიმტკიცეა, P - მრღვევი დატვირთვა, F - ნიმუშის განივკვეთის ფართი,
ღუნვაზე მასალების სიმტკიცე განისაზღრება ფორმულით:

$$R_R = \frac{M_{mR}}{W_0}$$

სიმტკიცის განსაზღვრის ფორმულაში $R_ღ$ სიმტკიცის ზღვარია, $M_{მღ}$ - მღუნავი მომენტი.

სიმაგრე – მასალის თვისებაა წინაღობა გაუწიოს მასში სხვა უფრო მყარი ტანის შეჭრას. მინერალების სიმაგრეს აფასებენ მოოსის სკალის მიხედვით (ცხრილი 1). სკალა წარმოდგენილია 10 მინერალით. თითოეული მათგანი თავისი ბასრი ბოლოთი კაწრავს ყველა წინამდებარე მინერალს.

მოოსის სკალა

სიმაგრე	მინერალი	სიმაგრის მახასიათებელი
1.	ტალკი	ადვილად იკაწრება ფრჩხილებით
2.	თაბაშირი	იკაწრება ფრჩხილით
3.	კალციტი	ადვილად იკაწრება ფოლადის დანით
4.	ფლუორიტი	ფოლადის დანით იკაწრება მსუბუქი დაჭერის დროს
5.	აპატიტი	იკაწრება ფოლადის დანის ძლიერი დაჭერით
6.	ორთაკლაზი	კაწრავს მინას
7.	კვარცი	ადვილად კაწრავს მინას
8.	ტოპაზი	ადვილად კაწრავს მინას
9.	კორუნდი	ადვილად კაწრავს მინას
10.	ალმასი	ადვილად კაწრავს მინას

ცხრილი 1

ხის, მეტალების, ბეტონის და ზოგიერთი სხვა საშენი მასალის სიმაგრეს განსაზღვრავენ მასში ფოლადის ბურთულის დაჭერით. გამოცდების შედეგად გამოითვლება სიმაგრის სიდიდე:

$$HB = P / F$$

სადაც: P - ძალაა;

F - ბურთულის ანაბეჭდის ფართი.

1,3,4 მასალის სიმაგრეზე დამოკიდებულია მისი ცვეთადობა: რაც უფრო მაღალია სიმაგრე, მით უფრო ნაკლებია ცვეთადობა.

ცვეთადობა განისაზღვრება ნიმუშის თავდაპირველი მასის დანაკარგით მისი ცვეთაზე გამოცდის შედეგად და განისაზღვრება:

$$R_{cv} = \frac{m_1 - m_2}{F_0} \text{g/sm}^2$$

სადაც: m_1 - ნიმუშის მასა ცვეთამდე, გ;

m_2 - ნიმუშის მასა ცვეთის შემდეგ, გ;

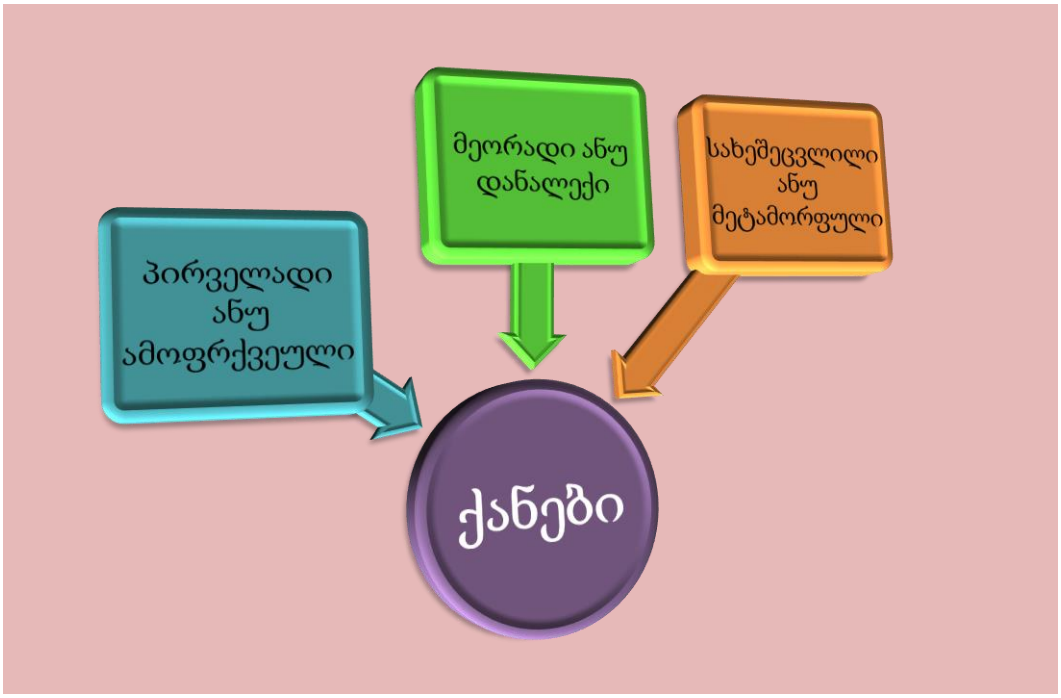
F - ცვეთის ზედაპირის ფართი $სმ^2$.

7.4. ბუნებრივი ქვის საშენი მასალები

7.4.1. მთის ქანები

საშენი მასალების მიღების მთავარი წყაროა მთის ქანები. მთის ქანების წარმოქმნა დაკავშირებულია დედამიწის აგებულების და მაგმის წარმოშობის ურთულეს პირობებთან.

წარმოშობის პირობების მიხედვით ქვის ქანები იყოფა 3 ჯგუფად:



ამოფრქვეული ქანები წარმოიქმნება დედამიწის სიღმიდან ამოფრქვეული მაგმის გაცივების შედეგად. ქანები: დედამიწის სიღმეში გაცივების შედეგად წარმოიქმნება ქანები: გრანიტი, სეინიტი, გაბრო, დიარიტი, დაბალ სიღმეზე დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს წარმოიქმნება ქანები (1. ანდეზიტი, 2. დიაბაზი, 3. ბაზალტი):

1.  2.  3. 

ამოფრქვეული ქანებისაგან წარმოიქმნა ვულკანური პემზა. ტუფი წარმოიქმნება ვულკანური ფერფლის, ქვიშისა და პემზის მარცვლების ერთმანეთთან ბუნებრივი შეცემენტებით.

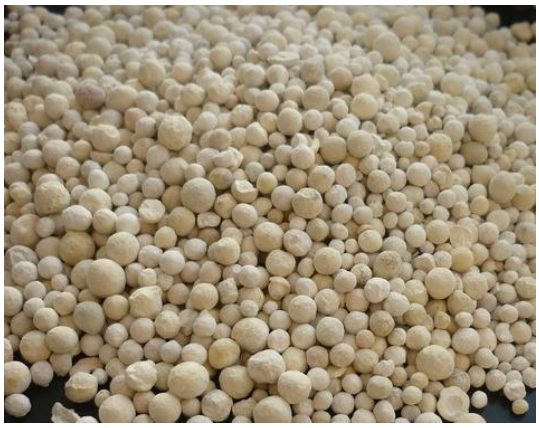
ნალექი ქანების წარმოშობა დაკავშირებულია ამოფრქვეული და სხვა ქანების და ტემპერატურის მექანიკური და ქიმიური გარდაქმნებით, წყლის, ქარის და ტემპერატურის მოქმედების შედეგად.

ნალექი ქანები განლაგებულია დედამიწის ქერქის ზედა ფენებში, ზღვევის, ტბების, მდინარეების ფსკერზე. ნალექის ქანების ძირითადი სახეებია: 1.კირქვა, 2.ცარცი, 3.ნიჟარქვა, 4. ტრეპელი;

1 

2 

3 

4 

ნამტვრევი ფხვიერი ქანების სიმსხოს მიხედვით: კაჭრი (0.15÷1 მ); ხრეში (5÷15 სმ); ქვიშა (0,01÷0,5 სმ); მტვერი (0,005÷0,15 სმ); თიხა - 0,005 მმ-მდე.



ხრეში



ქვიშა



თიხა

მეტამორფული ქანები წარმოიქმნება დედამიწის ქერქის სიღმეში ამოფრქვეული და ნალექი ქანების მაღალი წნევის, ტემპერატურის და აირების მოქმედებით გამოწვეული გარდაქმნების შედეგად. მეტაფორმული ქანებია: 1. გნაისი, 2. ფილიტი, 3. მერგელი, 4. ფიქლები, 5. მარმარილო.






1. 2. 3. 4.





5.

7.4.2. ბუნებრივი ქვის მასალების კლასიფიკაცია ტექნიკური თვისებების მიხედვით

მოცულობითი მასის მიხედვით ბუნებრივი ქვის მასალები იყოფა მსუბუქად და მძიმედ. მსუბუქი ქვის მასალის მოცულობითი მასა ნაკლებია 1800 კგ/მ^3. მათ აქვს ფოროვანი აგებულება და ამიტომაც გამოიყენება უპირატესად შენობების კედლების ასაგებად (ქვა, ბლოკები) და მსუბუქ ბეტონებში ღორღის სახით.

მძიმე ქვების მოცულობითი მასა მეტია 1800 კგ/მ^3-ზე, აქვს მკვრივი აგებულება (გრანიტი, სიენიტი, დიორიტი და ა.შ.) გამოიყენება მოსაპირკეთებლად იატაკების და ჰიდროტექნიკური და საგზაო ობიექტებისთვის.

სიმტკიცე.

სიმტკიცის ზღვრის (კუმშვაზე) მიხედვით ბუნებრივი ქვის მასალები დაყოფილია მარკებად: 4, 7, 10, 15, 25, 35, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800 და 1000 მარკები დამახასითებელია სხვადასხვა ფორიანობის მსუბუქი ქვებისათვის.

ყინვამედეგობა.

სტანდარტულ პირობებში გამოცდისას (გაყინვა-გალღობის ციკლების რაოდენობის მიხედვით) განასხვავებენ ბუნებრივი ქვის მასალების მარკებს ყინვამედეგობაზე:

M_{p3}-10, M_{p3}-15, M_{p3}-35, M_{p3}-100, M_{p3}-150, M_{p3}-200, M_{p3}-300, da M_{p3}-500. მაღალი ყინვამედეგობა აქვს თანაბარმარცვლოვან სტრუქტურის მკვრივ ქვებს.

წყალმედეგობა.

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებსა და საძირკვლებში გამოყენებული ქვის დარბილების კოეფიციენტი უნდა იყოს არანაკლები 0,8-ისა, ხოლო შენობების გარე კედლების ქვის დარბილების კოეფიციენტი უნდა იყოს არა ნაკლები 0,6-ისა.

ცვეთამედეგობა.

ქვის მასალა მნიშვნელოვანია გზების საფარის, იატაკების, კიბეების და სხვა კონსტრუქციების მოწყობისას.

ცეცხლმედეგობა დამოკიდებულია ქვის მინერალურ შედგენილობაზე. გარკვეული მასალები (მაგ. თაბაშირი 100°C, კირქვა 900°C) იშლება მაღალ ტემპერატურაზე, ხოლო რიგი მასალებისა (მაგ. გრანიტები) ხანძრის დროს იბზარება ან სკდება შემადგენელი მინერალების სხვადასხვა ტემპერატურული გაფართოების შედეგად.



7.4.3. ბუნებრივი ქვის მასალების სახეები და გამოყენება

ყორე ქვა არასწორი ფორმის ქვის ნამტვრევებია, ზომით არა უმეტეს 50 სმ-ისა. მიიღება ადგილობრივი ნალექი და ამოფრქვეული ქანების დამუშავებით. გამოიყენება კაშხლებისა და სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ასაგებად ისეთ კონსტრუქციებში, როგორებიცაა: საყრდენი კედლები, საძირკვლები, შენობების კედლები. ყორე ქვის დიდი რაოდენობა გადამუშავდება ღორღის სახით.



ღორღი - ქვის ნატეხები 5÷70 მმ ზომით (ხოლო ჰიდროტექნიკური მშენებლობისათვის 150 მმ-დე) მიიღება ქვის დამტვრევით. საჭირო ზომების მარცვლების მისაღებად ქვის დამტვრევის პროცესი რამდენიმე სტადიად მიმდინარეობს.

ხრეში შედგება იმავე ზომის მარცვლებისაგან, როგორც ღორღი. მიიღება ფხვიერი ნალექი ქანების გაცრით. აუცილებელია მარცვლების გარეცხვა თიხის და მტვრის მოსაცილებლად.

ქვიშა შედგება სხვადასხვა მინერალების მარცვლებისაგან (კვარცი, მინდვრის შპატი და სხვა) ზომებით 0,14÷5 მმ. გამოიყენება ბუნებრივი და ხელოვნური ქვიშა.



საკედლე ქვები მიიღება ტუფებისა და ფოროვანი კირქვებისაგან ქვის მასივების დახერხვის გზით.

ქვები გამოიყენება შენობების გარე და შიგა კედებსა და ტიხრებში.

საკედლე ქვების ძირითადი ზომებია 390X190X188; 400X240X188, 390X190X288 მმ.

გარე კედლებში გამოიყენება ქვები მოცულობითი მასით არა უმეტეს 2100 კგ/მ^3. მზიდი კედლები აიგება M35-400 მარკის ქვემოთ, ხოლო მრავალსართულიანი შენობების კარკასების შემავსებლად და დაბალსართულიანი შენობების მშენებლობაში შესაძლებელია M4-25 მარკის ქვების გამოყენება. შიგა კედლები, საძირკვლები და სარდაფების კედლები აიგება ქვებით, რომელთა მოცულობითი მასა არ აღემატება 2300 კგ/სმ^3. ქვის წყალშთანთქმა უნდა იყოს არა უმეტეს 30%-ისა, ყინვამედეგობა - არა ნაკლები M_{p3}-15.

შენობების გარე მოპირკეთებისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს ატმოსფერული ნალექებისადმი მდგარდი ნალექი ქანები (კირქვები, დოლომიტები, ტუფები, ქვიშაქვები), რომლებიც ადვილად ექვემდებარება დამუშავებას და ეკონომიურია გრანიტებთან შედარებით. შიგა მოპირკეთებისათვის (მაგ. მეტროპოლიტენების სადგურებში) ფართოდ გამოიყენება ფილები - მარმარილოს და სხვა მაღალი ხარისხის ქანებისაგან.

გარე მოპირკეთბის ფილებს აქვს სისქე 4-8 სმ, ხოლო შიგა მოპირკეთებისათვის 1,2-4 სმ.

კოროზიისა და მაღალი ტემპერატურისაგან დასაცავად გამოიყენება სპეციალური მოპირკეთება.

ისეთი მასალები, როგორებიცაა: ანდეზიტი, გრანიტი, სიენიტი, დიაბაზი, კვარცი (მჟავა გამძლე ქანები), გამოიყენება აგრესიულ გარემოში კედლების დასაცავად. ამ მასალებისაგან დამზადებული ღორღი გამოიყენება მჟავაგამძლე ბეტონების შემავსებლებად. ცეცხლგამძლე ბეტონებში გამოიყენება შემავსებლებად ისეთი ქანები, რომლებიც არ შეიცავს კვარცს (ბაზალტი, დიაბაზი, ტუფი).

ცოკოლის ფილები, კარნიზების დეტალები და ნაგებობათა სხვა ნაწილები მზადდება მდგრადი მასალებისაგან. ამ ნაკეთობებს არ უნდა გააჩნდეს ბზარები. მათ მიეცემა ისეთი ფორმა, რომელზეც არ ჩერდება წვიმის წყალი და თოვლის ნადნობი.

იატაკისა და კიბეების ფილებს უნდა ჰქონდეს მაღალი ცვეთამედეგობა და დეკორატიული თვისებები.

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში ბუნებრივი ქვის მასალები გამოიყენება დიდი რაოდენიბით კაშხლების, გემსადგომების, რაბების ასაგებად. განსაკუთრებით არახელსაყრელ






პირობებშია კონსტრუქციების ზონები წყლის ცვლადი დონეების პირობებში. ამ შემთხვევაში ქვა განიცდის მრავალჯერად გაყინვას და გალღობას წყლით გაჯერებულ მდგომარეობაში. ასეთ ზონებში დამცავ მოპირკეთებას აწყობენ ამოფრქვეული მკვრივი ქანებისაგან დამზადებული მასალებით, რომელთა წყალშთანთქმაა არა უმეტეს 1%-ისა, მარკა სიმტკიცის მიხედვით არა ნაკლები 800-1000-ისა და მარკა ყინვამედეგობის მიხედვით $M_{рз}$-150-$M_{рз}$-300 ნაგებობის კლასისა, კლიმატური ექსპლუატაციის და სხვა პირობების მიხედვით. შესაბამის მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს მასალები ქვანაყარი კაშხლისათვის. ნაყარი კაშხლის შიგა ზოლებში, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნალექი ქანებისაგან მიღებული ქვები მარკით M300-600, დარბილების კოეფიციენტით არა ნაკლები 0,7÷0,8. ქვის მასალები მოწმდება აგრესიულ წყალში (ზღვის, გრუნტის, მდინარის, ჭაობის წყალი) გახსნაზე.

ბორტის ქვები, რომლებიც ყოფს გაზის სავალ ნაწილს ტროტუარისაგან, მზადდება მკვრივი ამოფრქვეული ქანებისაგან (გრანიტი, დიაბაზი და ა.შ.), რომლებიც ხასიათდება მაღალი ყინვა და ცვეთამედეგობითა და სიმტკიცით. ბორტის ქვები შეიძლება იყოს სწორი და მოხრილი, მაღალი 40 სმ-მდე და დაბალი 30 სმ-მდე.

ძელურა ნაპობი ან თლილი ქვა სიმაღლით 10-16 სმ, სიგანით 12-15 სმ და სიგრძით 15-25 სმ. გამოიყენება ქვაფენილების და მოედნების მოსაწყობად.

ტროტუარის ფილები მზადდება გნეისებისა და მისი მსგავსი მთის ქანებისაგან. კვადრატულ ან სწორკუთხა ფილებს აქვს გვერდი 20-80 სმ, სწორი ზედაპირი და სისქე 4÷15 სმ.

7.5. ხელოვნური ქვის მასალები

7.5.1. ზოგადი ცნობები

სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული ხელოვნური ქვის მასალები შეიძლება დაიყოს:

1. მასალებად, რომლებიც დამზადებულია მინერალურ შემკვრელებზე (ბეტონები, სამშენებლო დუღაბები);
2. მასალებად, რომლებიც დამზადებულია მინერალური ნედლეულის გამოწვით (კერამიკული მასალები და ნაკეთობები, მინა, სიტალები).

7.5.2. კერამიკული ნაკეთობები

ბუნებრივი თიხებისაგან ამზადებენ კერამიკულ ნაკეთობებს.

კერამიკული ნაკეთობების ტექნოლოგია შედგება ოთხი პროცესისაგან:

I - თიხების მოზადება;
II - თიხების დაყალიბება;
III - გამოშრობა;
IV - გამოწვა.

კერამიკული ნაკეთობები შედგება ფორიანი და მკვრივი მასალებისაგან. ფორიანი მასალების წყალშთანთქმაა 5% და მეტი, მკვრივი მასალების - 5%-ზე ნაკლები.

ფორიანი ნაკეთობებია - თიხის აგურის სახეობები (ჩვეულებრივი, ღრუებიანი), კრამიტი, მოსაპირკეთებელი ფილები, კერამიკული მილები. მკვრივი ნაკეთობებია - იატაკის ფილები, საგზაო აგური, სანტექნიკური ნაკეთობები.

კერამიკული ნაკეთობების დადებითი თვისებებია: მაღალი სიმტკიცე, ტექნოლოგიის სიმარტივე, ხანგამძლეობა, ფართო ასორტიმენტი; უარყოფითი თვისებაა - სიმყიფე.

კერამიკული ნაკეთობების ძირითადი მასალაა თიხები, რომლებსაც ტექნიკური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გასაუმჯობესებლად უკეთებენ სხვადასხვა სახის დანამატს - კვარცის ქვიშა, შამოტი, ხის ნახერხი, წიდა და სხვა.

თიხები მთის ქანების - მინდვრის შპატების გამოქარვის პროდუქტია.

მათ შემადგენლობაში შედის: კვარცი, მინდვრის შპატი, კალციტი, მაგნეზიცი და სხვა. მინდვრების შპატებზე წყლის და ნახშირორჟანგის მოქმედებით მიიღება კაოლინიტური თიხები. ასეთი თიხისებრი გამოწვის შემდეგ იღებენ თეთრ ფერს და იყენებენ ფაიფურის წარმოებაში.

ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მიხედვით თიხების სამი ჯგუფი გამოიყოფა:

- ✓ ცეცხლგამძლე
- ✓ ძნელადდნობადი
- ✓ ადვილდნობადი

ცეცხლგამძლე თიხების დნობის ტემპერატურაა 1580°C.

ძნელადდნობადი თიხების დნობის ტემპერატურაა 1350-1580°C. ისინი გამოიყენება მოსაპირკეთებელი აგურების, საკანალიზაციო მილების და სხვა ნაკეთობების დასამზადებლად.

ადვილადნობადი თიხების დნობის ტემპერატურაა 1350°C-ზე ნაკლები. თიხების ამ სახეობებისგან ამზადებენ აგურს, კრამიტს და სხვა მასალებს.

თიხები შედგება სხვადასხვა მინარევებისაგან (თიხამიწა, კაჯმიწა, კალციუმის და რკინის ჟანგები, ნატრიუმის და მაგნიუმის ჟანგები).

მინარევები ზემოქმედებას ახდენს თიხების თვისებებზე, მაგალითად, რკინის ჟანგი ამცირებს მასალის ცეცხლმედეგობას, ორგანული ნაერთები კი გამოწვისას იწვევს მასალის მასის კარგვას და შეკლებას.

თიხები პლასტიკური მასალაა, რაც მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ნაკეთობის დამზადებისას.

კერამიკული ნაკეთობების დამზადებისას თიხაში შეჰყავთ დამამჭლევებელი, ამოწვადი და სპეციალური დანამატები (კვარცის ქვიშა, ნაცარი და სხვა), რომლებიც ამცირებს მასალის წყლის ხარჯს და, შესაბამისად, შეკლების უნარს. აუმჯობესებენ ტექნოლოგიურ პარამეტრებს, ნაკეთობის თბოგამტარობას და თბომედეგობას.

ამოწვადი დანამატების (ქვანახშირის ფხვნილი, ტორფის მტვერი, ხის ნახერხი და სხვა) გამოწვის შედეგად მიიღება მცირე მოცულობითი მასა და მაღალი ფორიანობის ნაკეთობები.

სპეციალური დანამატების დანიშნულებაა ნაკეთობებისათვის სპეციალური თვისებების მინიჭება. მაგალითად, მჟავემედეგი ნაკეთობის მისაღებად თიხას უმატებენ ქვიშიან ნარევს, ადუღაბებულს თხევადი მინით ან ტუტეებით.

კერამიკული ნაკეთობების წარმოების ტექნოლოგიური სქემაა: თიხის მოპოვება - მომზადება, ნაკეთობის დაყალიბება, შრობა, გამოწვა, ნაკეთობის დამუშავება.

ნაკეთობის დამზადება წარმოებს სველი, პლასტიკური და ნახევრად მშრალი წესით.

სველი ხერხი: ნედლეულს ანაწევრებენ და ურევენ 60%-მდე წყალში. მიიღება ერთგვაროვანი მასა.

პლასტიკური ხერხი: დატენიანება ხდება 20-25%. თიხა დანამატებთან ერთად აირევა თიხასარევში.

ნახევრად მშრალი ხერხი: დატენიანება ხდება 8-12%-მდე.

ნაკეთობის დაყალიბება პლასტიკური და სველი ხერხების დროს წარმოებს ლენტურ წნეხებზე, ნახევრად მშრალი ხერხის დროს ნაკეთობას აყალიბებენ ჰიდრავლიკურ ან მექანიკურ წნეხებზე.

დაყალიბებული ნაკეთობების შრობა წარმოებს ხელოვნურად ცხელი ჰაერის საშუალებით.

კერამიკული ნაკეთობების გამოწვის პროცესი 3 პერიოდისაგან შედგება:

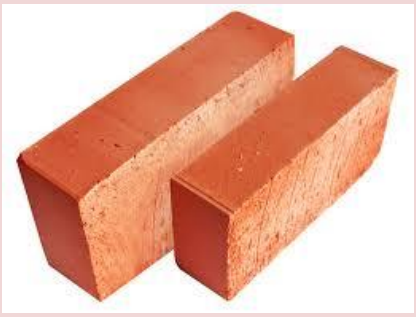
- ✓ გახურება
- ✓ გამოწვა
- ✓ გაცივება

გახურების დროს 100-200°C-მდე ტემპერატურა იზრდება ნელა, ბზარების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად. ტემპერატურა სწრაფად იზრდება - ადვილდნობადი შენაერთები იწყებს დნობას და გარს ეკვრის უდნობად ნაწილაკებს. ნაკეთობის ზომები მცირდება და ხდება მისის გამკვრივება. ადვილად დნობადი თიხების გამოწვა ხდება 900-1100°C-ზე. გაცივება ხდება ბზარების გაჩენის თავიდან ასაცილებლად თადათანობით 800°C-მდე ნელა, შემდეგ კი სწრაფად.

7.5.3. ჩვეულებრივი თიხის აგური

თიხის ჩვეულებრივ აგურს აქვს სწორკუთხა პარალელეპიპედის ფორმა, ზომებით 250X120X65 მმ, ასევე, სწორი გვერდები და თანაბარი ზედაპირი. გვერდების და სწორკუთხა ზედაპირის გადახრა სტანდარტიდან დასაშვებია არა უმეტეს 3 მმ-ისა. მოდულურ აგურს აქვს ზომები 250X120X88 მმ. მზადდება მრგვალი ან სწორკუთხა გამჭოლი სიცარიელეით ისე, რომ ერთი აგურის მასა არ აღემატებოდეს 4 კგ-ს.

1. **ჩვეულებრივი აგური; 2. ღრუტანიანი აგური; 3. კრამიტი**

1 

2 

3 



აგურს არ უნდა ჰქონდეს მექანიკური დაზიანებები და გამჭოლი ბზარები.

აგური უნდა იყოს ნორმალურად გამომწვარი. გამოწვის შემდეგ აგურს არ უნდა ჰქონდეს ეტალონის შესაფერისი ფერი - დაუშვებელია კირის ჩანართები, რომლებიც იწვევს აგურის რღვევას.

კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარის მიხედვით აგური არის შემდეგი მარკების: 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300.

ჩვეულებრივი აგურის მოცულობითი მასა 1600÷1900 კგ/მ^3-ია. თბოგამტარობა კი 0,7÷0,82 ვატი/(M, °C).

M150 მარკის ზემოთ ჩვეულებრივი აგურის წყალშთანთქმა უნდა იყოს არანაკლებ 8%-ისა. ეს მოთხოვნები უზრუნველყოფს ნაკეთობის გარკვეულ ფორიანობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში, აგური გახდება ძალიან თბოგამტარი და ექნება ცუდი შეჭიდულობა სამშენებლო დუღაბთან. ყინვამედეგობა აგურის უნდა იყოს არა ნაკლები $M_{рз}$-15-ისა. ამზადებენ აგრეთვე უფრო მაღალი ყინვამედეგი მარკის აგურებს: $M_{рз}$-25, $M_{рз}$-35 და $M_{рз}$-50.

აგური უპირატესად გამოიყენება შენობათა კედლების ასაგებად, კედლის პანელების დასამზადებლად, დუღაბისა და საკვამლე მილების ასაგებად.

7.5.4. ღრუტანიანი და სამშენებლო მსუბუქი აგურები და კერამიკული ქვები

ჩვეულებრივი აგურით შესრულებული გარე კედლები მძიმეა. 1 მ^3-ის მასა შეადგენს 800-1100კგ-ს, მოთხოვნილი თერმული წინაღობის დასაკმაყოფილებლად საჭიროა 2-2,5 აგური, ანუ 52-64 სმ. ასეთი კედლების სიმტკიცე იმდენად მაღალია, რომ სიმტკიცის ნაწილი გამოუყენებელი რჩება.

უფრო მომგებიანია, მთლიანი ჩვეულებრივი აგურის მაგივრად, შენობის გარე კედელში გამოყენებულ იქნეს ღრუტანიანი აგური და კერამიკული ქვები. ღრუტანიანი საკედლე აგური და კერამიკული ქვების გამოყენება საშუალებას იძლევა შევამციროთ გარე კედლების სიგანე და მასალათტევადობა 20-30%-ით.

თიხის ღრუტანიანი აგური ეკონომიურად უფრო მომგებიანია - 1 მ^2 კედლის ფასი (სისქით 52 სმ) 15-20%-ით უფრო დაბალია, ვიდრე ჩვეულებრივი თიხის აგურისაგან აგებული 1 მ^2 კედელი სისქით 64 სმ. ღრუტანიანი აგური მზადდება ადვილადდნობად თიხებზე დანამატების გამოყენებით პლასტიკური და ნახევრად მშრალი დაწნეხვის ხერხით. სიცარიელეები შეიძლება იყოს მრგვალი (დიამეტრით არა უმეტეს 15 მმ-ისა) და მართკუთხა (სიგანით 15 მმ). ასეთი აგურის ზომებია 250X120X65 მმ და 250X120X88 მმ. ღრუტანიანი აგურის მარკებია 75, 100, 125 და 150. მოცულობითი მასა 1000-1450 კგ/მ^3. წყალშთანთქმა არა ნაკლები 6%-ისა, ყინვამედეგობა არა ნაკლები M_{p3}-15-ისა. გამოიყენება გარე, შიგა კედლებსა და ტიხრებში.

თიხის ღრუტანიანი აგური არ არის რეკომენდებული მისი გამოყენება საძირკვლებსა და სველი კედლების წყობაში



კერამიკულ ქვებს აყალიბებენ ვაკუუმწნეხებზე, გამჭოლი ან ჩაკეტილი სიცარიელებით. ქვის ზომებია (250-290 მმ)X(120-190 მმ)X(138-288 მმ), მოცულობითი მასა 1300-1450 კგ/მ^3,

წყალშთანთქმა არა ნაკლები 6%-ისა. მარკები 75, 100, 125, 150. ისინი გამოიყენება ჩვეულებრივი აგურის ნაცვლად, მაგრამ მათი გამოყენება საძირკვლებში, ცოკოლებსა და შენობების ტენიან კედლებში არ არის რეკომენდებული.

სამშენებლო მსუბუქ აგურს აქვს მცირე მოცულობითი მასა (700-1000 კგ/მ^3) და თბოგამტარობა. მისი გამოყენებით მიიღწევა კედლის სისქის შემცირება 40%-ით, კონსტრუქციის შემსუბუქება 36%-ით. აგური მზადდება ზომებით 250X120X80 მმ. გამოდის 3 მარკის: 35,50,75.

როცა მოცულობითი მასა იზრდება 1000-1300 კგ/მ^3-მდე, სიმტკიცე არის M-50, M-75, მოცულობითი მასის გაზრდით 1300-1500 კგ/მ^3-მდე სიმტკიცე არის M-75, M-100, ყინვამედეგობა არა ნაკლები M_{p3}-10.

მსუბუქი სამშენებლო აგური გამოიყენება ნორმალური ტენიანობის შენობებისათვის.

7.5.5. სპეციალური დანიშნულების კერამიკული ნაკეთობები

I. საგზაო აგური მზადდება ძნელადდნობადი თიხებისაგან მათი გამოწვით შეცხობამდე. მისი ზომებია 220X110X65 მმ და 220V110X75 მმ. სიმტკიცე M-400, 600 და M-1000 წყალშთანთქმა 2-6%. ყინვამედეგობა M_{p3}-30÷100 ციკლი. ასეთი სახის აგური გამოიყენება გზების და ტროტუარების მოსაწყობად, სამრეწველო შენობების იატაკების მოსაწყობად და საკანალიზაციო კოლექტორების ასაგებად.



II. სადრენაჟე მილები მზადდება მაღალი პლასტიკურობის თიხებისაგან. მცირე დიამეტრის დაყალიბება ხდება ჰორიზონტალურ ლენტურ პრესზე, დიდი დიამეტრის ვერტიკალურ პრესებში.

გაშრობის შემდეგ მილების გამოწვა ხდება 900-1000°C. უშვებენ მოუჭექავ და მოჭიქულ სადრენაჟე მილებს. მათი წყალშთანთქმა არის არა უმეტეს 15%-ისა, ყინვამედეგობა არა უმცირეს

M_{p3}-15. მილები გამოიყენება მელიორაციულ სამუშაოებში, შენობა-ნაგებობების ქვეშ გრუნტის ფუძის გამოსაშრობ ღონისძიებებში.



III. საკანალიზაციო მილებს ამზადებენ პლასტიკური ცეცხლგამძლე ან ძნელადდნობი თიხებისაგან. მილების დაყალიბება ხდება ვერტიკალურ პრესებში, გამოწვა - 1250-1300°C-ზე შეცხობამდე. მილების შიგა ზედაპირის დაფარვა ხდება მშრალგამძლე ჭიქურით.



საკანალიზაციო მილები უნდა უძლებდეს არა ნაკლებ 0,2 მპა-ს სიდიდის ჰიდროსტატიკურ დაწნევას. წყალშთანთქმა არა უმეტეს 9% - I ხარისხის მილებისა და 11% - II

ხარისხის მილებისათვის. საკანალიზაციო მილების მარკა 800-1200მმ, შიგა დიამეტრი 150-600მმ. საკანალიზაციო მილები გამოიყენება საწარმოო ფეკალური, საკანალიზაციო და სხვა ქსელებში.

IV. სხვადასხვა სახის კერამიკური ნაკეთობები გამოიყენება შენობების შიგა და გარე მოპირკეთებისათვის.

7.5.6. თიხის კრამიტი

თიხის კრამიტი ერთ-ერთი უძველესი, ხანმედეგი და ცეცხლგამძლე გადახურვის მასალაა. კრამიტი არაინდუსტრიალურია, შრომატევადია. ამავე დროს ლამაზი და იაფი მასალაა. მისი ნაკლია სიმძიმე (65-70 კგ/მ^2).

მზადდება ადვილადდნობადი თიხებისაგან.

გამოყენებული კრამიტის სახეებია: დაშტამპული, ბრტყელი, კერის და ლენტური.

მისი დამზადების ტექნოლოგია არ განსხვავდება აგურის დამზადების ტექნოლოგიისაგან. მასალის დაყალიბების შემდეგ გამოწვა ხდება 950-1000°C-ზე.

კრამიტი უნდა იყოს კარგი გამოწვის, სწორი და გლუვი ზედაპირით, წყალშეუღწევადი და ყინვაგამძლე.



7. 6. არაორგანული შემკვრელი ნივთიერებები

7.6.1. ზოგადი ცნებები

არაორგანულ შემკვრელ ნივთიერებებს უწოდებენ ფხვნილისებრ მასალებს, რომლებიც წყალთან შერევის შედეგად წარმოქმნის პლასტიკურ ცომს, რომელსაც ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების მოქმედების შედეგად დროში თვითგამკვრივების უნარი აქვს. ცომისებრი მდგომარეობიდან (გამკვრივებისას) ქვისმაგვარ მდგომარეობაში გადასვლისას შემკვრელი ნივთიერებები ერთმანეთთან კრავს ქვებს, ქვიშის მარცვლებს, ღორღს, ხრეშს. შემკვრელების ეს თვისება გამოიყენება ბეტონების, სილიკატური აგურის, აზბესტოცემენტის და სხვა არა გამომწვარი ხელოვნური ქვის მასალების და სამშენებლო დუღაბების დასამზადებალად.

არაორგანული შემკვრელი ნივთიერებები შედგება ჰაეროვანი, ჰიდრავლიკური და ავტოკლავური გამკვრივების შემკვრელებიდან.

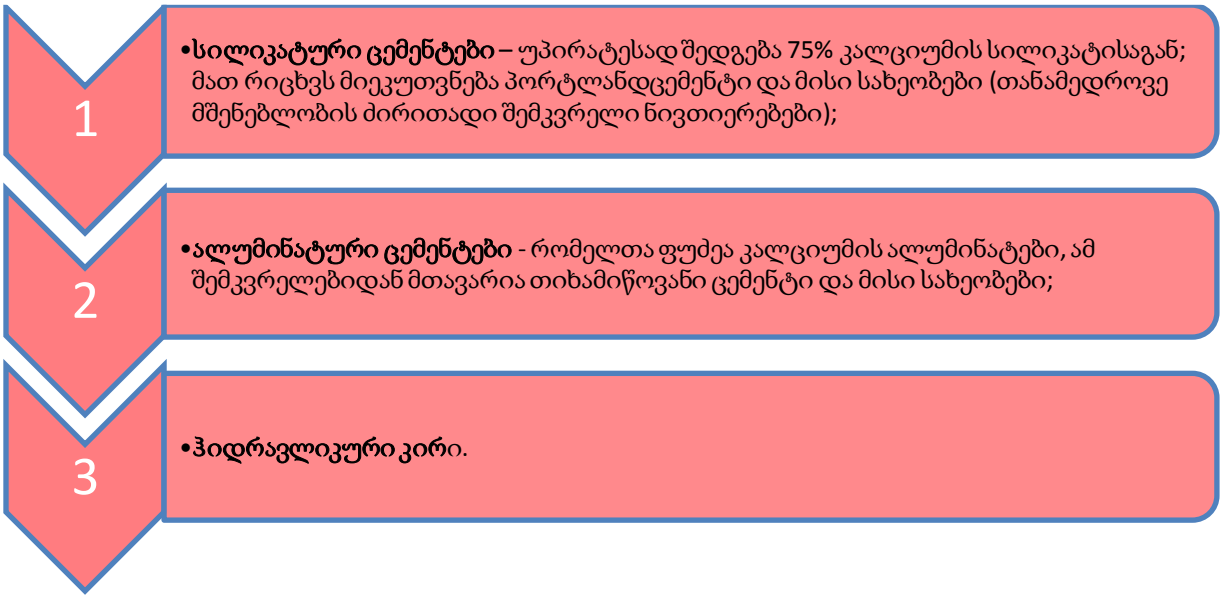
ჰაეროვანი შემკვრელები მკვრივდება ჰაერზე.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით იყოფა 4 ჯგუფად:

1. კიროვანი შემკვრელები, შედგება ძირითადად კალციუმის ჟანგისაგან CaO;
2. მაგნეზიური შემკვრელები შეიცავს კაუსტიკურ მაგნეზიტს Mgo;
3. თაბაშირის შემკვრელები;
4. თხევადი მინა-ნატრიუმის ან კალციუმის სილიკატი (ხსნარის სახით).

ჰიდრავლიკური შემკვრელები მკვრივდება და სიმტკიცეს ინარჩუნებს როგორც ჰაერზე, ისე წყალში. თავისი ქიმიური შედგენილობით ჰიდრავლიკური შემკვრელები ოთხი-ჟანგის რთული სისტემისაგან შედგება $CaO-SiO_2-A_2O_3-Fe_2O_3$.

ეს შენაერთები წარმოქმნის ჰიდრავლიკური შემკვრელების 3 ძირითად ჯგუფს:



ავტოკლავური გამკვრივების შემკვრელები - ნივთიერებები, რომლებიც წყლით გაჯერებული ორთქლის გარემოში, ავტოკლავური სინთეზის შედეგად განიცდის გამკვრივებას

და წარმოქნის მტკიცე ცემენტის ქვას. შემკვრელების ამ ჯგუფში შედის კირ-კაჟმიწოვანი, კირ-ნაცროვანი, კირ-წიდა და სხვა შემკვრელები.

7.6.2. ჰაერკირი

ჰაერკირი მიიღება კირქვების, ცარცის, დელემიტების (რომლებიც შეიცავს 6%-მდე თიხას) ზომიერი გამოწვით, წყლის დამატებით ჰაერკირი განიცდის ჩაქრობას.

ჩაქრობის სიჩქარის მიხედვით არის სწაფმოქმედი კირი (ჩაქრობის სიჩქარე 20 წთ-მდე) და ნელქრობადი კირი ჩაქრობის სიჩქარე 20 წთ და მეტი.

კირს იყენებენ როგორც სუფთა სახით, ისე დანამატებთან ერთად - ნაცარი, პემზა, ტუფი, კვარცის ქვიშა, კირქვა.

კირს მშენებლობაში იყენებენ დუღაბის სახით ქვიშასა და სხვა შემვსებებთან ერთად.

დიდი რაოდენობით იყენებენ კირს სილიკატური აგურისა და სილიკატური ბეტონების დასამზადებლად.

7.6.3. ჰიდრავლიკური კირი

კირქვების ზომიერი გამოწვით 900-1000°C ხდება ჰიდრავლიკური კირის მიღება. ნედლეული უნდა შეიცავდეს 8-10%-მდე თიხას. გამოწვის შედეგად წარმოიქმნება ორკალციუმიანი სილიკატი $2CaO \times SiO_2$, ორკალციუმიანი ფერიტი $2CaO \times Fe_2O_3$ და ერთკალციუმიანი ალუმინატი $CaO \times A_2O_3$. ეს მინერალები იწვევს კირის გაჯირჯვებას არა მარტო ჰაერზე, არამედ წყალშიც.

ჰიდრავლიკური კირი სიმტკიცის მიხედვით არის სუსტი (1-1,5 მპა) და ძლიერი (5 მპა). სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე განისაზღვრება ნიმუშის 28 დღის ასაკში (ნიმუში 7 დღე ინახება ჰაერზე, 21 დღე წყალში).

ჰიდრავლიკური კირის გამაგრების ტემპი ნელია. ის გამოიყენება დაბალი სიმტკიცის ბეტონების და სამშენებლო დუღაბების დასამზადებლად.

7.6.4. პორტლანდცემენტი

პორტლანდცემენტი ჰიდრავლიკური შემკვრელი ნივთიერებაა, რომლის შემადგენლობის 70-80% კალციუმის სილიკატია.

პორტლანდცემენტის მიიღება კლინკერის წვრილად დაფქვით, რომელსაც უმატებენ 3-5% თაბაშირს.

კლინკერი მარცვლოვანი მასალაა, რომელიც მიიღება კირქვისა და თიხის ნარევის შეცხობამდე გამოწვით 1450°C-ზე.

პორტლანდცემენტის წარმოების ტექნოლოგია: ნედლეულის მოპოვება და დამზადება, გამოწვა, გამოწვით მიღებული კლინკერის დაფქვა დანამატებთან ერთად.

პორტლანდცემენტის წარმოება მიმდინარეობს 2 ხერხით: 1. სველი და 2. მშრალი.

1.სველი ხერხი:

ნედლეულის დანაწევრება ხდება 5 მმ სიმსხოს ნაწილებად, რბილი ქანები (თიხა და სხვა) წვრილმანდება წყალთან ერთად თიხასაფქვავებში. მიღებული მასა ჩაიტვირთება წისქვილში. წისქვილი არის ფოლადის ცილინდრი სიგრძით 8,5÷16 მ, დიამეტრით 2÷4,5 მ. ცილინდრი შიგა მხრიდან დაყოფილია 2-3 კამერად.





წისქვილში ხდება გამოსაწვავი შლამის მომზადება, რომლის გამოწვა ხდება მბრუნავღუმელში. მბრუნავი ღუმელის სიგრძეა 185-200 მ, დიამეტრი 3-5 მ. ღუმელი დახრილია 4°-ით და ბრუნავს 1-2 ბრუნი/წთ სიხშირით. შლამი იტვირთვება ღუმელის ზედა ნაწილში, ბრუნვის დროს გადაადგილდება ქვედა ნაწილში, სადაც ტემპერატურა 1450°C-ია. ასეთ პირობებში ხდება შლამის გაშრობა, წარმოიქმნება კოშტები. 1450°C სრული გამოწვის შედეგად მიიღება ცემენტის კლინკერი, რომლის შემადგენლობაა:

1. $3CaO \times SiO_2$ - სამკალციუმიანი სილიკატი, ალიტი - 45-65% - აღნიშნული სიმბოლოთი C_3S;
2. $2CaO \times SiO$ - ორკალციუმიანი სილიკატი, ბელიტი - 15-35% - აღნიშნული სიმბოლოთი C_2S;
3. $3CaO \times A_2O_3$ - სამკალციუმიანი ალუმინატი - ცელიტი - 4-14% - C_3A;
4. $4CaO \times A_2O_3 \times Fe_2O_3$ ოთხკალციუმიანი ალუმოფერიტი - 8-10% - C_4AF.

მიღებული კლინკერი უნდა გაცივდეს. გაცივების პროცესი დიდ გავლენას ახდენს ცემენტის ხარისხზე. ნელი გაცივებისას მიიღება დაბალი ხარისხის ცემენტი. კლინკერის სწაფი გაცივებისას ცემენტის ხარისხი იზრდება. გაციების პროცესის დასაჩქარებლად ღუმელში იყენებენ სპეციალურ მაცივრებს.

კლინკერი დანამატებთან ერთად იფქვება მრავალკამერიან წიქვილში. დაფქვილი ცემენტი მიემართება სილოსებში, სადაც ხდება მისი დაყოვნება მასში დარჩენილი თავისუფალი კალციუმის ჟანგის ჩასაქრობად ჰაერის ტენით.

პორტლანდცემენტის მიღების მშრალი ხერხი სველთან შედარებით ხასიათდება მაღალი ტექნიკური მაჩვენებლებით, ელექტროენერგიის მეტი ხარჯით და წარმოების გაზრდილი შრომატევადობით.

7.6.5. პორტლანდცემენტის ძირითადი თვისებები

სიმკვრივე

პორტლანდცემენტის სიმკვრივე (მინერალური დანამატების გარეშე) შეადგენს 3,05-3,15 გ/სმ³. ცემენტის მოცულობითი მასა დამოკიდებულია დატკეპნის ხარისხზე. ნაყარ მდგომარეობაში ცემენტის მოცულობითი მასა შეადგენს 1100 კგ/მ³, დატკეპნილ მდგომარეობაში - 1600 კგ/მ³.

დაფქვის სიწმინდე ფასდება სტანდარტული გაცრის გზით. ცემენტის გამომშრალ ნიმუშებს ატარებენ 0,08 მმ უჯრედის საცერში. დაფქვის სიწმინდე უნდა იყოს ისეთი, რომ აღნიშნულ საცერში გავიდეს გასაცრელი მასის არა ნაკლებ 85%-ისა .

საცრის ანალიზთან ერთად ცემენტის დისპერსიის შეფასებისათვის ატარებენ ხვედრითი ზედაპირის განსაზღვრას სპეციალური ხელსაწყოს - ზედაპირმზომის საშუალებით. ჩვეულებრივი 400-მარკიანი ცემენტის დაფქვის სიწმინდე მაღალია. 0,08 მმ უჯრედებიან საცერში (№008) დარჩენილი ცემენტის ნაწილაკების ზომა არის არა ნაკლები 80 მკმ-ისა, ხოლო ხვედრითი ზედაპირი შეადგენს ჩვეულერივ 2500-3000 სმ³/გ.

პორტლანდცემენტის სიმტკიცე, ანუ მარკა განისაზღვრება ცემენტის ძელაკების (4X4X16 სმ) კუმშვასა და ღუნვაზე გამოცდით. ნიმუშები მზადდება ცემენტ-ქვიშის ნარევისაგან - ფარდობით 1:3 (1 ცემენტი, 3 ნაწილი ქვიშა - ვოლჟსკის) ნიმუშები გამოიცდება 28-ე დღეს. ნიმუშები პირველ ხანებში მყარდება ყალიბებში ტენიან ჰაერზე, შემდეგ - წყალში. ნორმალური ტემპერატურის დროს T=20±5°C.

ვოლსკის ქვიშა მიღებულია ეტალონად.

სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას გამოითვლება ფორმულით:

$$R_k = \frac{P}{a \cdot b} \text{kgZ/sm}^2 \text{(mpa)}$$

სადაც: P - მრღვევი ძალაა, კგძ

a,b - კვადრატული ძელაკის გვერდები სმ,

ღუნვისასას გამოითვლება ფორმულით:

$$R_R = \frac{3P\ell}{2bh^2} \text{kgZ/sm}^2 \text{(mpa)}$$

სადაც: P - მრღვევი ძალაა, კგძ;
ℓ - ღუნვაზე გამოცდიასას საყრდენებს შორის მანძილი, სმ;
b და h - ნიმუშის კვეთის სიგანე და სიმაღლე, სმ;
ღუნვაზე გამოცდა ხდება შეყურსული ძალის მოქმედებით მალის შუაში;
28-ე დღეზე სიმტკიცის ზღვარს უწოდებენ ცემენტის აქტივობას;
პორტლანდცემენტის მარკებია-300, 400, 500, 600.

7.6.6. ცემენტის გამოყენების არე, ტრანსპორტირება და შენახვა

პორტლანდცემენტი ძირითადი შემკვრელია, რომელიც გამოიყენება - მიწისზედა, მიწისქვეშა და წყალქვეშა ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების, სამშენებლო დუღაბების, თბოსაიზოლაციო და სხვა მასალების დასამზადებლად.



7.6.7. შლაკოპორტლანდემენტი

შლაკოპორტლადცემენტი ჰიდრავლიკური შემკვრელია, რომელიც მყარდება როგორც ჰაერზე, ისე წყალში. მიიღება ცემენტის კლინკერისა და ბრძმედის გრანულებიანი შლაკის ერთობლივი დაფქვით. დასაშვებია ამ კომპონენტების ცალ-ცალკე დაფქვა და შემდგომ შეერთება.

შლაკოპორტლადცემენტი ბრძმედის შლაკის რაოდენობა უნდა იყოს არა ნაკლები 21%-ისა და არა უმეტეს 60%-ისა (ცემენტის მასიდან). შლაკოპორტლადცემენტი ყველაზე შესაფერისი ცემენტია მასიური ბეტონის ნაგებობებისათვის. მისი სითბოს გამოყოფა 2-2,5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე პორტლანდცემენტისა და გამოირჩევა სულფატურ წყალებში მაღალი მედეგობით.

შლაკოპორტლადცემენტი პუცოლანერთან შედარებით ნაკლებ წყალმომთხოვნია, უფრო მაღალი მედეგობა აქვს ჰაერზე, გამოირჩვა უფრო მაღალი ყინვამედეგობით.

შლაკოპორტლადცემენტს წარმატებით იყენებენ მიწიზედა, მიწიქვეშა და წყალქვეშა ნაგებობებში. მისი ღირებულება 15×20%-ით ნაკლებია პორტლადცემენტის ფასზე.

შლაკოპორტლადცემენტის მხურვალმედეგობა მნიშვნელოვნად აღმატება პორტლანდცემენტისას, ამიტომ მას ფართოდ იყენებენ ცეცხლგამძლე ბეტონებში.

შლაკოპორტლადცემენტის ნაკლია სიმტკიცის ზრდის დაბალი ტემპი. განსაკუთრებით პირველ ხანებში. დაბალი ტემპერატურის დროს ამ ნაკლის გამოსასწორებლად გამოიყენება სწრაფად გამყარებადი შლაკოპორტლადცემენტები, რომელსაც აქვს უფრო სწრაფი ტემპი გამყარებისა, ვიდრე ჩვეულებრივ შლაკოპორტლადცემენტს.

ჩვეულებრივი შლაკოპორტლადცემენტის მარკებია: M300, M400 და M500.

7.6.8. პუცოლანიანი პორტლანდცემენტი

პუცოლანიან პორტლანდცემენტს ამზადებენ ცემენტის კლინკერის აქტიური მინერალური დანამატების და საჭირო რაოდენობის თაბაშირის (5%) ერთობლივი დაფქვით. ნალექი წარმოშობის დანამატები (დიატომიტი, ტრეპელი, უნდა იყოს არა ნაკლები 20%-ისა და არა უმეტეს 30%-ისა) ცემენტის მასის, ხოლო ვულკანური დანამატები (პემზა, ტუფი, ვულკანური წიდა) არა ნაკლები 25%-ისა და არა უმეტეს 40%-ის.

პუცოლანიანი ცემენტები საჭიროა გამოყენებულ იქნეს ბეტონებში, რომლებიც მუშაობს ტენიან გარემოსა და წყალში. ჰაერზე პუცოლანიან პორტლანდცემენტს აქვს მომატებული შეკლება და მშრალ გარემოში ნაწილობრივ კარგავს სიმტკიცეს. გარდა ამისა, აღნიშნულ ცემენტზე დასამზადებელ ბეტონებს აქვს ნაკლები სიმტკიცე. ჩვეულებრივ პირობებში პუცოლანიანი პორტლანდცემენტი პირველ ხანებში მყარდება უფრო ნელა, ვიდრე ჩვეულებრივი პორტლანდცემენტი.

პუცოლანიან პორტლანდცემეტს ახასიათებს შედარებით ნაკლები სითბოს გამოყოფა და ამიტომ მას იყენებენ მასიურ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში (კაშხლებში, რაბებში და ა.შ).

პუცოლანიანი პორტლანდცემენტის მარკებია 200, 300, 400 და 500. მისი გამოყენების სფეროა ძირითადად ჰიდროტექნიკური მშენებლობა, მიწიქვეშა და სხვა ნაგებობები.

7.6.9. თიხამიწოვანი ცემენტი

თიხამიწოვანი ცემენტი სწრაფად გამყარებადი ჰიდრავლიკური შემკვრელია. მიიღება კლინკერის წმინდად დაფქვით. ნედლეულად გამოიყენება ბოქსიტების და კირქვების ნარევი. კირქვა გამოიყენება სუფთა, მინარევების გარშე. ბოქსიტი შეიცავს 80% თიხამიწას.

თიხამიწოვანი ცემენტის **სიკვრივე** 3,3 გ/სმ^3-ია. **მოცულობითი მასა** ნაყარ მდგომარეობაში 1000-1400 კგ/მ^3, დატკეპნილ მდგომარეობაში 1600-1800 კმ/მ^3.

დაფქვის სიწმინდე - №008 საცერზე გაცრისას ნარჩენი არ უნდა აღემატებოდეს 10%. ცემენტის შეკვრის ვადებია: დასაწყისი 30 წთ, დასრულება - max 12 სთ. თიხამიწოვანი ცემენტის სამარკო სიმტკიცეს განსაზღვრავენ 24 საათში. გამოდის სამი მარკის M300, M400 და M500.

სიძვირის გამო თიხამიწოვან ცემენტს იყენებენ: სხვადასხვა ავარიულ სამუშაოებში, ბეტონისა და რკინაბეტონის ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებიც განიცდის ძლიერი მინერალიზებული წყლების მოქმედებას, ცეცხლგამძლე კონსტრუქციების დასამზადებლად.

ისეთ პირობებსა და იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა მისი სპეციალური თვისებების გამოყენება.

განვრცობადი პორტლანდცემენტი

განვრცობადი პორტლანდცემენტი - ჰიდრავლიკური შემკვრელია, რომელიც მიიღება შემდეგი კომპონენტების ერთად წვრილად დაფქვით - პორტლანდცემენტის კლინკერი 58-63%, თიხამიწოვანი კლინკერი 5-7%, თაბაშირი - 7-10%, სხვა აქტიური დანამატები 23-28%. განვრცობადი ცემენტი სწრაფად გამყარებადია. გამოირჩევა მაღალი სიმკვრივით და წყალშეუღწევადობით წყლის პირობებში.

7.7. ბეტონი

არაორგანულ შემკვრელ ნივთიერებებზე დამზადებული ბეტონი ხელოვნური ქვის მასალაა, რომელიც მიიღება სწორად შერჩეული ბეტონის ნარევის დაყალიბების და გამკვრივების შედეგად. ბეტონის ნარევი შედგება შემკვრელი ნივთიერებების, წყლის, შემავსებლებისა და დანამატებისაგან. ნარევმა განსაზღვრული დროისათვის უნდა უზრუნველყოს ბეტონის წინასწარი დასახული პარამეტრები (სიმტკიცე, ყინვამედეგობა, წყალშეუღწევადობა და სხვა).

ბეტონი მთავარი სამშენებლო მასალაა, რომელიც გამოიყენება მშენებლობის ყველა სფეროში. ბეტონის ტექნიკო-ეკონომიკური უპირატესობებია: კონსტრუქციების დამზადების დაბალი ხარჯი, რაც გამოიხატება ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენებაში, მასიური და ანაკრები კონსტრუქციებისათვის საჭირო ბეტონის ნარევის და კონსტრუქციების დამზადების მთლიანი მექანიზაცია და ავტომატიზაცია.

სათანადო დამუშავების შემდეგ ბეტონის ნარევი საშუალებას გვაძლევს დავაყალიბოთ სამშენებლო მექანიკის და არქიტექტურის მოთხოვნების შესაბამისი ოპტიმალური ფორმის ნაკეთობები.

ბეტონი ხანმედეგი და ცეცხლგამძლეა. მისი მოცულობითი მასა, სიმტკიცე და სხვა მახასიათებლები შეიძლება შევცვალოთ დიდ დიაპაზონში. ისევე როგორც სხვა ქვის მასალებს, ბეტონს აქვს ნაკლი, რაც გამოიხატება გაჭიმვისას მის დაბალი სიმტკიცით, რომელიც 10-15-ჯერ დაბალია კუმშვაზე სიმტკიცეს. ეს ნაკლი გამოსწორებულია რკინაბეტონში, როდესაც გამჭიმავ ძაბვებს იღებს ლითონის არმატურა.

აღნიშნული უპირატესობანიდან გამომდინარე, სხვადასხვა სახის ბეტონები და მისგან დამზადებული რკინაბეტონის კონსტრუქციები წარმოადგენს სამშენებლო ინდუსტრიის და მშენებლობის წარმოების საფუძველს.

7.7.1. ბეტონების სახეობები და კლასიფიკაცია

ბეტონები შეიძლება დაიყოს ორ - ტრადიციული და ახალი სახის ბეტონებად:

ტრადიციული სახის ბეტონებია:

1. მძიმე ბეტონი;
2. წვრილმარცვლოვანი ბეტონები;
3. მსუბუქი ბეტონები;
4. სპეციალური ბეტონები.

ახალი სახის ბეტონებია:

1. ფოლადფიბრობეტონი;
2. ბაზალტოფიბრო ბეტონი;
3. თვითშემჭიდროებადი ბეტონები;
4. მაღალი სიმტკიცის ბეტონი.

ბეტონების კლასიფიკაცია:

შემკვრელის სახეობის მიხედვით:

1. ცემენტის ფუძიანი ბეტონები (ძირითადი და ყველაზე გარცელებული);
2. სილიკატური ბეტონი (კირქვა-კაჟმიწოვან შემკვრელებზე);
3. თაბაშირის შემკვრელებზე დამზადებული
4. შერეულ შემკვრელებზე დამზადებული (კირქვა-ცემენტის, კირქვა-შლაკის და ა.შ.);
5. სპეციალურ შემკვრელებზე დამზადებული, რომლებიც გამოიყენება სპეციალური მოთხოვნებისას (ცეცხლგამძლეობა, ქიმიური მდგომარეობა და სხვა).

შემავსებლების მიხედვით:

1. ბეტონები მკვრივ შემკვრელებზე;
2. ბეტონები ფორიან შემკვრელებზე;
3. ბეტონები სპეციალურ შემკვრელებზე (დაცვა გამოსხივებისაგან, ცეცხლმედეგობა, ქიმიური მდგრადობა და სხვა).

(მკვრივ შემავსებებზე - მარცვლების წყალშთანთქმით 6%-ზე ნაკლები და ბეტონის ფოროვან შემკვრელებზე - მარცვლების წყალშთანთქმით 6%-ზე მეტი)

მოცულობითი მასის მიხედვით:

1. ზემძიმე ბეტონები, მოცულობითი მასით 2500 კგ/სმ³-ზე მეტი. მზადდება ზემძიმე შემავსებლებისგან (მაგნეტიტი, ბარიტი, თუჯი და სხვა). ეს ბეტონები გამოიყენება სპეციალურ დამცავ კონსტრუქციებში, მაგ., ატომურ რეაქტორებში;
2. მძიმე ბეტონები - მოცულობითი მასით 2200÷2500 კგ/მ³ შემავსებლები: ქვიშა, ღორღი ან ხრეში დამზადებული მძიმე ქანებისაგან. გამოიყენება ყველა მზიდ კონსტრუქციაში;
3. შემსუბუქებელი ბეტონები - მოცულობითი მასით 1800÷2200 კგ/მ³, ისინი გამოიყენება ძირითადად მზიდ კონსტრუქციებში;
4. მსუბუქი ბეტონები მოცულობითი მასით 500÷1800 კგ/მ³, მათ განეკუთვნება მსუბუქი ბეტონები ბუნებრივ და ხელოვნურ ფოროვან შემავსებლებზე.

- უჯრედოვანი ბეტონები (გაზობეტონი, ქვაბეტონი) შედგება შემკვრელის, წყლის, წვრილადფოროვანი კაჟმიწის კომპონენტებისა და ფორების წარმოქმნელისაგან;
- მსხვილფოროვანი ბეტონები წვრილმარცვლოვანი შემავსებლის გარეშე;
- განსაკუთრებით მსუბუქი ბეტონები მოცულობითი მასით 500 კგ/მ³-ზე ნაკლები, გამოიყენება როგორც თბოსაიზოლაციო მასალა.

დანიშნულების მიხედვით ბეტონები არის:

1. ჰიდროტექნიკური (კაშხლების, გვირაბების და სხვა ნაგებობებისათვის);
2. ჩვეულებრივი შენობა-ნაგებობებისათვის მზიდი კონსტრუქციებისათვის;
3. საგზაო ნაგებობებისათვის;
4. სპეციალური დანიშნულების ბეტონები.

ყინვამედეგობის მიხედვით ბეტონები იყოფა მარკებად M_{p3}-50-დან M_{p3}-300-მდე (მძიმე ბეტონები), M_{p3}10-M_{p3}200 (მსუბუქი ბეტონები) გამყარების პირობების მიხედვით ბეტონები არის- ბუნებრივი გამყარებით, თბოდამუშავებით, ავტოკლავური დამუშავებით.

7.7.2. მასალები მძიმე ბეტონის დასამზადებლად

ცემენტი - მძიმე ბეტონის დასამზადებლად გამოიყენება პორტლანდცემენტი და მისი ნაირსახეობები.

წყალი - ბეტონებისათვის ძირითადად გამოიყენება სუფთა სასმელი წყალი. სხვა წყალზე დამზადებული ბეტონის შემთხვევაში, მისი სიმტკიცე არ უნდა ჩამოუვარდებოდეს სუფთა სასმელ წყალზე დამზადებული ბეტონის სიმტკიცეს.

ქვიშა - წვრილი შემვსებია მარცვლის ზომებით 0,14÷5 მმ. ბეტონებში გამოიყენება ბუნებრივი ქვიშები. ძირითადად გხვდება კვარცის, დოლომიტის, მინდვრის შპატის და კირქვის ქვიშები.



წარმოშობის მიხედვით ქვიშები არის მთის, ხრამის, ზღვის, ტბების, მდინარის. ზღვის, მდინარის და ტბების ქვიშების ზედაპირი გლუვია, მთის და ხრამის ქვიშაქვების ზედაპირი უფრო ხორკლიანია, აქვს მეტი შეჭიდულობა ცემენტთან. უნდა აღინიშნოს, რომ ისინი უფრო დაბინძურებულია, შეიცავს თიხას, მტვერს და სხვა არასასურველ მინერევებს, რომლებიც ამცირებს ქვიშის მარცვლების შეჭიდულობას ცემენტთან. ბეტონების ნარევში გამოყენების წინ ასეთი ქვიშები ირეცხება. მაღალი ხარისხის მისაღებად ქვიშაქვები უნდა შეიცავდეს სტანდარტის შესაბამისად (0,14-დან 5 მმ-მდე) ყველა მარცვალს, რათა მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი მარცვლებს შორის სიცარიელე.

ქვიშის მარცვლოვანი შედგენილობა განისაზღვება 1 კგ. გამომშრალი ქვიშის გაცრით საცრების სტანდარტულ ნაკრებზე, რომელშიც საცრების უჯრედების ზომებია 2,5 მმ და ბადეები №125, 0351 და 014, აქვს კვადრატული უჯრები შესაბამისად 1,25; 0,63; 0,315 და 0,14 მმ-ისა. უფრო წვრილი ნაწილაკები მტვერია, რომლიც გადის №014 საცერში. პირველად თითოეულ ზომის საცერზე განსაზღვრავენ ნარჩენებს a_i %-ში, როგორც ნარჩენის მასის შეფარდებას m_i მთლიან მასასთან m-თან:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100$$

შემდეგ განსაზღვრავენ მთლიან ნარჩენს A_i(%) თითოეულ საცერზე, როგორც ჯამს მოცემულ საცერსა და ყველა საცერზე, რომლებიც მეტია ზემოთ მოცემულ საცერთან შედარებით.

$$A_i = a_{2,5} + \cdots\cdots + a_i$$

ქვიშის მარცვლოვანი შემადგენლობა უფრო მოსახერხებელია განისაზღვროს გრაფიკით, რომელზეც ჰორიზონტზე დატანილია საცრების უჯრედების ზომები, ხოლო ვერტიკალზე - ნარჩენები საცერზე ზომების მიხედვით.

ქვიშის სიმსხო M განისაზღვრება, როგორც თვითოეულ საცერზე მთლიანი ნარჩენების ჯამი შეფარდებული 100-თან:

$$M = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

ქვიშაქვები სიმხოს მოდულის მიხედვით არის მსხვილი, საშუალო, წვრილი და ძალიან წვრილი.

მსხვილი ქვიშა - სიმსხოს მოდული მეტია 2,5;

საშუალო ქვიშა - სიმსხოს მოდული 2÷2,5;

წვრილი ქვიშა - სიმსხოს მოდული 1,5÷2;

ძალიან წვრილი ქვიშა სიმსხოს მოდული 1÷1,5.

ქვიშის სიცარიელეს განსაზღვრავს:

$$V_{car} = 1 - \frac{\gamma_{nay}}{\gamma_0}$$

სადაც: $\gamma_{ნაყ}$ - არის ქვიშის მოცულობითი მასა მშრალ მდგომარეობაში;

γ_0- ქვიშის სიმკვრივე.

მსხვილი შემავსებლები - ბეტონის მსხვილ შემავსებლად იყენებენ ხრეშს, ღორღს ან ხრეშიდან დამზადებულ ღორღს ზომით 5-70 მმ.

მასიური ნაგებობებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ღორღი სიმსხოთი 150მმ –მდე.

ხრეშის მარცვლებს აქვს ოვალური ფორმა და გლუვი ზედაპირი. ჩვეულებრივ, ხრეში შეიცავს ქვიშის გარკვეულ რაოდენობას, აგრეთვე მავნე მინარევებს (თიხა, მტვერი, სხვადსხვა ორგანული ნაერთი).

ღორღი მიიღება ამოფრქვეული, მკვრივი და წყალმედეგი ნალექი მთის ქანების დამტვერვით. ღორღის ზედაპირი ხაოიანია ხრეშთან შედარებით, ამიტომ აქვს უკეთესი შეჭიდულობა ცემენტთან. მაღალი სიმტკიცის ბეტონებში ჩვეულებრივ ხმარობენ ღორღს.

სიმტკიცის მიხედვით ღორღის მარკებია: M200, M300, M400, M600, M800, M1000, M1200 და M1400. მისის სიმტკიცე კუმშვაზე განისაზღრება მთის ქანის გამოცდით წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში.

M1400 და M1200 მარკის ღორღი არ უნდა შეიცავდეს 5%–ზე მეტ სუსტი ქანების მარცვლებს, M1000, M800, M600 და M400 მარკის ღორღის ეს რიცხვი უდრის 10%, ხოლო M300 და M200 მარკის ღორღი არ უნდა შეიცავდეს 15%-ზე მეტ ასეთი ქანის მარცვლებს. ღორღისა და ხრეშის ყინვამედეგობის მარკებია: M_{p3}15, M_{p3}25, M_{p3}50, M_{p3}100, M_{p3}150, M_{p3}200 და M_{p3}300.

მარცვლის ზომის მიხედვით ღორღი და ხრეში დაყოფილია 4 ფრაქციად: 5-10 მმ, 10-20 მმ, 20-40 მმ და 40-70 მმ. მარცვლის ფორმის მიხედვით ღორღის 3 ჯგუფია გათვალისწინებული: კუბისმაგვარი, გაუმჯობესებული და ჩვეულებრივი.

7.7.3. ბეტონის შედგენილობის (შემადგენელი კომპონენტების თანაფარობა) გაანგარიშება

ბეტონის შემადგენელი კომპონენტების თანაფარდობის გაანგარიშება უზრუნველყოფს დასახული თვისებების ბეტონის მიღებას. ბეტონის ნარევის შემადგენლობაში ცემენტის

რაოდენობა მიიჩნევა პირველად. აქედან გამომდინარე, ბეტონის ნარევის შედგენილობას გამოსახავენ:

ცემენტქვიშა: ღორღი (ხრეში)=1: x : y წყალი/ცემენტი=Z ნარევის მომზადებისას ხდება ყოველი კომპონენტის შესწავლა, სტანდარტების შესაბამისად.

ბეტონის შემადგენლობის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს. ჩვენს შემთხვევაში ვიყენებთ სკრამტაევ–ბაჟენოვის აბსოლუტურ მოცულობათა მეთოდს.

მეთოდის მიხედვით საწყისი მონაცემებია: ბეტონის მარკა, ცემენტის მარკა, ბეტონის ნარევის ძვრადობა და სიხისტე, შემვსებების: ღორღის (ხრეშის) სიმკვრივეები და მოცულობითი მასები, მარცვლების უდიდესი სიმსხო და ცარიელობა.

გაანგარიშება წარმოებს შემდეგნაირად:

1. წყალცემენტის ფარდობის (წ/ც) განსაზღვრა;
2. წყლის, ცემენტის, ქვის, ხრეშის(ღორღი) რაოდენობის განსაზღვრა;
3. ნარევის ძვრადობის განსაზღვრა;
4. საკონტროლო და ლაბორატორიული ნიმუშების დამზადება;
5. ლაბორატორიული შედგენილობის გადაანგარიშება საწარმოო შედგენილობაზე. გაანგარიშება 1 მ^3 ბეტონისათვის.

წყალცემენტის ფარდობა განისაზღვრება ფორმულით: (ც/წ<2,5; წ/ც>0,4)

$$\frac{\text{W}}{\text{C}} = \frac{A \cdot R_c}{R_b + 0{,}3AR_c}$$

სადაც R_c ცემენტის სიმტკიცეა, R_b ბეტონის სიმტკიცე, A კოეფიციენტი დამოკიდებულია შემვსების ხარისხზე იცვლება 0,37÷0,65.

წყალი წყლის ხარჯის განსაზღვრა ლიტრობით ხდება გრაფიკების ან ცხრილების საშუალებით (ცხ. 7.1).

აღნიშნული მეთოდით წყლის ხარჯი განისაზღრება კონუსის ჯდენით და ხრეშის (ღორღის) მარცვლების უდიდესი სიმსხოს მიხედვით.

ცხრილი 7.1

ბეტონის ნარევის მახასიათებლები		ხრეშის უდიდესი სიმსხო მმ			
კონუსის ჯდენა სმ	სიხისტე წმ	10	20	40	70
0	150-200	145	130	120	115
0	90-120	150	135	125	120
0	60-80	160	145	130	125
0	30-50	165	150	135	130
0	15-30	175	160	145	135
1	15-30	185	170	155	140
2	15-30	190	175	160	145
3	15-30	195	180	165	145
5	15-30	200	185	170	150
7	15-30	205	190	175	160
8	15-30	210	195	180	170
10	15-30	215	200	185	170

ცემენტის რაოდენობა განისაზღვრება:

$$c = \frac{w}{w/c}$$

სამშენებლო ნორმების და წესების მიხედვით დადგენილია 1 მ³ ბეტონისათვის საჭირო ცემენტის მინიმალური ხარჯი.

შემვსების რაოდენობის განსაზღვრისას 1 მ³ ბეტონისათვის ორი პირობა უნდა დაკმაყოფილდეს:

1. ბეტონის ყველა კომპონენტის აბსოლუტურ მოცულობათა ჯამი არის 1000 ლიტრი (1 მ³)

$$\frac{c}{\gamma \cdot c} + \frac{qv}{\gamma \cdot qv} + \frac{xr(R)}{\gamma xr(R)} + wyal = 1000l \qquad (1)$$

სადაც $\gamma_ц$, $\gamma_{ქვ}$, და $\gamma_{ხრ}(ღ)$ არის ცემენტის, ქვიშის და ღორღის (ხრეშის) სიმკვრივეები, კგ/მ³.

2. ბეტონის ნარევის მომზადებისას ცემენტ–ქვიშის დუღაბში ავსებს სიცარიელეებს მსხვილი შემვსების მარცვლებს შორის, მარცვალთშორისი გაწევის კოეფიციენტის გათვალისწინებით:

$$\frac{c}{\gamma_c} + \frac{qv}{\gamma_{qv}} + wy = \frac{kr(R)}{\gamma^{m}_{xr}(R)} \cdot k_{gk} \cdot V_{car} \qquad (2)$$

სადაც: $k_{გ.კ.}$ – მსხვილი შემვსების გაწევის კოეფიციენტია;

$V_{ცარ}$– ხრ (ღ) ცარიელობა, ფხვიერ მდგომარეობაში;

$\gamma_{ხრ^{მ}}(ღ)$ – მოცულობითი მასაა კგ/მ³;

V_{car} – ხრეშის (ღორღის) ფორმულაში შედის ფარდობითი სიდიდით (მგალითად თუ V_{car}=35% ფორმულაში ჩაისმება V_{car}=0,35);

$k_{g.k.}$ – გაწევის კოეფიციენტი ხისტი ბეტონის ნარევისათვის მიიღება 1,05÷1,1 წვრილმარცვლოვანი ქვიშიანი ნაკერებისათვის 1,2.

(1)–დან (2)–დან მივიღებთ ხრეშის (ღორღის) და ქვიშის ხარჯს ბეტონებისათვის:

$$_{xr}(R) = \frac{1000}{\frac{1}{\gamma_{xr}(R)} + \frac{V_{car}}{\gamma^{m}_{xr}(R)} \cdot k_{gk}} \qquad (3)$$

$$qv = \left[1000\left[\frac{c}{\gamma_c} + \frac{xr(R)}{\lambda_{xr}(R)} + wy\right]\right] \cdot \gamma_{qv} \qquad (4)$$

ბეტონის ნარევის გაანგარიშების შემდეგ საცდელ ნარევს ამზადებენ და საზღვრავენ კონუსის ჯდენას და ნარევის სიხისტეს. ნაკლებად ძვრადი ნარევის შემთხვევაში, გაანგარიშებაში ახდენენ კორექტირებას. ზრდიან ცემენტის და წყლის რაოდენობას ისე, რომ არ შეიცვალოს წყლისა და ცემენტის ფარდობა. დიდი ძვრადობის შემთხვევაში, ნარევს მცირე პორციებით ემატება ქვიშა და მსხვილი შემავსებლები მათი ფარდობის შეუცვლელად. ასეთი გზით მიიღწევა საჭირო ძვრადობის ბეტონის ნარევი.

ბეტონის შედგენილობის დასაზუსტებელი საცდელი ნარევის რაოდენობა სამია. ერთი ნარევი გაანგარიშებულია შედგენილობის მიხედვით, ხოლო 2 კი - წყალცემენტის ფარდობით ±20% საანგარიშოდან. თითოეული ამ ნარევიდან მზადდება სამ–სამი 15X15X15 სმ. კუბები – ნიმუშები – რომლებიც დამზადების შემდეგ 28 დღის განმავლობაში ინახება ნორმალურ პირობებში და შემდეგ გამოიცდებიან სიმტკიცეზე კუმშვისას. გამოცდების შედეგების მიხედვით აგებული სიმტკიცისა და წ/ც ფარდობის დამოკიდებულების გრაფიკებიდან შეირჩევა წ/ც ფარდობა, რომელიც უზრუნველყოფს საჭირო სიმტკიცის (კლასის) ბეტონის მიღებას.

იმის გამო რომ ბეტონის შემადგენელი კომპონენტების არევისას მსხვილ შემავსებლებს შორის სიცარიელეებს იკავებს ქვიშის ფრაქციები, ხოლო ქვიშის მარცველბს შორის სიცარიელებს ავსებს ცემენტი, მიღებული ბეტონის მოცულობა ყოველთვის ნაკლებია მისი მშრალი შედგენილობის ნაყარ მოცულობათა ჯამზე. ამიტომ შემოღებულია ბეტონის გამოსავლიანობის კოეფიციენტი, რომელიც უდრის მიღებული ბეტონის ნარევის მოცულობის შეფარდებას მშრალი კომპონენტების ნაყარ მოცულობათა ჯამთან.

გამოსავლიანობის კოეფიციენტი:

$$\gamma_{gamo} = \frac{V_{bet.\ nar.}}{V_{car} + V_{qv} + V_{xr}(R)}$$

მსხილმარცვლოვანი ბეტონებისათვის გამოსავლიოანობის კოეფიციენტი

$\gamma_{gamo} = 0,6 - 0,7$, წვილმარცვლოვანი ბეტონებისათვის $\gamma_{gamo} = 0,7 - 0,8$. ამ კოეფიციენტებით შესაძლებელია ბეტისარევში ბეტონის ერთი არევისათვის საჭირო კომპონენტების ხარჯი:

$$c_V = \frac{\gamma_{gam} V}{1000} c \quad qv_V = \frac{\gamma_{gam} \cdot V}{1000} qv$$

$$xr(R)_V = \frac{\gamma_{gam} V}{1000} xr(R) \quad wyV = \frac{\gamma_{gam} V}{1000} wy$$

სადაც: ცV, წყV, ქვV, ხრ(ღ) არისV მოცულობის ბეტონარევი ერთი არევისათვის საჭირო ცემენტის, წყლის, ქვიშის ხრეშის (ღორღის) რაოდენობა;

ც, წყ, ქვ, ხრ(ღ) – ცემენტის, ქვისის, ხრ (ღორღის) საჭირო რაოდენობაა ბეტონის ნარევისათვის კგ–ში.

7.7.4. ბეტონის ნარევის მომზადება

ბატონის ნარევის მომზადებისას დაკმაყოფილებულ უნდა იქნეს ორი ძირითადი მოთხოვნა:

1. იყოს ადვილადჩაწყობადი;
2. შეინარჩუნოს ერთგაროვნება, მისი ტრანსპორტირებისა და კონსტრუქციების ქარგილებში ჩაწყობის დროს.

ადვილად ჩაწყობადობა ბეტონის ნარევის თვისებაა შეავსოს ყალიბი ერთგვაროვნების შენარჩუნებით. ბეტონის ნარევის ადვილჩაწყობადობას განსაზღვრავს მისი ძვრადობა და სიხისტე.





ძვრადი ბეტონის ნარევის მოსამზადებლად გამოიყენება გრავიტაციული ბეტონსარევები, რომლებიც მუშაობენ ნარევის შემადგენელი მასალის თავისუფალი ვარდნის პრინციპით. გრავიტაციული ბეტონსარევის დოლის ბრუნვისას შიგა ფრთები მიიღებს ბეტონის ნარევს, ააქვთ გარკვეულ სიმაღლეზე, რის შემდეგ ბეტონის მასა თავისუფლად ვარდება ქვემოთ. ეს პროცესი უზრუნველყოფს ბეტონის ერთგვაროვანი ნარევის მომზადებას.

ერთგვაროვანი ნარევის მისაღებად საჭირო დრო დამოკიდებულია ბეტონსარევის დოლის ტევადობასა და ნარევის სიხისტეზე. ეს დრო 500 დმ³ ბეტონსარევისათვის 1÷1,5 წთ–ია, 1200 დმ³ ტევადობის ბეტონსარევისათვის – დაახლოებით 2 წთ-ს, ხოლო 2400 დმ³ ტევადობის ბეტონსარევებისათვის შადგენს 3 წთ–ს.

ხისტი და ნაკლებადძვრადი ბეტონების ნარევები უკეთესია მომზადდეს იძულებითი მოქმედების ბეტონსარევებში.

ბეტონის ნარევის ძვრადობას განსაზღვრავენ კონუსის ჯდენებით. კონუსის შევსება ხდება ნარევით, შემდეგ ათავისუფლებენ კონუსიდან ნარევს და მისი დაჯდენის სიდიდით განსაზღვრავენ ძვრადობას. ნარევის ძვრადობის დადგენისას უნდა შემოწმდეს მისი ერთგვაროვნებაც, ნარევის განშრევება უნდა გამოირიცხოს. კონუსის ჯდენის მიხედვით გვაქვს ხისტ ნარევი–ჯდენის 0 სმ, მცირედ ძვრადი ნარევის ჯდენა 2-4 სმ, ძვრადი 4-12 სმ და სხმულ 12 სმ მეტრი ნარევები.

ბეტონის ნარევის ადვილად ჩაწყობაზე დიდი გავლენას ახდენს შემვსებების ზომა, ფორმა, ფორიანობა, მარცვლოვანი შედგენილობა. ქვიშის რაოდენობის გაზრდა ამცირებს ნარევის ძვრადობას. ხრეშის ან ღორღის ფრაქციების გაზრდა კი ჯამური ხვედრითი ზედაპირის შემცირების გამო იწვევს ძვრადობის გაზრდას. ადვილჩაწყობადობა დამოკიდებულია აგრეთვე შემკვრელის სახეობაზე. პორტლანდცემენტზე დამზადებული ნარევი უფრო ძვრადია, ვიდრე პუცოლანურსა ან წიდაპორტლანდცემენტზე დამზადებული ბეტონის ნარევები, რაც აიხსნება მათი მაღალი წყალმომთხოვნელობით. ბეტონის ნარევში წყლის გაზრდა აუმჯობესებს ძვრადობას, მაგრამ ამცირებს სიმტკიცეს.





ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება – ნარევის ტრანსპორტირების დროს შენარჩუნებული უნდა იყოს მასის ერთგვაროვნება და ადვილჩაწყობადობა. ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება არ უნდა აღემატებოდეს 1 სთ–ს. შემდეგ იწყება ჰიდრატაცია, ნარევი სქელდება კარგავს ჩაწყობის უნარს. ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება ხდება ლენტური ტრანსპორტიორებით, ბუნკერებითა

და ვაგონებით (ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, კაშხლების აგებისას). უფრო შორ მანძილებზე ნარევის ტრანსპორტირება ხდება ავტო ბეტონმზიდებით, ე.წ. მიქსერებით.



7.7.5. ბეტონის ნარევის ჩაწყობა და გამკვრივება

ბეტონის ნარევის ჩაწყობა ხორციელდება ლენტური კონვეირებით, ბადიებით, ამწეებით, ავტობეტონჩამწყობებით და ა.შ.

ბეტონის ნარევის ყალიბებში განაწილებას განსაკუთრებით კარგად უზრუნველყოფს ავტობეტონჩამწყობები, ე.წ. მიქსერები.













ჩაწყობისა და გამკვრივების დროს ბეტონის ნარევი ავსებს ფორმას (ყალიბს), ამავე დროს ნარევი ინარჩუნებს ერთგვაროვნებას და გააჩნია ჰაერის სიცარიელის მინიმალური რაოდენობა. გამკვრივების შემდეგ რჩება მხოლოდ 2-3% (ანუ 20-30 დმ^3 1მ^3 ბეტონზე) .

ა





ბ

ვიბრატორები (ა. ელექტრო სიღრმული (ჯგუფური) ვიბროპაკეტი ; ბ. ვიბრო–ფილა ბენზინის ძრავით)

ბეტონების ნარევის გამკვრივების ძირითადი ხერხია ვიბრირება. ვიბროგამკვრივების ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს რხევის სიხშირე სტანდარტის მიხედვით 2800-7000 რხ/წთ, ანუ 25 ჰერციდან 150 ჰერცამდე, რხევის ამპლიტუდა 0,3÷0,7 მმ. ვიბრაციების სახეებია - ელექტრომექანიკური, ელექტრომაგნიტური, პნევმატური და ჰიდრავლიკური. ყველაზე გავრცელებულია ელექტრომექანიკური ვიბრატორები. რხევების გადაცემის მიხედვით განასხვავებენ ზედაპირულ, შიგა და გარე ვიბრაციებს. ზედაპირული ვიბრატორი თავსდება ბეტონის ნარევის ზედაპირზე და რხევას გადასცემს ლითონის ბაქანის საშუალებით. ზედაპირული ვიბრაციის გავრცელების სიღრმე ბეტონის სისქეში 20-25 სმ–ია. გარე ვიბრატორები მაგრდება კონსტრუქციის ყალიბზე, რომელიც რხევებს გადასცემს ყალიბების შიგნით ბეტონის ნარევს. ყველაზე ეფექტურია შიგა, ანუ სიღრმისეული ვიბრატორები. ისინი თავსდება ბეტონის ნარევში და უშუალო კონტაქტით გადასცემს რხევებს. ასეთი ვიბრატორების რხევის სიხშირეა 5000-7000 რხევა/წთ, სიმძლავრე 1-1,5 კვტ, მწარმოებლობა 2-20 მ^3/სთ.

ღრუტანიანი ნაკეთობების, რკინაბეტონის და ბეტონის მილების, ღრუნატიანი კოლონების დამზადებისას ბეტონის ნარევის ყალიბში განთავსებისას იყენებენ ***ცენტრიდანული ვიბრირების მეთოდს***.

ვიბროვაკუმირებას იყენებენ მაღალი ძვრადობის ბეტონის ნარევის გამკვრივებისათვის. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა ახლადჩასხმული ბეტონის ნარევისაგან გამოიყოს 10-20% წყალი, შესაბამისად, მიიღება გაზრდილი სიმკვრივის, უფრო მკვრივი ბეტონი.

ბეტონის მოვლა - გამყარების დროს ბეტონის სიმტკიცის მომატება დამოკიდებულია გარემოს ნორმალურ პირობებსა (T=20÷5°C და 90-100% ფარდობითი ტენიანობა) და ტემპერატურაზე.

ტემპერატურის აწევით სიმტკიცე ინტენსიურად იზრდება. ტემპერატურის დაწევით სიმტკიცის მატების ტემპი ნელდება. ტემპერატურის მომატებისას აუცილებელია ბეტონის ზედაპირის დაცვა გამოშრობისაგან. ყველაზე ეფექტურია ზედაპირის დაფარვა პოლიეთილენის აფსკით.



ბეტონის დაცვა წყლის აორთქლებისაგან

ჰორიზონტალურ ზედაპირებს ფარავენ ნახერხით, ქვიშით და პერიოდულად ასველებენ. ცივ ამინდებში საჭიროა ბეტონის დათბუნება და ნარევში სწრაფადგამყარებადი მაღალი სიმტკიცის ცემენტების გამოყენება (მაგალითად, თიხამიწოვანი ცემენტების).



ბეტონის ფილის მორწყვა ზაფხულის პირობებში

7.7.6. ბეტონის თვისებები

სიმტკიცე

ბეტონის სიმტკიცეს განსაზღვრავენ კუმშვაზე 28 დღის ასაკის 15X15X15სმ. კუბების გამოცდით დამზადების შემდეგ კუბები ინახება ნორმალურ პირობებში: T=20±5°C და ფარდობითი ტენიანობა 90-100%.

ნიმუშების ეს ზომა მიღებულია სტანდარტად. შესაძლებელია დამზადეეს 10X10X10 სმ, 20X20X20 სმ და 30X30X30 სმ ზომის კუბები.

სტანდარტული ზომის კუბების სიმტკიცე მიჩნებულია 1-ის ტოლად, დანარჩენების გამოცდის შედეგების გადამყვან კოეფიციენტებზე გამრავლებით ხდება ბეტონის სტანდარტული სიმტკიცის სიდიდის დადგენა გადამყვანი კოეფიციენტები კუბის სიდიდის მიხედვით 10 სმ -0,91, 15 სმ –1,0, 20სმ –10,05 და 30 სმ.

მძიმე ბეტონის სიმტკიცე კლასების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 7.2.

ცხრილი 7.2.

№	ბეტონის სიმტკიცე, მპა	ბეტონის კლასი
1.	2,56	B2
2.	3,2	B2,5
3.	4,5	B3,5
4.	6,4	B5
5.	9,6	B7,5
6.	12,7	B10
7.	16	B12,5
8.	19,3	B15
9.	25,6	B20
10.	32,0	B25
11.	38,5	B30
12.	45	B35
13.	51,5	B40
14.	58	B45
15.	64,3	B50
16.	70,6	B55
17.	77	B60

ბეტონის სიმტკიცე კუმშვისას განისაზღვრება

$$R = \frac{P_{mRr}}{F}$$ კგძ/სმ² (მპა)

P - მრღვევი ძალაა,

F - ნიმუშის განივკვეთის ფართი.

ბეტონის სიმტკიცეზე გავლენას ახდენს ცემენტის აქტივობა, წყალცემენტის ფარდობა, შემვსებების ხარისხი, გამკვრივების პირობები.

ბეტონის სიმტკიცის ზრდა დროში ხანგრძლივი პროცესია, რომელიც დასაწყისში ინტენსიურად მიმდინარეობს, შემდეგ კი ინტენსიურობა იკლებს. ბეტონის სიმტკიცის მატებას დროში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$k_n = k_{28} \frac{\lg n}{\lg 28}$$

სადაც: R_n და R_{28} არის ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას 28 და ნებისმიერი n დღეს, მგპა;

n ბეტონის ასაკი, დღე.

ფორმულაში დაცული უნდა იყოს პირობა n=3 დღე.



სიმკვრივე გავლენას ახდენს ბეტონის სიმკიცეზე, ხანმედეგობაზე და სხვა. ბეტონის სიმკვრივე მნიშვნელოვანია ისეთი კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც გამოიყენება ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში (კონსტრუქციები განიცდის წყლის მუდმივ ზემოქმედებას). ბეტონის სიმკვრივის გაზრდა შესაძლებელია ცემენტის მარკის გაზრდით, წყალცემენტის ფარდობის შემცირებით, დანამატების გამოყენებით (სილიკა, კალმატრონი, პენეტრონი და სხვა).

ყინვამედეგობა სიმკვრივის ზრდასთან ერთად მატულობს. ყინვამედეგობის მიხედვით ბეტონის მარკებია: 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500.

ბეტონის წყალშეუღწევადობის გაზრდას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისათვის. წყალშეუღწევადობის გაზრდის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა ახალი თაობის ბეტონებში ისეთი დანამატების გამოყენება როგორიც არის - კალმატრონი, პენეტრონი.

წყალშეღწევადობის მიხედვით ბეტონის მარკებია B-2, B-4, B-6, B-8, B-10, რომლებიც უძლებს 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 1,0 მგპა დაწნევას.

მძიმე ბეტონის უარყოფითი თვისებებია - მაღალი თბოგამტარობა და დიდი მოცულობითი მასა.

ბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დასადგენად შექმნილია სახელმწიფო სტანდარტები - ნორმატიული დოკუმენტები, რომლებშიც შემუშავებულია მეთოდიკები და ბეტონების შედგენილობის განსაზღვრის წესები; ბეტონების ფორიანობა, ტენიანობა, წყალშეღწევადობა, ცვეთადობა და ყინვამედეგობა; ბეტონის ნარევის გამყარების დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, ბეტონების ნარევის გამოცდის წესები, ბეტონების გამძლეობაზე გამოცდის წესები; ბეტონების წყალშთანთქმა, სიმკვრივე, სიმტკიცე და ბეტონების დეფორმაციები (დრეკადობის მოდულები, პუასონის კოეფიციენტი), ბეტონების შეკლებისა და ცოცვადობის პარამეტრების განსაზღვრული წესები, ბეტონების ბზარმედეგობის მახასიათებლები.

7.8. წვრილმარცვლოვანი ბეტონები

წვრილმარცვლოვანი ბეტონები გამოიყენება უპირატესად თხელკედლიანი, მათ შორის არმოცემენტის კონსტრუქციების დასამზადებლად. წვრილმარცვლოვან ბეტონებს წარმატებით იყენებენ ახალი თაობის კომპოზიციურ საშენ მასალებში, ფიბრობეტონებში, თვითშემჭიდროებად ბეტონებში. ჩვეულებრივ ბეტონთან შედარებით გამოირჩევა ცემენტი ქვის გაზრდილი შემცველობით, რაც რამდენადმე ზრდის მასალის შეკლებასა და ცოცვადობას.

7.8.1. მსუბუქი ბეტონები

მსუბუქი ბეტონების მოცულობითი მასა კგ/მ^3-ზე ნაკლებია და ჩვეულებრივი ბეტონისაგან გამოირჩევა მაღალი ფორიანობით. განასხვავებენ მსუბუქბეტონებს მსუბუქფორიან შემავსებელებზე, მსხვილფოროვან (უქვიშო) და უჯრედოვან ბეტონებს. დანიშნულების მიხედვით მსუბუქი ბეტონები იყოფა კონსტრუქციულ ბეტონებად, მოცულობითი მასით 1400-1800 კგ/მ^3 მარკით არა ნაკლები 50, ყინვამედეგობა M_{p3}15-ზე და მეტი, კონსტრუქციული ბეტონები შენობებში გამოყენებისას განიცდის მნიშვნელოვან დატვირთვებს: მოცულობით მასით 500-1400 კგ/მ^3 მარკით არანაკლებ 35, თბოგამტარების კოეფიციენტი არა ნაკლები 0,64 ვტ/მ°C; თბოსაიზოლაციო ბეტონები - მოცულობითი მასით 500 კგ/მ^3 -ზე ნაკლები და თბოგამტარობის კოეფიციენტი 0,2 ვტ/მ °C.

მსუბუქი ბეტონები გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობების გასათბობი კედლების, გადახურვის პანელების, კოტეჯების, კიბის მარშების და სხვა კონსტრუქციების დასამზადებლად.

მსუბუქი ბეტონები ფორიანი შემავსებლების გამო განსხვავდება ჩვეულებრივი მძიმე ბეტონებისაგან მცირე მასით და დაბალი სიმტკიცით.

ოპტიმალური წყლის ხარჯით დამზადებული მსუბუქი ბეტონები ხასიათდება ადვილად ჩაწყობადობით. მსუბუქი ბეტონის გაანგარიშება ხდება ანალოგიურად მძიმე ბეტონისა. ნიმუშის კუბებს 15X15X15 სმ ცდიან კუმშვაზე 28 დღის ასაკში და საზღვრავენ საპროექტო სიმტკიცეს.

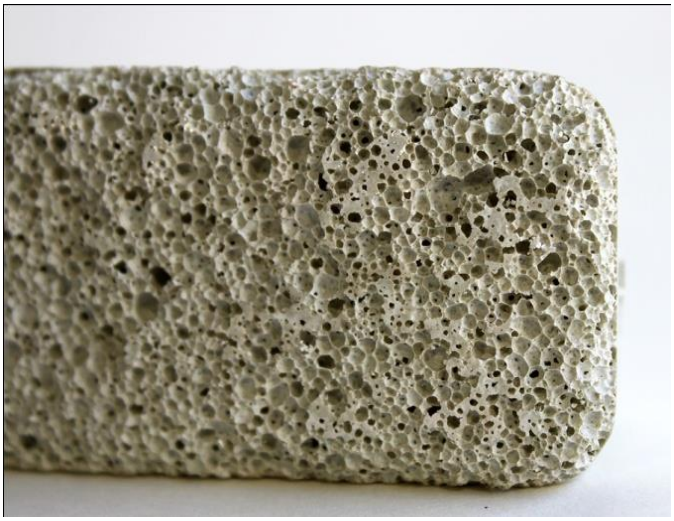
შემვსებებად იყენებენ ძირითადად არაორგანულ მასალებს. არაორგანული შემვსებებები მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. ისინი ბუნებრივი და ხელოვნური წარმოშობისაა. ბუნებრივი შემკვრელები მიიღება მთის ქანების დამუშავებით (პემზა, ვულკანური ტუფი და სხვა).

ხელოვნური მსუბუქი შევსებების სახეებია: 1. კერამზიტი - მიიღება აფუებული თიხების გამოწვით; 2. წიდის პემზა - მიიღება ბრძმედის მეტალურგიული წიდების სწრაფი გაცივებით; აგლაპორიტი - მიიღება თიხანარევი ნედლეულის გამოწვით და სხვა.

მსუბუქი ბეტონის შემავსებლები ხასიათდება ხაოიანი ზედაპირით. მსუბუქი ბეტონების ჩაწყობა ყალიბებში, გამკვრივება და მოვლა მძიმე ბეტონების ანალოგიურია.

მსხვილფოროვანი (უქვიშო) ბეტონების მოცულობითი მასა დაბალია, სიმტკიცე კუმშვისას 5 მგპ-ია. ამ ბეტონებს იყენებენ კედლის ბლოკების და ნაკლებად დატვირთული სამშენებლო დეტალების დასამზადებლად. გამოიყენება შენობა-ნაგებობებში, სიმაღლით არა უმეტეს 3 სართულისა.

უჯრედოვანი ბეტონი წარმოადგენს მაღალფოროვან ხელოვნურ ქვის მასალას 0,5-2 მმ დიამეტრის თანაბრად განაწილებული ფორებით, უჯრედების სახით. ფორები შევსებულია ჰაერით ან აირით, რომელთა საერთო მოცულობა ამ ბეტონის ზოგადი სიმკვრივის და მიხედვით იცვლება 30-85%-ის ფარგლებში.



ზემსუბუქი ბეტონი (ქაფბეტონი)

ფოროვანი სტრუქტურის მიღების ხერხის მიხედვით უჯრედოვანი ბეტონი იყოფა ქაფ და აირბეტონად. ქაფბეტონებში დახურული ფორები წარმოიქმნება დუღაბისა და მდგრადი ქაფის ურთიერთშერევით, ხოლო აირბეტონში – აირწარმომქმნელებით.



7.9. ბეტონის სპეციალური სახეები

7.9.1. ჰიდროტექნიკური ბეტონი

ჰიდროტექნიკური ბეტონი გამოირჩევა დიდი წყალმედეგობით, წყალუჭონადობით, ყინვამედეგობით, დაბალი სითბოს გამოყოფით და რიგ შემთხვევებში აგრესიული გარემოს მიმართ მედეგობით.

ჰიდროტექნიკური ბეტონი გამოიყენება ისეთ საინჟინრო ნაგებობებში, როგორიცაა კაშხლები, საზღვაო ნაგებობები, რაბები, კესონები, ხიდის ბურჯები და სხვა, რომლებიც მუდმივად ან პერიოდულად განიცდის წყლის მოქმედებას. ეს ნაგებობები აიგება ხანგრძლივი დროით და მათი მშენებლობა მოითხოვს ბეტონის დიდ რაოდენობას. ჰიდროტექნიკური ბეტონის მარკა განისაზღვრება 180 დღის ასაკში.

ჰიდროტექნიკურ ბეტონი უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნებს - სიმტკიცეზე, წყალმედეგობასა და წყალშეუღწევადობაზე, შეკლებასა და ბზარმედეგობაზე.

განასხვავებენ წყალქვეშა ბეტონს (წყლის მუდმივი მოქმედების ზონის), წყლის პერიოდული მოქმედების ქვეშ მყოფ ბეტონს და წყალზედა ზონის ბეტონს.



ყველაზე ძნელი საექსპლუატაციო პირობებია წყლის ცვლადი დენის ზონაში მომუშავე ბეტონებისათვის. ეს ეხება აგრეთვე კაშხლების წყალშემვსების ბეტონს, საზღვაო დანიშნულების ნაგებობებს და სხვა.

ეს ბეტონები უნდა იყოს მაღალი სიმკვრივის და ყინვამედეგობის, მოთხოვნილი სიმტკიცის. ხანმედეგი ბეტონის მისაღებად აუცილებელია ცემენტის, ყინვამედეგი შემავსებლების, ბეტონის შედგენილობის, ბეტონის დამზადებისა ტექნოლოგიისა და მუშაობის პირობების სწორი შერჩევა.

მასიური ჰიდროტექნიკური კონსტრუქციების შიგა ზონის ბეტონი დაცულია გარემოს უშუალო ზემოქმედებისაგან. ამ ზონის ბეტონებისათვის მთავარი მოთხოვნაა გამკვრივების პერიოდში მინიმალური სითბოს გამოყოფა, რადგანაც მასივის არათანაბარმა გათბობამ შეიძლება გამოწვიოს ტემპერატურული ბზარების წარმოქმნა. დაბალი თბოგამოყოფით ხასიათდება შლაკოპორტლანდცემენტი და პუცოლანიანი ცემენტი. პუცოლანიანი ცემენტი პორტლანდცემენტთან შედარებით უფრო ეკონომიურია და კარგად ეწინააღმდეგება ბეტონის გამოტუტვას. სიმტკიცე შიგა ზონის ბეტონს წაეყენება არა უმეტეს 150კგ/სმ^2, წყალშეუღწევადობის მარკებია B2, B4.

ბეტონის მარკას წყალშეუღწევადობაზე ნიშნავენ ნაგებობაზე დაწნევის გრადიენტის მიხედვით, რომელიც უდრის მაქსიმალური დაწნევის (მეტრი) შეფარდებას კონსტრუქციის სისქესთან (თუ ასეთი ზონა ჭრილში არსებობს) კონსტრუქციაში გაღწევის გრადიენტი >12, შეიძლება დაინიშნოს გამოყენებული ბეტონის წყალშეუჭევადობის მარკა > B12.

ბეტონის მდგრადობა გარემოს ზემოქმედებაზე განისაზღვრება მისიყინვამედეგობით, მცირე წყალშთანთქმის უნარით, შეკლების დეფორმაციის სიმცირით.

ბეტონის მარკას ყინვამედეგობაზე ნიშნავენ იმის მიხედვით, თუ რა კლიმატურ პირობებში უხდება მუშაობა კონკრეტულ ნაგებობას. დადგენილია ჰიდროტექნიკური ბეტონის ყინვამედეგობის შემდეგი მარკები $M_{p3}100$, $M_{p3}150$, $M_{p3}200$, $M_{p}300$, $M_{p3}400$, $M_{p3}500$.

ჰიდროტექნიკური ბეტონის წყალშთანთქმას განსაზღვრავენ მუდმივ წონამდე გამომშრალი (105°C-ზე), 28 დღის ასაკის ნიმუშების წყალში მოთავსებით დადგენილი კაპილარული შეწოვის მიხედვით. წყლის პერიოდული მოქმედების ზონაში ბეტონის წყალშთანთქმა არ უნდა აღემატებოდეს გამომშრალი ნიმუშის მასის 5%-ს, ხოლო სხვა ზონებში წყალშთანთქმა დასაშვებია 7%-მდე.

ჰიდროტექნიკური ბეტონი გამოიყენება მონოლითური ნაგებობების ასაგებად, ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციების და ნაკეთობების ასაგებად. ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციები გამოიყენება კაშხლებზე გადასასვლელი ხიდების მოსაწყობად, ჰიდროელექტროსადგურების სამანქანო შენობებში და სხვა.

ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციები სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება არხების მშენებლობაში, გემსავალი არხების აგებისას. რკინაბეტონის ხიმინჯები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საძირკვლების მოწყობისას.

ენერგეტიკულ და სამრეწველო მშენებლობაში ლითონის მილების ნაცვლად სულ უფრო მატულობს რკინაბეტონის მილების გამოყენება.

ლითონის მილებთან შედარებით რკინაბეტონის მილების უპირატესობებია: ხანმედეგობა, სიიაფე, მათ დასამზადებლად მეტალის ნაკლები რაოდენობა.

ჰიდროტექნიკური ბეტონებისათვის კუმშვაზე სიმტკიცის მიხედვით დადგენილია 8 კლასი - B5, B7,5, B12,5, B15, B20, B25, B30 და B40.

ჰიდროტექნიკური ბეტონის გაიაფებისათვის და გამყარების დროს სითბოს გამოყოფის (ეგზოთერმის) შესამცირებლად ბეტონის კაშხლებისათვის დადგენილია ცემენტის ხარჯვის შემდეგი ზღვრები: შიგა ზონისათვის 160 კგ/მ^3, საძირკვლის ნაწილისათვის 230 კგ/მ^3, ყრუ კაშხლების გარე ნაწილებისათვის 240 კგ/მ^3, წყალსაგები კაშხლების გარე ზონებისა და თხემისათვის 260 კგ/მ^3, ხოლო წყლის დონის ცვლადობის ზონისათვის 275 კგ/მ^3.

კაშხლების პროფილის ცალკეულ ნაწილებში ბეტონი განიცდის სხვადასხვა ფიზიკურ-მექანიკურ ზემოქმედებას და არის განსხვავებულ დაძაბულ მდგომარეობაში. ამიტომ, ცემენტის ეკონომიის მიზნით, საჭიროა გავითვალისწინოთ სხვადასხვა კლასის ბეტონის ზონალური განლაგება. კაშხლის სადაწნეო მხარეზე და ძირთან უნდა ჩაეწყოს წყალშეუღწევადი ბეტონი, ქვედა წახნაგსა და თხემზე ყინვამედეგი ბეტონი, წყალსაშვებ ზედაპირზე ცვეთაზე მედეგი ბეტონი. სიმტკიცის მიხედვით კაშხლის პროფილის ზედა ნაწილებში უნდა ჩაეწყოს უფრო დაბალი კლასის ბეტონები, ხოლო ქვედა ზონებში - უფრო მაღალი კლასის ბეტონები დაძაბული მდგომარეობის შესაბამისად.

7.9.2. საგზაო ბეტონი

საგზაო ბეტონი განკუთვნილია საავტომობილო გზების ფუძის, აეროდრომების ფუძისა და საფარის მოსაწყობად. მუშაობს ღუნვასა და ცვეთზე. სიმტკიცის მთავარი მახასიათებლებია საპროექტო მარკა გაჭიმვაზე ღუნვის დროს.

მსხვილი შემკვრელი (ღორღი, ხრეში და შლაკის ღორღი) აუცილებელია შემოწმდეს ცვეთობაზე.

საგზაო ბეტონის საფარი განიცდის წყლის, ყინვის და მარილების ერთდროულ ზემოქმედებას. ამიტომ მკაცრ კლიმატურ პირობებში საგზაო ბეტონის მარკა ყინვამედეგობაზე უნდა იყოს არა ნაკლები $M_{p3}200$, ზომიერ კლიმატურ პირობებში - არანაკლები $M_{p3}150$, ხოლო რბილ პირობებში არანაკლები $M_{p3}100$.

ყინვამედეგი საგზაო ბეტონის მისაღებად გამოიყენება M500 მარკის პორტლადცემენტი სამკალციუმიანი ალუმინატის შემცველობით არა უმეტეს 10%-ისა, ფუძეებში გამოიყენება პორტლანდცემენტები და შლაკპორტლანდცემენტები მარკით M300, M100 ცემენტის შეკვრის დასაწყისი უნდა იყოს არა ნაკლები 2 სთ-ისა, რადგანაც საგზაო ბეტონის გადაზიდვა ხშირად დიდ მანძილზე ხდება.

7.9.3. მხურვალმედეგი ბეტონი

მხურვალმედეგი ბეტონები განკუთვნილია სამრეწველო ობიექტებში (ქვების მოსაპირკეთებლად, ღუმელებში და ა.შ.) და ისეთ სამშენებლო კონსტრუქციებში, რომლებიც განიცდიან გაცხელებას (მაგალითად, საკვამლე მილები). იმის გამო, რომ გაცხელებისას ბეტონებში ცემენტის ქვა განიცდის გაწყლოვანებას, კალციუმის ჰიდროჟანგის წარმოქმნას (ჟანგი ტენის მოქმედებით ფართოვდება და იწვევს ბეტონის დაბზარვას). ამიტომ ცეცხლგამძლე ბეტონში პორტლანცემენტში შეჰყავთ დანამატი - წვრილად დაფქვილი სილიციუმის ორჟანგი SiO_2, რომელიც 700-900°C რეაქციაში შედის კალციუმის ჟანგთან და კარგავს მას. შესაბამისად, აღარ ხდება მოცულობაში მატება და ბეტონის დაბზარვა.

7.9.4. მჟავაგამძლე ბეტონი

მჟავეგამძლე ბეტონში შემკვრელად გამოიყენება თხევადი მინა, რომელიც წარმოადგენს ნატრიუმის ან კალციუმის სილიკატს. თხევადი მინის (სითხის) ხვედრითი მასა 1,4-ია. სითხეს ემყარება მჟავაგამძლე მინერალური ფხვნილები, რომლებიც მიიღება სუფთა კვარცის ქვიშის, ანდეზიტის, ბაზალტის დაფქვით. გამამყარებლად სარგებლობენ $NaSiF_6$. შემავსებლებად ხმარობენ კვარცის ქვიშას, ღორღს (კვარცის, გრანიტის, ანდეზიტის და სხვა). შემავსებლის მარცვლების შემადგენლობამ უნდა უზრუნველყოს საჭირო მაღალი სიმკვრივის ბეტონის მიღება.

ჟანგგამძლე ბეტონი კარგად უძლებს კონცენტრირებული მჟავების მოქმედებას. მჟავაგამძლე ბეტონები გამოიყენება, როგორც მეტალის და რკინაბეტონის დამცველი ფენები.

7.9.5. რადიაციული გამოსხივებისაგან დამცავი ბეტონი

რადიოაქტიური ზემოქმედებისაგან დამცავი ბეტონი გამოიყენება ბირთვული რეაქტორების, ატომური ელექტროსადგურების, იზოტოპების გადასამუშავებელ საწარმოებში მომსახურე პერსონალის რადიოაქტიური გამოსხივების ზემოქმედებისაგან დასაცავად. იგი განეკუთვნება ზემძიმე ბეტონების ჯგუფს, რომლის ზოგადი სიმკვრივე მერყეობს 2500-5000 კგ/მ^3 ფარგლებში.

7.9.6. ფოლადფიბრობეტონი

ფოლადფიბრობეტონი წარმოადგენს ახალი თაობის ბეტონს. ძირითადად წვრილმარცვლოვანი ბეტონის მატრიცა არმირებული ფოლადის ბოჭკოებით.

ფოლადის ბოჭკოების გამოყენებით ბეტონების სიმტკიცე იზრდება გაჭიმვაზე 2-5-ჯერ, გრეხაზე 3-5-ჯერ, ღუნვაზე 4-5-ჯერ, კუმშვაზე 1,5-ჯერ, სიმტკიცე დარტყმაზე 10-15-ჯერ, ცვეთობა 3-4-ჯერ.

ცემენტის ბოჭკოები ბეტონში თანაბრად არის განაწილებული მთელ მოცულობაში. ისინი ქვიშა-ცემენტის მატრიცის არმირებისას ხელს უშლის მასში ბზარების წარმოქმნას და განვითარებას.

ფოლადის ბოჭკოებით მოცულობითი არმირების ოპტიმალური სიდიდეა 2-2,5%. გამოიყენება ბოჭკოები, მიღებულია ფოლადის მავთულის ან ფურცლის დაჭრით, ან ფოლადის ნალღობისაგან. ცემენტთან უკეთესი შეჭიდულობისათვის ბოჭკოებს აქვს ნაჭდევები ზედაპირზე ან ანკერები ბოლოებში. ნალღობიდან მიღებულ ბოჭკოებს აქვს ხაოიანი ზედაპირი და განივკვეთის ოვალური ფორმა. ისინი შედარებით იაფია პირველი ორი ხერხით მიღებულ ბოჭკოებთან შედარებით. ფოლადის ბოჭკოების დიამეტრია ძირითადად 0,3÷0,5 მმ. დიამეტრისა და სიგრძის შეფარდების ოპტიმალური სიდიდეა (ტექნოლოგიურობიდან გამომდინარე) ℓ/d≈100. ფოლადფიბრობეტონის ნარევი უკეთესად მზადდება იძულებითი მოქმედების ბეტონსარევში. ტექნოლოგიურად უკეთესია ბოჭკოვნების შეყვანა მზა ბეტონის ნარევში. ბეტონსარევში ჯერ მზადდება ბეტონის ნარევი, შემდეგ მომუშვე ბეტონსარევში შეჰყავთ ბოჭკოები საჭირო რაოდენობით. იძულებითი მოქმედების ბეტონსარევებში ხდება ბოჭკოების თანაბარი განაწილება ნარევის მთელ მოცულობაში. ბეტონის მომზადების დრო იზრდება 50%, ფიბრობეტონის ჩასხმა ქარგილებში და ვიბრაირება ანალოგიურია, როგორც ჩვეულებრივი ბეტონის. კარგად ვიბრირებულ ფოლადფიბრობეტონებში ფოლადის ბოჭკოები იფარება ცემენტის „რძით“ და კოროზია გამორიცხულია.

ფოლადფიბრობეტონს წარმატებით იყენებენ სხვადასხვა სახის ფორმის და დანიშნულების ასაწყობ თუ მონოლითურ კონსტრუქციებში. მისგან მზადდება თხელკედლიანი სივრცითი კონსტრუქციები, მილები, გარსები. წარმატებით იყენებენ გვირაბების მშენებლობაში. გზების საფარის და აეროდრომების ასაფრენი ბილიკების მოსაწყობად.

მაღალი სიმტკიცის, სიმკვრივის, ტენშეუღწევადობის და დაბალი ცვეთობის მაჩვენებლების გამო ძალზე პერსპექტიულია ფოლადბეტონონის გამოყენება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობაში.

7.9.7. ბაზალტოფიბრობეტონი

ბაზალტოფიბობეტონი ახალი სახის ბეტონია, რომლებშიც ბაზალტის ბოჭკოები გამოყენებულია ბეტონის მოცულობითი დისპერციული არმირებისთვის. მრეწველობაში ბაზალტის ბოჭკოებს ამზადებენ ბაზალტის ტიპის მთის ქანების ნალღობიდან 1400°C-ზე მეტი ტემპერატურისას.

ბოჭკოების დიამეტრია 20÷50 მკმ, სიგრძე ℓ=1÷150 მმ. ბაზალტის ბოჭკოებს აქვს ძალიან მაღალი ქიმიური მედეგობა. მაგალითად, ბოჭკოებს დიამეტრით 16-18 მკმ აქვს 100%-იანი მედეგობა წყალში, ტუტემედეგია 96% და მჟავამედეგია 94%, ბოჭკოების სიმტკიცე გაჭიმვაზე 600÷3500 მპა, დრეკადობის მოდული E=7-60 მპა. ცვეთამედეგობა წინაღობაზე 300%, სიმტკიცე გაჭიმვაზე ღუნვისას - 300%-მდე, კუმშვაზე 150%, ბზარმედეგობა 250%, ყინვამედეგობა 200%, კოროზიამედეგობა 500%, წყალშეიღწევადობა 150%-მდე.

ბეტონის ოპტიმალური არმირება ბაზალტის ბოჭკოებით 3 კგ/მ^3-ია.

ბაზალტობეტონის გამოყენების სფეროა:

- ჰიდროტექნიკური ნაგებობები;
- აგრესიულ გარემოში მომუშვე ნაგებობები;
- სეისმომედეგი მშენებლობა, ინტენსიური მოძრაობის ავტოგზები და ხიდები;
- ატომური ელექტროსადგურები და რადიაციული ნარჩენების საცავები.

7.9.8. თვითშემჭიდროებადი ბეტონი

თვითშემჭიდროებადი ბეტონი მასალაა, რომელიც გარეგანი ზემოქმედების გარეშე (ვიბრაცია და ა.შ.) ავსებს ქარგილებს მაღალი სიხშირით არმირებულ კონსტრუქციებში.

ძირითადი კომპონენტები:

- შედარებით წვრილმარცვლოვანი ღორღი;
- მრავალფრაქციული (უწყვეტი) ქვიშა;
- პორტლანდცემენტი;
- ბეტონის თვისებების რეგულატორი-ქიმიური დანამატები;
- მიკრო და ულტრადისპერსიული დანამატები, გათვალისიწნებული კოროზიული მედეგობის, სიმტკიცის, მდგრადობის და ბზარწარმნის საწინააღმდეგო მახასიათბლების გასაზრდელად (მაგალითად მაღალი ხარისხის სილიკატის გამოყენება);
- პლასტიფიკატორები;
- წყალი.

მასალის ფასი ბეტონთან შედარებით მაღალია, მაგრამ დასაშვებ ფარგლებში.

თვითშემჭიდროებადი ბეტონის მახასიათებლებია:

- სიმტკიცე კუმშვაზე 28 დღის ასაკში 40-80 მპა, 91 დღეში 55÷100 მპა;
- ელასტიკურობა 30÷36 მპა შეკლება, ჰაერის შემცველობა 4,5÷6%, მაღალი ძვრადობა, მაღალი სიმკვრივე და წყალშეუღწევადობა. ბლანტია. ზედაპირის მაღალი ხარისხის კონსტრუქციებში არ საჭიროებს დამატებით დამუშავებას, ადვილჩაწყობადია ვერტიკალური ნაგებობებისათვის.

მასალის უპირატესობანი:

- **ხანმედეგია, დეკორაციულად მიმზიდველია;**
- **დიდ მანძილზე ხანგრძლივი ტრანსპორტირების დროს ინარჩუნებს თავის ტექნოლოგიურ პარამეტრებს (მაღალი ძვრადობა, განშრევებისადმი მდგრადობა, ერთგვაროვნება);**
- **არ საჭიროებს ვიბროგამკვრივებას, გარანტირებულად ამცირებს მშენებლობის ვადებს და ხელს უწყობს ხმაურის შემცირებას.**

ჩამოთვლილი უპირატესობანი და მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების გამო გამოყენების მეტი პერსპექტივები აქვს სხვადასხვა სახის მშენებლობაში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია თვითშემჭიდროებადი ბეტონის გამოყენება ჰიდრომშენებლობაში.

7.9.9. დანამატიანი ბეტონი

ბეტონის შეღწევადი მოქმედების ჰიდროსაიზოლაციო დანამატი ფხვნილისებრი სპეციფიკური დაპატენტებული მასალაა - 10 კგ ტომრებში. კალმატრონის ხარჯი 1 მ³ ბეტონზე 10 კგ-ია.



მასალა აუმჯობესებს ბეტონის რიგ ფიზიკურ-მექანიკურ და საექსპლუატაციო თვისებებს:

- ✓ ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს ადრეულ და საპროექტო ასაკში 20%-ით;
- ✓ ზრდის ბეტონის ყინვამედეგობას 50 ციკლით და მეტით;
- ✓ 2-3 საფეხურით ზრდის წყალშეუღწევადობას;
- ✓ ამაღლებს სიმკვრივეს და მკვეთრად ზრდის ბეტონის მდგრადობას აგრესიული გარემოს მიმართ;
- ✓ ეწინააღმდეგება ცემენტის ქვის დაშლას გაზების, მარილების და ბიოლოგიური კოროზიისაგან;
- ✓ კალმატრონი არ იწვევს არმატურის კოროზიას და არატოქსიკურია;
- ✓ დასაშვებია მისი გამოყენება ბეტონში, რომელსაც სასმელ წყალთან აქვს კონტაქტი.

აღნიშნული თვისებების გამო კალმატრონის გამოყენება შეიძლება სრულიად სხვადასხვა საპასუხისმგებლო კონსტრუქციებსა და ნაგებობებში. განსაკუთრებით პერსპექტიულია კალმატრონის დანამატებით დამზადებული ბეტონების გამოყენება საპასუხისმგებლო ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში.

7.10. მაღალი სიმტკიცის ბეტონი

მაღალი სიმტკიცის 60-100 მპა ბეტონი მიიღება მაღალი მარკის ცემენტისა და გრანულირებული გრეხილი ქვიშის მაღალი სიმტკიცის (100 მპა მეტი) ღორღისაგან. ბეტონის ნარევი ხისტი ან ნახევრად ხისტია. მაღალი სიმტკიცის ბეტონის დაყალიბების დროს იყენებენ ინსტენსიურ ვიბრირებას. ასეთი ბეტონის ცემენტის ხარჯი გაზრდილია. ბეტონის მიღებისათვის საჭიროა დაბალი წყალმოთხოვნილების შემკვრელის გამოყენება, რომელიც მიიღება მაღალი მარკის ცემენტის და სუპერპლასტიფიკატორების (მაგ. C-3) ერთად დაფქვით.

ბეტონის გამკვრივებას აიოლებს სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენება, რომელიც არ ამცირებს ბეტონის სიმტკიცეს. მსხვილ შემავსებლად მაღალი სიმტკიცის ბეტონებში გამოყენებულია მკვრივი და მტკიცე მთის ქანების დამუშავებით მიღებული ღორღი. ღორღის სიმტკიცე უნდა იყოს არა ნაკლები 1000 მპა.

7.11. სამშენებლო დუღაბი

სამშენებლო დუღაბი - ხელოვნური ქვის მასალაა, იგი მიიღება დუღაბის ნარევის გამკვრივებით, რომელიც შედგება შემკვრელისაგან, წვრილი ქვიშისა (შემავსებლებისაგან) და დანამატებისაგან. ისინი აუმჯობესებს როგორც ნარევის, ისე დუღაბების თვისებებს.

დუღაბის დამზადებისას მსხვილი შემავსებელი არ გამოიყენება, ვინაიდან ისგამოიყენება შოვებში, ქვის წყობაში, შელესვაში თხელ ფენებად დასატანად.

დუღაბების დასამზადებლად ძირითადად გამოიყენება არაორგანული შემკვრელი ნივთიერებები (ცემენტი, ჰაერკირი, სამშენებლო თაბაშირი).

საგზაო მშენებლობაში გამოიყენება დუღაბები დამზადებული ბიტუმის და პოლიმერულ შემკვრელებზე. ამ სახის დუღაბებში წყალი არ შედის.

განასხვავებენ შემდეგი სახის სამშენებლო დუღაბებს:

შემკვრელის სახის მიხედვით: ცემენტის, კირის, თაბაშირის და შერეული დუღაბები.

მოცულობითი მასის მიხედვით:

მძიმე დუღაბები მოცულობითი მასით >1500 კგ/მ^3 დამზადებული კვარცის შემვსებებზე (ქვიშაზე) და მსუბუქი ფორიან შემავსებლით მოცულობითი მასით 1500 კგ/მ^3-ზე ნაკლები დამზადებული ფორიან წვრილ შემკვრელებზე ფორების წარმომქმნელი დანამატებით.

დანიშნულების მიხედვით: განასხვავებენ საკალატოზო, გამოსაყვან (სალესი-კვარცი, მარმარილო, გრანიტი, კირქვა; თეთრი და ფერადი პორტლანდცემენტი) და სპეციალურ დუღაბებს (ჰიდროსაიზოლაციო; აკუსტიკური; რენტგენოდამცველი...).

7.11.1. მასალები დუღაბების ნარევების დასამზადებლად, დუღაბის თვისებები

შემკვრელ ნივთიერებად ძირითადად გამოიყენებენ პორტლანდცემენტს, შლაკოპორტლანდცემენტს. ცემენტის მარკა 3-4-ჯერ მაღალია დუღაბისაზე. ქვიშები გამოიყენება ბუნებრივი კვარცის, მინდვრის შპატის და ხელოვნურად მიღებული მთის ქანების დამუშავება-დაქუცმაცებით. ფორიანი ქვიშები იხმარება მსუბუქი დუღაბების დასამზადებლად. აგური წყობისათვის გამოიყენება დუღაბები 2 მმ-მდე მარცვლის ზომით დუღაბებში M100 და მეტი. დუღაბში გამოყენებული ქვიშებს წაეყენება ისეთივე მოთხოვნები, როგორიც ბეტონში გამოყენებულ ქვიშებს.

პლასტიფიცირებული დანამატები

ხშირად დუღაბის ნარევები დაიტანება ფოროვან ძირზე თხელი ფენით, რომელიც შეიწოვს წყალს (აგური, ბეტონი მსუბუქი, უჯრედოვანი და ა.შ.). შესალესი სამუშაოების გასაიოლებლად ნარევებში შეჰყავთ მაპლასტიფიცირებელი დანამატები, რომლებიც ზრდის დუღაბის წყალშეკავების უნარს.

დუღაბის ნარევის ძირითადი თვისებებია - ძვრადობა, ადვილჩაწყობადობა და წყალშეკავების უნარი. გამაგრებული დუღაბის ძირითადი თვისებებია - სიმტკიცე და ყინვამედეგობა.

სხვადასხვა დანიშნულების დუღაბს განსხვავებული ძვრადობა აქვს. ქვის წყობის დუღაბის ძვრადობა 4-6 სმ-ია, აგურის წყობისათვის - 6-10 სმ, შელესვის პირველი ფენისათვის საჭირო დუღაბის ძვრადობა 8-11 სმ-ია, მეორე ფენისათვის - 6-8 სმ. ძვრადობა დამოკიდებულია შემკვრელისა და წყლის რაოდენობაზე, ქვიშის სახესა და მარცვლების ზომებზე.

ადვილჩაწყობადობა დუღაბის ნარევის თვისებაა. ის თხელ, თანაბარ ფენებად უნდა იქნეს დატანილი ფუძეზე და მტკიცედ შეეჭიდოს მის ზედაპირს.

წყალშეღწევადობის უნარი - დუღაბის თვისებაა შეინარჩუნოს წყალი ტრანსპორტირების და ფუძეზე დატანის დროს. დუღაბში წყალშეკავების უნარს ამაღლებენ სპეციალური დანამატების შეყვანით ნარევში.

სიმტკიცე გამაგრებული დუღაბის ძირითად თვისებაა, დამოკიდებულია შემკვრელის აქტივობაზე, შემკვრელისა და წყლის ფარდობაზე. სიმტკიცის მიხედვით 28 დღის ასაკის დუღაბის მარკებია: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, და 200.

M4 და 10 მარკის დუღაბები მზადდება ადგილობრივ შემკვრელებზე (ჰაერკირი და ჰიდრავლიკური კირი და სხვა).

დუღაბის სიმტკიცე განისაზღრება 7X7X7 სმ კუბის კუმშვაზე გამოცდით.

ყინვამედეგობა გარე კედლების წყობის და სალესი დუღაბის ყინვამედეგობის მარკებია $M_{p3}10$, $M_{p3}15$, $M_{p3}15$, $M_{p3}25$, $M_{p3}35$ და $M_{p3}50$. ტენიან პირობებში ექსპლუატაციისას დუღაბის მარკა იზრდება და შეადგენს $M_{p3}100$, $M_{p3}150$, $M_{p3}200$ და $M_{p3}300$. დუღაბის ყინვამედეგობა დამოკიდებულია შემკვრელის სახეობაზე, წყალცემენტის შეფასებაზე, დანამატებსა და გამკვრივების პირობებზე.

საკალატოზო დუღაბი

საკალატოზო დუღაბი გამოიყენება აგურის და ქვის წყობის ნაკეთობების მონტაჟისათვის.

საკალატოზო დუღაბი ოთხი სახისაა: ცემენტის, ცემენტკირის, ცემენტთიხის და კირის.

ცემენტიანი დუღაბისათვის გამოიყენება ყველა სახის ცემენტი, ცემენტ-კირის დუღაბი ხასიათდება ადვილჩაწყობით, მაღალი სიმტკიცით და ყინვამედეგობით, გამოიყენება როგორც მიწისზედა, ისე მიწიქვეშა კედლების წყობაში.

ცემენტ-თიხის დუღაბი ხასიათდება ადვილჩაწყობით, საკმარისი სიმტკიცით და ყინვამედეგობით. გამოყენების სფერო - მიწისზედა და მიწიქვეშა ობიექტები.

კირის დუღაბი შეიცავს კირის ცომს, ქვიშას და წყალს. აქვს მაღალი პლასტიკურობა, ზედაპირთან კარგი შეჭიდულობა, ხანმედეგია, გამაგრება ხდება ნელი ტემპით. გამოიყენება მიწისზედა კონსტრუქციებში, რომლებიც მუშაობს მცირე დატვირთვების ქვეშ. დუღაბში ცემენტის ხარჯი 1 $მ^2$ ქვიშაზე ცემენტის დუღაბში 150-175 კგ-ია, ცემენტის დუღაბში - 75-100 კგ, ცემენტ-თიხის დუღაბში - 75-125 კგ.

სალესი (გამოსაყვანი) დუღაბი

დანიშნულების მიხედვით დუღაბი არის ჩვეულებრივი საბათქაშე და დეკორატიული.

საბათქაშე დუღაბი იყოფა გარე და შიგა კედლების დუღაბად. გარე შელესვაში გამოიყენება ცემენტის და ცემენტ-კირის დუღაბი. შიგა კედლების და ჭერის შესალესად გამოიყენება ცემენტ-კირის, თაბაშირის, კირ-თაბაშირის და გაჯის დუღაბი.

დეკორატიული დუღაბი გამოიყენება შენობა-ნაგებობების ფასადების და შიგა ზედაპირების ფერადი მობათქაშებისათვის. დუღაბში ფერად შემვსებებად გამოიყენება კვარცის, მარმარილოს, გრანიტის, თეთრი და ფერადი ქვის ქანების ქვიშები. შემკვერელად იყენებენ თეთრი ფერის პორტლანდცემენტს.

სპეციალური დუღაბები

სპეციალურ დუღაბებია - საინექციო, ჰიდროსაიზოლაციო, აკუსტიკური, მხურვალმედეგი დუღაბები. გამოიყენება იატაკების და ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციებს შორის ნაკერების ამოსავსებად.

ჰიდროსაიზოლაციო დუღაბის გამოყენების სფეროა ბეტონისა და რკინაბეტონის მიწისქვეშა ნაგებობები. საინექციო დუღაბი გამოიყენება გვირაბში ნაპრალების და ბზარების ამოსავსებად, არმატურის კოროზიისაგან დასაცავად, შენობებში ხმაურის გავრცელების შესამცირებლად. მხურვალმედეგი დუღაბი გამოიყენება ისეთი კონსტრუქციების და ელემენტების შესალესად (დასაფარად), რომლებიც განიცდის მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებას.

7.12. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები

რკინაბეტონი სამშენებლო მასალაა, რომელშიც ბეტონი და ფოლადის არმატურა ერთდროულად მუშაობს.

ბეტონს აქვს ბუნებრივი ქვის მასალების თვისებები. ის კარგად მუშაობს კუმშვაზე და ცუდად ეწინააღმდეგება გამჭიმავ ძაბვებს. ბეტონის სიმტკიცე გაჭიმვაზე შეადგენს მისი კუმშვაზე სიმტკიცის მხოლოდ 1/10÷1/15-ს. იქ, სადაც ბეტონი განიცდის გამჭიმავი ძალების მოქმედებას, იყენებენ კონსტრუქციების არმირებას ფოლადის არმატურით, რომელიც იღებს გამჭიმავ ძაბვებს.

რკინაბეტონში მკუმშავ ძაბვებს იღებს ბეტონი, გამჭიმავს - არმატურა. ბეტონისა და არმატურის ერთობლივ მუშაობას განაპირობებს ბეტონსა და არმატურას შორის კარგი შეჭიდულობა.

რკინაბეტონის კონსტრუქციებს ამზადებენ ჩვეულებრივი და წინასწარ დაძაბული არმატურით. წინასწარი დაძაბვის ძირითადი იდეა ისაა, რომ კონსტრუქციების დამზადების დროს ბეტონი ხელოვნურად მოიჭრება, რის შედეგად ბეტონი იჭიმება მხოლოდ მაშინ, როდესაც გამჭიმავი ძალა მოცემულ კონსტრუქციაზე გადააჭარბებს ბეტონში მოჭიმვის მკუმშავ ძაბვებს. თუ მოჭიმვის ძაბვები აღემატება მოდებულ გამჭიმავ ძაბვებს, მაშინ ბეტონის დაბზარვა თავიდან აცილებულია.

განასხვავებენ წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის ორ სახეობას:

პირველი კონსტრუქციის ფორმაში მოთავსებული არმატურა წინასწარ დაიჭიმება დომკრატით (არმატურის ღეროები კონსტრუქციის დასამზადებლად ფორმებს გარეთ გადის).

ჩაისხმება ბეტონი და მისი გამყარების შემდეგ არმატურა გათავისუფლდება დაჭიმვისაგან (ჩაიჭრება).

მეორე არმატურის დაჭიმვა ბეტონის გამყარების შემდეგ. ამ შემთხვევაში კონსტრუქციის გაჭიმულ ზონაში დატოვებულია სიცარიელე, სადაც ათავსებენ არმატურას, დაჭიმავენ და ამაგრებენ საბჯენზე. სიცარიელის ზონას კი ავსებენ დუღაბით. დუღაბის გამყარების შემდეგ არმატურა გათავისუფლდება და ბეტონი განიცდის მოჭიმვას ისევე, როგორც პირველ შემთხვევაში.

არმატურის წინასწარი დაძაბვა გამორიცხავს ბზარების გაჩენას, ამცირებს არმატურის ხარჯს, ამცირებს კონსტრუქციის წონას, ზრდის მის ხანმედეგობას. რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაარმატურებისათვის იყენებენ ღეროვან და მავთულოვან არმატურას (ძირითადად არმატურის ბადეების დასამზადებლად).

არმატურის დაჭიმვა ძირითადად დომკრატით ხდება. დასაჭიმად გამოიყენება აგრეთვე ელექტროთერმული მეთოდი.

წინასწარდაძაბულ კონსტრუქციებში გამოიყენება მაღალი მარკის ბეტონი და მაღალი სიმტკიცის ფოლადის არმატურა. ბეტონთან უკეთესი შეჭიდულობის უზრუნველსაყოფად იყენებენ პერიოდული პროფილის არმატურას.

განასხვავებენ რკინაბეტონის ასაწყობ და მონოლითურ კონსტრუქციებს.



რკინაბეტონის თავისებურებები

ასაწყობი რკინაბეტონის კლასიფიკაცია განისაზღვრება რამდენიმე ფაქტორით: არმატურის სახეობის, მოცულობითი მასის, ბეტონის სახეობის, შინაგანი აგებულების და დანიშნულების მიხედვით.

არმატურის სახეობის მიხედვით - კონსტრუქციები წინასწარ დაძაბული და ჩვეულებრივი არმატურით;

მოცულობითი მასის მიხედვით - რკინაბეტონი ზემძიმე ბეტონისაგან მოცულობითი მასა >2500 კგ/მ³ მძიმე (მოც. მასა V=1800÷2500 კგ/მ³), მსუბუქი (V=500÷800 კგ/მ³) და ზემსუბუქი V<500 კგ/მ³.

ბეტონის სახეობა შემკვრელის მიხედვით - ცემენტის შემკვრელებზე, სილიკატურ ბეტონებზე, სპეციალურ ბეტონებზე.

შინაგანი აგებულების მიხედვით - მთლიანი ან ცარიელობით, ერთი სახის ბეტონისაგან. ერთფენიანი და მრავალფენიანი დამზადებული ბეტონის სხვადასხვა სახეობებით, სხვადასხვა მასალის.

დანიშნულების მიხედვით - ჰიდროტექნიკური, სამრეწველო, სამოქალაქო, საცხოვრებელი შენობების კონსტრუქციებისათვის. საინჟინრო დანიშნულების სხვადასხვა სახის კონსტრუქციები.

ასაწყობი რკინაბეტონის ნაკლი - რეკონსტრუქციისა და მოდერნიზაციისათვის ხარჯების სიდიდე, კონსტრუქციების ადგილამდე მიტანის სატრანსპორტო ხარჯები, ელემენტებს შორის



ანაკრები კონსტრუქციები



პირაპირების მოწყობა და შენობა-ნაგებობების სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად გაწეული დამატებითი ხარჯები, ნაკეთობების სიმძიმე.

აღნიშნული ნაკლისაგან თავისუფალია მონოლითური რკინაბეტონი, რადგან რკინაბეტონი კონსტრუქციების აგება ხდება ადგილზე.

მონოლითური რკინაბეტონის ნაკლი - კონსტრუქციების ნაკლები ინდუსტრიულობა, შრომატევადობა; ერთდროული დანახარჯები ყალიბების, ხარაჩოების, ფიცარნაგების მოსაწყობად, ზამთარში სამუშაოების სირთულე, ბეტონის საპროექტო ნიშნულის სიმტკიცემდე მისაღწევი დროის ხანგრძლივობა, განსაკუთრებული საპასუხისმგებლო ნაგებობებში (მაგალითად ჰიდროტექნიკური ნაგებობები) რომელთა ელემენტების დანაწევრება ტიპობრივ ელემენტებად არ ხერხდება, ასეთი სახის რკინებეტონს ალტერნატივა რა გააჩნია.

რკინაბეტონის კონსტრუქციები უნდა პასუხობდეს ნორმატიული დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

დღეისათვის რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ძირითადად იყენებენ მკვრივი სტრუქტურის ჩვეულებრივ მძიმე ბეტონს.

ბეტონის ოპტიმალური კლასის შერჩევა ხდება თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე კონსტრუქციის ტიპის, დამზადების ხერხის, მონტაჟისა და ესქსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით.

წინაწარ დაძაბულ კონსტრუქციებში ბეტონის კლასი ინიშნება გამოყენებული არმატურის კლასისი მიხედვით. მაგალითად, A-IV კლასის არმატურისათვის არა ნაკლები B15; A-VI კლასის არმატურისათვის არა ნაკლები B30.

საარმატურე მასალად გამოიყენება ძირითადად ფოლადი. მშენებლობაში გამოიყენება შენადნობები - რკინის ნახშირბადთან (ფოლადი და თუჯი), სპილენძისა და კალის (ბრინჯაო), სპილენძისა და თუთიის (თითბერი) და სხვა.

ფოლადი რკინის შენადნობია ნახშირბადსა (2,14%–მდე) და სხვა ელემენტებთან. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ ნახშირბადოვან და ლეგირებულს, დანიშნულების მიხედვით კი – კონსტრუქციულს, ინსტრუმენტულს და სპეციალურ ფოლადებს. იგი შავი მეტალურგიის უმნიშვნელოვანესი პროდუქტია. ფოლადის წარმოების უძველესი ხერხია ცივსაბერი პროცესი, რომელსაც საფუძვლად ედო ქურაში (მოგვიანებით შახტურ ღუმელში) რკინის აღდგენა მადნიდან ხის ნახშირით. ძველი ქართველი მელითონეები სიტყვა ფოლადს უწოდებდნენ მაგარ რკინას, რომელიც რუსულ ენაში „ბულატის“ სახელწოდებით დამკვიდრდა. ადრეული მეტალურგიის უდიდეს მიღწევად ამ სახის ფოლადი ითვლება. ასეთი ფოლადის ნამზადის ზედაპირი ტალღოვანია ან ქსოვილისებრი ბოჭკოვნებით გამოირჩევა, ახასიათებს მაღალი ფხამახვილობა, დიდი დრეკადობა და სიმტკიცე. გამოყენების სფეროს მიხედვით ფოლადი არის საკონსტრუქციო, საიარაღო და განსაკუთრებული თვისებების მქონე **ლეგირებული** ფოლადი, რომელსაც საექსპლუატაციო და ტექნოლოგიური თვისებების გასაუმჯობესებლად დამატებული აქვს მალეგირებელი ელემენტები. განასხვავებენ მცირედ (მალეგირებელი ელემენტების რაოდენობა 2,5%-დე), საშუალოდ (2,5-10%) ან უხვად ლეგირებულ (10%-ზე მეტი) ფოლადებს.

ლეგირება, (გერმ. Legierung - შედნობა;

ლათ.: ligo - ვაკავშირებ), რაიმე ლითონში სხვა ლითონის შეყვანა.

ფოლადის დიდი რაოდენობა გამოიყენება რკინაბეტონის კონსტრუქციებში არმატურის სახით. საშუალოდ 1მ^3 რკინაბეტონს სჭირდება 50-100კგ ფოლადი (მასის 2...4%). რკინაბეტონის დაარმატურებისათვის გამოიყენება ფოლადის ღეროები და მავთული, როგორც ცალკეული ღეროების, ასევე ბადეების და კარკასების სახით.

არმატურა შეიძლება დაიყოს შემდეგი ნიშნებით:

1. **დამზადების ტექნოლოგიის** მიხედვით განასხვავებენ ცხლად გლინულ ღეროვან A და ცივნაჭიმი B მავთულოვან არმატურებს.
2. **ზედაპირის პროფილის მიხედვით** - გლუვი და პერიოდული - პროფილის არმატურა.
3. **გამოყენების მიხედვით** დაძაბული არმატურა (წინასწარ დაძაბულ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში) და ჩვეულებრივ კონსტრუქციებში დაუძაბავი არმატურა.

არმატურის კლასიფიკაცია ხდება აგრეთვე კლასების მიხედვით. ღეროვანი არმატურა აღინიშნება A ასოთი, ხოლო კლასი - რომაული ციფრებით. რაც მეტია ციფრი, მით მეტია არმატურის კლასი. A კლასის გლუვი, ცხლად ნაგლინი არმატურა გამოიყენება სამონტაჟო დანიშნულებით. A-II, A-III, A-IV, A-V, A-VI კლასის არმატურები გამოიყენება მხოლოდ წინაწარ დაძაბულ კონსტრუქციებში.

ღეროვანი არმატურის დამატებითი თვისებების აღსანიშნავად: A_T-III.C – „C“ ნიშნავს შედუღაბებას, (A_T-III.k) – k - აღნიშნავს კოროზიამედეგობას.

მავთულიანი არმატურა აღინიშნება B ასოთი და იყოფა 2 ჯგუფად B_p-1 ჩვეულებრივი საარმატურე მავთული, პერიოდული პროფილის (შეჭიდული ან დაკაწრული), B-11 B_p-11 ჩვეულებრივი და პერიოდული მაღალი სიმტკიცის მავთული, ძირითადად გამოიყენება წინასწარდაძაბულ კონსტრუქციებში.

არმატურის მექანიკური თვისებებია-სიმტკიცეზე გამოცდა, დენადობის ზღვარი და დროებითი წინაღობა.

სიმტკიცის მაჩვენებლის დენადობის ზღვრის და დროებითი წინაღობის გაზრდისას არმატურის თვისებაა ფარდობითი დეფორმაცია, რომელიც გვიჩვენებს არმატურის მოქნილობას. არმატურის ფარდობითი დეფორმაციების სიდიდე კლასების მიხედვით ნორმირებულია და მოცემულია სტანდარტებში. დენადობის ზღვრის, დროებით წინაღობის ზღვრის, ფარდობით დეფორმაციებთან ერთად არმატურას სცდიან ღუნვაზე. შემდეგ გადაღუნული უბანი მოწმდება ლუპით მიკრობზარების შესაძლო წარმოშობაზე. ასეთი შემოწმება აუცილებელია, რომ ვიცოდეთ არმატურის მოქნილობა კარკასების დამზადების დროს.

7.12.1. დაარმირების ხერხები

დანიშნულების მიხედვით არმატურა არის - მუშა, გამანაწილებელი და სამონტაჟო.

მუშა-არმატურა თავის თავზე იღებს გამჭიმავ ძაბვებს-დატვირთვების დროს;

გამანაწილებელი არმატურა თანაბრად ანაწილებს დატვირთვებს მუშა ღეროებს შორის, უზრუნველყოფს ღეროების ერთდროულად მუშაობას.

სამონტაჟო არმატურა არ იღებსბს თავის თავზე დატვირთებს. იგი უზრუნველყოფს ყალიბში კონსტრუქციის არმატურის კარკასის, ბადეების და სხვა ელემენტების ზუსტ განლაგებას.

საარმატურე სამუშაოების პროცესები:

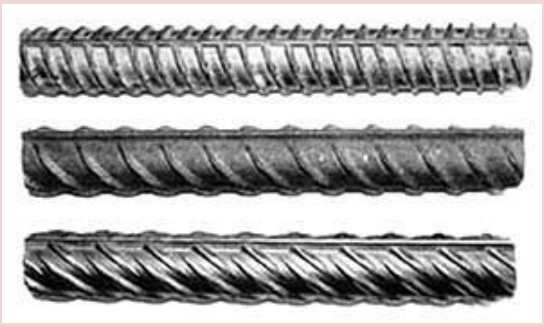
- არმატურის ტრანსპორტირება სამშენებლო მოედანზე და დასაწყობება;
- არმატურების ელემენტების აწყობა, არმატურის ნაკეთობების დამზადება;
- არმატურის ღეროების, ბადეების, ბრტყელი სივრცითი და მზიდი არმატურის კარკასების ყალიბების დაყენება;
- ცალკეული სამონტაჟო ერთეულების ერთიან კონსტრუქციებად შეერთება;
- კონსტრუქციების (არმატურის) ისეთი სახით დამაგრება, რომელიც მოგვცემს საშუალებას დაბეტონებისას მივიღოთ საჭირო დამცველი შრე.

არმატურის ნაკეთობებს ამზადებენ ცენტრალიზებულად არმატურის საამქროებში, სახელოსნოებში ან უშუალოდ სამშენებლო ობიექტებზე.

არმატურის დამამზადებელი ოპერაციებია: გასუფთავება და ღეროების გასწორება, ღეროების შეერთება უწყვეტ წნულებად, მონიშვნა და ღეროების დაჭრა;

ასაკრები ოპერაციები - ჩასაყოლებელი დეტალების დაყენება, მრუდხაზოვანი და მოღუნული დეტალების დაყენება, სივრცითი კარკასების შექმნა;

არმატურის შეერთების შედუღების წესებია - კონტაქტური შედუღება, კონტაქტური წერტილოვანი შეერთება, კონტაქტური პირაპირული შეერთება, რკალური ელექტროშედუღება, არმატურის ღეროების შეერთების ხერხია გადაბმითი ღეროების შეერთება და მავთულის დამაგრება.











არმატურის კარკასები ყალიბებში უნდა იყოს საიმედოდ გამაგრებული, რათა არ მოხდეს მისი დეფორმირება დაბეტონების პროცესში. არმატურა ჩაიდგმება ყალიბებში მას შემდეგ, რაც შემოწმდება მისი შესაბამისობა პროექტთან. არმატურა უნდა დაიდგას ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ბეტონის საჭირო დამცავი შრე. შრის სისქის მისაღწევად სარგებლობენ ქვესადებებით, გამბჯენებით და ადგილზე დამზადებული ინდივიდუალური სადებებით.

არმატურის კონსტრუქციების მონტაჟი. 130 კგ-მდე კარკასებს აყენებენ ხელით, 130 კგ-ზე მეტი მასის კარკასების შემთხვევაში მონტაჟი წარმოებს მძიმე ამწეებით. სვეტების მძიმე კარკასებს აყენებენ და შემდეგ შემოარტყამენ ყალიბებს.



შედუღებული სივრცითი კარკასი სვეტის ელემენტისათვის;



ფილა ორმაგი ბადით

7.12.2. კონსტრუქციების დაყალიბება

ბეტონისა და რკინაბეტონის მონოლითური კონსტრუქციები მზადდება უშუალოდ ობიექტზე, ასაწყობი კონსტრუქციები მზადდება რკინაბეტონის ქარხნებში და პოლიგონებზე. სამშენებლო მოედნებზე მიტანილი კონსტრუქციების მონტაჟი ხორციელდება უშუალოდ ობიექტზე.

მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების სამუშაოები მოიცავს საყალიბე სამუშაოებს, რომელიც გულისხმობს ყალიბების დამზადებას, დაყენებას და განყალიბებას.

- საარმატურე სამუშაოები - არმატურის დამზადება, დაყენება;
- ბეტონის სამუშაოები - ბეტონის ნარევის დამზადება, ტრანსპორტირება, ჩაწყობა, მოვლა;
- ძირითადი პროცესები: ყალიბების დაყენება საპროექტო მდგომარეობაში, არმატურის ჩაწყობა, ბეტონის ჩასხმა და გამკვრივება, ბეტონის მოვლა და განყალიბება.

ყალიბების დანიშნულება და მოწყობა.

ყალიბი დროებითი კონსტრუქციაა, რომელიც კონსტრუქციას ანიჭებს პროექტის მიხედვით პარამეტრებს.

ყალიბები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს:

1. ასაგები ნაგებობის ან კონსტრუქციის ფორმისა და ზუსტი ზომების საპროექტო მოთხოვნებს;
2. ფორმა-ზომის უცვლელობა გამოყენების პერიოდში;
3. ყალიბების ელემენტები გაანგარიშებულია სიმტკიცესა და დეფორმაციულობაზე;
4. საყალიბე ფორმების სიმკვრივე და ჰერმეტულობა;
5. ყალიბების ზედაპირების სისუფთავე;
6. ტექნოლოგიურობა - ადვილად და სწრაფად დაყენება-დაშლა;
7. ყალიბების მრავალჯერადი გამოყენება;
8. ეკონომიურობა.

ყალიბები შეიძლება იყოს ხის, ფოლადის ან პლასტიკებისაგან დამზადებული.

ყალიბების ძირითადი ტიპებია:

1. დასაშლელ-გადასაადგილებელი წვრილფაროვანი ყალიბები;
2. მსხვილფაროვანი ყალიბები;
3. ბლოკური ყალიბები;
4. ასაწევ-გადასაადგილებელი ყალიბები;
5. მოცულობით-გადასაადგილებელი ყალიბები;
6. მცოცავი ყალიბები;
7. ჰორიზონტალურად გადასაადგილებელი ყალიბები;
8. ვერტიკალურად გადასაადგილებელი ყალიბები;
9. გვირაბის ყალიბები;
10. მოუხსნადი ყალიბები (ყალიბი გარსებით);
11. სპეციალური ყალიბები, რომლებიც ვერ ხვდება ზემოთმოყვანილ ნომენკლატურაში. ასეთი პნევმატური (გასაბერი) ყალიბები დამზადებულია ჰაერგაუმტარი მასალებისაგან. ეს ყალიბები გამოიყენება სივრცითი, თხელკედლიანი, რთული კონფიგურაციის

კონსტრუქციის დასაბეტონებლად. პნევმატურ ყალიბებში (მუშა მდგომარეობაში) ჰაერი საჭირო წნევას ინარჩუნებს კომპრესორით.



7.12.3. რკინაბეტონის კოროზიისაგან დაცვა

ბეტონისა და არმატურის ერთობლივი მუშაობა განპირობებულია მათ შორის













ყალიბები სხვადასხვა კონსტრუქციის მოსაწყობად

შეჭიდულობით, რომელიც უზრუნველყოფილია ბეტონის შეკლებით და არმატურის პერიოდული პრიფილის ნაშვერებში ბეტონის ჩაჭიდვებით წარმოქნილი შეჭიდულობის ძალებით.

ბეტონის კოროზია დამოკიდებულია მის სიმკიცეზე, სიმკვრივეზე, ცემენტის და აგრესიული გარემოს თვისებებზე.

არმატურის კოროზიის გამომწვევი მიზეზები:

1. ბეტონის კოროზია;
2. ცემენტის არასაკმარისის რაოდენობა;
3. ცემენტში მავნე ნივთიერებების მინარევები;
4. ბზარების გახსნა;
5. ბეტონის დამცავი შრის არასაკმარისი სისქე.

კოროზიისაგან თავის დასაცავი ხერხები:

1. გარემოს აგრესიულობის შემცირება;
2. სპეციალურ შემკვრელებზე დამზადებული მკვრივი ბეტონის გამოყენება;
3. ბეტონის ზედაპირზე სპეციალური ჰიდროსაიზოლაციო დამცველი დაფარვის მოწყობა;
4. კონსტრუქციის ბზარმედეგობის გაზრდა;
5. ბეტონის დამცავი შრის საკმარისი სისქის უზრუნველყოფა.

დამცველი საფარის შექმნა გულისხმობს ლითონის ზედაპირზე ისეთი აფსკის გაჩენას, რომელიც ახდენს მოცემული საგნის იზოლირებას გარემო არისაგან; ნაკეთობების, მილების დაფარვას ლაქ-საღებავებით. ყოველგვარი შემთხვევითობის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა მილების ზედაპირის ჟანგისაგან მთლიანად გათავისუფლება და შემდეგ დაფარვა. ამისათვის გამოიყენება ქვიშაჭავლური გაწმენდა: ლითონის დასამუშავებელ ნაკეთობას დაუშვებენ კვარცის ქვიშის ჭავლს შეკუმშული ჰაერის დახმარებით. ლითონის ზედაპირზე დაჯახებისას ქვიშა აშორებს მას ხენჯს, ჟანგს. ასეთი დამუშავების შედეგად ზედაპირი ხორკლიანი ხდება და მას ლაქი და საღებავი უკეთესად ეკრობა. ფართო გამოყენება ჰპოვა ორგანულმა ზეთოვანმა საღებავებმა, რომელთა მოსამზადებლად ზეთსა ან ზეთისა და ფისის ნარევში უმატებენ პიგმენტებს, რომელთაც დიდი დისპერსიულობა აქვს. პიგმენტები ადიდებს აფსკის სიმაგრეს ზეთის საღებავების გამოშრობის შედეგად, ამცირებენ წყლის შეღწევადობას, რაც ახდენს ლითონთა გაპასიურებას.

არმატურის კოროზიისაგან დასაცავად ბეტონის დამცავი შრე აიღება:

1. 100 მმ-მდე სისქის ფილებსა და კედლებში დამცავი ბეტონის შრე აიღება 10 მმ;

2. 100 მმ-მდე სისქის კედლებში, ფილებსა და 250 მმ ნაკლები სიმაღლის კოჭებში ბეტონის დამცავი შრე აიღება არა ნაკლები 15 მმ;
3. 250 მმ და მეტი სიმაღლის კოჭებში, წიბოებსა და სვეტებში ბეტონის დამცავი შრე ეწყობა არა ნაკლები 25 მმ;
4. მონოლითური საძირკვლების ქვედა არმატურისათვის დამცავი შრე აიღება არა უმცირეს 35 მმ.

განივი კონსტრუქციული და გამანაწილებელი არმატურისათვის ბეტონის დამცავი შრის სისქე აიღება:

1. როდესაც h<250 მმ-ზე არმატურის დამცავი შრე აიღება არა ნაკლები 10 მმ;
2. როდესაც h>250 მმ-ზე, არმატურის დამცავი შრე ეწყობა არა ნაკლები 15 მმ. 9, 12 და 15 მ-ზე გრძელი რკინაბეტონის ელემენტებისათვის, ელემენტის ბოლოდან (ტორსიდან) გრძივი მუშა არმატურამდე დაშორება აიღება შესაბამისად 10, 15 და 20 მმ;
3. წინაწარ დაძაბულ ელემენტში არმატურის ბოლოებთან (საყრდენებთან) დამცველი შრე აიღება არმატურის 2÷4 დიამეტრის სისქის ;
4. აგრესიულ გარემოში არმატურის დამცავი შრე ეწყობა არანაკლებ 40 მმ სისქისა;
5. მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ან მაღალი ტენიანობის პირობებში მომუშავე რკინაბეტონის კონსტრუქციებისათვის არმატურის დამცავი შრის სისქე იზრდება (40 მმ-დან) 5-15 მმ.

ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები

ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები ძირითადი მასალაა ჰიდროტექნიკურ, სამრეწველო, სამოქალაქო, სატრანსპორტო და სხვა სახის მშენებლობაში გამოყენებული მზიდი კონსტრუქციების დასამზადებლად და შენობა-ნაგებობების ასაგებად, კერძოდ:

- ერთ და მრავალსართულიან სამრეწველო, სამოქალაქო და საცხოვრებელ შენობებში მზიდი კარკასის, საძირკვლების, სართულშუა გადახურვების, საკედლე პანელების, მიწისქვეშა კოჭების დასამზადებლად;
- ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში, სხვადასხვა დანიშნულების (კაშხლები, ჰესები, გვირაბები და ა.შ.) საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად და ნაგებობების ასაგებად;
- დიდი მოცულობის სამოქალაქო დანიშნულების ნაგებობებში (სტადიონები, სპორტის სასახლეები, ვაგზლები, ბაზრები და სხვა);
- თხელკედლიანი რკინაბეტონის გარსებით გადახურვებში (სხვადსხვა დანიშნულების სპორტული ნაგებობები კინოთეატრები და ა.შ.);
- საგზაო მშენებლობაში საავტომობილო გზების, ხიდების, გვირაბების მოსაწყობად;

- საინჟინრო ნაგებობებში - მეტროპოლიტენებისა და სადგურების, რეზერვუარების, სილოსების, მაღალი ძაბვის ელექტროგადაცემების სადენების, ანძების საყრდენების, რკინიგზის შპალების და სხვა სახის მშენებლობაში;
- ატომური ელექტროსადგურების ძირითადი ნაგებობების შესაქმნელად;
- აეროდრომების ასაფრენი ბილიკების და აეროვაგზლების ასაგებად;
- საზღვაო ნაგებობების მშენებლობაში;
- ზღვის და მდინარეების ნაპირდამცავი ნაგებობების ასაგებად.

ლითონის კონსტრუქციები

ლითონის კონსტრუქციები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობების მზიდი კონსტრუქციის დასამზადებლად. ლითონის კონსტრუქციების გამოყენების სფეროა:

- ერთსართულიანი ერთმალიანი და მრავალმალიანი სამრეწველო შენობები;
- მრავალსართულიანი სამრეწველო შენობები;
- მაღლივი, მრავალსართულიანი მრავალფუქციური შენობები;
- დიდმალიანი შენობები, გადახურვები;
- საავტომობილო და სარკინიგზო ხიდები, ესტაკადები;
- მაღლივი ნაგებობები - ანძები, კოშკები, ელექტროგადამცემი ხაზების ანძები;
- ფურცლოვანი ლითონის თხელკედლიანი ფირფიტებისაგან შედგენილი სივრცული კონსტრუქციები-რეზერვუარები, ბუნკერები, დიდი დიამეტრის სხვადასხვა დანიშნულების მილსადენები;



- ჰიდროტექნიკური ნაგებობების რიგი ელემენტები (მაგ. ნაპრალები და სხვა);
- ჰიდროტექნიკური საკეტები, რაბები და ა.შ.

ლითონის დადებითი თვისებებია: საიმედობა, სიმსუბუქე, წყალშეუღწევადობა, კონსტრუქციების დამზადების ინდუსტრიულობა;

ლითონის უარყოფითი თვისებები: სუსტი კოროზიამედეგობა, სუსტი ცეცხლგამძლეობა.

ფოლადის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები:

ფოლადის სიმკვრივე ρ =7,85 ·10^{3}კგ/მ^3;
ფოლადის მოცულობითი წონა γ=7,85 ·10^{4}კგ/მ^3;
ფოლადის წრფივი გაფართოების კოეფიციენტი α= 0,12 ·10^{-4} °C;
ფოლადი აირ და წყალშეუღწევადია.

სიმტკიცის მიხედვით ფოლადები იყოფა 3 ჯგუფად:

- ჩვეულ;ებრივი სიმტკიცის σ<29 კნ/მმ^2;
- მომატებული სიმტკიცის 29კნ/მმ^2 ≤ σ ≤40კნ/მმ^2 ;
- მაღალი სიმტკიცის σ ≥40 კნ/მმ^2 .

შენობა-ნაგებობებში ფოლადის კონსტრუქციებში გამოყენებული ფოლადის მასალების ნორმატიული და საანგარიშო წინაღობები გაჭიმვისას კუმშვისას და ღუნვისას მოცემულია ნორმატიულ დოკუმენტებში. ფოლადის ძირითადი მექანიკური თვისებებია - სიმტკიცე, დეფორმაციულობა და პლასტიკურობა.

ფოლადის სიმტკიცეს საზღვრავენ ნიმუშის გაჭიმვაზე გამოცდით.

სიმტკიცე

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

სადაც F - დატვირთვაა, A - ნიმუშის განივკვეთის ფართი, σ -ძაბვა.
ფარდობითი დეფორმაცია ε (წაგრძელება) განისაზღვრება

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} \cdot 100\%$$

სადაც ℓ_0 - არის ნიმუშის საწყისი სიგრძე, $\Delta\ell$ ნიმუშების სიგრძის წაგრძელებაა. დენადობის ზღვარი $\sigma_{დენ}$ წარმოადგენს ძაბვას, რომელსაც დატვირთვის მოხსნის შემდეგ შეესაბამება ε=0,2% ნარჩენი ფარდობითი წაგრძელება. შედარებით რბილი ფოლადებისათვის ძაბვის აღნიშნული მნიშვნელობაზე აღინიშნება დეფორამაციის ინტენსიური ზრდა დატვირთვის მუდმივობის პირობებში წარმოიქმნება დენადობის ბაქანი (როდესაც დატვირთვა მუდმივია, დეფორმაცია კი ინტენსიურად იზრდება). ეს თვალნათლივ ჩანს პრესებზე ფოლადის ნიმუშების გამოცდის დროს. ფოლადები, რამლებისთვისაც დენადობის ბაქანი არ ფიქსირდება, შემოღებულია დენადობის პირობითი ზღვრის $\sigma_{0,2}$ მნიშვნელობა.

სიმტკიცის ზღვარი (დროებითი წინაღობა) $\sigma_ს$ მასალის ზღვრული წინაღობის მაჩვენებელია, რომელიც ფოლადის სიმტკიცეს ახასიათებს და განისაზღვრება ნიმუშების საწყის (გამოცდამდე) განივკვეთზე მოსული პირობითი მრღვევი ძაბვის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობით.

ძირითადი მახასიათებელი, რომლითაც ფოლადის პლასტიკურობას განსაზღვრავენ, არის ფარდობითი წაგრძელება.

ფარდობითი წაგრძელება განისაზღვრება სიდიდით *a*

$$a = \frac{F - F_0}{F}$$

სადაც F არის ნიმუშის განივკვეთის ფართი გაგლეჯამდე, F_0 არის განივკვეთის ფართი გაგლეჯის შემდეგ.

სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული ფოლადის დრეკადობის მოდული $E=2,06\cdot10^{11}$ ნ/მ^2,

ძვრის მოდული $G=0,81\cdot10^{11}$ ნ/მ^2,

განივი დეფორმაციების კოეფიციენტი, პუასონის კოეფიციენტი $\gamma=0,3$.

სორტამენტი

სორტამენტი არის ნაგლინი, ცივადნადუღი და დაწნეხილი პროფილების კატალოგი მათი ფორმის, გეომეტრიული ზომის და მახასიათებლების ერთეული სიგრძის მასის, დაშვებებისა და მიწადების პირობებით. ეს მონაცემები მოცემულია ნორმატიულ დოკუმენტებში. ლითონის სამშენებლო კონსტრუქციებად ძირითადად გამოიყენება ნაგლინი ფურცლოვანი და პროფილური ფოლადი. პროფილური ფოლადი თავის მხრივ იყოფა სორტულ (წრე, კვადრატი, მაგალითად, მილები, ზოლი, კუთხოვანა) და ფასონურ (ორტესებრი, შველერი, სხვა ფასონური პროფილები).

განასხვავებენ სამი სახის ფოლადს:

1. სქელფურცლოვანი, სისქით 4÷160 მმ;
2. თხელფურცლოვანი, სისქით 0,5÷4 მმ;
3. უნივერსალური, სისქით 6÷60 მმ.

პროფილური ფოლადი სორტამენტში წარმოადგენილია კუთხოვანებით, შველერებით, ორტესებრი (ჩვეულებრივი, ფართოთაროიანი) და ტესებრით. გამოიყენება აგრეთვე ცივადნაღუნი პროფილები, დამზადებული 1÷8 მმ სისქის ფურცლებისაგან - თანაბარ და არათანაბართაროიანი კუთხოვანები, შველერები, C-სებრი და Z-სებრი განივკვეთები. ისინი ძირითადად გამოიყენება შენობების სახურავების მსუბუქ კონსტრუქციაში. ნადუღი პროფილის ერთ-ერთი სახეობაა სპეციალურ დგარზე დამზადებული პროფილირებული ფენილები სახურავების შემოსვაში.

შველერი თაროების ქანობიანი შიგა წახნაგებით, ორტესებრისგან განსხვავდება იმით, რომ კედელი გადატანილია თაროების კიდეში. შველერების სიმაღლე 50÷400 მმ. არის შველერები თაროების პარალელური წახნაგებით. შველერები ძირითადად გამოიყენება, როგორც ღუნვაზე მომუშვე კონსტრუქციული ელემენტი. რაც შეეხება გრძივ დატვირთვებზე შველერის მუშაობას,

ასეთ შემთხვევაში მათ იყენებენ, როგორც შედგენილი კვეთის ელემენტს - ორი შველერის უწყვეტი შედარებით სიგრძეზე მიიღება კოლოფისებრი განივკვეთი: შედგენილი კვეთის ოთხკუთხედის შეკვრა შესაძლებელია აგრეთვე ფურცლოვანი ფოლადის დაჭრით და სიგრძეზე შედუღებით.

ლითონის კონსტრუქციულ სისტემაში ფართოდ გამოიყენება მრგვალი და ოთხკუთხა განივკვეთის მილები. მრგვალგანიკვეთიანი მილები არის ცხლადნაგლინი (გარე დიამეტრით







0,5÷550 მმ, კედლის სისქით 2,5÷7,5 მმ).

პირველი ტიპის ძვირადღირებული მილები გამოიყენება ძირითადად მილსადენებში, ანძებში, კოშკებსა და სხვა სპეცნაგებობებში.

მეორე ტიპის მილები გამოიყენება გისოსურ კონსტრუქციებში. კვადრატული და მართკუთხა მილები მზადდება პროფილსადენ დგარზე.

მშენებლობაში გამოიყენება აგრეთვე ცივადნადენი პროფილები დამზადებული 1÷8 მმ სისქის ფურცლებისაგან - თანაბარ და არათანაბართაროიანი კუთხოვანები, შველერები, C-სებრი და Z-სებრი განივკვეთები. ისინი ძირითადად გამოიყენება შენობების სახურავების მსუბუქ კონსტრუქციაში.

7.13. სილიკატური საშენი მასალები

სილიკატური ბეტონი ეწოდება ავტოკლავური გამაგრების უცემენტო ბეტონს, რომელშიც შემკვრელად იყენებენ კირისა და წვრილად დაფქულ კაჟმიწა მასალის ნარევს, ხოლო შემვსებად სხვადასხვა მინერალურ ნივთიერებას. კირისა და კაჟმიწა მასალის ნარევს შეიძლება დაემატოს სხვადასხვა წარმოების ნარჩენები, რომლებიც აქტიურ SiO_2-ს შეიცავენ (წიდა, ნაცარი, ნეფელინი და სხვ.). **სილიკატური ბეტონის გამყარება წარმოებს მაღალი წნევის და ტემპერატურის პირობებში, სპეციალურ დანადგარებში – ავტოკლავებში.**

სილიკატური ბეტონი

სილიკატური ბეტონი, ისევე, როგორც ცემენტიანი ბეტონი, შეიძლება იყოს მძიმე (შემკვრელები, ქვიშა, ღორღი), მსუბუქი (შემავსებლები ფორიანი კერამზიტი, აფუებული პერლიტი, აგროპორიტი და სხვა) და უჯრედოვანი.

სილიკატურ ბეტონებში გამოიყენება კირქვა–კაჟმიწის შემკვრელი, რომლის შედგენილობაა ჰაეკირი, წვრილად დაფქვილი კვარცის ქვიშა. ქვიშის ნაცვლად შეიძლება იყოს ბრძმედის წიდა. კირქვა–კაჟმიწის შემკვრელის სიმტკიცე დამოკიდებულია კირის აქტივობაზე, ქვიშის დაფარვის სიწმინდეზე, კალციუმის ჟანგისა და კირის აქტივობაზე, ქვიშის დაფქვის სიწმინდეზე, კალციუმის ჟანგისა და სილიციუმოჟანგის შეფარდებაზე ($Ca0/Si0_2$) ავტოკლავური დამუშავების ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე. ავტოკლავში დამუშავებისას ბეტონის ყველა კომპონენტს შორის ხდება ქიმიური ურთიერთქმედება. შემავსებელი (განსაკუთრებით კვარცის ქვიშა) აქტიურად მონაწილეობს ამ სისტემაში. მძიმე სილიკატური ბეტონის მოცულობითი მასაა 1800-2500 კგ/მ^3, სილიკატური ბეტონის მარკებია 150÷800, გამოიყენება ასაწყობი ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების დასამზადებლად (როგორც ჩეულებრივ, ისე წინასწარდაძაბულის).

სილიკატური აგური

სილიკატური აგური მზადდება ხისტი ნარევის კვარცის ქვიშის (92-94%), კირის (6-8%) და წყლის (7-9%) დაპრესვით 15-20 მპა–ის წნევის ქვეშ, შემდგომში გამკვრივებით ავტოკლავში.

სილიკატური აგურის ფერი ჩვეულებრივი ღია ნაცრისფერია. შეიძლება ნებისმიერი ფერის იყოს, თუ გამოვიყენებთ ნარევში ტუტეგამძლე პიგმენტებს.

აგური გამოდის 2 სახის: ჩვეულებრივი 250X120X65 მმ და მოცულობითი 250X120X88 მმ. მოდულური აგური მზადდება სიცარიელეებით, ისე, რომ აგურის წონა არ აღემატებოდეს 4,3 კგ-ს.

სილიკატური აგურის მარკებია 100, 125, 150, 200, 250.

მოცულობითი მასა (სიცარიელეების გარეშე) აგურის არის დახლოებით 1900 კგ/მ^3. ჩვეულებრივ აგურზე მძიმეა. წყალშთანთქმა ≈15-16%. ყინვამედეგობის მარკებია M_{p3}15, M_{p3}25, M_{p3}35და M_{p3}50. სილიკატური აგური გამოიყენება მზიდი კედლების ასაგებად. სეისმურ ზონებში

არ არის რეკომენდებული მისი გამოყენება შენობის ცოკოლში ტენიან გარემოში მომუშავე ელემენტებში არასაკმარისი წყალმედეგობის გამო.

სილიკატური აგურის წარმოებისას იხარჯება ნაკლები სითბო, რადგანაც არ საჭიროებს შრობას და მაღალტემპერატურულ გამოწვას. ამიტომ ის 30-40% -ით იაფია თიხის აგურზე.

7.14. ხის კონსტრუქციები
მშენებლობაში გამოყენებული ხის ჯიშები

სამშენებლო ინდუსტრიაში ძირითადად გამოიყენება წიწვიანი ჯიშის მერქანი (ფიჭვი, ნაძვი, ლარიქსი, სოჭი და კედარი). ხის ეს ჯიშები ხასიათდება სიმტკიცით, ტანის სწორი ფორმით, ნაკლებად ლპობაშია ფოთლოვან ჯიშებთან შედარებით, რადგან მათ ტანში ფისების საკმაო რაოდენობაა.

ყველაზე მაღალი ხარისხით გამოირჩევა ფიჭვის მერქანი. ის ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით. აქვს მუქი წითელი ან ღია ყვითელი ფერის გული. ფისების შემცველობა მაღალია (18-20 კგ, 1მ^3 მერქანზე), სიმკვრივე მშრალ მდგომარეობაში 4÷7,1, კნ/მ^3. მერქნის გამოსავალი საკმაოდ მაღალია, განივკვეთის 8-90%.

ნაძვი მწიფე მერქნიანი უგულო ჯიშია. ჭრილებში კარგად ემჩნევა წლიური შრეები. აქვს თეთრი და მოყვითალო ფერი. ფიჭვთან შედარებით მეტი როკიანობით ხასიათდება. ყველა ამ თვისების გამო იგი ფართოდ გამოიყენება სამშენებლო საქმეში.

ლარიქსი კარგი სამშენებლო მასალაა, მდიდარია ფისებით, კარგად მუშაობს იმ კონსტრუქციებში, რომლებსაც შეხება აქვს წყალსა ან გრუნტთან. მაღალი სიმკვრივის გამო ძნელი დასამუშავებელია. მოითხოვს შრობის ტექნოლოგიური პარამეტრების ზუსტ დაცვას, მიდრეკილება აქვს ბზარების გაჩენისაკენ.

ხის ფოთლოვანი ჯიშები (წიფელი, კოპიტი, ვერხვი, ცაცხვი, აკაცია და ა.შ.) სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად თითქმის არ გამოიყენება, რადგან დიდი მიდრეკილება აქვს ლპობისაკენ. დეფიციტური მასალაა, ამიტომ გამოყენების სფერო მშენებლობაში არის დროებითი ნაგებობები და შენობები.





ლარიქსი

გამონაკლისია მუხა და არყის ხე. მუხისაგან ამზადებენ კონსტრუქციებისათვის შემაერთებელი დეტალებს (სოგმანებს), ქვესადებებს, შუასადებებს, ბალიშებს და მცირე ზომის დეტალებს კონსტრუქციის იმ ადგილებისათვის, სადაც ხდება კუმშვის და თელვის დიდი ძაბვების თავმოყრა.

არყის ხის მერქანი შეუცვლელია ფანერის წარმოებაში. მშენებლობაში გამოიყენება ძირითადად მრგვალი და დახერხილი მასალა.

ფოთოლმცვივანი ხეებისა და ბუჩქებისგვარი არყისებრთა ოჯახისა, რომელიც 20 მ სილაღლემდე იზრდება. ქერქი თეთრია ან ყომრალი.





არყი

მრგვალი ხის მასალა (მორი) ეწოდება სუფთად ჩამოხერხილ (ბოლოებში), ქერქისა და კუნძებისგან გაწმენდილი ტანის ნაწილს, რომელსაც დამატებითი დამუშავების გარეშე იყენებენ სხვადასხვა კონსტრუქციაში.

მგრვალი ხის მასალა მზადდება კუნძების (40-60 სმ), მორების (16-39 სმ დიამეტრის) ლატანმორების (8-15 სმ) და ლატანების (2-7 სმ) სახით.

მორების სტანდარტული სიგრძეებია: 4; 4,5; ,5; 5,5; 6 და 6,5 მ. დიამეტრი აიღება წვრილი ბოლოს მიხედვით. მშენებლობაში ყველაზე მეტად გამოიყენება დახერხილი ხის მასალა, ფიცარი და ძელი.



მორები

7.15. მშენებლობაში გამოყენებული ხის ნაკეთობები

მრგვალი ხის მორი გამოიყენება:

- ანძების, კოშკების, წამწეების, ხარაჩოების, ქარგილების, ხიდების მოსაწყობად;
- ხიმინჯებად საძირკვლის ქვეშ.

სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციებია:

1. ნივნივები;
2. სამფენოვანი პანელები;
3. ხის კოჭები;
4. შედგენილი კოჭები;
5. დაწებებული კოჭები;
6. არმირებული ხის კოჭები;
7. ხე-ფანჯრის დაწებებული კოჭები;
8. ხის კამერები;
9. ხის ჩარჩოები;
10. ხის დგარები.

გამჭოლი სიბრტყით ხის კონსტრუქციებია:

1. დაწებებული წამწეები;
2. მთლიანკვეთიანი ხის წამწეები.

დიდმალიანი ხის კონსტრუქციებია:

1. ხის სტრუქტურული კონსტრუქციები;
2. გუმბათები;
3. წიბოვანი გუმბათები;
4. წიბოვან-რგოლური გუმბათები;
5. ბადისებრი გუმბათები;
6. გარსები.

7.16. ნაკეთობების დაზიანების სახეები

მერქნიანი ორგანული წარმოშობის მასალა ადვილად ექვემდებარება ლპობას და დაშლას ცეცხლის ზემოქმედებით. ხის კონსტრუქციების დაპროექტების და დამზადების პროცესში, ექსპლუატაციის დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათ დაცვას ლპობისა და ცეცხლისაგან.

მერქანი ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში განიცდის ფოტოქიმიური, ფიზიკური, მექანიკური, ბიოლოგიური და ატმოსფერული ფაქტორების ზემოქმედებას. მისი სახე და ხარისხი დამოკიდებულია მერქნის ჯიშზე, სტრუქტურასა და ზედაპირის დამუშავების ხერხზე.

მშენებლობის პერიოდში მერქნის დაცვა, პირველ რიგში, ითვალისწინებს ტენიანობის გავლენის შეზღუდვას.





მერქნის ძლიერი დატენიანება იწვევს გაჯირჯვების დეფორმაციებს, ბზარების გაჩენას, რაც უარყოფითად მოქმედებს მის სიმტკიცეზე, ხანმედეგობასა და გარეგან სახეზე. სისველე იწვევს ხეზე სოკოს გაჩენას, რომელიც შლის მერქანს. სველ მერქანს უფრო ეტანება მერქანჭამია მწერები (ხოჭოები, ტერმიტები, მოლუსკები). მათგან მერქნის დასაცავად სასხვენო გადახურვებზე, „ფანჯრებზე“ აკრავენ სუფთა ნაქსოვ ბადეებს.

ტრანსპორტირების ან შენახვისას ხის მასალა უნდა იყოს ატმოსფერული ნალექების პირდაპირი მოხვედრისგან დაცული.

ხის კონსტრუქციები, რომლებიც მუშაობს ცის ქვეშ, უნდა დამუშავდეს ქიმიური მასალებით და დაიფაროს წყალში უხსნადი საღებავებით.

არ შეიძლება ხის დეტალების შეფუთვა ჰაერგაუმტარ მასალაში 8-10 დღეზე მეტი ხნით. ამ დროს მერქანს უჩნდება ბაქტერიები, რომლებიც ასევე ხელს უწყობს მის დაშლას და ხარისხის დაწევას.

ჰაერზე მყოფი ხის დეტალების დაცვის კონსტრუქციული ხერხებია:

- სახურავის შვერილების მოწყობა;
- სახურავიდან წყლის სწრაფი, ორგანიზებული გადაყვანა;
- მიწის დონიდან ხის ელემენტების დაშორება არა ნაკლები 30 სმ;
- კონსტრუქციისა და შეფიცვრის რაციონალური პროფილის შერჩევა;
- წყლის შემკრები კუთხეების, ღარების, პირაპირების შესაძლო მინიმალური რაოდენობა;
- დასველებული ელემენტების სწრაფი შრობის უზრუნველყოფა,

ნესტიანი და სველი სათავსოები კარგად უნდა ნიავდებოდეს.

მერქნის ლპობა ხის მრღვევი სოკოებით

სოკოებით დაზიანებული მერქანი იცვლის ფერს, კარგავს სიმტკიცეს, მერქანი სკდება და ბოლოს იშლება.



არსებობს ხის მრღვევი სოკოების 3 ჯგუფი - ტყის, საწყობის და სახლის. მათი ნაირსახოება 1000-ს აღემატება.

ტყის სოკო აზიანებს ცოცხალ ხეებს ტყეში. ამდენად, ისინი უშუალოდ კონსტრუქციისათვის საშიში არ არის. ტყის სოკოთი დაფარული მერქანი დაბალი ხარისხისაა.

საწყობის სოკო ჩნდება უკვე მოჭრილ ხეებზე, რომლებიც ეხება გრუნტს. ეს სოკოები აზიანებს ღია ჰაერზე მომუშავე კონსტრუქციებს (სვეტები, ანძები, კოშკები, ხიდები) ან მათ ნაწილებს.

სახლის სოკო ყველაზე საშიშია სოკოებს შორის, რომლებიც არღვევს მერქანს კონსტრუქციების ექსპლუატაციის პერიოდში. სახლის სოკოების სახეებია: ჩვეულებრივი, თეთრი, აფსკოსმაგვარი და მაღაროს.

ღონისძიებები მერქნის ლპობისაგან დასაცავად უნდა დავიწყოთ მასალის დამზადების, ტრანსპორტირების და შენახვის მომენტიდან და გავაგრძელოთ შენობების ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

მერქნის ლპობისაგან დაცვის ძირითადი ღონისძიებებია: სტერილიზაცია, კონსტრუქციული და ქიმიური მეთოდები.

ბიოლოგიური დაზიანებები. გარდა სოკოებისა, ხის კონსტრუქციებს საგრძნობ ზიანს აყენებს ბიოლოგიური მავნებლები – მწერები და მოლუსკები. მათგან ყველაზე გავრცელებულია ხოჭოები (სახლის, ავეჯის, ულვაშა, გრძელცხვირა, ხიმინჯის), ტერმიტები, ხის მღრღნელები (ლომნარია, ხელიურა, ხომალდის ჭია და სხვა).

ბილოგიური მავნებლებისაგან მერქნის ძირითადი დამზიანებლები არიან არა ზრდასრული მწერები, არამედ ჭუპრები, რომლებიც იკვებებიან მერქნით, მისი ქერქით. მწერები ძირითადად აზიანებენ წიწვოვანი ჯიშის მერქანს. ბიოლოგიური მავნებლებისაგან და მღრღნელი ხოჭოებისაგან მერქნის დასაცავად ყველაზე ეფექტურია მერქნის გადახურება 80°C და მეტით. ამ დროს მავნებლები მთლიანად ისპობა. ასევე ეფექტურია მასალის დამუშავება ანტისეპტიკებით. ექსპლუატაციაში მყოფი კონსტრუქციებში მავნებლების გასანადგურებლად მიმართავენ სხვადასხვა ხერხს, კერძოდ: შებოლვას, საწამლავი გაზებით დამუშავებას, ხვრელებში საწამლავი ნივთიერებების შესხმას.

ხის კონსტრუქციებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათ დაცვას ცეცხლისა და მაღალი ტემპერატურისაგან. მნიშვნელოვანი გახურება იწვევს მერქნის დაშლას.

ცეცხლის მოქმედებისას წარმოიშვება ალი – წვის ძირითადი ნიშანი. წვის პროცესი მიმდინარეობს სითბოს და სინათლის გამოყოფით.

ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ორ ხერხს იყენებენ: კონსტრუქციულს და ქიმიურს.

კონსტრუქციული დაცვა ითვალისიწნებს სათავსების რაციონალურ დაპროექტებას, ნაგებობების ოპტიმალური ზომების შერჩევას. კონსტრუქციული მოთხოვნებით შეზღუდულია ხის შენობის სართულიანობა და ფართი. კედლებსა და გადახურვებში ჰაერის სივრცეების (უბნები) ერთმანეთისაგან გამოყოფილია ხანძარსაწინააღმდეგო დიაფრაგმებით, რომლებიც მზადდება უწვი მასალებისაგან. გათბობის საკედლე ღუმელები, საკვამლე მილების განლაგება და კედელზე უწვი მასალების აკვრა ხანძარსაწინაარმდეგო კონსტრუქციული ღონისძიებებია.

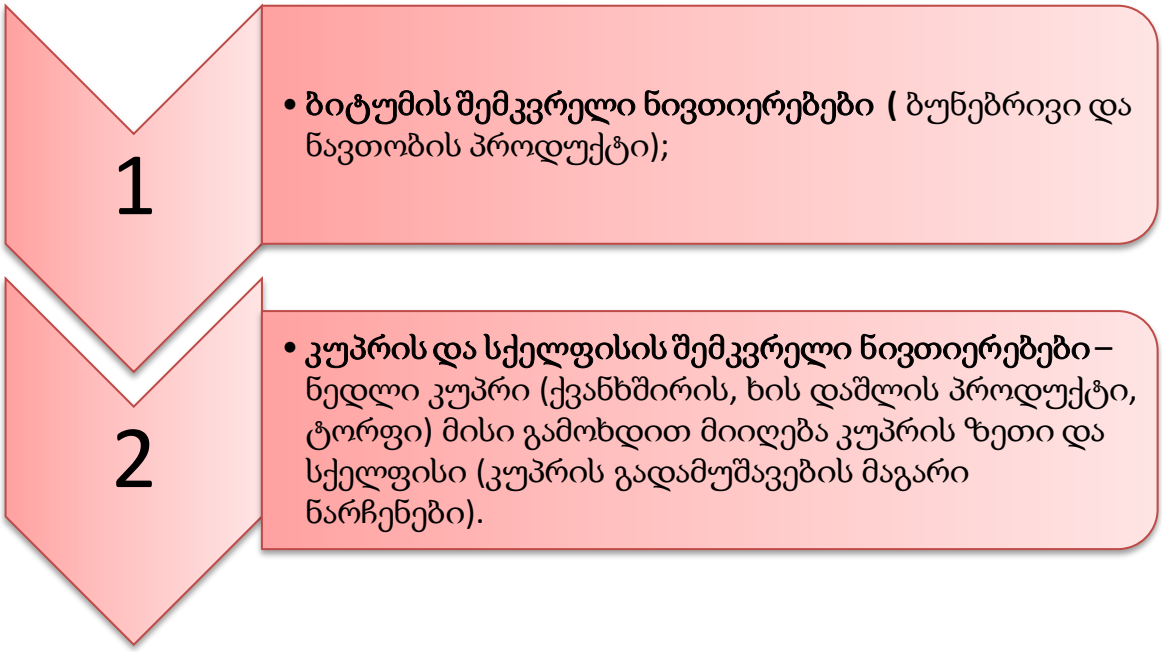
ცეცხლისაგან ხის კონსტრუქციების დაცვის **ქიმიურ საშუალებებს** მიეკუთვნება ზედაპირული და ღრმა გაჟღენთვა ანტისეპტიკების საშუალებებით.

შენობა–ნაგებობები ცეცხლმედეგობის თვალსაზრისით იყოფა 5 ჯგუფად: რაც უფრო მაღალია ხარისხი, მით უფრო ცეცხლმედეგია შენობა. მაგალითად, I ხარისხის ცეცხლმედეგობის შენობა უნდა აშენდეს ცეცხლგამძლე მასალებით, ხოლო V ხარისხისათვის ზღვრები ნორმირებული არ არის. შენობის ცეცხლგამძლეობის ხარისხის მიუხედავად, სასხვენო გადახურვებს და მათ შეფიცვრას უნდა ჩაუტარდეს ცეცხლისაგან დაცვის ღონისძიებები.

7.17. ორგანული შემკვრელი ნივთიერებები

ზოგადი ცნობები

განასხვავებენ ორი სახის ორგანულ შემკვრელ ნივთიერებებს:



ამ მასალებს ახასიათებს საერთო თვისებები: გახურებით ბლანტი ან მყარი მდგომარეობიდან თხევად მდგომარეობაში გადასვლა და გაცივებით გამაგრება. ისინი წყალში უხსნადია, ადვილად იხსნება ორ ანულ გამხსნელებში. აქვს შავი ან მუქი ფერი.

ბიტუმი და კუპრი

ბიტუმი ორი სახისაა - ბუნებრივი და ნავთობის.

ბუნებრივი ბიტუმი წარმოიქმნება დედამიწის ზედა ფენებში, შეჭრილი ნავთობისაგან, რომელიც ჟღინთავს და ავსებს ქვის ქანებს და სიცარიელეებს. სუფთა ბიტუმი იშვიათია, უფრო გავრცელებულია ბიტუმით გაჟღენთილი მთის ქანები (10-15%). ასეთი ქანები გამოიყენება ბუნებრივი ბიტუმის მისაღებად. ქანებისაგან გამოხარშვით ან ორგანული გამხსნელების გამოყენებით ხდება ბიტუმის მიღება. ბუნებრივი ბიტუმის საბადოები ცოტაა, მათი მოპოვება კი დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული და ამიტომაც მშენებლობაში მათი გამოყენება შეზღუდულია.

ნავთობის ბიტუმი წარმოების ხერხის მიხედვით არის: ნარჩენი, დაჟანგული და კრეკინგული. ნავთობის ბიტუმებს ცხელ მდგომარეობაში ასხამენ რკინის კასრებში, აცივებენ და გზავნიან ობიექტებზე.

ფიზიკურ–მექანიკური თვისებების მიხედვით განასხვავებენ სამშენებლო, საგზაო და სპეციალურ ბიტუმებს.

კუპრი არის შავი ან მუქი ყავისფერი სითხე, რომელიც მიიღება ქვანახშირის, მურა ნახშირის, ტორფის მერქნის და ფიქლის მშრალი გამოხდით: მშენებლობაში უფრო გავრცელებულია ქვანახშირის კუპრი, რთული შედგენილობის ზეთისებრი სითხე, სიმკვრივით 1,12 გრ/სმ³ დამახასიათებელი მძაფრი სუნით.

სქელფისი მიიღება კუპრის გამოხდით და მისგან წყლის, ზეთების და სხვა აქროლადი ნივთიერებების გამოყოფით. პირველად 100°C-ზე გამოიყოფა წყალი, შემდეგ 170°C-ზე მსუბუქი ზეთები, 270°C-ზე საშუალო ზეთები, 270-300°C-ზე მძიმე ზეთები (ხის შპალების გასაზეთი), 360°C-ზე ყველაზე მძიმე ე.წ. ანთრაცენის ზეთი. 360°C-ზე გამოხდის პროცესი სრულდება. მიღებული პროდუქტი გაცივების მიიღება ქვანახშირის სქელფისი, რომელიც მზადდება 2 მარკის - საშუალო და მაღალტემპერატურული.

სქელფისი და მისი ნარევი კუპრთან გამოიყენება გზების ფენილების მოსაწყობად, სახურავი ტოლის დასამზადებლად, საწებავი და კუპროვანი მასტიკების მისაღებად.

ასფალტოვანი და კუპროვანი დუღაბი და ბეტონი

ასფალტის დუღაბი შედგება ბიტუმის, წვრილი მინერალური შემვსებების და ქვიშის ნარევისაგან.

კუპრის დუღაბი შედგება კუპრის, წვრილდისპერსიული შემავსებლის და ქვიშის ნარევისაგან.

ასფალტოვანი ბეტონი დანიშნულების მიხედვით არის ჰიდროტექნიკური, საგზაო და აეროდრომების.

ჰიდროტექნიკურ ასფალტბეტონი გამოიყენება კაშხლებში ეკრანების მოსაწყობად, ნაგებობების კონსტრუქციული შოვების შესავსებად, არხების მოპირკეთების შოვებში, ირიგაციულ ძირითად ნაგებობებში. ასფალტოვანი ბეტონის თვისებები დამოკიდებულია ასფალტოვან ბეტონში გამოყენებული ასფალტოვან შემკვრელებზე, შედგენილობასა და ფორიანობაზე. ასფალტოვანი ბეტონის ფორიანობა 5-7%–ია. მკვრივი ბეტონები (ფორიანობის 5%–ზე მცირე) პრაქტიკულად წყალშეუღწევადია.

ასფალტოვანი ბეტონი შეიძლება წარმოვადგინოთ, როგორც ასფალტოვანი დუღაბის და ღორღის ნარევი. ასფალტოვანი ბეტონების სიმტკიცე ტემპერატურის მატებისას კლებულობს, მაგრამ ისინი ცემენტოვან ბეტონთან შედარებით უკეთესად ეწინააღმდეგება კოროზიას.

ასფალტობეტონის დაყალიბება ხდება როგორც ცხელ, ისე ცივ მდგომარეობაში. დაგებისას მას დატკეპნიან დასატკეპნი მექანიზმებით, 1-2 სთ–ის შემდეგ ასფალტოვანი ბეტონები მკვრივდება, იღებს საპროექტო სიმკვრივეს და სიმტკიცეს.

კუპროვან ბეტონში შემკვრელი ნივთიერება ბიტუმის ნაცვლად არის კუპრი. კუპროვანი ბეტონის წყალმედეგობა, ცვეთადობა და ხანმედეგობა არის უფრო დაბალი, ვიდრე ასფალტოვანი ბეტონის.

7.17. ჰიდროსაიზოლაციო მასალები

ჰიდროსაიზოლაციო ტრადიციული მასალებია ორგანულ ნაერთებზე დამზადებული ტოლი, პერგამინი, ჰიდროზოლი.

ბიტუმისა და კუპრის მასტიკები – სხვადასხვა ლაქ-საღებავები.

თანამედროვე მშენებლობაში გამოიყენება ახალი თაობის ეფექტური ჰიდროსაიზოლაციო მასალები - კალმატრონი და პენეტრონი.

კალმატრონი

კალმატრონის ჰიდროიზოლაციის ნარევი შემუშავებული და დამზადებულია მეცნიერული კვლევების საფუძველზე სხვადასხვა სამშენებლო ობიექტებს იცავს წყლის ნეგატიური და დამანგრეველი ზემოქმედებისაგან.

თავისი სპეციფიკით გამჭოლი ჰიდროიზოლაცია განეკუთვნება მასალათა ჯგუფს, რომელიც წარმოქმნის ე.წ. კრისტალურ ბარიერს.

გამჭოლი ჰიდროიზოლაცია – მშრალი ნარევი, რომლის შემადგენლობაში შედის:

- პორტლანდცემენტი;
- გარკვეული გრანულომეტრის ქვიშა;
- დაპატენტებული ქიმიურად აქტიური რეაგენტების კომპლექსი.

კალმატრონის მშრალი ნარევის (10 კგ წონის ქაღალდის ტომრებში) წყალში შერევით მიიღება თხევადი მასა, რომელიც შპადელით ან კისტით დაიტანება ბეტონის ტენიან ზედაპირზე. ფორებში შეღწევისას ქიმიური რეაქციის შედეგად გარდაიქმნება წყალშეუღწევად კრისტალებად. ისინი ამცირებს ფორების კვეთს და გამორიცხავს წყლის მოხვედრას კონსტრუქციის სისქეში. კალმატრონის სისტემის მასალები გამოიყენება ანაკრები და მონოლითური რკინაბეტონის, აგურის და ქვის კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაციისათვის როგორც მშენებლობის სტადიაში, ისე ექსპლუატაციის დროს. ეს მასალები გამოიყენება აგრეთვე სხვადასხვა აგრესიული გარემოებების ზემოქმედებისაგან კონსტრუქციების დასაცავად.

გამოყენების არეალი:

- ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, რეზერვუარები (მათ შორის სასმელი წყლის), აუზები, გამწმენდი ნაგებობები, დამბები, კაშხლები, საზღვაო ნაგებობები, წყალგამშვები ნაგებობები;
- სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ობიექტები: ფუნდამენტები, სარდაფები, პარკინგები, მიწიქვეშა გადასასვლელები, გადახურვები, ლიფტის შახტები, სამოქალაქო თავდაცვის და საგანგებო სიტუაციების ობიექტები;
- ენერგეტიკის და სატრანსპორტო ობიექტები - მეტროპოლიტენების სადგურები და





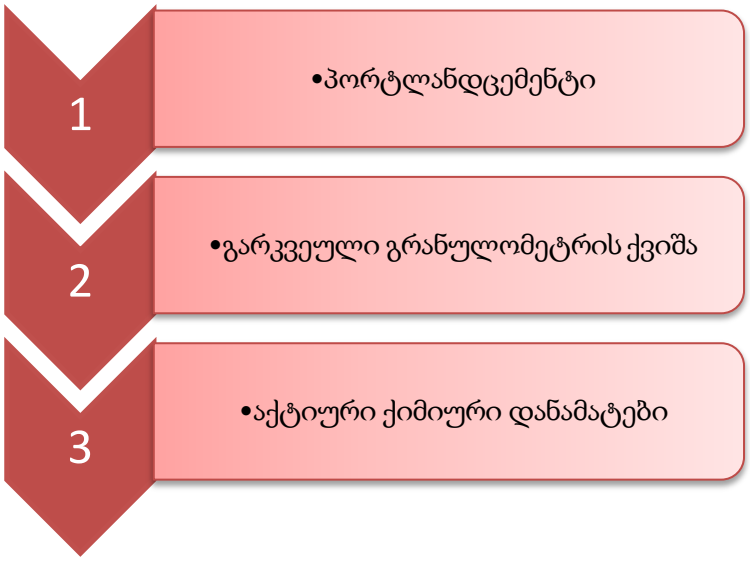
გვირაბები, საავტომობილო, სარკინიგზო და ფეხით მოსიარულეთა გვირაბები;

- ერთადერთი სახეობა ჰიდროიზოლაციის, რომელიც დაიტანება კონსტრუქციის ორივე (შიგა და გარე) მხარეს;
- კალმატრონის მასალები ზრდის ბეტონის საექსპლუატაციო მახასიათებლებს: წყალშეღწევადობას, ყინვამედეგობას, სიმტკიცეს;
- ჰიდროიზოლაცია უზრუნველყოფს კონსტრუქციის უსაფრთხო მუშაობას;
- ხელს უწყობს კონსტრუქციებში არმატურის კოროზიისაგან დაცვას;
- უზრუნველყოფს ძველ და ახალ ბეტონებს შორის მონოლითურობას;
- კალმატრონი სერტიფიცირებულია სასმელი წყალმომარაგების ობიექტებზე გამოსაყენებლად;
- მოხერხებულია მუშაობაში, დატანის მარტივი ტექნოლოგიით ხასიათდება. არ მოითხოვს სპეციალურ ცოდნას;
- არატოქსიკურია, არ იწვის, არაფეთქებადია, არარადიაციულია.

პენეტრონი

კაპილარული მოქმედების შეღწევადი ჰიდროსაიზოლაციო მასალაა ფხვნილის სახით. წყალთან შერევის შემდეგ პენეტრონი დაიტანება კონსტრუქციის ზედაპირზე. ბეტონს ანიჭებს წყალგაუმტარობას.

პენეტრონის შედგენილობა:



პენეტრონი შეიძლება გამოყენებული იქნეს ყველა სტრუქტურის ბეტონში, როგორც ახალში, ასევე ძველში.

პენეტრონი უმკლავდება ნებისმიერ აგრესიულ გარემოს. აღწევს ბეტონში, ავსებს მის კაპილარულ–ფოროვან სტრუქტურას, 0,4 მმ–მდე მიკრობზარებს.

- ❖ პენეტრონით დამუშავებული ბეტონი აგრძელებს „სუნთქვას“, რაც უზრუნველყოფს ჰიდროიზოლაციას. ახანგრძლივებს ბეტონის ვადას, ანიზოტროპულია, ეკოლოგიურად სუფთა, გამოიყენება სასმელი წყლის რეზერვუარებში; პენეტრონის ჯგუფის მასალები გამოირჩევა დატანის ტექნოლოგიის სიმარტივით. პენეტრონის გამოყენებით შესაძლებელია დატბორილი ნესტიანი სივრცეები (მაგ. სარდაფები) ვაქციოთ კომფორტულ ზონად. შესაძლებელია დაბზარული საძირკვლების აღდგენა და მათი ფუნქციის დაბრუნება;
- ❖ პენეტრონი გამოიყენება ისტორიული ძეგლებისა და ეკლესიების შენობების რეაბილიტაციაში;
- ❖ პენეტრონის გამოყენება შეიძლება გვირაბებში, რეზერვუარებში, აუზებში, ბრტყელ გადახურვებში, მაღლივი შენობების საძირკვლებში, მიწისქვეშა მრავალსართულიან ნაგებობებსა და ავტოფარეხებში.

პენეტრონის ჯგუფის მასალებია:

- „პენეტრონი“ არსებული ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია;
- „პენეტრონ ადმიქსი“ – დანამატი ახალ ბეტონში (დუღაბში);
- „პენეტრონ პლიუსი“ – ახლადდაგებული ბეტონის ჰიდროიზოლაცია;
- „პენეპრიტი“ – ცივი ნაკერების, ბზარების, გადაბმების ჰიდროიზოლაცია;
- „პენეპლატი“ – წყლის ხილული დინების მომენტალური (40 წთ) ლოკალიზაცია.





7.19. მასალების რაოდენობის და ხარისხის შემოწმება
მასალების მიღება–დასაწყობება

სამშენებლო ობიექტზე მიღებული მასალებს სჭირდება მიღება, აღრიცხვა, დასაწყობება და გამოყენება.

ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ტექნიკოსს უნდა შეეძლოს მიღებული მასალების თანამედროვე დოკუმენტაციის გაცნობა - საპროექტო ნახაზების სწორად წაკითხვა; დასახული შესასრულებელი სამუშაოების სწორად დაგეგმვა სამუშაოთა გეგმა–გრაფიკის შესაბამისად; მიღებული მასალების დოკუმენტაციის გაცნობის შემდეგ მასალების დასაწყობებისათვის სამუშაოების სწორად დაგეგმვა და შესრულებული სამუშაოს ხარისხის კონტროლი.

მასალების და კონსტრუქციების შემოწმების ხერხები

ვიზუალურ–ტექნიკური გამოკვლევა–კონსტრუქციების და მასალების შემოწმების პირველ სტადიაზე ხდება ვიზუალურ–ტექნიკური გამოკვლევა. ობიექტების და მასალების ვიზუალური შესწავლით ხდება ხილული დეფექტების აღრიცხვა.

გამოკვლევის შემდეგი დამამთავრებელი ნაწილია **დეტალურ–ინსტრუმენტალური შემოწმება** კონსტრუქციებში გამოყენებული თუ გამოუყენებელი მასალების – ძირითადად უღრკვევი მეთოდების გამოყენებით.

ბეტონების ხარისხის კონტროლის მეთოდების შემუშავება ხდება ელექტრონიკის, აკუსტიკის, რადიომეტრიის მეცნიერებათა მიღწევების საფუძველზე. ამ მეთოდების გამოყენებით კარგი სიზუსტით შეიძლება მასალების სიმტკიცის მაჩვენებლების დადგენა რღვევაზე ცდის გარეშე.

ულტრაბგერის გატარების მეთოდით სიმტკიცის დადგენა

ამ მეთოდის გამოყენების მეთოდიკა გულისხმობს კავშირს ბეტონში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარესა და მის მექანიკურ თვისებებს შორის: ბეტონის ნიმუშში ხდება ულტრაბგერების გატარება და ბგერის გავრცელების სიჩქარის დაფიქსირება. იგივე ნიმუში გამოიცდება მექანიკურ პრესზე (კუმშვაზე ფიქსირდება სიმტკიცის მაჩვენებელი) და ასე n რაოდენობის ნიმუშებზე–ნორმატიული დოკუმენტის შესაბამისად. ამ მონაცემებით დგება გრაფიკი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რა სიმტკიცის ბეტონს შეეფარდება ულტაბგერის დადგენილი სიჩქარე. შემდეგ ულტაბგერის აპარატი შეიძლება გამოყენებული იქნეს ბეტონის სიმტკიცის დასადგენად, მასალის დარღვევის გარეშე.

1. 

2. 

1. **ბგერის გამჭოლი გატარება;**

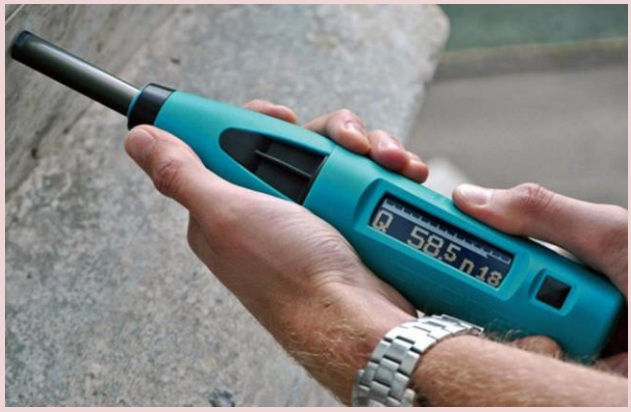
2. **ბგერის ზედაპირული გატარება;**

ულტაბგერითი გატარების მეთოდით კარგი სიზუსტით განისაზღვრება ბეტონის სიმტკიცე კონსტრუქციებში. ეს მეთოდი წარმატებით გამოიყენება აგრეთვე მიღებული მასალების ხარისხის დასადგენად .

დრეკადი არეკვლის მეთოდი - შმიდტის უნივერსალური ჩაქუჩით მასალის სიმტკიცის განსაზღვრა

შმიდტის ჩაქუჩს აქვს ზამბარა და დარტყმითი ღერძი, რომლითაც ხდება ბეტონის ზედაპირზე დარტყმა. დარტყმის შემდეგ ღერძი აირეკლება და ფიქსირდება არეკვლის სიმაღლე. არეკვლის სიმაღლესა და ნიმუშის პრესზე გამოცდის შემდეგ მათ შორის კავშირის დადგენით







შმიდტის ჩაქუჩი

ხდება ხელსაწყოს ტარირება და შემდეგ მისი გამოყენება კონსტრუქციაში ბეტონის სიმტკიცის მაჩვენებლის დასადგენად.

კონსტრუქციიდან ბეტონის ნიმუშის ამობურღვის მეთოდი

სპეციალური დანადგარით კონსტრუქციიდან ამოიბურღება კერნები (2,5÷10 სმ დიამეტრის), ამობურცული კერნებიდან მზადდება ნიმუშები–ცილინდრები, რომელთა გამოცდებით ხდება კონსტრუქციებში გამოყენებული ბეტონის სიმტკიცის განსაზღვრა. კონსტრუქციიდან კერნების ამობურღვა შესაძლებელია საკმაო სიღრმიდანაც. კონსტრუქციებში გამოყენებული ბეტონების სიმტკიცის გარდა, ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ბეტონის ერთგვაროვნება ნაკეთობაში. თითოეული ხერხის გამოყენების დაწვრილებითი ინსტრუქციები მოცემულია შესაბამის ნორმატიულ დოკუმენტებში.



ბეტონის კონსტრუქციიდან კერნის ამოჭრა

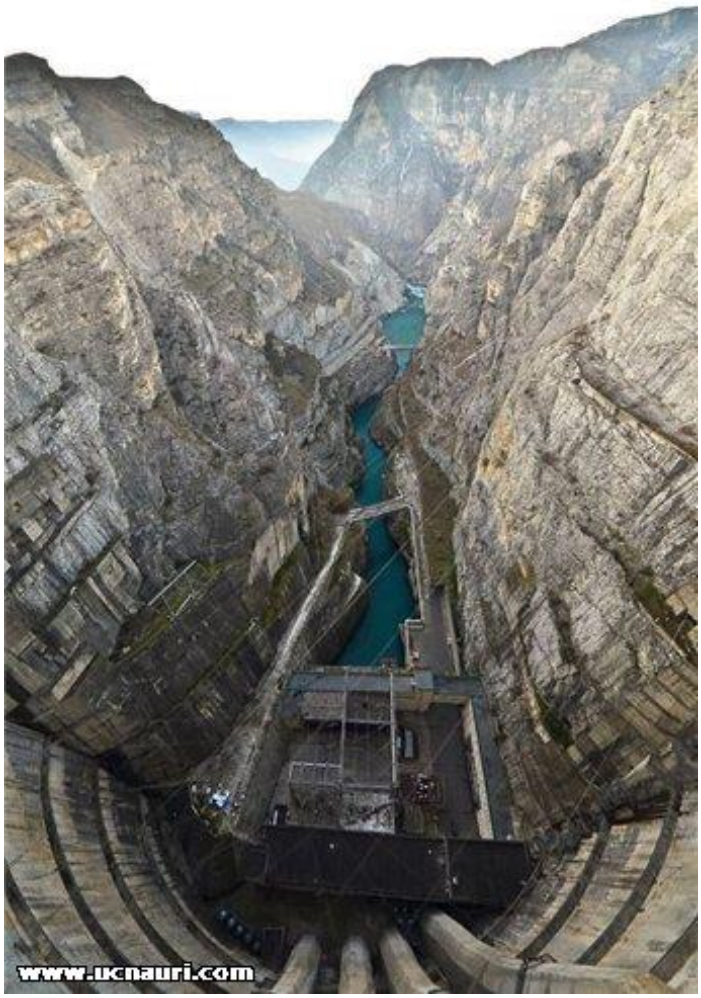


ამოჭრილი კერნების დამუშავებული ნიმუშები

7.20. ჰიდროტექნიკური ნაგებობები

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სახეები

მეცნიერებას, რომელიც შეისწავლის სხვადასხვა სამეურნეო მიზნებისათვის წყლის გამოყენებისა და წყლის მავნე მოქმედებათა წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებებს, ამ ღონისძიებათა განხორციელებისათვის საჭირო ნაგებობების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის მეთოდებს, ეწოდება **ჰიდროტექნიკა.** ხოლო საინჟინრო ნაგებობებს, რომლებიც უშუალოდ ახორციელებს ამა თუ იმ წყალსამეურნეო ღონისძიებებს, ეწოდება **ჰიდროტექნიკური ნაგებობები.**



ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს ყოფენ 2 ძირითად ჯგუფად: საერთო და სპეციალური დანიშნულების.

საერთო დანიშნულების ნაგებობებია:

1. **წყალშემტბორავი ნაგებობები** – კაშხლები, ჯებირები და სხვა. ისინი გადაღობავენ მდინარის ნაკლს და ქმნის წყლის დონეთა დაწნევას;

2. **სარეგულაციო ნაგებობები –** მათი დანიშნულებაა მდინარეების, ზღვების, ტბების ნაპირების დაცვა–გამაგრება და სხვა;
3. **წყალსატარი ნაგებობები** – არხები, ჰიდროტექნიკური გვიარბები, მილსადენები და სხვა. ისინი აწარმოებს წყლის საანგარიშო ხარჯების მიწოდებას ერთი პუნქტიდან მეორეში;
4. **წყალმიმღები ნაგებობები** – წყლის მიმღები მდინარიდან, ტბებიდან;
5. **წყალსაგდები ნაგებობები** – მათი დანიშნულებაა წყლის გადაგდება წყალსაცავებიდან.

სპეციალური დანიშნულების ჰიდროტექნიკური ნაგებობებია:

1. ჰიდროენერგეტიკული;
2. წყლის ტრანსპორტის;
3. ჰიდრომელიორაციული (სარწყავი და სამშრობი);
4. წყალმომარაგების და კანალიზაციის;
5. თევზსამეურნეო.

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კლასები

განასხვავებენ სამდინარო, საზღვაო და სატბო ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს.

ნაგებობათა მნიშვნელობის მიხედვით ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იყოფა 3 ჯგუფად:

1. **ძირითადი ნაგებობა,** რომლის მწყობრიდან გამოსვლა იწვევს კვანძის და მთლიანად სისტემის მუშაობის სრულ ან მნიშვნელოვან შეწყვეტას (კაშხალი, ელექტროსადგურის შენობა, საექსპლუატაციო გვირაბი და სხვა);
2. **მეორეხარისხოვანი** ნაგებობა, რომლის მწყობრიდან გამოსვლა არ იწვევს კვანძების ან სისტემის მუშაობის შეწყვეტას (საყრდენი კედლები, ჯებირები, არხების მოპირკეთება და სხვა);
3. **დამხმარე ნაგებობები,** რომლებიც არსებობს მხოლოდ ძირითადი და მეორე-ხარისხოვანი ნაგებობების მშენებლობის პერიოდში (ზღუდარები, დროებითი წყალსაგდებები და სხვა);

ჰიდროტექნიკური ნაგებობები დაყოფილია კლასებად: I, II, III და IV. ამ დაყოფას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს იმისათვის, რომ სწორად დადგინდეს ნაგებობის საიმედოობის საზომი, ანუ ნაგებობის სიმტკიცის და მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტების მნიშვნელობები, სამშენებლო მასალების ხარისხი და სხვა.

ცხადია, რამდენადაც მეტად საპასუხისმგებლოა დასაპროექტებელი ნაგებობა, იმდენად უფრო დიდი აიღება აღნიშნული მარაგები.

კლასებად დაყოფის წესის მიხედვით ნაგებობათა კლასები ტექნიკური მონაცემებზე დაყრდნობით მოცემულია ცხრილში

ცხრილი7.4.

№	ობიექტის და მათი ძირითადი მაჩვენებლების დასახელება	ნაგებობის კლასი	
		ძირითადის	მეორეხარისხოვანის
1	2	3	4
1	ჰიდროტექნიკური ნაგებობები და სითბური ელექტროსადგურები, რომელთა სიმძლავრეა: 1,5 მილიონ კვტ და მეტი 1,5 მილიონ კვთ-ზე ნაკლები	 I II-IV	 II III-IV
2	ჰიდროტექნიკური ნაგებობები ელექტროსადგურებისა, რომელთა სიმძლავრეა 500 ათასი კვტ და მეტი 101÷500 ათასი კვტ. 101 ათასი კვტ უფრო ნაკლები	 I II III	 III III IV
3	ჰიდროტექნიკური ნაგებობები მაგისტრალური და ადგილობრივი მნიშვნელობის პატარა მდინარეებზე	II III IV	III IV IV
4	ნაგებობები სამდინარო ნავსადგურების, რომელთა სანავიგაციო ტვირთბრუნვაა 300 000–ზე მეტი პირობითი ტონა 1,51÷3 მლნ–მდე პირობითი ტონა 150 ათასი პირობითი ტონა	 II III IV	 III IV IV
5	სამდინარო ჰიდროკვანძები და მაგისტრალური არხები სარწყავი სისტემების – 400 ათას ჰექტარზე მეტი სარწყავი მიწებით	II	III
6	სამდინარო ჰიდროკვანძები და მაგისტრალური არხები მელიორაციული სისტემების, შემდეგი სარწყავი ფართის მიხედვით 51÷400 ათასი ჰექტარი 20÷51 ათასი ჰექტარი	 III IV	 IV IV

7.21. ჰიდროტექნიკური ნაგებობები და მათში გამოყენებული კონსტრუქციები

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს შორის დანიშნულების მიხედვით ყველაზე მნიშვნელოვანი და რთული ნაგებობაა კაშხალი.

კაშხლების სახეებია: გრავიტაციული, თაღოვანი, გრუნტის, ქვანაყარი, კონტრფორსული.

1. **გრავიტაციული კაშხლები** - მასიური წყალშემტბორავი ნაგებობებია, რომლებიც აიგება ძირითადად ბეტონისაგან და თავისი საკუთარი წონის მოქმედებით (ფუძეში წარმოშობილი ხახუნის ძალით) წინაღობას უწევს წყლის ჰორიზონტალურ მძვრელ ძალებს.

   გრავიტაციული კაშხლების კონსტრუქციებია ყრუ და წყალსაშვიანი. გრავიტაციული კაშხლები კეთდება ძვრადობის საწინააღმდეგო კონტრუქციითაც - ფუძეში ჩაანკერებით ზედა ბუფის მხარეს. ჩაანკერების კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა კაშხლის წონა შევამციროთ.



გრავიტაციული კაშხლები



გრავიტაციული კაშხალი

კაშხლებში ფილტრაციის საწინააღმდეგო კონსტრუქციებია: ძირული (ზედა ბიეფში), ნარანდები, კბილები და ფარდები. ქვედა ბიეფში განხორციელებული კონსტრუქციებია: წყალსაცემი, რისბერმა.

2. **თაღოვანი კაშხლები** წარმოადგენს გეგმაში მრუდწირული მოხაზულობის შემტბორავ ნაგებობებს, რომლებიც წყლის ჰორიზონტალურ დატვირთვას გადასცემს ხეობის კლდოვან ნაპირებს. თაღოვან კაშხალში აწყობენ კონსტრუქციების სიღრმულ ხვრეტებს, ქუსლებს, რომლებიც უშუალოდ ეყრდნობა ხეობის კლდოვან ნაპირებს და მათ გადასცემს დატვირთვას.





თაღოვანი კაშხლები



თაღოვანი კაშხალი

3. **კონტრფორსული კაშხლები** წარმოადგენს შემსუბუქებული ტიპის შემტბორ ნაგებობებს. კონტრფორსულ კაშხლებში გამოყენებულია სხვადასხვა კონსტრუქციული გადაწყვეტები.







კონტრფორსული კაშხლები

4. **გრუნტის კაშხლები** წყალგაუმტარი გულის კონსტრუქციით და სადრენაჟო კონსტრუქციით;



გრუნტის კაშხალი

5. **ქვანაყარი კაშხლები** წყალგაუმტარი გულის კონსტრუქციით და სადრენაჟო კონსტრუქციებით.



ქვანაყარი კაშხლები

6. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს განეკუთვნება ჰესის შენობები, სატურბინო მილსადენები (ლითონის კონსტრუქციები, რომელთა დაწნევით მიეწოდება წყალი ტურბინებს), ჰიდროტექნიკური გვირაბები, რეზერვუარები, წყალსაშვი შახტები, აკვედუკები, დიუკერები, არხები.

   ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციები (მდინარეების და ზღვის ნაპირსამაგრი კონსტრუქციები - ბეტონის, ქვის).









7.22. კითხვები თვითშეფასებისთვის:

1. აღწერეთ ბუნებრივი ქვის საშენი მასალები;
2. ჩამოთვლეთ ორგანული და არაორგანული საშენი მასალები;
3. განმარტეთ საშენი მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები;
4. აღწერეთ ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების სახეობები;
5. განსაზღვრეთ არმატურის მექანიკურ თვისებები;
6. აღწერეთ ბეტონისა და რკინაბეტონის კოროზიისაგან დაცვის მეთოდები;
7. აღწერეთ ხის ნაკეთობების დაზიანების სახეები;
8. აღწერეთ ორგანული და არაორგანული შემკვრელი ნივთიერებების სახეები;
9. განმარტეთ მასალების შემოწმების ხერხები;
10. ჩამოთვლეთ ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სახეები და დანიშნულება;
11. აღწერეთ მასალების მიღება-დასაწყობების პროცესი.

თავი 8. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის წარმოება



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ დაეუფლოთ ჰიდროტექნიკური სამუშაოების წარმოების ძირითად საკითხებს და მათ მნიშვნელობას.

შესავალი

ჰიდროტექნიკური მშენებლობის წარმოება გაცილებით რთულია, ვიდრე საწარმოო და სამოქალაქო მშენებლობა. ჰიდროკვანძების მშენებლობა წარმოებს სხვადასხვა ტოპოგრაფიულ პირობებში, რომლებზეც დამოკიდებულია ჰიდროკვანძის შეთანწყობა და ნაგებობების ტიპის შერჩევა. სამშენებლო მოედანზე, ვაკე ადგილას თუკი შესაძლებელია დამხმარე მეურნეობის და დასახლებების განლაგება ძირითადი ნაგებობების სიახლოვეს, მთიან ადგილებში ყოველთვის შესაძლებელი არ არის, ხოლო დერივაციულ სქემებში პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ტოპოგრაფიული პირობები განსაზღვრავს შიგა სამშენებლო და მისასვლელი გზების ტიპებს. ზოგჯერ შეუძლებელია სარკინიგზო ტრანსპორტის გამოყენება, ხოლო ცალკეული ობიექტებისათვის არარაციონალურია საავტომობილო გზები, მაგრამ მოსახერხებელია ტრანსპორტიორის, საბაგირო ან სხვა ტიპის ტრანსპორტი. მთიან ადგილებში გამოიყენება შემვსებების სხვა ტიპის საწყობები და მეურნეობების განსხვავებული შეთანწყობა.

გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები, ისევე როგორც ტოპოგრაფიული, განსაზღვრავს სამუშაოების ტიპს და ხასიათს.

საწარმოო და სამოქალაქო მშენებლობისაგან განსხვავებით, სადაც ფართოდ გამოიყენება ანაკრები რკინაბეტონის და ლითონის კონსტრუქციები, ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში, მისი სპეციფიკური თვისებებიდან გამომდინარე (მასიურობა, მონოლითურობა, ყინვამედეგობა, ბზარმედეგობა, და წყალგაუმტარობა), ანაკრები კონსტრუქციების გამოყენება შეზღუდულია.

სამდინარე ჰიდროკვანძების მშენებლობა ხასიათდება მაღალი ღირებულებებით და სამუშაოების დიდი მოცულობით.

ჰიდროტექნიკური მშენებლობა ხასიათდება სამუშაოების დიდი მოცულობით, რომელიც დასრულებულ უნდა იქნას პროექტით განსაზღვრულ ვადებში. ამისათვის კი საჭიროა მშენებლობაზე იყოს მაღალი მწარმოებლურობის მექანიზმები და სატრანსპორტო საშუალებები. მსხვილ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობებზე მიწის სამუშაოების ინტენსივობა შეადგენს რამდენიმე ათეულ მილიონ მ^3, ბეტონისა და ქვანაყარი სამუშაოების კი რამდენიმე ასეულ მ^3. ამაში გამოიხატება ჰიდროტექნიკური მშენებლობის განსაკუთრებულობა, რომელიც განსაზღვრავს მისი მექანიზაციის ხასიათსა და მასშტაბებს.

8.1. მოსამზადებელი სამუშაოების წარმოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში

8.1.1. ტერიტორიის მომზადება

მიწის სამუშაოების დაწყების წინ ტერიტორიას ასუფთავებენ ხეებისაგან, ბუჩქნარისაგან, კუნძებისაგან, დიდი ქვებისაგან. ხეებს ამოძირკვავენ ფესვებიდან ტრაქტორით, ხეების წამქცევებით, ბულდოზერით. კუნძებს ამოძირკვავენ იმ შემთხვევაში, თუ მიწაყრილის სიმაღლე ნაკლებია 1 მ-ზე. რკინიგზის მიწაყრილებისათვის, რომლის სიმაღლე 1 მ-ზე მეტია, დაშვებულია კუნძის მოჭრა გრუნტიდან არაუმეტეს 20 სმ-ზე. ავტოსაგზაო მიწაყრილებისათვის შეიძლება დარჩეს 10 სმ კუნძები. იმ უდაბნოზე, რომელზეც დასამუშავებელია არხები, ტრანშეები,

რეზერვევი (არანაკლები 0,5 მეტრით), მაგისტრალური მიწიქვეშა მილგაყვანილობისათვის კუნძები უნდა ამოიძირკვოს.



მიწაყრილის სიმაღლისას 1-2,5 მ კუნძებს არ ძირკვავენ. მათ ჭრიან მიწის პირზე. მაღალი მიწაყრილების შემთხვევაში შეიძლება კუნძების დატოვება მიწიდან 0,2 მ-ზე. ტრაქტორით კუნძის ამოძრობის წინ კუნძის ფესვები უნდა ჩაიჭრას ნახევარი მეტრის მანძილზე. კუნძებისათვის, რომლის დიამეტრი 30 სმ-ზე მეტია, იყენებენ ამოსაძირკვ ჯალამბარს, რომელიც დამონტაჟებულია ტრაქტორზე. ბრიგადას (6-7 ადამიანის შემადგენლობით) შეუძლია ცვლაში 120-130 კუნძის ამოძირკვა დიამეტრით 30-40 სმ. უფრო დიდი დიამეტრის კუნძებს აფეთქებენ.

ტერიტორიას წმენდენ ბუჩქნარისაგან ბუჩქის საჭრელი ტრაქტორებით, რომლებსაც ჩარჩოზე დამონტაჟებული აქვს დანა, ბუჩქებისა და წვრილი ხეების მოსაჭრელად მიწიდან 20 სმ-ის სიმაღლეზე. მოჭრილი ხეების გატანის შემდეგ წვრილ ტოტებს აგროვებენ და მოედნიდან გააქვთ ბულდოზერებით.

გრუნტებს აფხვიერებენ სახნისიანი ტრაქტორებით, გაფხვიერების ზოლის სიგანე შეადგენს 90-200 სმ-ს, ქვიან და მკვრივ თიხიან გრუნტებს, რომლებსაც შეუძლია გრუნტის გაფხვიერება - 15-20 სმ სიგრძეზე. ბოლო დროს გრუნტების, მათ შორის გაყინული გრუნტების,

გასაფხვიერებლად იყენებენ სპეციალურ გამაფხვიერებლებს, რომლებიც დამონტაჟებულია დიდი სიმძლავრის ტრაქტორებზე.

არაკლდოვან გრუნტებში ნათხარების მოსაწყობ ადგილებში მიწის ზედაპირზე არსებული კაჭრები (ქვები) მოშორებული უნდა იქნას მიწის სამუშაოების დაწყებამდე. ბულდოზერების საშუალებით გადატანილი უნდა იქნას სამუშაოს ზონის გარეთ და მოხდეს მათი დამტვრევა.

კლდოვან გრუნტებში, ნათხრების მოწყობის ადგილებში, მიწის ზედაპირზე არსებული კაჭრები (ქვები), მათი ზომების მიუხედავად, გატანილი უნდა იქნას ბურღვა–აფეთქებითი სამუშაოების დაწყებამდე.

ნაიდაგის ის ნაყოფიერი - ჰუმუსის შრე ძირითადი მიწის სამუშაოების დაწყებამდე უნდა მოიხსნას დადგენილ ზომებში და ჩალაგდეს ნაყარში შემდეგომში გამოსაყენებლად. დროებით სარგებლობაში გაცემული მიწის ნაკვეთების რეკულტივიზაცია უნდა მიმდინარეობდეს სამშენებლო სამუშაოების მსვლელობის დროს. მოსამზადებელი სამუშაოების შესრულების პერიოდში უნდა გაკეთდეს სამშენებლო მოედნიდან დროებითი წყალსარინი.

მიწის ძირითადი სამუშაოების დაწყებამდე ყველა სახის ნათხარი უნდა გადაიღობოს ზედაპირული წყლების ჩადინებისაგან, გამოყენებული უნდა იქნას სპეციალურად აგებული გადამღობი შეზვინვები და თხრილები.

დრობითი წყალსანირის მოწყობისათვის გრძივი ქანობი უნდა იყოს არანაკლებ 0,003-ისა, ხოლო მდინარეთა ჭალებისა და ჭაობიანი ადგილების ფარგლებში, ქანობი შეიძლება შემცირდეს 0,001-მდე.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების და არხების მშენებლობაში მიწის და კლდოვანი სამუშაოები ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია, მისი ღირებულება სამშენებლო სამუშაოების 17-30%-ს შეადგენს.

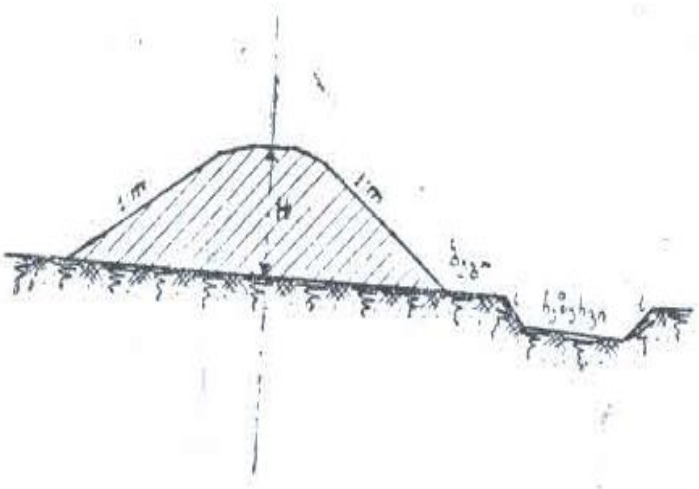
პარალელურად ობიექტის ტერიტორიაზე მიმდინარეობს ელექტრომომარაგებისა და წყალგაყვანილობის სამონტაჟო სამუშაოები.



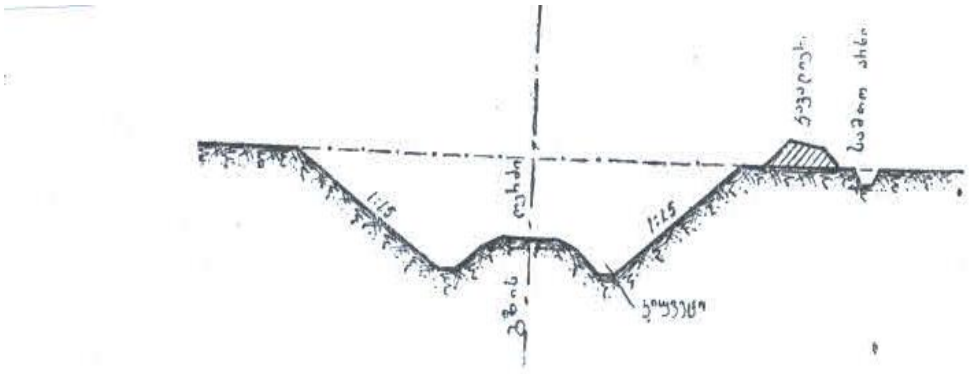
ნახ. 8.1 გრუნტის მაფხვიერებელი

8.1.2. ქვაბულის მოწყობის სამუშაოების კონტროლი

1.1. მიწის ნაგებობათა შემადგენელ ელემენტებში ძირითად სახეს წარმოადგენს ყრილი და ჭრილი. პირველი იგება მიწის ზედაპირის ზემოთ, მეორე კი - ქვემოთ ნახ.8. 2. და 8.3.



ნახ. 8.2 ყრილი



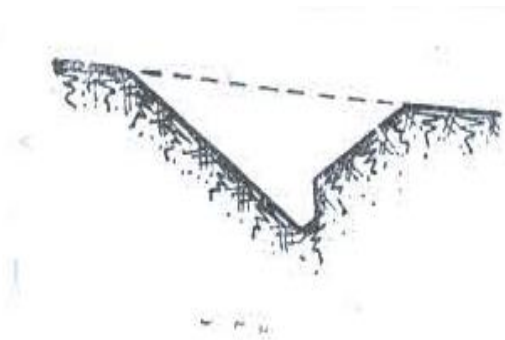
ნახ. 8.3 ჭრილი

როდესაც მიწის ნაგებობის ნაწილი მოთავსებულია მიწის ზედაპირის ქვემოთ, ნაწილი ზემოთ, ნაგებობა ნახევარყრილს–ნახევარჭრილს წარმოადგენს ნახ. 8.4.

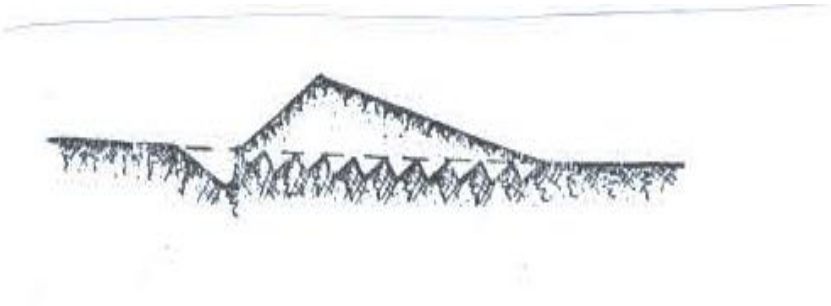


ნახ. 8.4. ნახევარყრილი–ნახევარჭრილი

შესაძლებელია მიწის ნაგებობების ერთი ნაწილი მიწის ზედაპირის ზემოთ ან ქვემოთ იყოს, მეორე ნაწილი კი ნულოვან ადგილს წარმოადგენს. პირველი შემთხვევა ნახევარჭრილია, ნახ. 8.5., მეორე შემთხვევა - ნახევარყრილი ნახ.6.



ნახ. 8.5. ნახევარჭრილი



ნახ. 8.6. ნახევარყრილი

კიუვეტი - ვაკისიდან წყლის განრიდების მიზნით ჭრილებში ვაკისის მხრივ ამოღებულია თხრილები, რომლებსაც კიუვიტებს უწოდებენ.

რეზერვი - ზოგიერთ შემთხვევაში ყრილისათვის საჭირო გრუნტი სპეციალურ ჭრილებში მოიპოვება, რომლებსაც ***რეზერვებს*** უწოდებენ.

კავალიერი - ჭრილებიდან ამოღებული გრუნტი სპეციალურ ყრილში თავსდება, ასეთ ყრილებს კავალიერებს უწოდებენ.

ჭრილის ფედრობის ფუძისა და რეზერვის წარბას შორის დატოვებულ ზოლს ***ბერმი ეწოდება.*** მისი დანიშნულებაა დაიცვას ჭრილის ფუძე წარეცხვებისაგან, ხოლო არხი - ფერდობიდან ჩამოცვენილი გრუნტით ამოვსებისაგან.

ადგილის დაკვალვა შესრულებული უნდა იყოს სამუშაოების დაწყებამდე, რადგან დაკვალვის საშუალებით ირკვევა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ზუსტი საზღვრები.

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ცნობილია დაკვალვის შემდეგი სახეები:

1. შენობა–ნაგებობების ადგილზე დაკვალვა;
2. შენობა–ნაგებობების ქვაბულის დაკვალვა;
3. კაშხლის დაკვალვა;
4. ხიმინჯიანი საძირკვლების დაკვალვა;
5. მაღლივი დაკვალვა;
6. ნაგებობების კვანძების დაკვალვა.

ნატურაში ინჟინრული პროექტის გადატანისას განასხვავებენ შესასრულებელი სამუშაოების ორ სტადიას - საწყის სტადიაზე ახდენენ ადგილზე ნაგებობის ღერძის დაკვალვას (ძირითადი დაკვალვითი სამუშაოები), ხოლო შემდეგ ხდება დანარჩენი ყველა დეტალის დაკვალვა. აღნიშნული სამუშაოების ჩასატარებლად ხელმძღვანელობენ მშენებლობის გენერალური გეგმით, რომელზედაც განლაგებულია ყველა ასაშენებელი ნაგებობა.

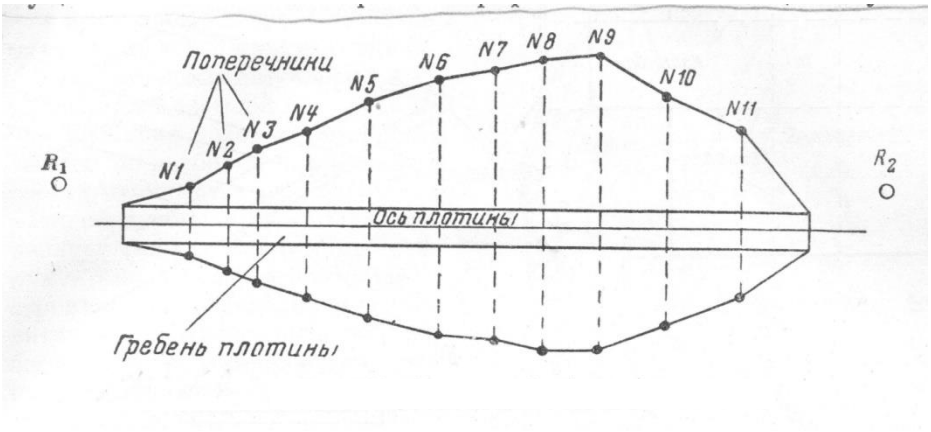
დაკვალვითი ნიშნები იყოფა ორ კატეგორიად: მუდმივი და დროებითი.

მუდმივი ნიშნები განსაზღვრავს ადგილზე ნაგებობის ძირითადი წერტილების მდებარეობას და უნდა იქნას დაფიქსირებული გამართულ მდგომარეობაში დამთავრებული ნაგებობების ექსპლუატაციაში ჩაბარებამდე.

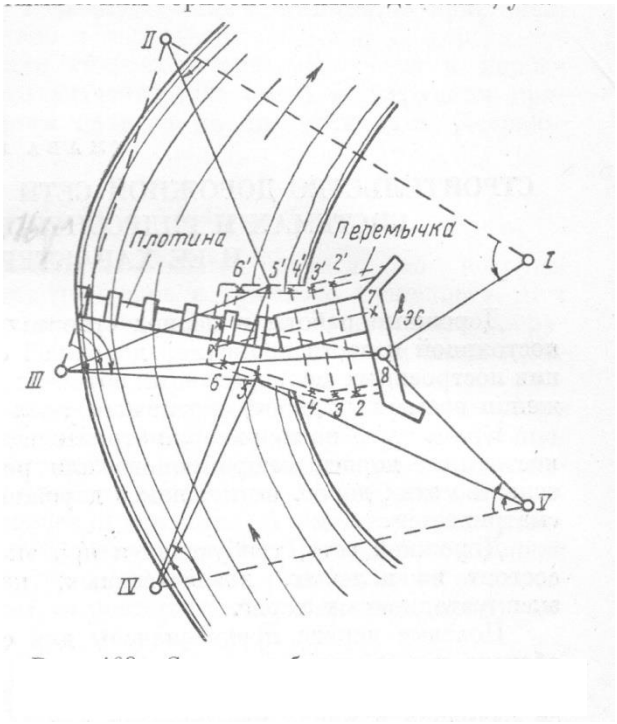
დროებითი დაკვალვითი აღმნიშვნელი ნიშნები გამოიყენება ნაგებობების დეტალების მოსანიშნად.

დაიმახსოვრეთ! დაკვალვის სიზუსტის დაცვა ძალზე მნიშვნელოვანია.

კაშხლის დაკვლევის სქემა



ნახ. 8.7



ქვაბულის მოწყობის სამუშაოების წარმოებისას გრუნტის ამოღება დაკავშირებულია მიწის მასის წონასწორობის დარღვევასთან მისი არაერთგვაროვანი შემადგენლობის გამო. ამონაღები ფერდოს სხვადასხვა დახრილობისა და გრუნტის ზედმეტი დატენიანების შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს მოულოდნელი ჩამომეწყრება, ჩამონგრევა, რაც საშიშროებას წარმოადგენს მომუშავეთათვის.

აღნიშნული შემთხვევებისათვის უსაფრთხოების ტექნიკის ღონისძიებებით გათვალისიწნებულია გამოყენებული იქნეს ფერდოს დახრილობა, რომელიც უზრუნველყოფს გრუნტის მასივების მდგრადობას.

8.2. სავტომობილო გზები

მისასვლელი და შიგა საავტომობილო გზები მშენებლობაზე ტვირთდაძაბულობის მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად:

I კატეგორია - ორივე მიმართულებით ტვირთბრუნვა 2 მლ. ტ. აღემატება;
II კატეგორია - 1,2–0,3 მლ.ტ. ;
III კატეგორია 0,3 მლ.ტ. წელიწადში.

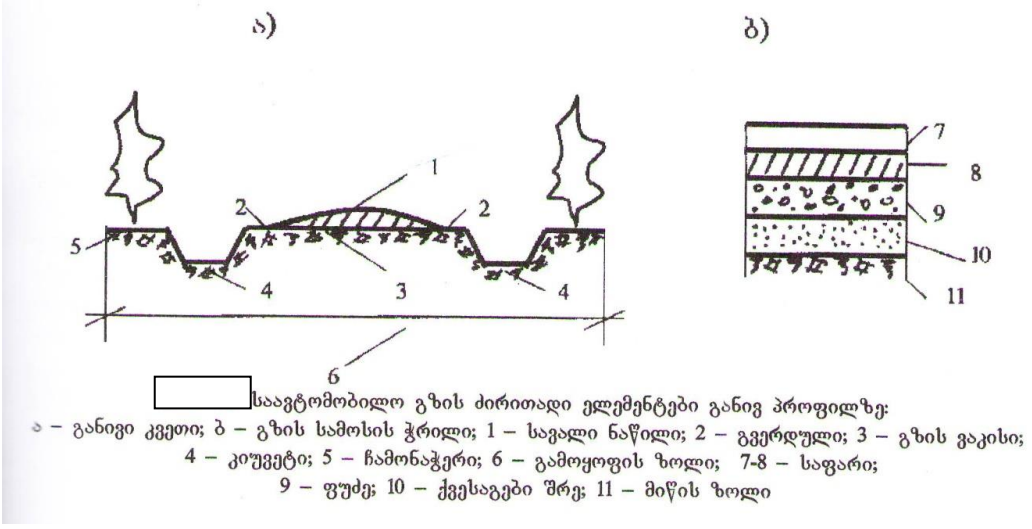
გზების ყველა კატეგორიას აქვს გარკვეული ტექნიკური ნორმატივები: მოძრაობის ზოლის რიცხვი და სიგანე, სავალი ნაწილის სიგანე, მიწის ვაკისის სიგანე, მოხვეულობის რადიუსები გზის საანგარიშო ხილვადობა, გრძივი ქანობები (უდიდესი); ვერტიკალური მრუდების უმცირესი რადიუსები.

მისასვლელი და შიგა სამშენებლო გზების (I და II კატეგორიის) მოწყობა ხდება მოძრაობის ორი ზოლით; III კატეგორიის გზა - ერთი ზოლით.

8.2.1. საავტომობილო გზების მიწის ვაკისი

ტიპური განივი პროფილები.

გზის ზოლის შუა ნაწილს, რომელზედაც მოძრაობს ავტომობილი, ეწოდება სავალი ნაწილი, ხოლო მოსაზღვრე გრუნტის ზოლებს - გზისპირი (გვერდა). გვერდები ქმნიან საბჯენს გზის სამოსისასთვის. ისინი გამოიყენება სავალი ნაწილის გასაგანიერებლად, ტრანსპორტის დროებით დასაყენებლად. სავალ ნაწილს გვერდებთან ერთად ეწოდება **გზის ვაკისი.** გზის გვერდების შემდეგ ეწყობა გრძივი თხრილები (კიუვეტები) სამკუთხა ან ტრაპეციის ფორმის ზედაპირული წყლების გადასაგდებად. კიუვეტების შემდეგ - არის რეზერვები, საიდანაც იწყება გრუნტი ნაყარისათვის და ნაპირები სამშენებლო ტრანსპორტის, შემოვლითი გზებისა და მასალების დასასაწყობებლად, გზის ტექნიკის დასაყენებლად და სხვა.



საავტომობილო გზის ძირითადი ელემენტები განივ პროფილზე:
ა – განივი კვეთი; ბ – გზის სამოსის ჭრილი; 1 – სავალი ნაწილი; 2 – გვერდული; 3 – გზის ვაკისი; 4 – კიუვეტი; 5 – ჩამონაჭერი; 6 – გამოყოფის ზოლი; 7-8 – საფარი; 9 – ფუძე; 10 – ქვესაგები შრე; 11 – მიწის ზოლი

სავალი ნაწილის სიგანე დამოკიდებულია ავტომობილის ტიპზე, გზის კატეგორიაზე და მიღებულია:

I კატეგორია. ორზოლიანი მისასვლელი გზები - 7-10 მ;

II კატეგორია. შიგა გაზები და II კატეგორიის მისასვლელი გზები 6-9,5 მ;

III კატეგორია. ერთზოლიანი გზები 3,5-5 მ.

8.2.2. საავტომობილო გზების, საფარის ტიპები.

საავტომობილო გზების სამოსი შედგება ერთი ან რამდენიმე კონსტრუქციული ფენებისაგან, მათ შორის: საფარი, საფარის ძირი და დამატებითი ფენისაგან.

გზის საფარის ტიპები მიიღება გზის კატეგორიების მიხედვით:

I კატეგორიის გზებისათვის - კაპიტალური და მსუბუქი ტიპის სრულყოფილი ტიპის;

II კატეგორიის - სრულყოფილი კაპიტალური ან მსუბუქი და გარდამავალი;

III კატეგორიის - სრულყოფილი მსუბუქი, გარდამავალი უმდაბლესი ტიპის.

სრულყოფილი კაპიტალური საფარებიდან მშენებლობაზე გამოიყენება - ცემენტობეტონის, ასფალტბეტონის საფარები (იგება ცხელ მდგომარეობაში);

სრულყოფილ მსუბუქ საფარებს მიეკუთვნება საფარები ხრეშოვანი და ღორღოვანი მასალებიდან, დამუშავებული შემკვრელებით, ბლანტი ბიტუმით, აგრეთვე - ცივი ასფალტობეტონისაგან.

გარდამავალი ტიპის საგზაო საფარებს მიეკუთვნება - ღორღოვანი, წიდის და ხრეშოვანი საფარები, გრუნტის და ადგილობრივი სუსტი მინერალური მასალებისაგან, რომლებიც დამუშავებულია თხევადი ორგანული შემკვრელებისაგან, რკინა-ბეტონის ელემენტებისაგან.

უმდაბლესი ტიპის საგზაო საფარებს მიეკუთვნება გრუნტოვანი საფარები, რომლებიც გამაგრებულია სხვადასხვა ადგილობრივი მასალით.

ასფალტობეტონის საფარი იგება ცხელ მდგომარეობაში და არის ერთფენიანი ან ორფენიანი. ერთფენიანი ასფალტობეტონი 4-5 სმ სისქის იგება ცემენტობეტონზე, 5-6 სმ სისქის - ღორღოვან-ხრეშოვანზე. ორფენიანი ცხელი ასფალტობეტონი 6,5-7,5 სმ იგება ბეტონის, ხოლო 7-8,5 სმ ღორღოვან საფუძველზე და 7-9 სმ ძველ, რიყის ქვაფენილზე.

ასფალტობეტონის ნარევი მზადდება ქარხანაში და მიეწოდება გზის მშენებლობას ავტოთვითმცლელებით, იყრება გზაზე და იტკეპნება სატკეპნებით. დაგების მომენტში ცხელი ნარევის ტემპერატურა 130-150°C-ია.

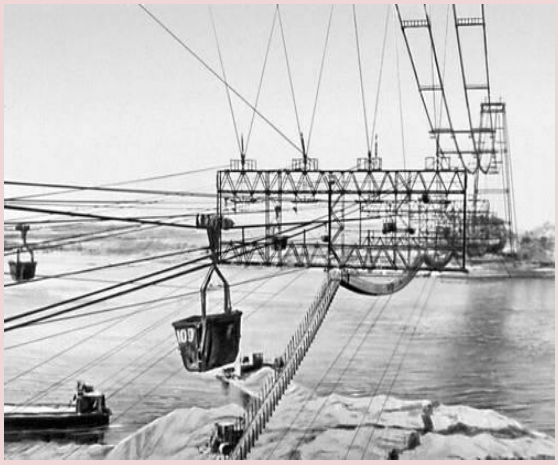
ბეტონის საფარი არის მონოლითური ან ანაკრები.

ხის საფარი კეთდება დაჭაობებულ გრუნტებზე მორებისაგან, რომელიც იგება მართობულად.

8.3. ჰორიზონტალური ტრანსპორტი და გზები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში

1 

 2

3 

 4

1. გზების მიყვანა ობიექტზე; 2. თვითმცლელი; 3. საბაგირო ტრანსპორტი; 4. პნევმატიკური ტრანსპორტი.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობა დაკავშირებულია სხვადასხვა საშენი მასალების, ანაკრები კონსტრუქციებისა და მოწყობილობების გადაადგილებასთან. სატრანსპორტო და დატვირთვა-განტვირთვის (დაცლის) სამუშაოებს უკავია დიდი ადგილი სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების საერთო მოცულობაში. მათი ღირებულება შეადგენს მთლიანი მშენებლობის 20-25%-ს, ხოლო შრომატევადობა - სამშენებლო-სარემონტო სამუშაოების 40%-ს. გარე მისასვლელი გზები აკავშირებს სამშენებლო მოედანს სარკინიგზო და საავტომობილო გზების საერთო ქსელთან, ადგილობრივ კარიერებსა და სამშენებლო ინდუსტრიის დაწესებულებებთან, რომლებიც განლაგებულია მშენებლობის რაიონში. შიგა სამშენებლო გზებით ტრანსპორტი უზრუნველყოფს ტვირთვების გადაზიდვას სამშენებლო მოედნის ფარგლებში.

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში შეიძლება გამოყენებული იქნეს თანამედროვე ტრანსპორტის ყველა სახეობა: სარკინიგზო, წყლის, სპეციალური (საბაგირო, ლენტური ტრანსპორტიორები, მილსადენები) და საჰაერო ტრანსპორტი.

გარე გადაზიდვებს ემსახურება ძირითადი სარკინიგზო, საავტომობილო, წყლის და ზოგჯერ საჰაერო ტრანსპორტი.

სამშენებლო მოედნის ფარგლებში კი შეიძლება გამოყენებული იქნას ტრანსპორტის ნებისმიერი სახეობა.

საბაგირო გზები ძირითადად გამოიყენება მთაგორიან ადგილებში.

ლენტური ტრანსპორტიორები გამოიყენება ბეტონის შემსვებების გადასაადგილებლად მიმღები საწყობებიდან ბეტონის ქარხნის საწყობამდე. ზოგ შემთხვევაში ისინი გამოიყენება კარიერებში და მიწის სამუშაოებზე, იშვიათად ბეტონის ნარევის მისაწოდებლად ბეტონის ქარხნიდან ნაგებობამდე.

პნევმოტრასპორტით (მილებით) გადაადგილებენ მტვროვან მასალებს (ცემენტს),

ჰიდროტრანსპორტით - ჰიდრომექანიცაზიის გზით დამუშავებულ გრუნტებს.

საჰაერო ტრანსპორტი (თვითმფრინავები, ვერტმფრენები) გამოიყენება ზოგჯერ ძნელად მისასვლელ ადგილებში და სამშენებლო მოედნებზე ტვირთის მისაწოდებლად გარე გზების მშენებლობის პერიოდში.

8.3.1. სარკინიგზო ტრანსპორტი

სარკინიგზო გზები ლიანდაგის სიგანის მიხედვით იყოფა: განიერლიანდაგიანი (ნორმალური) და ვიწროზოლიანი.

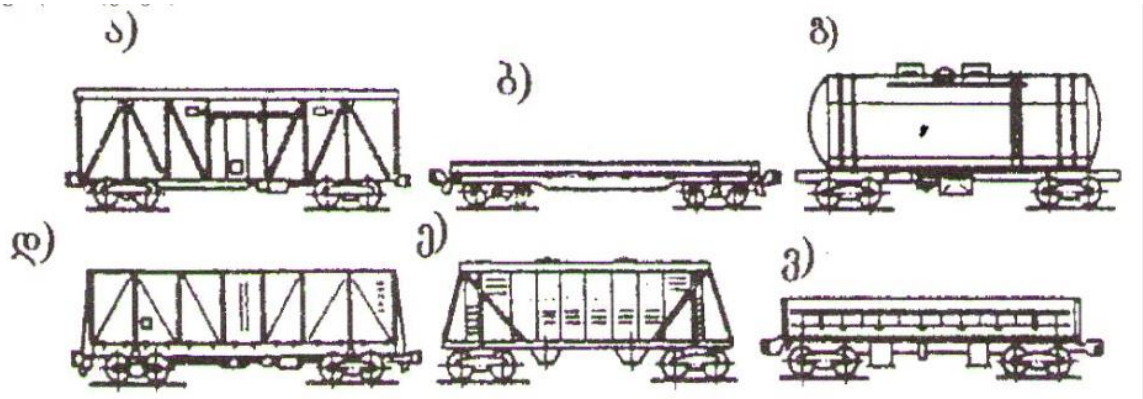
ნორმალური ლიანდაგის სიგანე 1524 მმ, ხოლო ვიწრო ლიანდაგის 750 მმ-ია, ნორმალური ლიანდაგის მისასვლელი გზები იყოფა სამ კატეგორიად:

I - ტვირთბრუნვით 2 მლნ. ტ/წელ;

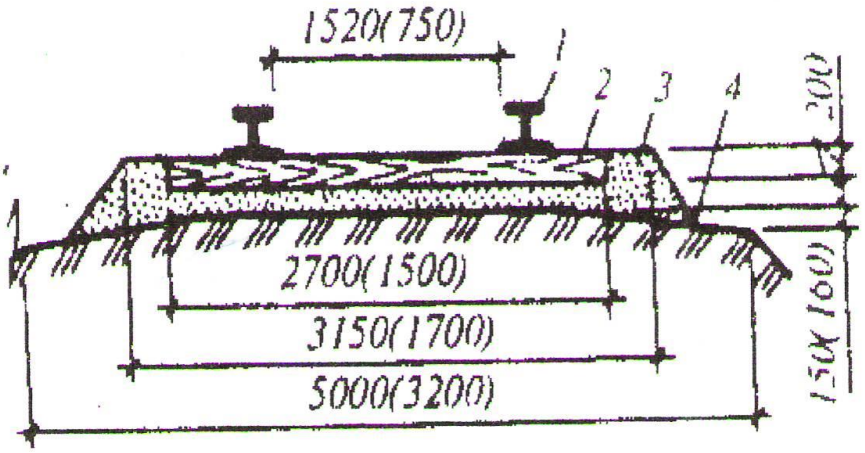
II - კატეგორია - ტვირთბრუნვით 2 მლნ.ტ/წ ნაკლები;

III - კატეგორია - მოძრაობის მანევრული ხასიათით.

მიწიქვეშა სამუშაოებსა და შედარებით მცირე ტვირთბრუნვების შემთხვევებში გამოიყენება ვიწრო ლინდაგიანი გზები.



ნახ. 8.9. სარკინიგზო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობა:
ა – დახურული ვაგონი; ბ – პლატფორმა; გ – ცისტერნა; დ – ნახევარვაგონი;
ე – ვაგონი-ჰოპერი; ვ – დუმპკარი



▭ რკინიგზის ზედნაშენის განივი კვეთი (ფრჩხილებში - ვიწრო ლიანდაგიანი გზების მონაცემები):
1 – ლიანდაგი; 2 – პლატფორმა; 3 – ბალასტის ფენა; 4 – მიწის საფარი

ნახ.8.10

8.3.2. წყლის ტრანსპორტი

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაზე ხშირად გამოიყენება წყლის ტრანსპორტი. იგი ყველაზე იაფი სატრანსპორტო საშუალებაა. წყლის (მდინარის) ტრანსპორტის შემადგენლობაში შედის კატერები, მოტორიანი ნავები და თვითმავალი ბარჟები. წყლის ტრანსპორტით ძირითადად გადაიტანება ხე-ტყე, ქვა, ღორღი, ხრეში, ქვიშა და სხვა.

8.3.3. საბაგირო გზები

დაკიდებული საბაგირო გზები ეწოდება სატრანსპორტო მოწყობილობებს, რომლებიც შედგება საყრდენებზე დამაგრებული ბაგირებისაგან, რომლბზედაც ტვირთების ტრანსპორტირება ხდება დაკიდული ურიკებით. საბაგირო გზები გამოიყენება დიდი მოცულობის ფხვიერი მასალების გადასატანად ვაკე ადგილებში, მდინარეების გადასასვლელებზე, აგრეთვე - მთაგორიან ადგილებში, თუ საბაგირო გზები ამცირებს მანძილს პუნქტებს შორის საავტომობილო გზებთან შედარებით.

8.3.4. ტრანსპორტიორის ხაზები

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობაში ერთ-ერთი მეტად გავრცელებული სატრანსპორტო საშუალებაა ლენტური ტრანსპორტიორი. ის გამოყენება ქვის სატეხებზე.

დამხარისხებელი ბეტონის ქარხნებში, ზოგჯერ კი - ბეტონის ნარევის გადასაადგილებლად, ბეტონის ქარხნიდან ნაგებობამდე.

1 

2 

3 

4 



5

6 

1. საჰაერო ტრანსპორტი; 2. წყლის ტრანსპორტი; 3. რკინიგზის ტრანსპორტი; 4. ჰიდრომონიტორი; 5. ლენტური რტანსპორტიორი; 6. ჰიდროტრანსპორტი

ტრანსპორტიორები მიეკუთვნება უწყვეტი მოქმედების ტრანსპორტს, რომელთაც ახასიათებს მაღალი მწარმოებლობა. წვრილი შემვსებების ტრანსპორტირებისას ლენტის მოძრაობის სიჩქარე 1-1,5 მ/წმ, ხოლო მსხვილი ფრაქციებისათვის (ღორღი, ხრეში 3,5 მ/წმ)°. ლენტის დახრის მაქსიმალური კუთხე ჰორიზონტთან ქვიშაქვისთვის შეადგენს 28°, ღორღისათვის 26°, ხრეშისათვის 27° და ბეტონის ნარევისათვის 30°. ტრანსპორტიორის თითოეული სექციის მასიმალური სიგრძე შეიძლება იყოს 1500-2000 მ. ამერიკის შეერთებულ შტატებში კაშხლის მშენებლობაზე შემვსებების გადასაადგილებლად გამოყენებული იყო ტრანსპორტიორის ხაზი, რომლის საერთო სიგრძე აღწევდა 15,5 კმ-ს (შედგებოდა 26 სექციისაგან), ლენტის სიგანე იყო 60 სმ, სიჩქარე 2,8 მ/წთ.

სატრანსპორტო საშუალებების მუშაობაში უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვა უმნიშვნელოვანესი პროცესია. სამშენებლო ტვირთვების გადაადგილებების უსაფრთოხების ძირითადი პირობებია: მოძრავი შემადგენილობის გამართული მდგომარეობა, გადაადგილების ხელსაწყო-მოწყობილობების მდგრადობა, სატრანსპორტო საშუალებების გადაადგილებისას რაც შეიძლება ნაკლები სატრანსპორტო ხაზების გადაკვეთა, გადასაზიდი ტვირთვის საიმედო დამაგრება ტრანსპორტზე, გადასაზიდი ტვირთის გაბარიტების დაცვა ხიდების ქვეშ მოძრაობისას, სარკინიგზო შემადგენლობის შემხვედრი მოძრაობის დროს. სამუხრუჭე სისტემების გამართულობა, ტრანსპორტის მოძრაობისას დასაშვები სიჩქარის დაცვა და ხმოვანი სიგნალის გამართული მუშაობა, რკინიგზის და ლიანდაგების გამართულობა და სხვა.

8.4. სამუშაოთა წარმოება ექსკავატორებით

ექსკავატორი შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან: გრუნტის სათხრელი და გადასაადგილებელი მუშა-მოწყობილობებისაგან, ძრავისაგან (რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ექსკავატორის მუშა ორგანო), პლატფორმისაგან (რომელზედაც მაგრდება მოწყობილობები და სავალი ნაწილი).

ესქკავატორები კლასიფიცირდება

1. **დანიშნულების მიხედვით** - სამშენებლო, გადასახსნელი კარიერების და გვირაბების;
2. **მუშაოების პრინციპის მიხედვით** - პერიოდული ან ციკლური მოქმედების (ერთჩარჩოიანი ექსკავატორები) და უყვეტი ქმედებების (მრავალჩარჩოიანი ექსკავატორი). ერთჩარჩოიანი ექსკავატორის მუშა ორგანოა ჩამჩა (პირდაპირი და შებრუნებული ნიჩბებით) ხისტი ან მოქნილი ჩამაგრებით ისარზე (დრაგლიანი, გრეიფერი).

მრავალჩარჩოიანი ჯაჭვური ექსკავატორები შეიძლება იყოს განივად და გრძივად მთხრელი. განივად მთხრელი ექსკავატორის ჯაჭვი ჩამჩასთან ერთად გადაადგილდება მისი მოძრაობის პერპედნიკულარულად, ხოლო გრძივად მთხრელი ექსკავატორის - ემთხევა მანქანის მოძრაობის მიმართულებას;

3. **ჩამჩის მოცულობების მიხედვით** - ექსკავატორები ჩამჩის მცირე (0,15-1 მ^3), საშუალო (1,25-4მ^3) და დიდი (6მ^3 და მეტი) მოცულობის.

დიდი მოცულობის ჩამჩიანი ექსკავატორები გამოიყენება შახტებში. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაზე გამოიყენება საშუალო მოცულობის ჩამჩიანი ექსკავატორები (6-8 მ³);

4. **მუშა მოწყობილობების მიხედვით** - პირდაპირი და შებრუნებული ნიჩბებით, დრაგლიანები და გრეიფერები;

5. **ძალოვანი მოწყობილობების მიხედვით** - არჩევენ სამ ტიპს: შიგა წვის ძრავით, ელექტრული და დიზელ-ელექტრული მოწყობილობების ტიპს.

8.4.1. ერთჩამჩიანი ექსკავატორები პირდაპირი ნიჩბით

ექსკავატორი პირდაპირი ნიჩბით - ყველაზე გავრცელებულია მიწის სამუშაოების ჩასატარებლად. მისი მუშა-მოწყობილობებია: ისარი, სახელური და ჩამჩა გადასახსნელი ძირით. ისარი სახსრით მიმაგრებულია ქვედა ნაწილით მოძრავი პლატფორმის წინა კოჭთან, ხოლო ზედა ნაწილით ბაგირის მეშვეობით ჩამოკიდებულია პლატფორმის დანაშენზე. ისრის დახრის კუთხე შეიძლება იცვლებოდეს 35-60°C-ით. ეს აფართოებს ექსკავატორის მუშა ორგანოს მოქმედების საზღვრებს, როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით.



ერთჩამჩიანი ექსკავატორი პირდაპირი ნიჩბით (ჩამჩით)

8.4.2. ექსკავატორი დრაგლაინი

დრაგლაინი წარმოადგენს ბაგიროვან ხვეტია ექსკავატორებს, რომლებსაც ციცხვი ამწე ბაგირზე აქვს ჩამოკიდებული, რაც მას საშუალებას აძლევს ღრმად დაამუშაოს ყამირი და დიდ სიმაღლეზე განტვირთოს იგი.

ექსკავატორი დრაგლიანი შედგება სავალი ნაწილისაგან, მოსაბრუნებელი პლატფორმის ძალოვანი მოწყობილობით, მუშა-მოწყობილობით.

მცირე მოცულობის ციცხვიანი დრაგლაინი ჩვეულებრივად არის მუხლუხა სვლით, ხოლო მძლავრ დრაგლაინებს, რომელთა ისრები 40-100 მ-დეა, ხშირად აქვს მაბიჯი სვლა. სუსტ ქანებზე მუშაობის დროს გამოიყენება დრაგლიანები მაბიჯი სვლით. აღნიშნული სვლის უარყოფითი მხარეა გადაადგილების დაბალი სიჩქარე, რომელიც არ აღემატება 0,5 კმ/სთ საშუალო და 0,08-0,2 მ^3 და ისრების სიგრძე 40-100 მ. ეს არის მაღალი წარმოების მანქანები, რომელთა წლიური გამომუშავება 250 ათასი მ^3-ია ჩამჩის 1 მ^3 მოცულობაზე. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობებზე ფართოდ გამოიყენება ექსკავატორები, რომელთა ჩამჩის მოცულობაა 4 მ^3, ისარი 40 მ.

ექსკავატორები-დრაგლაინები ფართოდ გამოიყენება გრუნტების დასამუშავებლად დგომის ნიშნულის ქვემოთ, გრუნტის წყლების ნიშნულის ქვემოთ, აგრეთვე წყლის ქვემოთ (დაახლ. 3 მ-მდე).

განსაკუთრებით ეფექტურია ექსკავატორი-დრაგლაინების გამოყენება თხრილებისა და ნაყარის დამუშავების დროს უტრანსპორტო მოძრაობისას.



ექსკავატორი დრაგლაინი

8.4.3. გრეიფერი

გრეიფერული ექსკავატორი გამოიყენება გრუნტის დასამუშავებლად. განსაკუთრებით ფართო გამოყენება ჰპოვეს გრეიფერებმა ფხვიერი მასალების დატვირთვა-გადმოტვირთვისათვის.

გრეიფერული ექსკავატორის მუშა-მოწყობილობა შედგება ისრისა და ციცხვისაგან. ისართან ციცხვი დაკავშირებულია დამჭერი და ჩამკეტი ბაგირებით.

გრეიფერული ექსკავატორის მუშა პროცესი მდგომარეობს შემდეგში - ციცხვი დაკიდებულია გახსნილ მდგომარეობაში დამჭერ ბაგირზე თხრის ადგილის ზემოთ. შემდეგ ის სწრაფად ეშვება მიწაზე. ამ დროს ირთვება ჩამკეტი ბაგირის დოლი და ნიჩბის კიდეები საწევისა და საკუთარი წონის მოქმედებით იჭრება გრუნტში.

ციცხვის ავსების შემდეგ ფრთები იკეტება, ციცხვი იწევა ისრის მობრუნებით დასაცლელად. დაცლის შემდეგ ის უბრუნდება გრუნტის აღების ადგილს და ციკლი მეორდება.



გრეიფერი

გრეიფერით სამუშაოთა წარმოება

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გრეიფერები გამოიყენება როგორც დამხმარე მექანიზმი. ეს აისახება იმით, რომ გრეიფერის ციკლის ხანგრძლივობა 25-30% მეტია, ვიდრე დრაგლაინისა. გრეიფერს შეუძლია დაამუშაოს და ციცხვით გადაყაროს გრუნტი, როგორც ზემოთ, ასევე დგომის ორმოს ქვემოთ. ამრიგად, თუ დრაგლაინი მცირედ ეფექტურია აფეთქებული კედლის მასივზე მუშაობისას, გრეიფერული ექსკავატორი ამ შემთხვევაში მუშაობს წარმატებულად. ფხვიერი მასალების დასატვირთავად გამოიყენება დრაგლაინები ორყბიანი ციცხვით, უფრო მძიმე

გრუნტებისთვის - სამ-ოთხყბიანი ციცხვით, ხოლო მსხვილი ქვებისათვის - 8-12-ფრთიანი გრეიფერები.

8.4.4. უსაფრთხოების ტექნიკა გრუნტების ექსკავატორებით დამუშავების დროს

მიწის სამუშოების წარმოების დროს ექსკავატორებით საჭიროა სანგრევის მომზადება. ექსკავატორი უნდა იყოს მოთავსებული სწორ, ჰორიზონტალურ მოედანზე (დახრილ ზედაპირზე მუშაობა აკრძალულია). მუშაობის დროს ექსკავატორის მუშაობის ზონაში აკრძალულია გარეშე პირთა ყოფნა.

ავტომანქანაზე გრუნტის ჩატვირთვა დასაშვებია კაბინიდან მძღოლის გამოსვლის შემდეგ, აკრძალულია ცაცხვის გადატარება მძღოლის კაბინაზე. დატვირთვა უნდა წარმოებდეს ავტომანქანის გვერდითი ან უკანა ბორტების მხრიდან.

აკრძალულია ექსკავატორის მუშაობა მაღალი ძაბვის ხაზების ქვეშ.

დასახლებულ პუნქტებში ექსკავატორით სამუშაოების წარმოებისას ღრმა ქვაბულები და თხრილები უნდა იყოს შემოღობილი, ხოლო საზღვარი ღამით უნდა იყოს განათებული.

ერთცაცხვიანი ექსკავატორით მუშაობისას შესვენების დროს (თუნდაც მცირე) ისარი უნდა იყოს სანგრევიდან მოშორებით, ცაცხვი უნდა დავწიოთ გრუნტის ნიშნულზე და გამოვრთოთ ელექტროძრავა. ჭექა-ქუხილის დროს ყველა სამუშაო უნდა იყოს შეჩერებული.

ექსკავატორის გადაადგილებისას ისარი უნდა იყოს დაყენებული მოძრაობის ღერძის მიმართულებით, ცაცხვი აწეული 1მ სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან და მოწეული ისრისაკენ. ექსკავატორის გადაადგილება ელექტროხაზების ქვეშ შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მანძილი მავთულებსა და ექსკავატორის ზედა წერტილს შორის შეადგენს არანაკლებ 2 მ-ს.

8.5. სამუშაოთა წარმოება

მიწისმთხრელი სატრანსპორტო მანქანებით

მიწისმთხრელი სატრანსპორტო ეწოდება ისეთ მანქანებს, რომელთა მუშა ორგანო გრუნტის მოჭრის დროს გადაადგილდება მანქანასთან ერთად. გრუნტის ჭრა და გადაადგილება ხდება მანქანის საკუთარი ძრავის გაწევის ძალის ან საწევარის მოქმედების შედეგად. ასეთ მანქანებს მიეკუთვნება სკრეპერები, ბულდოზერები, გრეიდერები და სხვა. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაზე ეს მანქანები ფართოდ გამოიყენება.

აღნიშნულ მანქანებს ახასიათებს მაღალი მწარმოებლურობა. არ საჭიროებს გრუნტსაზიდი გზების მოწყობას და ტრანსპორტს.

ეს ამარტივებს სამუშაოთა წარმოებას და ამცირებს მათ ღირებულებას.

აღნიშნული ტიპის მანქანების უარყოფითი მხარეა: განსაკუთრებით (სკრეპებისა და გრეიდერების) პრაქტიკულად შეუძლებელია ღრმა და გეგმაში პატარა, რთული ფორმის და წყლიან ქვაბულებში მუშაობა, მუშაობა შეზღუდულია დაბალი (უარყოფითი) ტემპერატურის პირობებში და მძიმე გრუნტებში.

8.5.1. სკრეპერები. მათი კლასიფიკაცია და დანიშნულება

სკრეპერები გამოიყენება მიწის ნაგებობების ძირში მცენარეული საფარის მოსახსნელად, კარიერებში გახსნილ სამუშაოებზე, შედარებით დაბალი სიღრმის არხებისა და ქვაბულების დასამუშავებლად მიწის კაშხლების მშენებლობის დროს, არხების ძირისა და ქანობების მოშანდაკებისას. სკრეპერები ეფექტურად მუშაობს საშუალო ტენიანობის ერთგვაროვან რბილ გრუნტებში.

სკრეპერები ამუშავებს გრუნტს ჰირიზონტალური ან დაბალქანობიანი ფენებით.

ციცხვის მოცულობის მიხედვით სკრეპერები არის მცირე (3 მ^3), საშუალო (3-6 მ^3) ტევადობის და დიდი ტევადობის (8-10 მ^3 და მეტი).

გაწევის მიხედვით სკრეპერები: მისაბმელიანი, ნახევრადმისაბმელიანი და თვითმავალი.

მართვის მექანიზმის მიხედვით სკრეპერები არის ჰიდრავლიკური და საკაბელო-ბლოკური მართვით.



სკრეპერი

8.5.3. ბულდოზერები და მათი დანიშნულება

ბულდოზერი წარმოადგენს მობილურ და მაღალი წარმოების მიწისმთხრელ-სატრანსპორტო მანქანას, რომლის დანიშნულებაა ფენებად დაამუშაოს და გადააადგილოს გრუნტი 10-100 მ მანძილზე.

ბულდოზერის მუშა ორგანო წარმოადგენს ტრაქტორზე დაკიდებულ მოწყობილობას, რომელიც შესრულებულია ფრთის სახით - დანით.

ბულდოზერები გამოიყენება კაშხლის ძირის მომზადების დროს მცენარეული საფარის მისაჭრელად; მოედნების მოსასწორებლად ნაყარის მოწყობის დროს გვერდითი რეზერვებიდან; გზების მოწყობის დროს ქანობებზე სამუშაოს ჩასატარებლად; ექსკავატორის მიერ ამოღებული გრუნტების გადასაადგილებლად და ნაყარის მოსასწორებლად.

სხვა მანქანებთან კომპლექტში ბულდოზერები გამოიყენება დრაგლაინით თხრილების დამუშავებისას ნაყარში. ნაყარი გრუნტის მოსასწორებლად დატკეპნის წინ, მშენებლობის ტერიტორიის მოსაშანდაკებლად.

8.5.4. გრუნტების დამუშავება ბულდოზერებით

ბულდოზერების სამუშაო ნაწილი - მჭრელპირიანი საყრელი (ფარი) არის სამი ტიპის - გამაგრებული, ჰორიზონტალურად მამოძრავებელი და ვერტიკალურად მამოძრავებელი. უნივერსალური ბულდოზერის ფარი ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად მუშაობს, რაც შესაძლებელს ხდის მრავალი სახის სამუშაოს შესრულებას.

ბულდოზერებს იყენებენ ფენების ასაღებად და გრუნტის გადასატანად დაახლოებით 100 მეტრამდე. ბულდოზერს შეუძლია გადაამუშაოს წინასწარ გაფხვიერების გარეშე 30 სმ–მდე სიმაღლის I-III ჯგუფის გრუნტები .

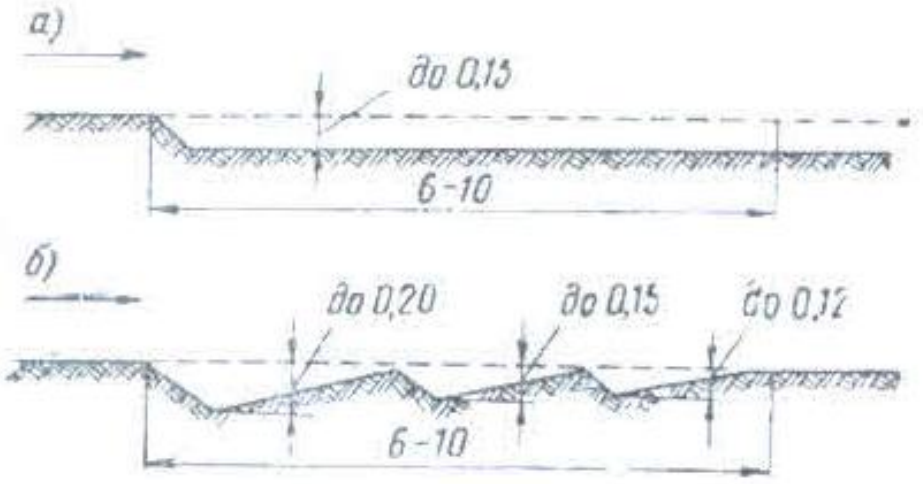
ბულდოზერის ძირითადი დანიშნულებაა - გრუნტის ჭრა, გადაადგილება, განტვირთვა და საწყის პოზიციაში დაბრუნება. გრუნტის ჭრის დროს იყენებენ მართკუთხა და არათანაბარკუთხა სქემებს.



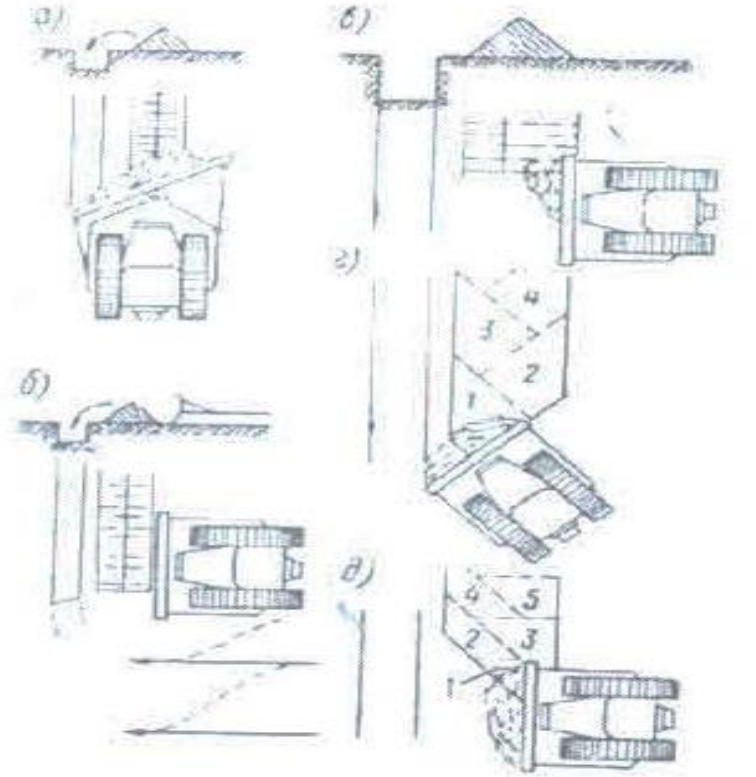
ბულდოზერი



გრუნტის ყრა ბულდოზერით



ნახ.8.11. გრუნტის ჭრის გეგმა



ნახაზი 8.12 ბულდოზერებით ორმოების ამოვსება

გრუნტის დამუშავება ხდება პირდაპირი, გვერდითი საფეხურისებრი და რვიანისებური სქემებით. პირდაპირი დამუშავებისას ბულდოზერი მოძრაობს მხოლოდ პირდაპირი მიმართულებით - აგროვებს გრუნტს, გადაადგილებს, ცლის და შემდეგ უკუსვლით უბრუნდება საწყის პოზიციას. ასეთი სქემა მიზანმიმართულია 10-30 მეტრის სიგრძეზე სანგრების და ორმოების ამოსავსებად.

გვერდითი დამუშავებისას ბულდოზერი გრუნტის შეგროვების მომენტში მოძრაობს საყრელის პარარელურად, შემდეგ შეტრიალდება საყრელისაკენ, ჩაცლის ტვირთს და უკუსვლით უბრუნდება საწყის პოზიციას. ამ სქემას იყენებენ მოედნების დაგეგმარების და ღრმა ორმოების ამოსავსებად.

საფეხურებრივი დამუშვებისას ბულდოზერი ჭრის და ტრანსპორტირებას უწევს გრუნტს საყრელი ორმოს ღერძის პარალელურ ზოლზე, რომელიც შეესაბამება ბულდოზერის საყრელის სისქეს. გრუნტის განტვირთვის შემდეგ ბულდოზერი ბრუნდება უკუსვლით სხვა ადგილზე და იწყებს ახალ ზოლზე გრუნტის მოჭრა-შეგროვებს, პირველი ზოლის პარარელურად. ასე ხდება გრუნტის დამუშავება მთელ მოედანზე.

8.5.5. უსაფრთხოების ტექნიკა სამუშაოთა წარმოების დროს მიწიმთხრელი სატრანსპორტო მანქანებით

ხაზზე გასვლის წინ მემანქანე უნდა დარწმუნდეს მისაბმელი გამწევი მოწყობილობის გამართულობაში.

ღამის საათებში მუშაობის დროს მანქანები უნდა იყოს აღჭურვილი გაბარიტული სანათი სიგნალებით, სამშენებლო მოედანი - განათებული, ხოლო ნაყარის კიდეებზე - დაყენებული გამაფრთხილებელი შუქ-ნიშნები. დაუშვებულია სკრეპერების მუშაობა თიხოვან გრუნტებში წვიმიან ამინდში, მოძრაობა აღმართზე გრძივი ქანობის დროს 25° და მეტი, მუშაობა ქანობებზე განივი დახრით 30°.

სკრეპერის მუშაობის დროს არავინ არ უნდა იმყოფებოდეს ტრაქტორსა და ცაცხვს შორის. მანქანების მბრუნავი ნაწილები უნდა იყოს დაცული ადვილად მოსახსნელი გარსაცმით. აღნიშნული მანქანების მუშაობის ზონაში აკრძალულია იმ პირების ყოფნა, რომელთაც სამუშაოსთან არა აქვთ უშუალო შეხება.

მაღალი ძაბვის ხაზებთან ახლოს მუშაობის დროს საშიში ზონა უნდა იყოს შემოსაზღვრული ნიშნებით, რომელთა ხედვა შესაძლებელი იქნება როგორც დღისით, ასევე ღამის საათებში.

8.6. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გრუნტის ხელოვნური გამაგრების ხერხები

8.6.1. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობა სხვადასხვა გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში

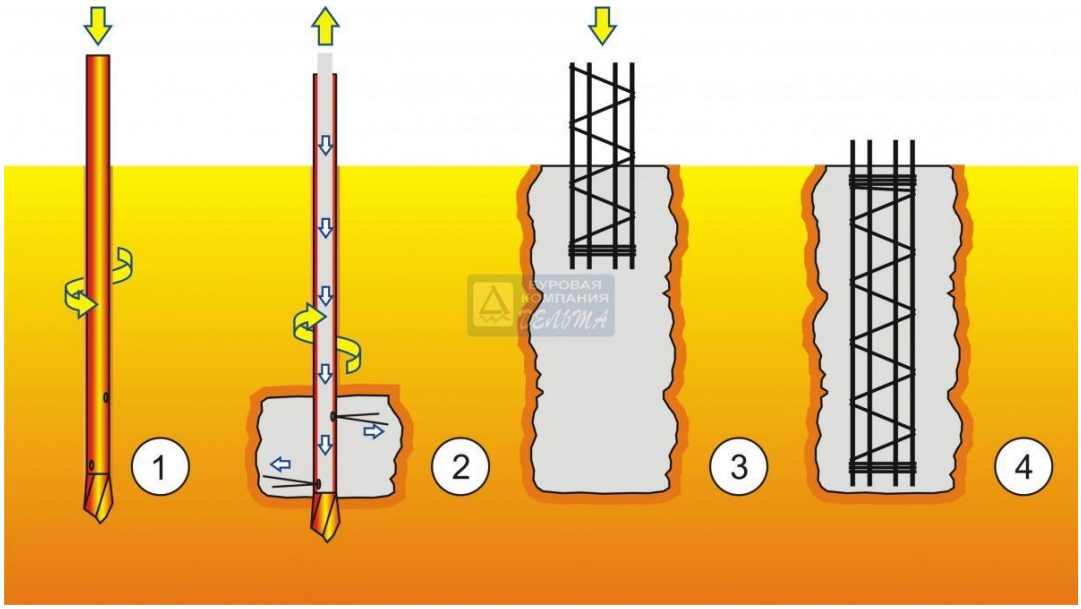
ხშირად ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ფუძე და სანაპირო მიჯნები შედგება ნაკლებადმდგრადი ქანებისაგან. ამიტომ აღნიშნული ნაგებობების აგება და ნორმალური ექსპლუატაცია მოითხოვს ისეთი ღონისძიებების გატარებას, რომელიც უზრუნველყოფს გრუნტების გამაგრებას და მათი წყალგამტარობის შემცირებას. არსებობს გრუნტების ხელოვნური გამაგრების რამდენიმე ხერხი. მათ მიეკუთვნება:

1. ხერხები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს გრუნტების წყალგამტარობის შემცირებას - ცემენტაცია, ქიმიური და თერმული გამაგრება, დროებითი მიზნით-გაყინვა.
2. ხერხები, რომლებიც უზრუნველყოფს მხოლოდ გრუნტების წყალგამტარობის შემცირებას - ცივი და ცხელი ბიტუმიზაცია;
3. გრუნტების ელექტროქიმიური შემჭიდროების ხერხები და მისთვის წყალმედეგობის უზრუნველყოფა.

გრუნტების ცემენტაცია

ცემენტაციის მეთოდი გამოიყენება ცემენტაციის საწინააღმდეგო ფარდის მოსაწყობად დაწნევითი ნაგებობების ფუძეში და სუსტი ფუძეების გასამაგრებლად.

მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: გრუნტში დაბურღულ ჭაბურღილებში დაწნევით ჭირხნავენ ცემენტის ხსნარს ამა თუ იმ კონცენტრაციის კლდოვანი ქანების ნაპრალებსა და ფხვიერი ქანების ფორებში. გარკვეული პერიოდის შემდეგ ხსნარი, რომელიც ავსებს ნაპრალებსა და ფორებს, მაგრდება და ქანი ხდება მცირეგამტარი მონილოთი.



თუ კლდოვან ქანებში ბზარებია, ცემენტაცია ხდება ბზარების გამორეცხვის გარეშე. თუ ბზარები შევსებულია თიხოვანი ან შლამოვანი მასალებით, მაშინ ცემენტაციის წინ საჭიროა მათი გამორეცხვა. ეს ოპერაცია ხდება შემდეგნაირად: ყველა ჭაბურღილში, გარდა ერთისა, რიგრიგობით ჭირხნიან წყალს მანამ, სანამ ღია ჭაბურღილიდან არ გამოვა სუფთა წყალი. შემდეგ ამ ჭაბურღილს დახურავენ. აღებენ ერთ-ერთ დახურულ ჭაბურღილს და ხელმეორედ ჭირხნავენ წყალს დანარჩენებში მანამ, სანამ ღია ჭაბურღილიდან არ წამოვა სუფთა წყალი.

საცემენტაციო ფარდების პროექტირება

ცემენტაციის პროექტირების დროს ირჩევენ ფარდის ტიპს და მისი მოწყობის ხერხებს, ნიშნავენ ფარდის ზომებს და მის ფილტრაციის კოეფიციენტს, ჭაბურღილების განლაგებას, დაჭირხვნის დაწნევას, განისაზღვრება სამუშაოთა მოცულობები, მათი წარმოების მეთოდები, დგინდება ფარდის და ნაგებობის შეუღლების მეთოდები.

წყალგამძლე (წყალგაუმტარი) ფენის მცირე სიღრმეზე განლაგების შემთხვევაში ფარდა უნდა მოეწყოს მის ჭერამდე, ხოლო ღრმად განლაგების შემთხვევაში - სიღრმემდე, რომელიც შეესაბამება კაშხლის დაწნევის 1-2. ფარდები კეთდება ერთ ან რამდენიმე რიგად.

გასამაგრებელი ცემენტაცია ეწყობა საძირკვლის მონოლითობის და სიმტკიცის ასამაღლებლად და დეფორმაციის შესამცირებლად. იგი სრულდება უფრო სქელი ხსნარით მაღალხარისხოვანი ცემენტით.

საცემენტო ფარდების ხსნარის ძირითადი მაჩვენებლები არის მისი სიმკვრივე და უწყვეტობა.

მკვრივი, მტკიცე ქანების ცემენტაციის დროს, როცა დაჭირხვნა შეიძლება ვაწარმოოთ მაღალი დაწნევებით, ბურღილებს შორის მანძილი შეიძლება მივიღოთ უფრო დიდი, ვიდრე სუსტ ქანებში.

სუსტ ქანებში მაღალი წნევის გამოყენება საშიშია, ბურღილებს შორის მანძილს ამცირებენ და აწყობენ მრავალრიგიან ფარდებს.

მოედნის ცემენტაციის დროს ბურღილები ლაგდება ჭადრაკულად ან კვადრატულად 3-6 მ მანძილით.

საცემენტაციო სამუშაოების წარმოება

საცემენტაციო ფარდების სამუშაოთა კომპლექსი მოიცავს - ჭაბურღილების ბურღვას, ხვედრითი წყალშთანთქმნადობისა და ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრას, ხსნარის დაჭირხვნას, წყლის საკონტროლო დაჭიხვნას და ჭაბურღილების ლიკვიდაციას. ეს სამუშაოები შეიძლება შესრულდეს როგორც გრუნტის ზედაპირიდან (ქვაბულის ძირიდან), აგრეთვე ნაგებობის ტანის გავლითა და მიწისქვეშა გამონამუშევრებიდან.

ჭაბურღილების საბურღავად გამოიყენება დარტყმითი - მექანიკური, მბრუნავი ან დარტყმით-მბრუნავი დანადგარები. 10მ სიღრმემდე საბურღავად გამოიყენება პერფორატორები. ჭაბურღილები არამდგრად ქანებში იბურღება სამაგრი მილებით, რომლებიც ქანების დამაგრების შემდეგ იღება.

ჭაბურღილების დაიამეტრი განისაზღვრება მისი სიღრმით და ბურღვის მეთოდით. ჩვეულებრივად, იგი უდრის 38-56 მმ-ს პერფორატორით ბურღვისას, 46-76 მმ-ს - დანადგარებით ბურღვისას.

ჭაბურღილებში ხსნარის დაჭირხვნა

ცემენტაციისათვის ჭაბურღილის მომზადება მდგომარეობს ჭაბურღილის შლამისაგან გარეცხვაში.

ცემენტის ხსნარი იჭირხნება ჰიდრავლიკური ან პნევმატიკური მეოდით. ჰიდრავლიკური მეთოდით ხსნარი იჭირხნება მაღალი დაწნევის ტუმბოთი. ხოლო პნევმატიკური მეთოდის დროს - შეკუმშული ჰაერით. მეტად გავრცელებულია I მეთოდი.

ცემენტაცია იწყება თხელი ხსნარის დაჭირხვნით (რომ შეივსოს უფრო წვრილი ბზარები), ხოლო შემდეგ ცემენტაცია იწყება უფრო სქელი ხსნარით დაჭირხვნით.

ცემენტიზაცია მიმდინარეობს უწყვეტად მანამ, სანამ არ გაივსება ჭაბურღილი.

დასრულებულია ცემენტაცია მაშინ, როცა მიღწეულია ჭაბურღილის მიერ ხსნარის მიღება ან როცა ის შეადგენს 0,05-0,1 ლ/წთ 1 გრძივ მეტრზე.

ზამთარში ცემენტაციისას ყველა ხსნარგამტარი მილი უნდა დათბუნდეს ან აწყობენ ტრანშეაში და მიწას მიაყრიან. საცემენტაციო დანადგარებს ათბუნებენ, რათა ხსნარის ტემპერატურა იყოს 15-20°C.

დაჭირხვნის ხსნარის შემადგენლობა

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობებზე ცემენტაციის დაჭირხვნის დაწნევა იცვლება 2-80 ატმ (ზოგჯერ 120 ატმ. აღწევს).

ჩვეულებრივად ხსნარები ცემენტაციისათვის მზადდება მაღალი ხარისხის ცემენტისაგან მარკით 300-600. აგრესიული გრუნტის წყლების შემთხვევაში გამოიყენებენ ქიმიურად მდგრად ცემენტებს.

ცემენტაციის დროს გამოიყენება როგორც სუფთა ცემენტის ხსანარები, ასევე ხსნარები დანამატებით. დანამატებად შეიძლება გამოვიყენოთ წვრილი ქვიშა, თიხა, ქვის ფქვილი, დაფქვილი წიდა.

ცემენტ-ქვიშნარი ხსნარები გამოიყენება კლდოვან ქანებში დიდი ბზარებითა და კავერნებით.

ცემენტ-თიხნარი ხსნარებისათვის გამოიყენება აგურის თიხა, მსუბუქი თიხნარები, ქვიშნარები.

ცემენტ-თიხნარის შემადგენლობა მერყეობს 1:0,5-დან 1:3 (ცემენტი/თიხა) ხოლო წყალსიმკვრივის შეფარდება (წყალი/ცემენტი+თიხა) 1-დან 2,5-მდე.

დაიმახსოვრეთ: მაღალი კაშხლების ფუძეში ცემენტ-თიხოვანი ხსნარები კლდოვანი ქანების ცემენტაციისათვის არ გამოიყენება.

ცემენტაციის მოწყობილობები

ცემენტაციის მოწყობილობა შედგება ჭაბურღილის მოწყობილობებისა და ხსნარის მოსამზადებელი და დასაჭირხნი დანადგარებისაგან.

საცემენტაციო დანადგარები არსებობს მოძრავი და სტაციონალური.

მოძრავი დანადგარები გამოიყენება საინექციო ხსნარის მცირე რაოდენობით გამოყენების შემთხვევაში, აგრეთვე გვირაბებსა და მკვეთრად ცვლად რელიეფის პირობებში.

სტაციონალური დანადგარები გამოიყენება ხსნარის დიდი რაოდენობით გამოყენების შემთხვევაში და დიდი სამუშაო ფრონტის პირობებში. ზამთარში ისინი უნდა დათუნდეს.

გრუნტების ბიტუმიზაცია

ბიტუმიზაციის პროცესი მდგომარეობს ბზარებიან კლდეებში ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდის მოწყობაში, ხრეშოვან და ქვიშოვან გრუნტებში ბიტუმის მასალების დაწნევით დაჭირხვნაში.

განასხვავებენ ბიტუმიზაციის ორ სახეს - ცხელი და ცივი.

ცხელი ბიტუმიზაციის დროს ჭაბურღილებში ჭირხნავენ 150-180°C გაცხელებულ ბიტუმის მასტიკას ან ასფალტის ხსნარს, რომლებიც ხვდება ბზარებსა და ფორებში, გამოდევნის წყალს, ცივდება და გარდაიქმნება მკვრივ მცირე პლასტიკურ მასალად. ცივი ბიტუმიზაცია მდგომარეობს ნაპრალში წვრილდისპერსიული ბიტუმის ემულსიის დაჭირხვნაში. იგი გამოიყენება ქვიშოვანი გრუნტების გასამაგრებლად.

ბიტუმის ემულსია წარმოადგენს ნარევს დაქუცმაცებულ ბიტუმის მასალას (50%-მდე) ემულგატორებით (თიხა, აირი, ტრეპლი) და წყლით. ემულგატორი გარს ეხვევა ბიტუმის ნაწილაკებს და ეწინააღმდეგება მათ ზრდას და გამოვარდნას. ბიტუმის ემულსიის გავრცელების რადიუსი 1-3 მ–ია.

ცხელი ბიტუმიზაციის მეთოდი გამოიყენება ფილტრაციის მაღალი სიჩქარეების დროს (5000-7000 მ/წმ) ან აგრესიული წყლების შემთხვევაში. ცხელი ბიტუმიზაციის მაღალ დონეზე ჩასატარებლად ქანების ხვედრითი წყალშთანთქმადობა არა უმცირეს 0,02 ლ/წთ. უნდა აღინიშნოს, რომ ბიტუმი ხანგრძლივი ჰიდროსტატიკური დაწნევისას „ლღვება“ და დროთა განმავლობაში გამოდის ფარდის საზღვრებიდან.

ცხელი ბიტუმიზაციის მეთოდის ნაკლს მიეკუთვნება ის ფაქტი, რომ 0,2 მმ ზომაზე უფრო მცირე ფორები და ნაპრალები არ ივსება.

გრუნტების სილიკატიზაცია

სილიკატიზაცია წარმოადგენს ქვიშოვანი ქანების გამაგრების ქიმიურ მეთოდს სილიკატური ხსნარებით. ქიმიური რეაქციის შედეგად ხსნარიდან გამოიყოფა კაჟის მჟავის გელი, რომელიც ავსებს გრუნტის ფორებს და აქცევს მას შეკრულ, საკმარისად გამძლე წყალგაუმტარ მასალად.

აღნიშნული გზით გრუნტის გამაგრების სიმტკიცე შეიძლება მივიყვანთ 40-60 კგ/სმ^2, მიღებული ფარდები მდგრადია აგრესიული გრუნტის წყლების წინააღმდეგ.

მოწყობილობა, რომლითაც ხორციელდება გრუნტების სილიკატიზაცია, შედგება მილები-ინექტორებისაგან შიგა დიამეტრით 20-38 მმ და სიგრძით თითოეული 1-1,5 მ.

ხსნარის დაჭირხნისათვის გამოიყენება ტუმბოები, ხარჯით 5 ლ/წთ. კონტროლი დაწნევისა სისტემაში ხორციელდება მანომეტრებით.

8.6.2. ინექციური სამუშაოების უსაფრთხოების ტექნიკა

ბიტუმიზაციის სამუშაოების ჩატარებისას უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ცხელ ბიტუმთან მუშაობას. ბიტუმის ჩატვირთვის წინ ქვაბები აუცილებლად უნდა გავაშროთ შეკუმშული ჰაერით.

ბიტუმი უნდა ჩაიტვირთოს იმ რაოდენობით, რომ გამლღვალი ბიტუმი 0,6 სმ უფრო დაბალ ნიშნულზე იყოს ქვაბის თავიდან, ხოლო ქვაბის გადაადგილების საჭიროების შემთხვევაში - 10-15 სმ.

8.7. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გრუნტის ხელოვნური გამაგრების ხერხი

8.7.1. მიწის ნაგებობის ფერდობის გამაგრება

მიწის ნაგების ფერდოების ზედაპირებზე წყლის, ქარისა და ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად შესაძლებელია წარმოიშვას უმნიშვნელო ბზარები და უსწორმასწორო ადგილები, რომლებიც ზემოთ აღნიშნული ფაქტორების ხანგრძლივი მოქმედებისას შესამჩნევად დიდდება და დაზიანების საფრთხეს უქმნის მიწის ნაგებობებს.

წყლის მოქმედებით ფერდობები შეიძლება წაირეცხოს, ხშირად წყალი მოქმედებს გრუნტის ზოგიერთ შემადგენელ ნივთიერებაზე (კირი) როგორც გამხსნელი, ამავე დროს მიწის ნაგებობის წყლით გაჟღენთვა მნიშვნელოვნად ცვლის გრუნტის მექანიკურ თვისებებს.

ქარის ზეგავლენით გრუნტი იფიტება. გამოფიტვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ქარის ხანგრძლივობაზე, ძალასა და გრუნტის თვისებებზე. გრუნტის არაერთგვაროვნების შედეგად გამოფიტვის სიძლიერე ფერდობის სხვადასხვა ადგილას განსხვავებულია. ამის გამო შესაძლებელია გრუნტის ნაწილაკები საერთო ზედაპირიდან მხოლოდ რამდენიმე წერტილში დარჩეს დაკავშირებული და სიმძიმის ძალის, ქარისა და სხვა ფაქტორების ხანგრძლივი მოქმედებით მოსწყდეს და ჩამოიშალოს. ამ პროცესმა შესაძლებელია გამოიწვიოს მიწის ნაგებობების არა მარტო მდგრადობის შემცირება, არამედ ნგრევაც. რაც შეეხება ტემპერატურის ზემოქმედებას გრუნტის ზედაპირზე, ეს გამოიხატება გრუნტის გაფართოებით, ბზარების წარმოშობით. ასეთივე მოვლენებს იწვევს დაბალი ტემპერატურაც (0°C-ზე დაბლა).

წარმოშობილ ბზარებში თავისუფლად შედის წყალი, რის შედეგადაც მცირდება გრუნტის ნაწილაკებს შორის გადაბმულობის და ხახუნის თვისება. გარდა ამისა, შესაძლებელია წარმოიშვას ახალი ბზარები.

ამრიგად, თერმულ მოქმედებასაც შეუძლია გამოიწვიოს მიწის ნაგებობის ზედაპირის დაზიანება.

ფერდობის გამაგრება მიზნად ისახავს დაიცვას ისინი წყლის, ქარისა და თერმული ძალების მავნე მოქმედებისაგან.

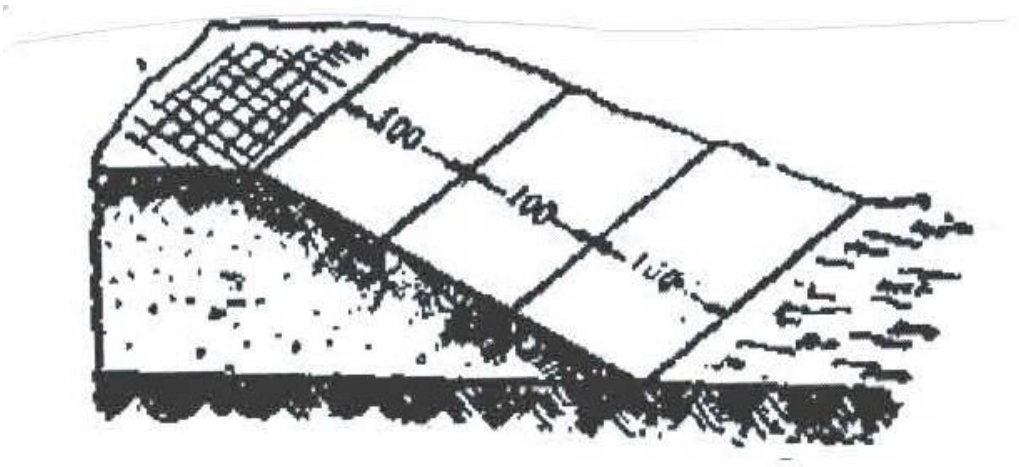
ფერდობის გამაგრება შესაძლებელია დაიყოს შემდეგ სახეებად:

I - გამაგრება ცოცხალი მცენარეებით:
ა) ბალახების დათესვით;
ბ) ბუჩქებისა და ხეების გაშენებით;
გ) ზედაპირის ბელტებით დაფარვით (უჯრებად ან მთლიანად).
II - გამაგრება ერთმაგი ან ორმაგი ქვაფენილებით;
III - გამაგრება ფიჩხებით;
IV – გამაგრება ფიჩხკონებით:
ა) ჩვეულებრივი ფიჩხკონებით;
ბ) მძიმე ფიჩხკონებით;
გ) ფიჩხკონების ლეიბებით.
V - გამაგრება ქვით, აგურით, ბელტებით და სხვა;
VI - გამაგრება გაბიონებით;
VII - გამაგრება წყალგაუმტარი ფენებით;
VIII - გამაგრება ყამირში შესაბამისი ორგანული და არაორგანული ნივთიერების შეტანით.

ფერდობის გამაგრების სახეების აღწერა

ბალახების ფერდობების დაფარვის პროცესის დასაჩქარებლად დასაცავ ზედაპირზე ბალახებს თესავენ გაზაფხულსა ან შემოდგომაზე.

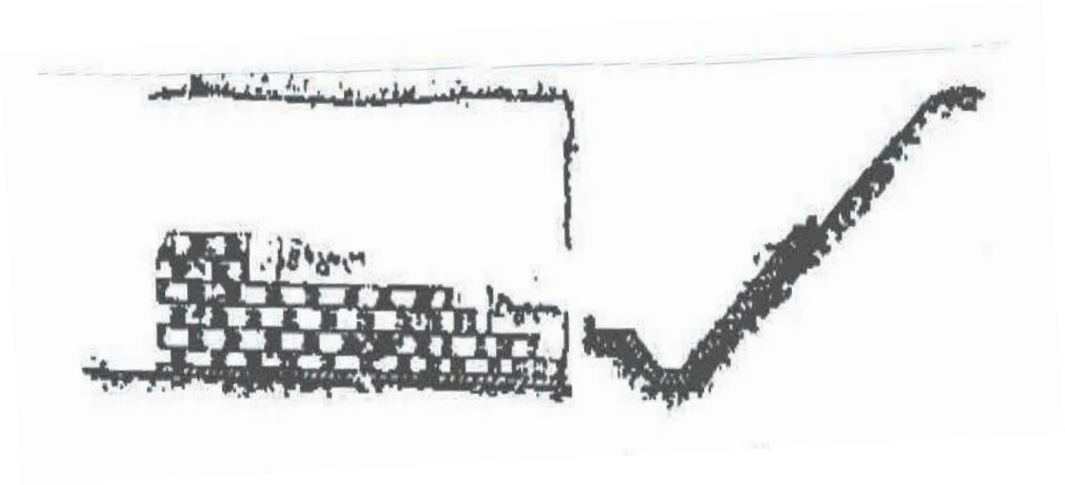
იმ შემთხვევაში, როდესაც ბუნებრივი გრუნტი (მაგ., თიხა, ქვიშა) ბალახების დათესვის საშუალებას არ იძლევა, ფერდობი საჭიროებს შავი მიწის 10-12 სმ სისქის ფენით ხელოვნურად დაფარვას. შავი მიწის ფენის ჩამოცურების თავიდან ასაცილებლად ფერდობზე წინასწარ ამოღებული უნდა იქნას 100 სმ სიგანის მქონე საფეხერები 8.13



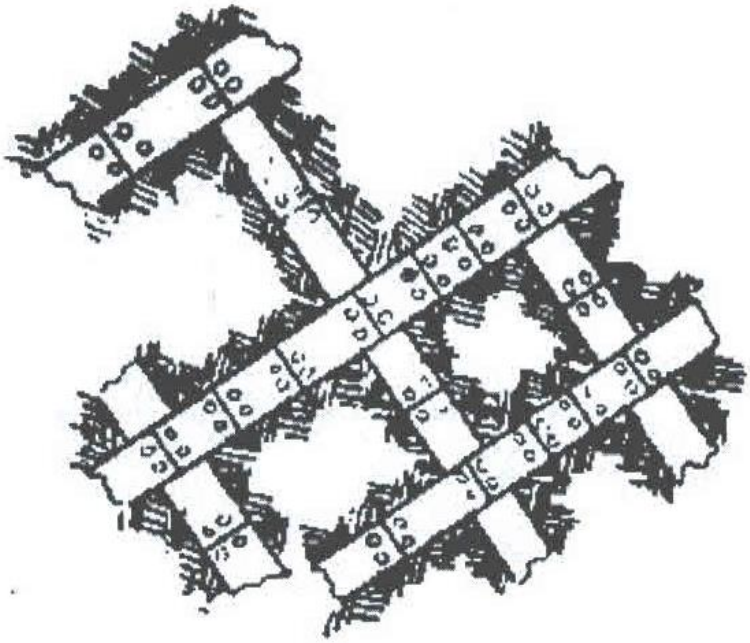
ნახ. 8.13

ბელტებით ფერდობის გამაგრება შესძლებელია რამდენიმე ხერხით:

ა) დაბელტვა ბრტყლად-მთლიანად მთელი ზედაპირის ან უჯრედებად ნახ. 8.14; ნახ. 8.15



ნახ. 8.14 დაბელტვა ბრტყლად



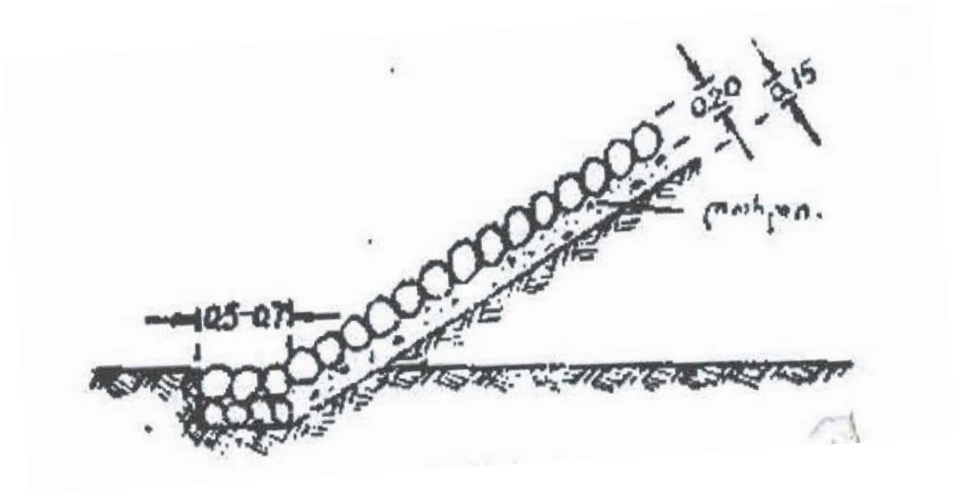
ნახ. 8.15. დაბელტვა უჯრებად

ბრტყელი დაბელტვა ხდება არა უმეტეს 1:1 ქანობის მქონე ფერდობების გასამაგრებლად; უფრო დიდი ქანობისას კი მიზანშეწონილია ზედაპირის უჯრებად დაბელტვა, ნახ. 8.15.

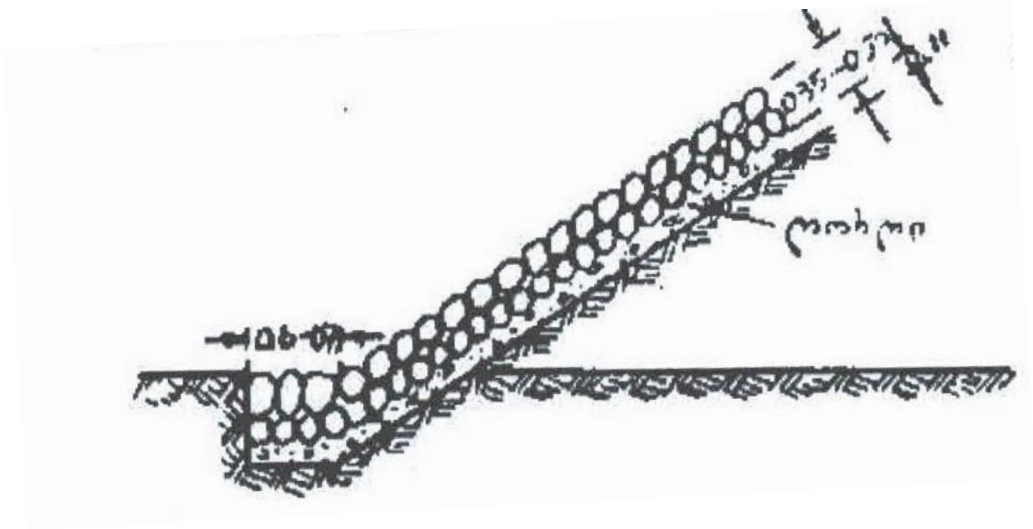
ბელტების დამზადება იყოფა შემდეგ ოპერაციებად: ადგილის დაყოფა, განივი და სიგრძივი ჭრა საბელტო ფენისა, რომელიც ჩვეულებრივ 20-30 სმ-ს უდრის, სისქე კი 2-2,5 სმ-ს.

ბელტების დაწყობისა და დამაგრების შემდეგ ფერდობი იწმინდება დარჩენილი ნაგვისაგან და ირწყვება.

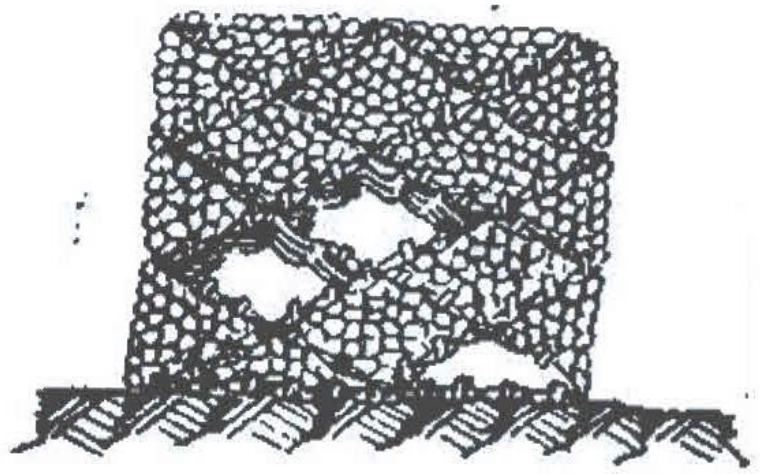
ქვაფენილის გამაგრება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდებზე მუდმივად არ დგება ტბორი, საკმარისია გამაგრება, ერთმაგი (ნახ. 8.16) ან ორმაგი (ნახ. 8.17) მოკირწყლვლით, ან უჯრედოვანი ქვაფენილით (ნახ. 8.15).



ნახ. 8.16. ფერდების ერთმაგი მოკირწყლული გამაგრება



ნახ. 8.17 ფერდობის ორმაგი მოკირწყლული გამაგრება



ნახ. 8.18. ფერდობის უჯრედიანი ქვაფენილის გამაგრება

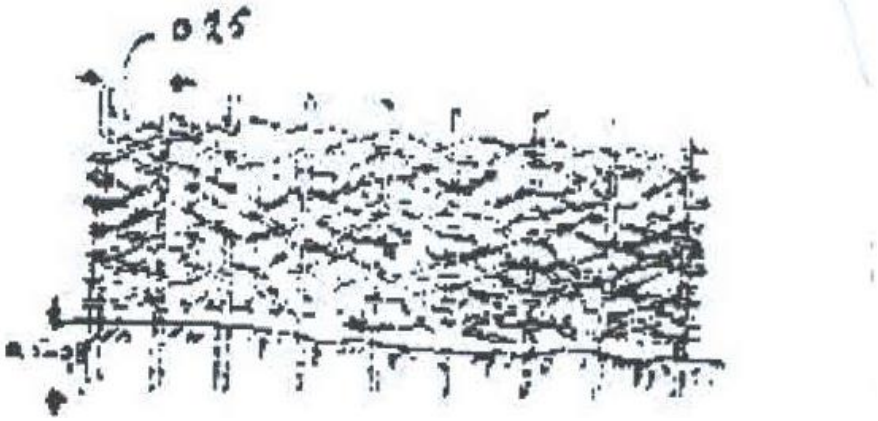
ერთმაგი ქვაფენილის სისქე 0,15-9,25 მეტრს უდრის. ორმაგის ქვაფენილის შემთხვევაში ქვემო ფენა 0,15-0,20 სისქის იწყობა, ხოლო ზემო ფენა 0,2-0,3 მეტრი სისქის. მოკირწყვლა ქვემოდან იწყება და პარალელურ ზოლებად მიმდინარეობს მთელ მის სიგრძეზე.

მოკირწყლამდე ფერდობის ზედაპირი უნდა გასწორდეს. ქვებს შორის დარჩენილი ცარიელი ადგილის ამოსავსებად და საფარის მოსაწყობად იხმარება, ერთი მხრივ, დარეკადი მასალა (ხავსი, ლელი, ნაკელი, ჩალა და სხვა), მეორე მხრივ, ხისტი საშენი მასალა (ღორღი).

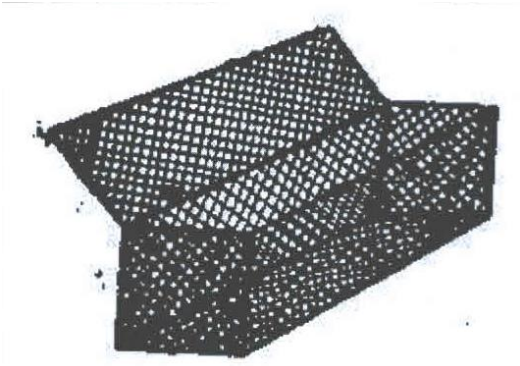
ხისტი მასალა იხმარება ქვებს შორის დარჩენილი ცარიელი ადგილის ამოსავსებად, დრეკადი კი - მხრების ადგილებში საფენებად.

უჯრებად მოკირწყვლისას (ნახ. 8.18) უნდა გაკეთდეს წნული უჯრები ზომით 0,75+0,75 მეტრიდან 1,0 მეტრამდე, სიმაღლით 0,2-0,45 მეტრი და მეტიც. უჯრების მოსაწობად ხმარობენ 3-7 სმ სისქის და 60-150 სმ. სიგრძის სარებს.

სარები დამზადებული უნდა იყოს ტირიფის ჯიშის ხეებისგან, ვინაიდან გრუნტში ჩასმისას ისინი ადვილად ხარობს. სარები ისმება 0,5-0,8 მეტრის სიმაღლეზე და 0,25 მეტრის დაშორებით ერთმანეთისაგან (ნახ. 8.19). მოგნილული უჯრედები ივსება ქვებით ან ქავფენილებით.



ნახ.8.19. სარებით მოწნული უჯრედებით მოკირწყვლა



ნახ. 8.20. გაბიონებით გამაგრება

გაბიონებით გამაგრება. გაბიონები წარმოადგენს 2-6 მმ სიმსხო მავთულისაგან მოწნულ სახურავიან ყუთებს (ნახ. 8.20). ასეთ ყუთებს ავსებენ ქვებით და ხურავენ სახურავით, რომელსაც მავთულით ამაგრებენ ყუთის კედლებთან. გაბიონები 2-6 მ სიგრძისა და 0,5-2 მ სიმაღლის მზადება.

მდინარის კალაპოტის გვერდების ეროზიის საწინააღმდეგოდ გამოიყენება: 1. წყალი, 2. მარილი, 3. ორგანული სასუქი, 4. ბალახის თესლები (მარცვლები).

მათი ნარევი წნევის საშუალებით მოიფრქვევა რამდენჯერმე მთელ ზედაპირზე.

8.8.ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები

8.8.1. ბურღვის სამუშაოები. ბურღვის მექანიკური ხერხები.

მექანიკური ბურღვის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ბურღვის სამუშაოები სრულდება ჰიდროკვანძის მშენებლობის ყველა სტადიაში.

ჭაბურღილში ქანების ნგრევა ხდება ცალკეული დარტყმით-საბურღი ინსტრუმენტებით ან პერიმეტრზე ქანების ჭრით საბურღი ინსტრუმენტების ტრიალით. შუა ნაწილში რჩება ქანების ხელუხლებელი ნაწილი - კერნი.

ჭაბურღილების გაყვანა ხდება პნევმატური ჩაქუჩით და დარტყმითი-საბაგირო და ბრუნვა დატყმითი-დანადგარებით. პნევმატური პერფორატორები გამოიყენება 20 მ-მდე ჭაბურღილების გასაყვანად. დიამეტრით 30-80 მმ ნებისმიერი სიმაგრის კლდოვან ქანებში. პერფორატორის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ბურღი, რომელიც ჩაქუჩშია მოთავსებული, ხშირი დარყმების (დგუში-სარტყამი) ზემოქმედებით ანგრევს ქანს ბურღილში. პერფორატორი მოქმედებაში მოდის შეკუმშული ჰაერით, ზოგჯერ - შიგა წვის ძრავით.

დარტყმითი საბაგირო ბურღი გამოიყენება IV კატეგორიის გრუნტებში 100-500 მ სიღრმის და 200-400 მმ დაიამეტრის ჭაბურღილების დასამუშავებლად.

ბრუნვა–დარტყმითი ბურღვის მეთოდი გამოიყენება 50 მ სიღრმის და 150 მმ დიამეტრის ჭაბურღილების გასაყვანად მაგარ ქანებში.

ბურღვის ფიზიკური მეთოდებია: თერმული ჰიდრავლიკური და ელექტროიმპულსური. ყველაზე მეტად გამოიყენება თერმული მეთოდი.

აფეთქებითი სამუშაოები

აფეთქება წარმოიშვება ასაფეთქებელი ნივთიერების სწრაფი ქიმიური გარდაქმნის შემთხვევაში ერთი მდგომარეობიდან მეორეში, რასაც თან ახლავს დიდი დაწნევის ქვეშ მყოფი გაზების წარმოქმნა (რამდენი ათასი ატმოსფერო). აღნიშნულ გაზებს აქვსთ დიდი ენერგია და მაღალი ტემპერატურა. მაგ., 1 კგ ამონიტის აფეთქებისას წარმოიქმნება 2500°C ტემპერატურის გაზები.

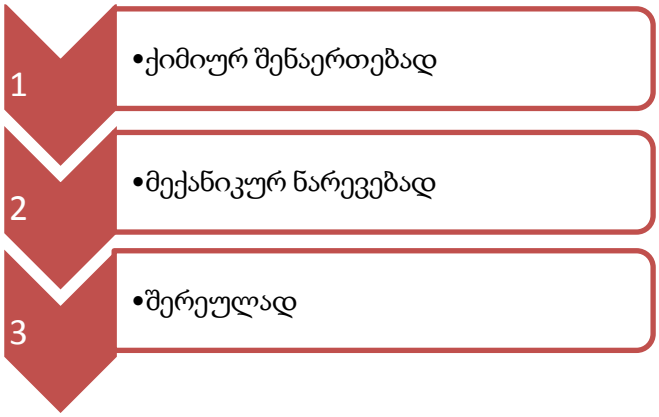
არსებობს აფეთქების ორი სახე:

1. **აფეთქებითი წნევა** – აფეთქება ვრცელდება 400–დან 2000 მ/წმ სიჩქარით დარტყმითი ტალღის გავრცელების გარეშე;
2. **დეტონაცია** –აფეთქების გავრცელება განპირობებულია დარტმითი ტალღის გავლით ასაფეთქებელ მასალზე ბგერის გავრცელების სიჩქარით (8500 მ/წმ).

პირველ შემთხვევაში გაზის წნევა შედარებით ნელა მატულობს, ქანები ინგრევა–იშლება დიდ ნაჭრებად. დეტონაციის შემთხვევაში კი მაშინვე წარმოიქმნება დიდი წნევა, რის გამოც ქანები იშლება მცირე ნაწილაკებად.

ასაფეთქებელი ნივთიერებები

შემადგენლობის მიხედვით ასაფეთქებელი ნივთიერებები ყოფა:



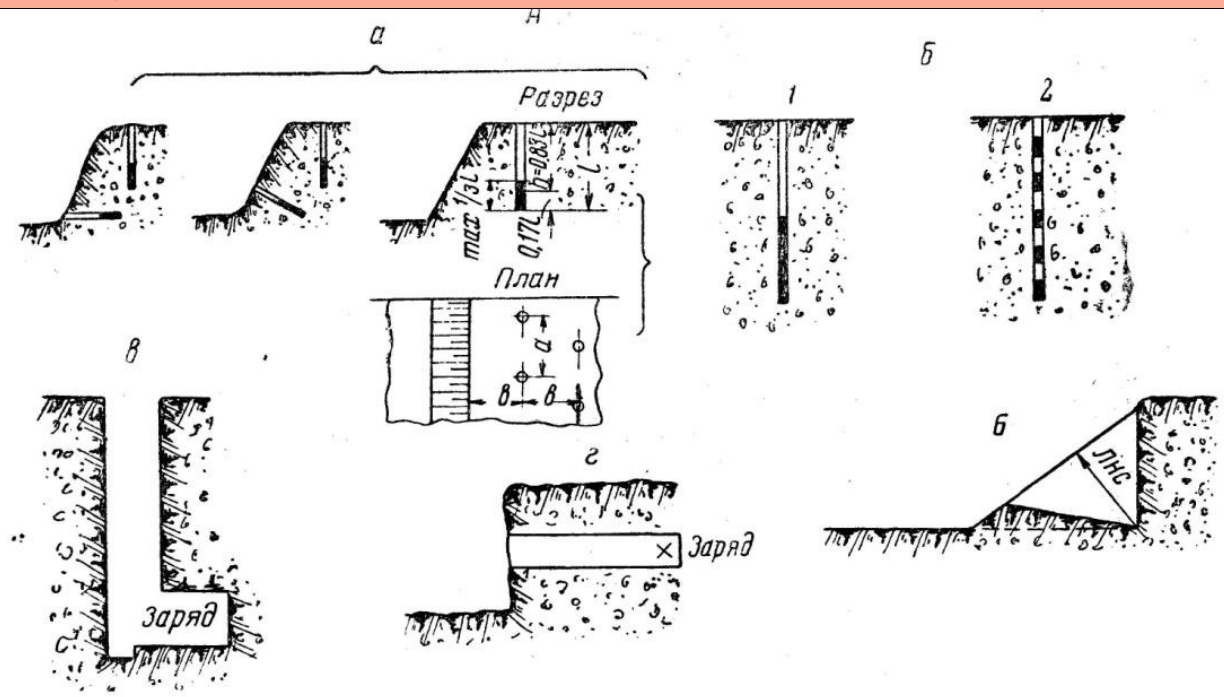
I ჯგუფს მიეკუთვნება: ტროტილი, ნიტროგლიცერინი, მელინიტი, ტყვიის აზიდი და სხვა. მექანიკურ შენაერთებს – კვამლიანი დენთი, რომელიც შედგება კალიუმის სელიტრისა (75%), გოგირდისა (10%) და ნახშირისაგან (15%);

II ჯგუფს მიეკუთვნება: ამონიტები – ამიაკის სელიტრა (79-85%), ტროტილი (5-21%) და ხის ფქვილი და დინამიტები, რომლებიც შედგება ნიტროგლიცერინისა და საწვავი დანამატებისაგან.

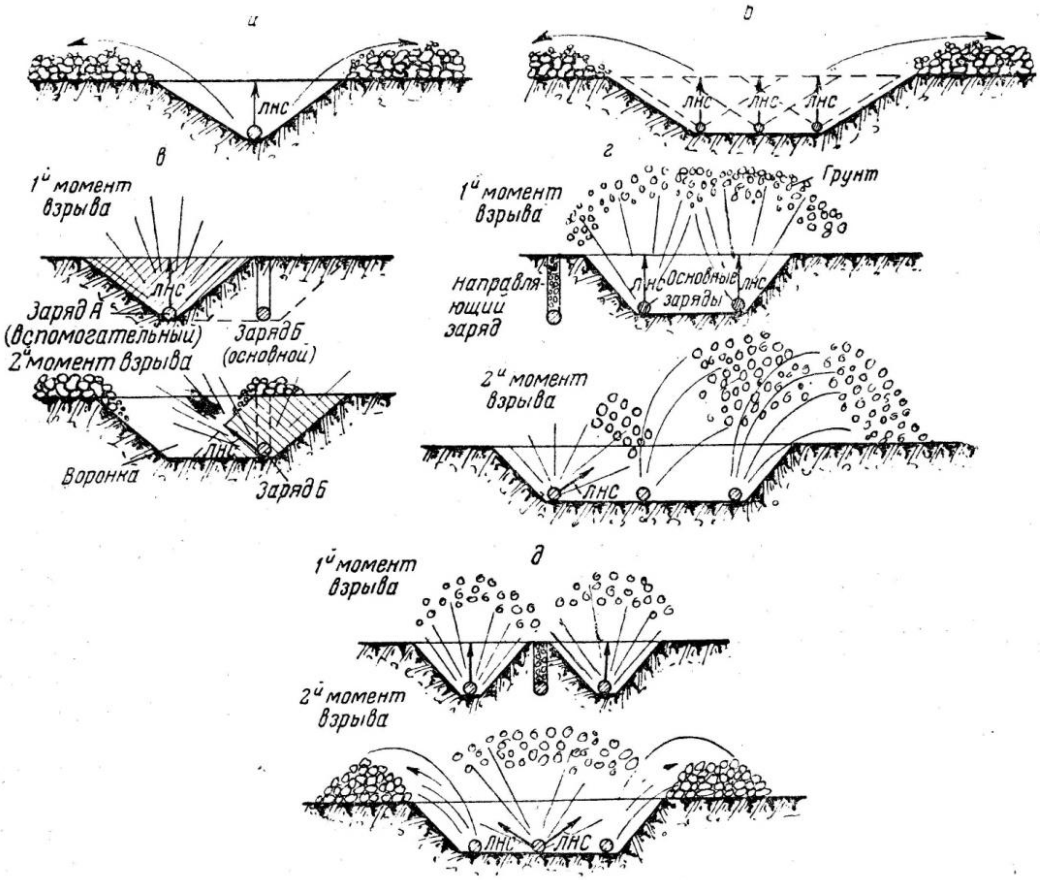
ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ყველაზე მეტად გამოიყენება ამონიტები, რომლებიც განსხავდება ნომრების მიხევით. ისინი უსაფრთხონი არიან პრაქტიკაში, არ ფეთქდება

დარტყმების, ხახუნის და ცეცხლის ზემოქმედების შედეგად. ნესტიან გარემოშიც არ ფეთქდება, ამიტომაც ამონატის მუხტი უნდა იყოს მოთავსებული წყალგაუმტარ გარსში. დინამიტების აფეთქება შესაძლებელია წყალში.

მიწისქვეშა სამუშაოებში გამოიყენება სპეციფიკური ამონიტები, რომლებიც არ გამოყოფს მავნე გაზებსა და მტვერს.



აფეთქებით გრუნტის დამუშავების სქემები



გრუნტის ამოყრა მასიური აფეთქებით

ეს მნიშვნელოვანია

8.5. ბურღვა–აფეთქებითი სამუშაოების უსაფრთხოების ტექნიკა

ბურღვითი სამუშაოები მიმდინარეობს სამუშაოთა წარმოების პროექტის მიხედვით. სამუშაოს დაწყებამდე უნდა შემოწმდეს საბურღი ჩარხების გამართულობა.

დანადგარები აუცილებელია შემოფარგლულ იქნას ლითონის გარსაცმი ბადით. ჩარხებთან დაიშვება ის მუშა–პერსონალი, რომლებსაც გავლილი აქვთ სპეციალური ინსტრუქტაჟი. დანადგარების და ჩარხების გადაადგილება ხდება წინასწარ მომზადებულ გასწორებულ ტერიტორიაზე.

ელექტრობურღით მუშაობა დასაშვებია მხოლოდ რეზინის ხელთათმანებით. ელექტროუსაფრთხოების ყველა მოთხოვნის სათანადო დაცვით.

ასაფეთქებელი სამუშაოების წარმოებისას საჭიროა დადგინდეს საშიში ზონა და მოხდეს დაცვის სათანადო ორგანიზაცია. სამუშაოდ დაიშვება მხოლოდ ის პერსონალი, რომელსაც აქვს **„ამფეთქებლის სპეციალური საშვი“.**

საჭიროა დადგენილი იქნას ჩატარებული სამუშაოების საზღვრები, რომლებიც წარმოადგენს საშიშ ზონას დანარჩენი პერსონალისათვის. აღნიშნული ზონა უნდა შემოიფარგლოს, ღამის საათებში უნდა იქნას განათებული და დაფიქსირდეს სპეციალური გამაფრთხილებელი პლაკატები. ყველა პირი, რომლებიც დასაქმებულნი არიან მშენებლობაზე, უნდა იქნეს გაფრთხილებული და ჩატარებული ჰქონდეს ისტრუქტაჟი ასაფეთქებელი სამუშაოების გრაფიკის მიხედვით.

ბურღვა–აფეთქებითი სამუშაოები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაზე მიმდინარეობს სპეციალიზებული სამსახურების მიერ.

8.9. ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოები ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ბეტონის სამუშაოების თავისებურებანი

ჰიდროტექნიკური მშენებლობა ხასიათდება ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოების დიდი მოცულობებით. მათი ღირებულება შეადგენს ჰიდროკვანძის საერთო ღირებულების 30-40%-ს.

ბეტონის სამუშაოების დიდი მოცულობები განპირობებულია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მასიურობით.

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ბეტონს მისი მუშაობის პირობების სპეციფიკურობის გამო (წყლის ქვეშ დიდი დაწნევით ან წყლის დონის ცვალებადობის პირობებში ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ცვალებადობისას) განსაკუთრებული მოთხოვნები წაეყენება. ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ბეტონი უნდა იყოს არა მარტო მექანიკურად გამძლე კუმშვაზე, არამედ მკვრივი, წყალგაუმტარი, ყინვაგამძლე, წყლის აგრესიაზე მდგრადი, ტემპერატურის ცვლილებების დროს ბზარმედეგი. ბეტონს უნდა ჰქონდეს წინააღმდეგობა ნატანით გამოწვეულ ცვეთაზე.

ჰიდროტექნიკური ბეტონის მარკები:

ა) **კუმშვაზე სიმტკიცის მიხედვით** 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 კგძ/სმ^2. იმის გამო, რომ ჰიდროტექნიკური ნაგებობები საანგარიშო დატვირთვებს იღებს ბეტონირებიდან ხანგრძლივი დროის შემდეგ, აღნიშნული მარკები დადგენილია არა 28-ე დღეზე, არამედ 180–ე დღეზე. 100 მარკა დასაშვებია არასაპასუხიმგებლო ელემენტებზე;

ბ) **წყალგაუმტარობის მიხედვით** – 2, 4, 6, 8, 12 . ხასიათდება წყლის დაწნევით 2-დან 12 ატმ., რომლის დროსაც 180-დღიანი ნიმუშები არ ატარებს წყალს;

გ) **ყინვამედეგობის მიხედვით** – 50, 100, 150, 200, 300, 400. 28 დღის ბეტონის გაყინვისა და გალღობის მიხედვით სიმტკიცის კლება კუმშვისას არ უნდა აღემატებოდეს 15-20%-ს.

იმისათვის, რომ ბეტონი აკმაყოფილებდეს სპეციალურ მოთხოვნებს, რომლებიც წაეყენება ჰიდროტექნიურ ნაგებობებს, შემდეგი ღონისძიებები უნდა იქნეს გატარებული:

1. შემვსებების ფუნქციონირება ამცირებს ბეტონის ხარჯს 1მ³ ბეტონზე, რის შედეგადაც მცირდება სითბოს ეგზოთერმული გამოყოფა;
2. შემვსებების მაქსიმალური სიმსხოს გადიდება ამცირებს 1 მ³ ბეტონზე ცემენტის ხარჯს, მაგრამ ამ დროს რამდენჯერმე მცირდება გაჭიმვაზე ბეტონის წინაღობა;
3. ნაგებობების სხვადასხვა ნაწილებისათვის ისეთი მარკის და სახის ცემენტების გამოყენება, რომლებიც შეესაბამება მათი მუშაობის პირობებს (წყალქვეშა ნაწილისათვის - პუცოლანური პორტლანდცემენტიანი შლაკოპორტლანდცემენტი, ცვლადი დონის ზონებისათვის–პორტლანდცემენტი, მასიური კაშხლების შიგა ზონისათვის– დაბალთერმული ცემენტები, რომლებიც უზრუნველყოფს ბეტონის ეგზოთერმული გახურების შემცირებას 10–12°C სხვა ტიპის ცემენტებთან შედარებით);
4. ჰაერის მაღალი ტემპერატურის პირობებში ბეტონის ხსნარის ხელოვნური გაციება, ცივი წლით მორწყვა;
5. ზამთრის პირობებში წყლისა და ბეტონის შემვსებების გათბობა, ბეტონის დათბუნება;
6. ნაგებობის გაჭრა ბეტონების ბლოკებად, გარკვეულ ზომებად. ეს საშუალებას გავაძლევს შევასრულოთ ბეტონის ხსნარის წყობის ძირითადი წესი – ყოველი მუშა ფენა გადაიხურება შემდეგი ფენით, სანამ არ დასრულდება ცემენტის შეკვრის ვადები. გარდა ამისა, ნაგებობის ბლოკებად გაჭრა თავიდან აგვაცილებს ბზარების წარმოქმნას მაღალი ტემპერატურის გამო, რომელიც წარმოიქმნება ცემენტის ჰიდრატაციით. ტემპერატურა მით მაღალია, რაც მაღალია ბლოკების ზომები.

8.9.1. საყალიბე სამუშაოები

ყალიბი წარმოადგენს ზღუდარს, რომელიც ეწყობა ბეტონირების ბლოკის გარშემო მისთვის პროექტით გათვალისწინებული ფორმის მისაცემად და ბეტონის ხსნარის შესაკვრელად მისი დასხმის და გამყარების პერიოდში. აღნიშნული ზღუდარები ეწყობა ან დროებითი (მოსახსნელი) გარკვეულ მონაკვეთში, ან მუდმივი (არ იხსნება). მაღალი ხარისხის რკინაბეტონის დამზადებული ყალიბები იცავს ბეტონის მასივს გარე ზემოქმედებისაგან.

ყალიბების საშუალო ხვედრითი ხარჯი მასიურ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში მერყეობს 0,2-0,5 მ³ ბეტონზე და შეადგენს საერთო ღირებულების 12-25%.

ისეთ კონსტრუქციებში, როგორებცაა კოლონები და კოჭები, ყალიბის ხვედრითი ხარჯი შეიძლება იყოს 5 მ² 1მ³ ბეტონზე.

ჰიდროტექნიკურ მშნებლობაში გამოიყენება ხის საყალიბო ფარები–ფართობებით 12-24-36-40 მ².

დანიშნულების და კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით მოსახსნელი ყალიბები შეიძლება იყოს სტაციონალური, ასაკრებ–გასახსნელი და გადასატანი. ყალიბები, რომლებიც არ იხსნება, არის ფილები, გარსების, ლითონისა და ცხაურის სახით. ანაკრები რკინაბეტონის კოჭებია: არმოპანელები და ბეტონის ბლოკები.

მასალის მიხედვით ყალიბები იყოფა: ხის, ლითონის, კომბინირებული, ბეტონის და რკინაბეტონის სახეებად.

ყალიბების ტიპები ყოველთვის ირჩევა ნაგებობების, კონსტრუქციისა და ადგილობრივი პირობების მიხედვით.

მოსახსნელი ყალიბები – უფრო მეტად გამოიყენება ანაკრები–გახსნილი ფარისებრი ხის ყალიბები. იგი იაფია, მრავალგზის შეიძლება გამოვიყენოთ, ადვილია ყალიბიდან წყლის გადატუმბვა და ზოგჯერ ყალიბის დათბუნება.

ფარისებრი ხის ყალიბები შეიძლება იყოს ერთ და ორიარუსიანი.

სტაციონალური ყალიბები – მზადდება ადგილზე და გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა ყალიბების მრავალჯერ გამოყენება არ ხერხდება (მაგ. გამწოვი მილების, სპირალური კამარების), ვიწრო და მეტად არმირებულ კონსტრუქციებში, სადაც საჭიროა ყალიბების თანდათანობით გადიდება.

გადასატანი ყალიბები – შედგება სამი ნაწილისაგან: მზიდი კარკასი, ურიკები და საყალიბო ფარები. ეს ყალიბები გამოიყენება ისეთი ნაგებობების ბეტონირების დროს, რომლებიც ხასიათდება მუდმივი პროფილით ნაგებობების მთელ სიგრძეზე. მაგ., რკინაბეტონის მილსადენებზე.

მოუხსნელი (მუდმივი) ყალიბები – რკინაბეტონის და ბეტონის ყალიბები, რომლებიც არ იხსნება და რჩება ნაგებობებში, კარგადგამოიყენება, რადგანაც აუმჯობესებს ნაგებობის გარე ხედს. მას მიეკუთვნება რკინაბეტონის ფილები 2,5X5 და 2,4X4,8 მ. სისქით 8-10 სმ.

8. 9.2. საყალიბე სამუშაოების წარმოება

საყალიბე სამუშაოების წარმოება ითვალისწინებს ყალიბების დამზადებას, ტრანსპორტირებას, სამუშაო ადგილზე დაყენებას, დამაგრებას და მოხსნას. ხის ყალიბებს ამზადებენ საყალიბო სახელოსნოებში, რკინაბეტონის ყალიბებს კი - რკინაბეტონის კონსტრუქციების ქარხნებში.

იმ შემთხვევაში, თუ ბეტონში ბზარი წარმოიქმნება, საჭიროა სალიკვიდაციო ღონისძიებების გატარება. ყალიბების მოხსნის სამუშაოების შესამსუბუქებლად, რეკომენდებულია წინასწარ წაუსვათ კირის რძე ან თიხოვანი ემულსია.



კედლის ყალიბი



მოცულობით-გადასადგმელი ყალიბი



გვირაბის ყალიბი

8.9.3. არმატურის სამუშაოები

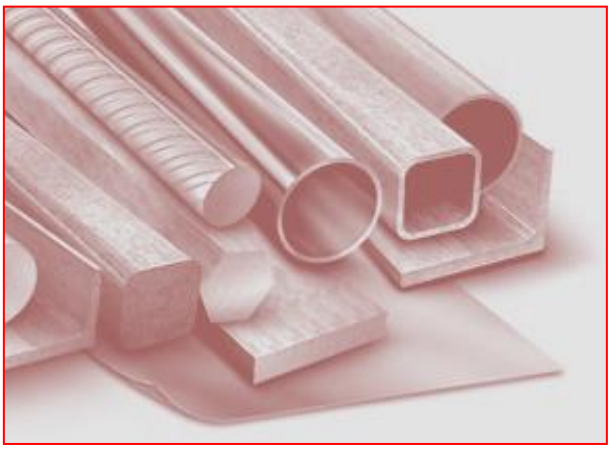
არმატურის სამუშაოები შეადგენს რკინაბეტონის სამუშაოების საერთო ღირებულების 20-35%-ს. არმატურით ბეტონის გაჯერება სხვადასხვა კონსტრუქციაში მერყეობს: 5-20 კგ/მ^3 – მცირედ არმირებულ ბეტონებში, 70-80 კგ/მ^3 – მაღალ არმირებულ ბეტონში. ზოგიერთ შემთხვევაში კი - 120-130 კგ/მ^3 .

რკინაბეტონის ჰიდროტექნიკური სამუშაოებისათვის გამოიყენება ცხლად გაგლინული მრგვალი არმატურა ოთხი კლასის: A-1, A-2, A-3, A-4.

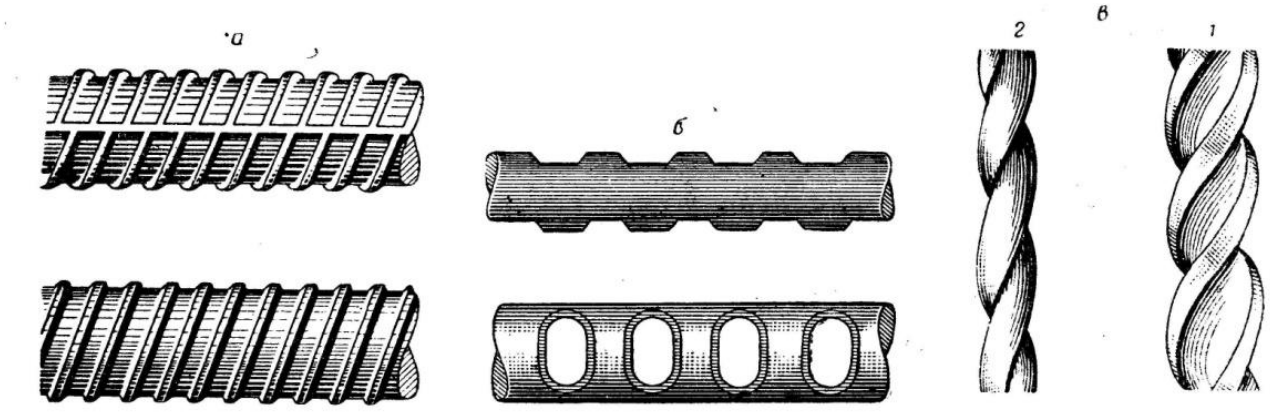
პერიოდული პროფილის არმატურას ზედაპირზე აქვს შვერილები, რაც ორჯერ ზრდის შეჭიდულობას ლითონსა და ბეტონთან. არმატურის შეპირაპირება ხდება შედუღებით. ქარხნის საამქროებში გამოიყენება კონტაქტური ელექტროშედუღება: შეპირაპირება, როცა ღეროების შედუღება ხდება სიგრძით პირისპირ და წერტილოვანი, გადაკვეთის ადგილებში (ბადეებში), სამუშაო ადგილებში და ქარხნის ღია მოედნებზე აწარმოებენ ელექტრორკალურ შედუღებას.

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობებზე გამოიყენება არმოკონსტრუქციები, რომლებიც მზადდება არმატურის ქარხნებში. სამუშაო ადგილზე ხდება მათი მონტაჟი, რაც ამცირებს ბლოკებში არმატურის სამუშაოების წარმოების ვადებს.

არმოკონსტრუქციებია: ბადეები, პაკეტები, კარკასები და ბლოკები. მათი გამოყენება 2-3 ჯერ ამცირებს არმატურის სამონტაჟო სამუშაოებს. ასევე წარმოების ვადებს ამცირებს 6-7–ჯერ და ბეტონირების საერთო ვადებს - 25-40%-ით. იძლევა ხის მასალის ეკონომიას 20-25%-ით.



ნახ. 8.21



პერიოდული პროფილის არმატურები

ბეტონის მეურნეობა, ბეტონის წარმოება

ბეტონის მეურნეობა წარმოადგენს საწარმოო და დამხმარე საწარმოების კომპლექსს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბეტონის ხარისხის მომზადებას. მისი ძირითადი ელემენტებია- შემვსებების საწყობები, ცემენტის საწყობები, ბეტონის ქარხანა, შემვსებების გასათბობი და გასაციელებლი დანადგარები, აგრეთვე - საკონტროლო გაცხრილვის დანადგარები. თუ შემვსების დამსხვრევა დახარისხება და გარეცხვა არ ხდება კარიერებზე, ბეტონის ქარხნებში მოწყობილია სამსხვრევი-დამხარისხებელი დანადგარები. იქვე განლაგებულია ნაგებობები, რომლებშიც ინახება სხვადასხვა პლასტიფიცირებული მასალები, ბეტონის ლაბორატორია, ბადიების გასარეცხი სათავსოები და სხვა. ბეტონის მეურნეობის ყველა საწარმოში უნდა იყოს წყალი, სითბო, შეკუმშული ჰაერი, ელექტროენერგია და სატრანსპორტო კომუნიკაციები.

ბეტონის მეურნეობის ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს ბეტონის ქარხნის წარმადობა, რომელიც გამოხატულია მ³/სთ ან მ³ – თვეში.

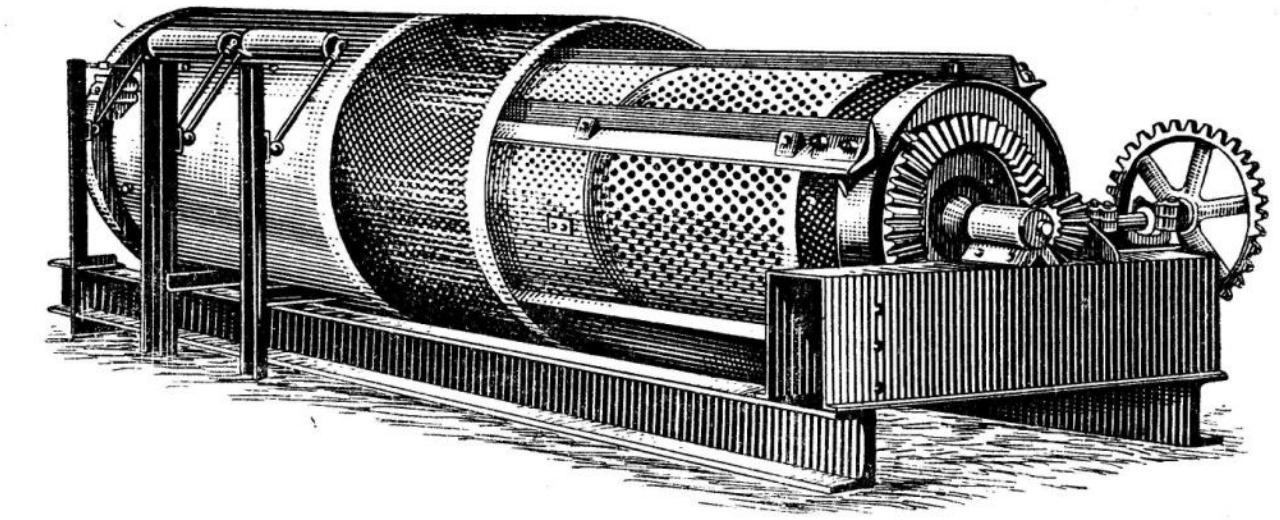
8.10. ბეტონის შემვსებები

მსხვილი შემვსებები – ღორღი ან ხრეში უნდა იყოს მტკიცე, ყინვამედეგი და წყალმედეგი ქანების.

კარგად გაირეცხოს შლამისა და თიხის ნაწილაკებისაგან. ქვიშა არ უნდა შეიცავდეს ორგანულ ნაერთბს, ქარსებს და თიხოვან ნაწილაკებს ზღვრულ პროცენტებს ზევით. შემვსებების საჭირო რაოდენობა განისაზღვრება ლაბორატორიებში, მაგრამ მიახლოებითი განსაზღვრისთვის მიღებულია, რომ 1 მ³ ბეტონზე საჭიროა 0,9-1 მ³ მსხვილი შემვსებები (ღორღი და ხრეში) და 0,4-0,5 მ³ ქვიშა.

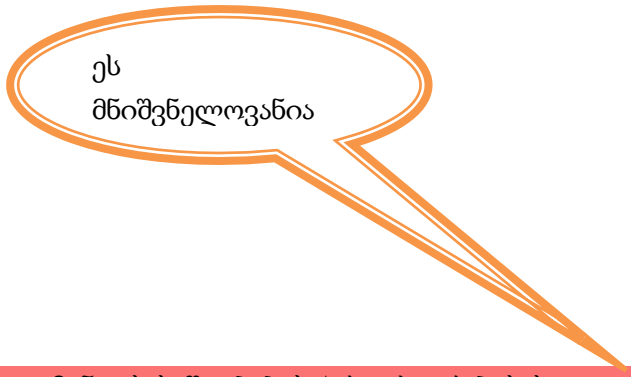
შემვსებების საწყობები

საწყობების ძირითადი დანიშნულებაა შემვსებების დამზადებისა და ქარხანაში მათი გამოყენების გრაფიკების შეუთავსებლობის რეგულირება. ისინი განლაგებულია უშუალოდ სამშენებლო მოედნებზე ბეტონის ქარხანასთან ახლოს. საწყობების ტევადობა განისაზღვრება შემვსების მარაგით, რომელიც აუცილებელია ბეტონის ქარხნის უწყვეტი მუშაობისათვის.



დოლისებური სამსხვრეველა

ცემენტის საწყობები



ცემენტის საწყობების პროექტირებისას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ცემენტის სამი განსაკუთრებული თვისება-მგრძნობელობა სიმტკიცის მიმართ, გამტვერვა და თვითგამკვრივება. ღია ტრანსპორტირების შემთხვევაში დანაკარგი შეადგენს 10-12%-ს. ცემენტის მტვერი ცუდად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

ცემენტის გამტვერიანების თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება ტრანსპორტირების ჰერმეტული საშუალებები, გადატვირთვა დატვირთვისათვის პნევმატური დანადგარებით. ამ შემთხვევაში ცემენტის დანაკარგები მცირდება 1,5-2%–ით.

დანიშნულების მიხედვით ცემენტის საწყობები არის ძირითადი (საბაზისო) და ობიექტის (სახარჯო). ძირითადი საწყობები განლაგებულია ცენტრალიზებული ბეტონის ქარხანასთან, შესაბამის ობიექტებთან ახლოს.

ცემენტის ტრანსპორტირება

რკინიგზაზე ცემენტის გადასაზიდად გამოიყენება სპეციალიზებული ბუნკერების ვაგონები და ვაგონები პნევმატიკური დამცლელებით.

ბუნკერული ვაგონის ტვირთამწეობა 54-60 ტ. მათ აქვს სპეციალური დამცლელი ლუკები.

ვაგონები პნევმატური დამცლელებით საშუალებას იძლევა ცემენტი მივაწოდოთ უშუალოდ საწყობებში სატრანსპორტო მილსადენებით.

უტარო ცემენტის გადაზიდვა ხდება ცისტერნებით, რომელბშიც მოწყობილია მექანიკური ან აეროპნევმატიკური დამცლელები და გადასაწევი ცისტერნები გრავიტაციული მცლელებით.

ვაგონებიდან და ძარებიდან ცემენტის გადასატვირთი მანქანები იყოფა მექანიკურ და პნევმატიკურად.

ბეტონის ხსნარის დამზადება

ბეტონის ქარხანა გვხვდება პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების.

ნებისმიერი ბეტონის ქარხნის შემადგენლობაში შედის მიმღები და გამანაწილებელი მოწყობილობები ხსნარის კომპონენტებისათვის, მასალების მარაგის ბუნკერები, მადოზირებელი მოწყობილობები, ამრევი დანადგარები (სტაციონალური ან გადასაადგილებელი) მზა ხსნარის ტრანსპორტზე - გადამტვირთავი მოწყობილობა. ბეტონ ამრევებზე მუშაობისას ტრანსპორტზე გადაიტვირთება დოზირებული მშრალი კომპონენტები.

ბეტონის ქარხნები არის **ციკლური მოქმედების** (როცა ხდება ბეტონის ხსნარის პორციული დამზადება) და **უწყვეტი მოქმედების.** ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში უფრო მეტი გამოყენება ჰპოვეს ერთსაფეხურიანი სქემით მომუშავე ბეტონის ქარხნებმა. ამ შემთხვევაში მასალები მიეწოდება ერთჯერადად და შემდგომ მათი გადაადგილება ხდება გრავიტაციის მოქმედებით.





ბეტონის ქარხანა

ბეტონის სამუშაოების წარმოება

ბეტონის სამუშაოების კომპლექსი წარმოებს ცალკეულ ბლოკებში, რომლებშიც მიღებულია შემდეგი ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა:

1. მოსაზღვრე ბლოკების ფუძეებისა და ზედაპირების მომზადება;
2. არმატურის, ყალიბებისა და ჩასატანებელი ნაწილების ტრანსპორტირება;
3. არმატურის, ყალიბებისა და ჩასატარებელი ნაწილების დაყენება;
4. ბლოკების მომზადება და მიღება ბეტონის ხსნარის ჩასხმამდე;
5. ბეტონის ხსნარის ტრანსპორტირება;
6. ბეტონის ხსნარის ჩასხმა და დატკეპნა;
7. ბეტონის ხსნარის კონტროლი;
8. ყალიბების მოხსნა.

8.10.1. ბეტონის ნარევის (ხსნარის) ტრანსპორტირება

ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება ობიექტზე მათი ბლოკებში მიწოდების მიხედვით შეიძლება განვიხილოთ 5 ჯგუფად. თითოეული ჯგუფი ხასიათდება შემდეგი მექანიზმების გამოყენებით: 1) ისრიანი ამწეები, რომლებიც მუშაობს ქვაბულის ძირიდან და ავტომცლელები ხიდებიდან; 2) ისრიანი ამწეები (მუშაობს ესტაკადებიდან); 3) კოშკურა ისრიანი ამწეები; 4) კაბელ-ამწეები; 5) უწყვეტი ტრანსპორტირების მექანიზმი (ლენტური კონვეიერები და ბეტონის ტუმბოები). პირველი ოთხი ჯგუფის მექანიზმები ახორციელებს პორციულ ტრანსპორტირებას (ნაწილ-ნაწილ), მე-5 ჯგუფის კი - უწყვეტს.



ბეტონის ტრანსპორტირება

ბეტონირება კაბელ-ამწეებით

მასიური ბეტონის ნაგებობების ბეტონირებისას 50-60 მ და მეტი სიმაღლის შემთხვევაში ხშირად გამოიყენება კაბელ-ამწეები. ისინი შედგება საყრდენებისაგან და მათ შორის გაჭიმულ ბაგირთა სისტემისაგან; სატვირთო ურიკისაგან, რომელიც გადადგილდება ბაგირზე; სამანქანო განყოფილებისა და მართვის პულტისაგან.





კაბელ-ამწე

კაბელ-ამწეების უპირატესობა სხვა ტიპის ბეტონის ხსნარის მიმწოდებლებთან შედარებით ისაა, რომ კაბელ-ამწეები შეიძლება დამონტაჟდეს ქვაბულში წარმოებული სამუშოებისაგან დამოუკიდებლად, აგრეთვე სამშენებლო ხარჯების გატარებამდე და საშუალებას იძლევა ადრეულ პერიოდში იქნას დაწყებული ბეტონის სამუშაოები. მარტივია მათი დემონტაჟიც.

ბეტონირების უწყვეტი საშუალებები და, შესაბამისად, ბეტონის უწყვეტად ტრასპორტირება უზრუნველყოფს სამუშოების ინტესივობის ზრდას.

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებულია ბეტონის ნარევის უწყვეტი ტრანსპორტირების ორი საშუალება: ლენტური კონვეიერებით (ტრანსპორტიორები) და ბეტონის ტუმბოებით.

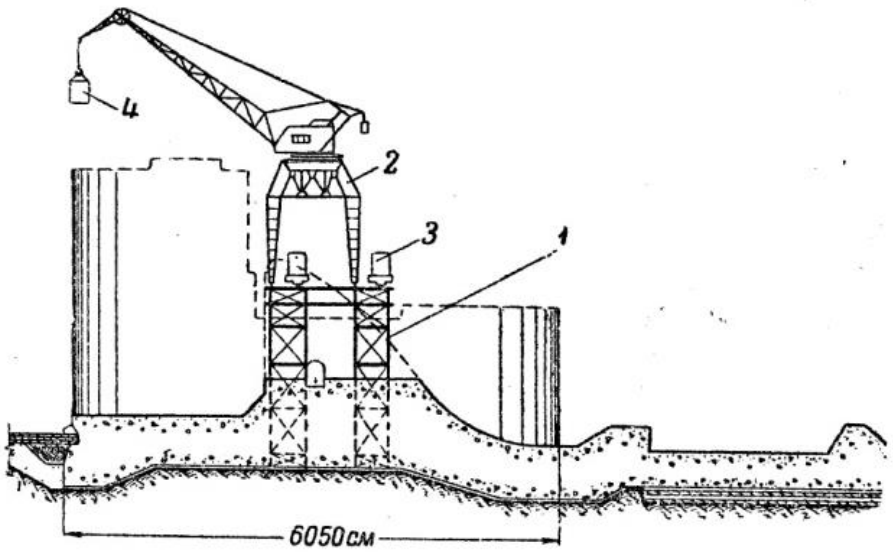
ლენტური კონვერის ხაზი ქარხნიდან ბეტონირების ბლოკამდე შედგება:

1. მიმღები ტრანსპორტიორისაგან, რომელიც იღებს ნარევს უშუალოდ ქარხნის ბუნკერიდან;
2. მაგისტრალური ტრანსპორტიორი, რომელიც აწვდის ნარევს ნაგებობამდე;
3. გრძივი-გამანაწილებელი ტრანსპორტიორებით, რომლებიც გადააადგილებს ნარევს ნაგებობის სიგრძეზე ბეტონირების ბლოკამდე;
4. განივი-გამანაწილებელი ტრანსპორტიორები.

ბეტონის მიმწოდებელი უშუალოდ ბლოკში

ბეტონის ნარევის შრეებად დაცლისა და დანაკარგების თავიდან ასაცილებლად ტრანსპორტირების დროს რეკომენდებულია ლენტიდან ლენტაზე ნარევის გადაადგილების სიმაღლე იყოს 60-70 სმ.

ლენტური კონვეიერის გამოყენება, აღნიშნული რეკომენდაციების დაცვის შემთხვევაში, შესაძლებელია ნებისმიერი მასიური ბეტონის ნაგებობების მშენებლობისას.



ბეტონის მიწოდების სქემა კონსტრუქციულ ელემენტებში

ბეტონის ტუმბოები

ბეტონის ტუმბოების დანადგარები შედგება უშუალოდ ბეტონის ტუმბოსაგან მიმღები ბუნკერით და ბეტონის გამტარი მილებისაგან, რომელთა დიამეტრი დამოკიდებულია შემვსებების სიდიდეზე: 40 მმ შემვსების გასატარებლად მილის დიამეტრი უნდა იყოს 150 მმ, 180 მმ ან 300 მმ.

ბეტონის ტუმბოების გამოყენება მიზანშეწონილია ძნელად მისადგომი კონსტრუქციებისა და გვირაბების მოსახვევის დასაბეტონებლად. გარდა აღნიშნულისა, გვირაბის მოსახვევისათვის გამოიყენება პნევმატური ხელსაწყოები, რომლებიც ბეტონის ნარევს ატარებს მილებში შეკუმშული ჰაერის საშუალებით.





8.10.2. ბეტონის ნარევის ჩაწყობა და დატკეპნა

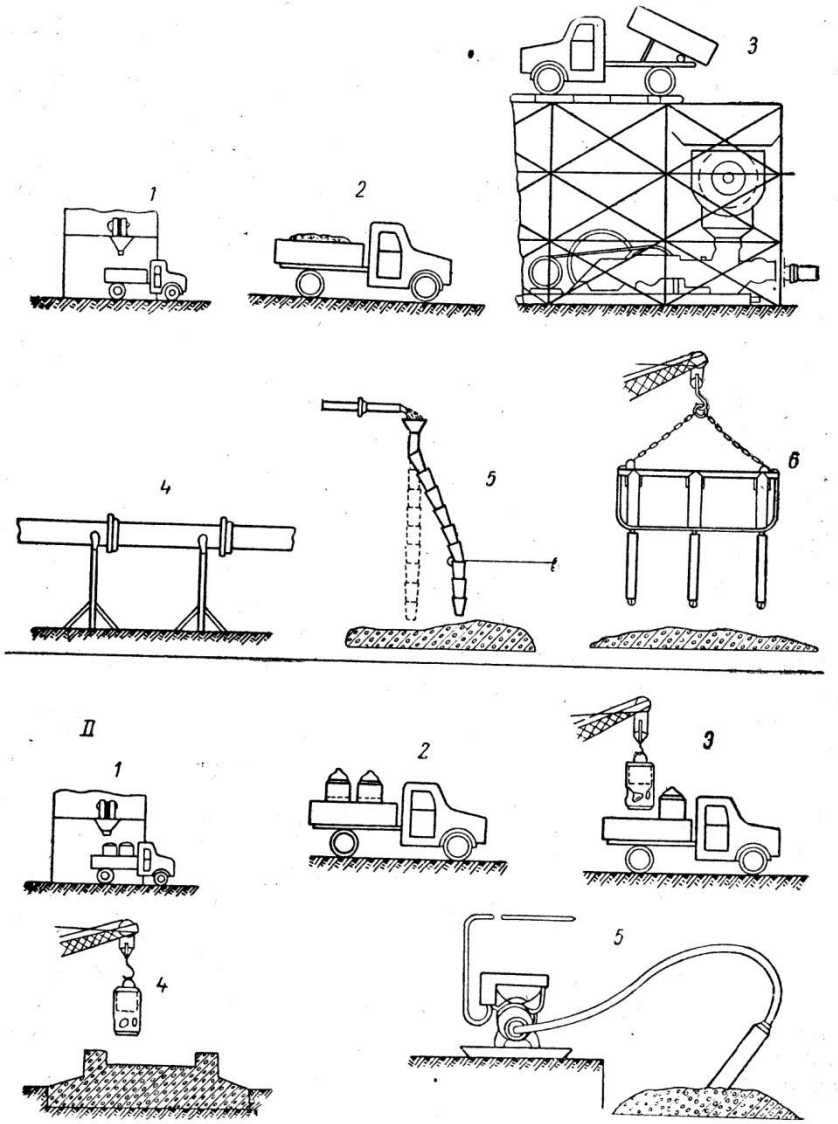
ბლოკში ბეტონის ნარევის მიწოდების სიჩქარე უნდა მივიღოთ ისეთი, რომ ახალი ნარევი ძველ დატკეპნილ ფენაზე დაეწყოს მასში შეკვრის ვადების პროცესის დაწყებამდე. დროის ეს მონაკვეთი ძირითადად დამოკიდებულია ცემენტის ხარისხზე, ჰაერის ტემპერატურასა და ნარევის ტემპერატურაზე. ზაფხულში პორტლანდცემენტის გამოყენებისას ეს დრო შეადგენს 2-2,5 სთ-ს. ამ დროში უნდა მოესწროს ყველა ოპერაცია, დაწყებული ბეტონამრევებში ბეტონის ნარევის მომზადებიდან ბეტონირებისას ბლოკებში ნარევის დატკეპნამდე.
ბეტონის ნორმალური გამაგრებისათვის საჭიროა ორი ძირითადი პირობა: ყალიბში ჩალაგებული ბეტონის დაყოვნების დროს შევინარჩუნოთ ტემპერატურული (20±2°C) და ტენიანობის რეჟიმი; დავიცვათ გამაგრების პროცესში ბეტონი დარტყმებისა და მექანიკური რყევებისაგან.

ბეტონის მოვლა წარმოებს შემდეგი წესების დაცვით: სამშენებლო მოედანზე უნდა გვქონდეს სპეციალური ჟურნალი, რომელშიც შევიტანთ დაბეტონების დროს, ბეტონის კლასს, გარემოს ტემპერატურას, ბეტონის ტემპერატურას, მორწყვის დროს და სხვ. ბეტონის მოვლის ღონისძიებები, მათი გამაგრების ვადები, შესრულების კონტროლი, განყალიბების დრო უნდა იყოს დადგენილ სამუშაოთა წარმოების პროექტში.

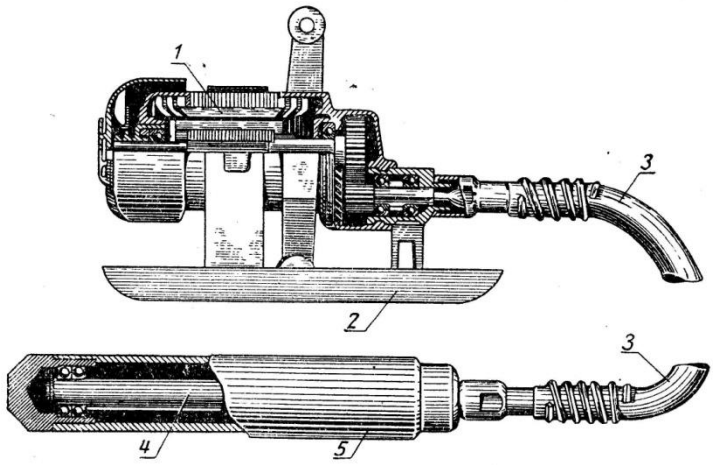


ზაფხულის პერიოდში ახალ ჩალაგებულ ბეტონს სისტემატურად სჭირდება მორწყვა, სანამ ბეტონი საპროექტო სიმტკიცის 75%-ს არ მიიღებს. გარდა ამისა, ზაფხულში, ქარიან დღეებში, ახლად ჩაწყობილ ბეტონს არა უგვიანეს 2-3 საათისა უნდა დავაყაროთ სველი ნახერხი ან ქვიშა. საყურადღებოა ცემენტის სახეობაც. ცემენტის მიხედვით ხდება ბეტონის მოვლა განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში ტენიანი გარემოს შენარჩუნების მიზნით: თუ ბეტონი დამზადებულია პორტლანდცემენტზე, ტენიანი პირობების უზრუნველყოფა ხდება 7 დღე-ღამის განმავლობაში; თიხამიწაცემენტზე დამზადებული ბეტონის შემთხვევაში - 3 დღე-ღამის განმავლობაში; სხვა

სახის ცემენტებზე - 14 დღე-ღამის განმავლობაში. ბეტონის მოვლის პირობები და ყალიბის მოხსნის ვადები განსაზღვრულია სამშენებლო წარმოების პროექტის მიხედვით;



რკინა-ბეტონის სამუშაოების მექანიზაციის კომპლექსური სქემა



ბეტონის ვიბრატორი მოქნილი ლილვით

მშენებლობის ტემპების ზრდასთან დაკავშირებით საჭირო გახდა სამშენებლო სამუშაოების შეუწყვეტლივ წარმოება მთელი წლის განმავლობაში. აღნიშნულმა გარემოებამ განაპირობა ბეტონის სამუშაოების წარმოების აუცილებლობა ზამთრის პირობებში. **დაბეტონების ზამთრის პირობები ეწოდება პერიოდს, როცა ჰაერის საშუალო სადღეღამისო ტემპერატურა 5°C-ზე ნაკლებია და მინიმალური სადღეღამისო ტემპერატურა 0°C-ზე დაბლაა. ზამთარში სამუშაოს წარმოებისას უპირატესობა უნდა მივანიჭოთ დაბალი ძვრადობის ნარევის გამოყენებას, რაც ხელს უწყობს გამყარების დაწყებას საწყის პერიოდში.**



ზამთრის ბეტონირების დროს საჭიროა, რომ ბეტონმა გაყინვამდე მიიღოს ე.წ. კრიტიკული სიმტკიცე. ამ დროსაც ბეტონის გაყინვა ვერ გამოიწვევს მისი სტრუქტურის რღვევას. ეს სიმტკიცე საკმარისი უნდა იყოს ბეტონის განყალიბებისათვის. ტემპერატურის მომატების დროს ბეტონში არსებული ყინული დნება და ბეტონის გამყარება გრძელდება, თუმცა სიმტკიცე, სიმკვრივე და არმატურასთან შეჭიდების უნარი მცირდება.

8.10.3. წყალქვეშა ბეტონირება

წყალქვეშა დაბეტონებას ხშირად მიმართავენ ნაგებობების წყალქვეშა ნაწილის ბეტონირებისას ან სარემონტო და აღდგენითი სამუშაოების ჩატარებისას. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა სამუშაოები ჩატარდეს ზღუდარების, წყლის გადამგდების, კესონებისა და ჩასაშვები ჭების მოწყობის გარეშე.

არსებობს წყალქვეშა დაბეტონების ორი ძირითადი ხერხი: ვერტიკალურად გადაადგილებადი მილის (ვგმ) და აღმავალი ხსნარის (ახ). ორივე მეთოდი გამოიყენება 20 მ სიღრმეზე, რაც საშუალებას იძლევა სამუშაოები ჩატარდეს მყვინთავების რბილ სკაფანდრებში.

I მეთოდი ეფუძნება ჩასასხმელი ბეტონის ხსნარის წყლისაგან იზოლაციას (ზედა ფენის გამოკლებით). წყალქვეშა ყალიბის დაყენებისა და სპეციალური ხარაჩოებით მისი გამაგრების შემდეგ ჩაუშვებენ მილების სპეციალურ ვერტიკალურ რგოლებს დიამეტრით 20-30 სმ. ზემოთა რგოლს, რომლის სისქეა 1 მ, აქვს ძაბრი, მილებს აწყობენ 6-7 მ მანძილზე ერთმანეთისაგან დაშორებით ისე, რომ მათი ძირი ეყრდობოდეს საძირკველს. ბეტონის ნარევი მიეწოდება მილში ბადიებით ან ტუმბოებით. ბეტონის ნარევი გამოდევნის წყალს, ჰაერს და ავსებს მილს. ბოლომდე ასვსებულ მილს ნელა-ნელა წევენ ზემოთ და ნარევი ყალიბში ჩაედინება მილის ქვემოთა ბოლოდან. ბეტონირებისას მილი უნდა იყოს შევსებული იმდენად, რომ ჩამდინარე ბეტონის ნარევის დონე არ იყოს წყლის დონეზე დაბლა. ნარევი თანდათან იწევს ზემოთ მილის გარშემო, წყალთან შეხება აქვს მხოლოდ ზედაპირით.

აღნიშნული ხერხებისათვის გამოიყენება ბეტონის ხსნარი სხმული კონსტრაქციის ჯდომის კონუსით 16-20 სმ.

წყალქვეშა დაბეტონების II მეთოდის შემთხვევაში (ახ) ქვიშა-ცემენტის ხსნარს (შემადგენლობა 1:25) ან ცემენტის ხსნარს ჭირხნიან ყალიბში წინასწარ ჩალაგებულ შემვსებებში. ხსნარი მიეწოდება წინასწარ ჩაშვებული მილების საშუალებით.

მილიდან გამოდინებული ხსნარი ავსებს მილის გარშემო სივრცეს და გამოდევნის რა წყალს, ამოდის ზემოთ. მილი რომ არ ჩაიჭედოს ნელა-ნელა აწევის დროს, მას ათავსებენ წინასწარ ჩამაგრებულ ცხაურებიან შახტებში, რომელთაც ტოვებენ ბეტონის ტანში. მილებს ალაგებენ 2-5 მ დაშორებით ერთმანეთისაგან. ერთი მილის მოქმედების ფართია 18 მ^2-მდე.

წყალქვეშა ბეტონირება შეიძლება განხორციელდეს წელიწადის ნებისმიერ დროს. იგი დაკავშირებულია ცემენტის დიდ ხარჯთან (400-500 კგ/მ^3) და საშუალებას არ იძლევა ბეტონირებასთან ერთად ვაკონტროლოთ ჩასხმული ბეტონი.

მნიშვნელოვანი სიღრმეების დროს ბეტონის ხსნარს აწყობენ წყლის ქვეშ ჰერმეტულ ბადიებში გასახსნელი ძირებით, ბადიები იცლება მყვინთავების მიერ.

ბეტონისა და ბეტონის სამუშაოების ხარისხის კონტროლი

დასხმული ბეტონის ერთგვაროვნება, რომელიც უზრუნველყოფს ნაგებობების საიმედოობასა და ხანგამძლეობას, შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს იმ შემთხვევაში, თუ მშენებლობაზე წესრიგშია მოყვანილი კონტროლი ბეტონის სამუშაოების ყველა ტექნოლოგიურ პროცესებზე. ეს საშუალებას იძლევა დროული ინფორმაცია მივიღოთ მათ დარღვევებზე.

ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ხარისხი განისაზღვრება გამოყენებული მასალების ხარისხითა და რეგლამენტირებული ტექნოლოგიის დაცვით. ამიტომ კონტროლი საჭიროა როგორც ბეტონის მომზადების, ტრანსპორტირებისა და ჩაწყობის დროს, აგრეთვე - ბეტონის გამაგრების პერიოდში.

ბეტონის სამუშაოებზე კონტროლი მდგომარეობს შემდეგში - უნდა შემოწმდეს:

1. ბეტონის შემადგენელი მასალების ხარისხი და მათი შენახვის პირობები;
2. მადოზირებელი და ბეტონამრევი მოწყობილობების მუშაობა;
3. ნაგებობების ბლოკებისა და უბნების მზადყოფნა ბეტონირებისათვის (საძირკვლის მომზადება, ყალიბების დაყენება, არმატურისა და ჩასატანებელი ნაწილების გამართვა);
4. ბეტონის ნარევის ხარისხი, ტრანსპორტირებისა და წყობის ხარისხი;
5. ბეტონის მოვლის მართებულობა, ყალიბების მოხსნის ვადები, კონსტრუქციების ნაწილობრივი და მთლიანი დატვირთვა.

სამუშაოთა წარმოებაზე სისტემური დაკვირვება და ჩატარებული ანალიზები. გამოკვლევები ფორმირდება გარკვეული ტექნიკური დოკუმენტაციებით.

ყველა ამ სამუშაოს ატარებს მშენებლობის ტექნიკური ინსპექცია და ბეტონის ლაბორატორია, რომელიც ორგანიზებულია სამუშაო ადგილზე. ძირითად დოკუმენტს ბეტონის სამუშაოების წარმოების დროს ყოველ ობიექტზე წარმოადგენს „ბეტონის სამუშაოების ჟურნალი“. ჟურნალში აღნიშნულია შესრულებული ბეტონის სამუშაოების მოცულობა, ბეტონის ნარევის ჩაწყობის დასაწყისი და დამთავრების დრო (კონსტრუქციები, ბლოკების, უბნების); ბეტონის მოცემული მარკები, ბეტონის ნარევის შემადგენლობა, მისი სიხისტისა და ძვრადობის მაჩვენებლები; ნარევის შემჭიდროების ხერხი (ვიბრატორის ტიპი), თარიღი, ადგილი და ბეტონის საკონტროლო ნიმუშების აღების დრო, მათი რაოდენობა, მარკირება, ნიმუშების გამოცდის ვადები და რეზულტატი, ტემპერატურა და სინოტივე გარე ჰაერის (ან ფარდულში) ბეტონირებისას; ბეტონის ნარევის ტემპერატურა მასიურ ბლოკებში ბეტონის ჩასხმის დროს გამყარებისას; ყალიბის სახეობა და კონსტრუქციების ყალიბების მოხსნის თარიღები.

მშენებლობის ხასიათისა და სამუშაოთა მოცულობების მიხედვით ორგანიზება ხდება ან მარტო ცენტრალური ლაბორატორიის, ან ერთი ცენტრალური ლაბორტორიის, რომელსაც ექვემდებარება რამდენიმე საველე ლაბორატორია. ისინი ემსახურება მშენებლობისას ამა თუ იმ ობიექტებს.

ცენტრალური ლაბორატორია აღჭურვილია მოწყობილობებით, რომლებიც საჭიროა ბეტონისა და მისი ყველა აუცილებელი კომპონენტის გამოკვლევებისათვის; საველე ლაბორატორიების მოწყობილობები შედარებით მარტივია, მათი საშუალებით ხდება ბეტონის ხსნარისა და მასალების მიმდინარე კონტროლი.

ინსპექცია და ლაბორატორია ექვემდებარება მშენებლობის მთავარ ინჟინერს.

8.10.4. შესრულებელი კონსტრუქციების ხარისხის კონტროლი სტანდარტული მეთოდებით

კონსტრუქციებში ბეტონის ხარისხის შემოწმებისათვის აუცილებელად ტარდება ბეტონის გამოცდა კუმშვაზე. ზოგიერთ შემთხვევაში ბეტონის შემოწმება ხდება გრძივ გაჭიმვასა ან გაჭიმვაზე ღუნვის დროს. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში, სადაც ბეტონის მარკა ხასიათდება არა

მარტო მისი სიმტკიცით, არამედ მისი წყალუჟონადობით და ყინვამედეგობით, აწარმოებენ შესაბამის დამატებით შემოწმებებს.

ბეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე განისაზღვრება ნიმუშების სერიის გამოცდის გზით. კუმშვის დროს ბეტონის სიმტკიცის განსაზღვრისას - კუბის ზომა უნდა იყოს 20X20X20 სმ (შემვსებების მაქსიმალური ზომის დროს 70 მმ).

ღორღის (ხრეშის) მაქსიმალურ ზომასთან დაკავშირებით დაიშვება საკონტროლო ბეტონის კუბების დამზადება ზომით 10X10X10 (შემვსებების მაქსიმალური ზომისას 30 მმ), 15X15X15 (შემვსებების მაქსიმალური ზომისას 50 მმ) და 30X30X30 (შემვსებების მაქსიმალური ზომა 100 მმ).

კუმშვაზე სიმტკიცის განსაზღვრისათვის შესაძლოა დამზადებული იქნეს ან ამოიჭრას ბეტონის ნაგებობებისაგან ნიმუში-ცილინდრები დიამეტრით 15 სმ და სიმაღლით 30 სმ (შემვსების მარცვლების ზომა 50 მმ).

კუბების დამზადება ხდება ვიბრომოედნებზე ბეტონის ნარევის მომზადების შემდეგ არა უგვიანეს 30 წუთისა.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საპროექტო მარკა განისაზღვრება 180 დღით, ამიტომაც ნიმუშების გამოცდას აწარმოებენ ნორმალური გამყარების პირობებში 180 დღის შემდეგ. თუ საპროექტო მარკა მიღებულია 90, 60 ან 28 დღის ასაკში, ნიმუშების გამოცდის ვადები შესაბამისად შემოკლებულია.

ბეტონის მარკას განსაზღვრავენ კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრის მიხედვით ბეტონის კუბს, წახნაგის ზომით 20 სმ. სხვა ზომის კუბების ან ცილინდრების გამოცდისას სიმტკიცის ზღვარს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$R_{\text{kumS.}} = RR'_{\text{kumS.}}$$

სადაც:

$R_{\text{კუმშ.}}$ - კუბის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას წახნაგის ზომით 20 სმ;

$R'_{\text{კუმშ.}}$ - კუბის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე სხვა ზომებისათვის;

R - გადასვლის კოეფიციენტი (0,85-1,2 ნიმუშების ზომებზეა დამოკიდებული).

კუმშვაზე ბეტონის სიმტკიცის ზღვარს ითვლიან 1 კგძ/სმ²-მდე სიზუსტით, როგორც სამი ნიმუშის გამოცდით მიღებული ორი უდიდესი მნიშვნელობის საშუალო არითმეტიკული.

.

8.10.5. ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოების უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვა

არმატურის გასწორება და საჭირო ფორმაზე დაყვანა ხდება სპეციალურ შემოფარგლულ მოედანზე სამშენებლო მოედნის არა ნაკლებ 2 მეტრის დაშორებით.

სპეციალური მაკრატლებით და მექანიკური დანადგარის მეშვეობით არმატურის წვეროების დაჭრისას, დანის პირები მაქსიმალურად სწორად უნდა იქნეს გასწორებული.

30 სანტიმეტრზე ნაკლები არმატურის დაჭრა არ არის დაშვებული. ბეტონის წყობის შემთხვევაში საჭიროა ქარგილების დაყენება და შემდეგ მათი დაშლა.

ბეტონის წყობის შესასრულებლად მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული როგორც ხის, აგრეთვე ლითონის ქარგილები.

ქარგილის დაშლა ხდება მიმდევრობით , დაუშვებელია მათი გადმოყრა სიმაღლიდან, მათი დაშვება ზედაპირზე ხდება ფრთხილად.

სხვადასხვა ცემენტსა და კირთან მუშაობის პერიოდში აუცილებელია მუშა-პერსონალი დაცული იქნეს მტვრისა და დამწვრობისაგან.

სხვადასხვა ფრაქციის ხრეშის დამზადებისას არ შეიძლება ხელით ხდებოდეს შემვსების ჩაყრა სამსხვრევებში.

მუშები უნდა იყვნენ დაცულნი სათვალეებით.

ბეტონამრევებთან მუშაობისას აკრძალულია ჩასატვირთი ჩამჩის ქვეშ იმყოფებოდეს მუშა.

ბეტონის ნარევის ჩაწყობის პერიოდში უნდა იქნეს ორგანიზებული უწყვეტი ზედამხედველობა კონსტრუქციებსა და ქარგილების გამართულობაზე.

8.11. ზღუდარების აგება

ზღუდარები ეწოდება დროებით სადაწნეო ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს, რომელთა დანიშნულებაა ქვაბულების (მშენებარე მუდმივი ნაგებობების) შემოსაზღვრა.

ზღუდარები წარმოადგენს მცირე სიმაღლის კაშხალებს, რომელთაც დროებითი დანიშნულებისა და შემდგომ მათი დაშლის პირობების გათვალისწინებით წაეყენება მსუბუქი კონსტრუქციული მოთხოვნები.

კონსტრუქციისა და მასალების მიხედვით ზღუდარები იყოფა: მიწის, ქვანაყარი, ძელყორის, ნარანდის (შპუნტის) და შერეული. იშვიათად გვხდება თაღოვანი კონსტრუქციის ბეტონის ზღუდარები.

ზღუდარების აგებას წაეყენება შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები:

1. ზღუდარების რიგითობას, ძირითადი ნაგებობების განლაგებას და სამშენებლო ხარჯების გატარების სქემა უნდა იყოს ურთიერთკავშირში;
2. გეგმაში ზღუდარების განლაგება უნდა იყოს მჭიდრო კავშირში ძირითადი ნაგებობების ქვაბულების მოხაზულობასა და მასში სამუშაოთა წარმოების პირობებთან;
3. ეკონომიკური მოსაზრებიდან გამომდინარე, საჭიროა მაქსიმალურად გამოვიყენოთ ადგილობრივი მასალები (გრუნტი, ქვა, ხე) და შეძლებისდაგვარად ჩავრთოთ ზღუდარები ადგილობრივი მასალების კაშხლების ტანში;
4. საჭიროა მაქსიმალურად იყოს მექანიზებული ზღუდარების აგებისა და მათი დაშლის სამუშაოთა წარმოება.

სამშენებლო ხარჯების გატარების ორი ძირითადი სქემა არსებობს: მდინარის ბუნებრივი კალაპოტიდან სამშენებლო ხარჯების გადაგდება (მომვლელი არხით, გვირაბით, ღარით) ან ხარჯების გატარებით თავდაპირველად შევიწროებული კალაპოტით, ხოლო შემდეგ მშენებარე ძირითადი ნაგებობით.

პირველ შემთხვევაში ზღუდარები ჩაკეტავს მდინარის კალაპოტს მშენებარე ნაგებობის ზემოთ და ქემოთ.

მეორე შემთხვევაში ზღუდარები კეტავს მდინარის ნაწილს და გეგმაში აქვთ ტრაპეციის ან სწორკუთხედის ფორმა, რომელთა ერთი გვერდი ქმნის ზღუდარის გრძივ ნაწილს, ხოლო გვერდითი წახნაგები - მის ზემოთა და ქვემოთა ნაწილს.

ზღუდარების ძირითადი ტიპები

მიწის ზღუდარები

მიწის ზღუდარები მიეკუთვნება ზღუდარების ყველაზე მარტივ ტიპებს. ისინი არ გამოიყენება წყლის დიდი სიჩქარეებისა და ზღუდარების ქიმზე წყლის შესაძლო გადადინების შემთხვევებში.

მიწის ზღუდარები იგება ნებისმიერ გრუნტებზე ნებისმიერი გრუნტისაგან, რომლებიც არ შეიცავს დიდი ოდენობით **ხსნად მარილებს და ადვილად გამორეცხვად შენაერთებს** (მაგ., თაბაშირი). მიწის კაშხლებიდან ზღუდარები გამოირჩევა უფრო უბრალო კონსტრუქციით, მეტად ციცაბო ფერდობებით სპეციალური დატკეპნის გარეშე (ნაყარ გრუნტზე საკმარისია მანქანების მოძრაობით მისი დატკეპნა).

მიწის ზღუდარები იგება:

1. **ნაყარის მეთოდით** ავტოთვითმცლელების ან სკრეპერების გამოყენებით (ქვიშიანი და თიხნარი გრუნტებით);
2. **მოლექვით** (ქვიშნარი, ქვიშა-ხრეშოვანი გრუნტებით);
3. **ნაპირიდან მიმართული მასიური აფეთქებით** (ნებისმიერი გრუნტებიდან).

ზღუდარებს ჩვეულებრივად აქვს ტრაპეციის ფორმა. კონსტრუქცია და ზომები უნდა უზრუნველყოფდეს დეპრესიის ფილტრაციული მრუდის გამოსვლას ქვემოთა ქანობის ძირის ქვემოთ ან ქვედა ქანობის უკუ ფილტრის საზღვრებში.

5-6 მ სიმაღლის ზღუდარის პროფილი თიხოვანი და სხვადასხვა მარცვლოვანი, ქვიშოვანი გრუნტისაგან აგებული.

უფრო მაღალი ზედაპირების აგებისას ქვედა ბიეფში უკეთდება დაყრდნობილი უკუფილტრი, რათა დავიცვათ გამორეცხვისაგან წვრილი ფრაქციები. დაყრდნობილი ფილტრი კეთდება ქვაბულებიდან წყლის ამოტუმბვის შემდეგ

თუ ზღუდარები იგება მსხილმარცვლოვანი გრუნტებისაგან, დეპრესიის მრუდის დასაწევად ზემოთა მხრიდან იგება ეკრანი თიხოვანი გრუნტისაგან, ხოლო ეკრანისა და

ზღუდარის ტანს შორის - უკუფილტრი, ხოლო ქვედა ქანობის ძირში ეწყობა შემკრები არხი. ეკრანის გარეცხვისაგან დასაცავად ეწყობა ქვის ნაყარი.

ქვანაყარის ზღუდარები

ამ ტიპის ზღუდარებს გამოიყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა მშენებლობაზე არის იაფი ქვა (მაგ. სასარგებლო თხრილებიდან), ნახაზი 8.23. ნაჩვენებია ტიპური პროფილი ქვანაყარი ზღუდარის. ქვანაყარის ზემოთა მხრიდან მოწყობილია თიხის ეკრანი უკუფილტრით, რომელიც დაფარულია ქვებით.

ქვანაყარი ზღუდარები შესაძლებელია აიგოს ნებისმიერ საფუძველზე. ზღუდარები იგება ჩვეულებრივად პიონერული მეთოდით ერთი ან ორივე ნაპირიდან 5 მ ფენებით.

ნარღვევი ქვები იტვირთება ექსკავატორებით, გადააქვთ ავტოთვითმცლელებით და ასწორებენ ბულდოზერებით. ავტოთვითმცლელების სამოძრაოდ ქვანაყარზე ყრიან წვრილი ქვების ფენას. ზღუდარების აგებას ამთხვევენ მდინარეში მინიმალური ჰორიზონტის დროს, რაც საშუალბას იძლევა სამუშაოთა უმეტესი ნაწილი შევასრულოთ მშრალად.

ვიწრო გასწორში ქვანაყარი სამუშაოები შეიძლება შევასრულოთ ნაპირებით მიმართული აფეთქებით.

8.12. გვირაბების გაყვანა სუსტ და არამდგრად ქანებში

სუსტს მიეკუთვნება ყველა ქანი, რომლებშიც მიწისქვეშა ნაგებობების გაყვანა შეუძლებელია სამაგრების გარეშე და რომლებიც აღნიშნულ სამაგრზე მოქმედებენ ამა თუ იმ დაწნევით.

სუსტს მიეკუთვნება I-IV კატეგორიის ფხვიერი და პლასტიკური ქანები, V-VIII კატეგორიის და კლდოვანი, ძლიერ ნაპრალებიანი და დაშლილი ქანები ტექტონიკური რღვევის რაიონებში.

სუსტ ქანებში გვირაბების გაყვანა ხდება სამთო ან ფარის მეთოდით.

სამთო მეთოდით გაყვანის დროს გვირაბის განივი კვეთის დამუშავება ხდება ნაწილ-ნაწილ, რიგითობის მკაცრი დაცვით, გამონამუშევრის გამაგრებით დროებითი რიგობითი სამაგრის (ხის ან ლითონის ელემენტებით) და ქანებიდან სამაგრზე დატვირთვის თანმიმდევრული გადაცემით.

სამთო წესით ქანების დამუშავების დროს სამუშაოების შესრულება მექანიზებულია მხოლოდ ნაწილობრივ (სანგრევი ჩაქუჩები). ქანების ჩატვირთვა მექანიზებულია, თუ ამის საშუალებას იძლევა გვირაბის კვეთი (ქანის ასაღები მანქანები), ხოლო ქანების ზიდვა მექანიზირებულია თითქმის ყოველთვის. სამაგრის დაყენება ხდება ხელით, ზოგჯერ მარტივი დამხმარე საშუალებებით.

გვირაბის გაყვანის პროცესში დროებითი სამაგრი თანდათან იცვლება მუდმივი მოსახვით-მონოლითური ბეტონის, რკინაბეტონის ან ანაკრები (რკინაბეტონის ბლოკებით და ტიუბინგებით, შედეგომში მათი გამონოლითებით). ზოგჯერ ქანების დაწნევის გამო დროებითი გამაგრების ელემენტების მოხსნა, გამონამუშევრის კონტურზე ვერ ხერხდება, ამიტომ ისინი რჩება მუდმივი მოსახვის პროფილის გარეთ (ხის) ან მონოლითური მოსახვის ტანში (ლითონის).

ფარის მეთოდით გაყვანის დროს დამუშავება ხდება მთლიანი პროფილით. ამ დროს სამუშაოები მექანიზებულია უფრო მეტად, ვიდრე სამთო მეთოდით დამუშავების დროს. ფარი ლითონის ცილინდრია, რომლის დიამეტრი ტოლია გასაყვანი გვირაბის დიამეტრის, გადაადგილდება ჰორიზონატული დომკრატების მეშვეობით. დომკრატები ეყრდნობაადრე აგებულ მოსახვას.

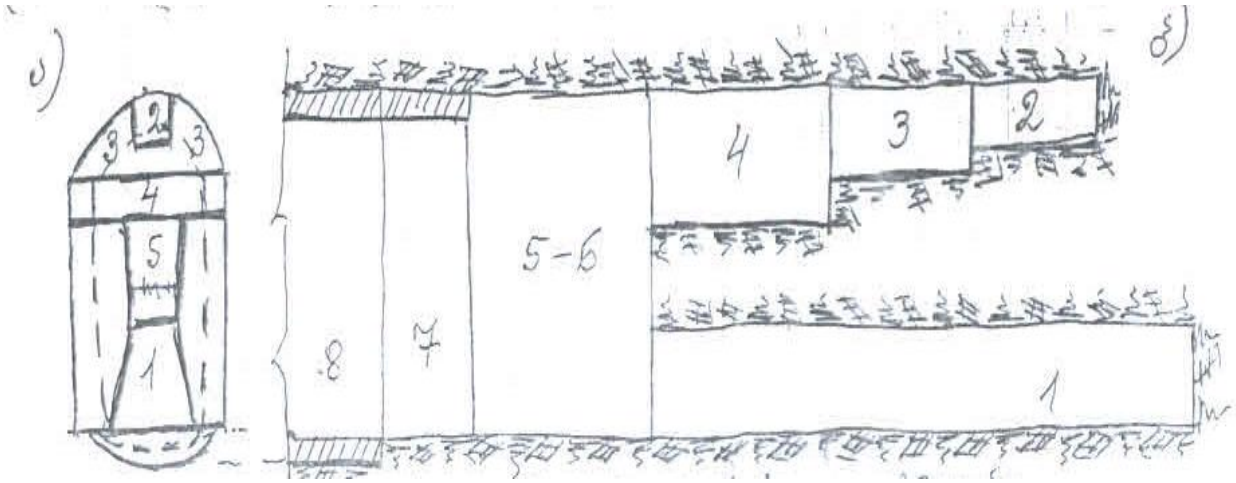
მოსახვა იგება ფარის შიგნით მთლიანი პროფილით. სანგარი უბრალო ფარებში მუშავდება სანგრევი ჩაქუჩით. ქანების ჩასატვირთად სატრანსპორტო საშუალებებზე გამოიყენება ტრანსპორტიორები.

გვირაბის გაყვანის სამთო მეთოდები

სამთო ქანების ხასიათის, სიმაგრის და მდგომარეობის მიხედვით, ასევე გვირაბის კვეთის მიხედვით გამოიყენება გვირაბის გაყვანის სხვადასხვა სამთო მეთოდი.

კვეთის მთლიანად გახსნის მეთოდი (ავსტრიული).

ეს მეთოდი პირველად გამოიყენეს 1837 წელს ავსტრიაში. კვეთას ამუშავებენ ცალ-ცალკე ნაწილებად, რომლებსაც ამაგრებენ მკაცრი თანამიმდევრობით (ნახ. 8.24).



ნახ. 8.24. გვირაბების გამონამუშევრის ელემენტები ა. განივი კვეთი, ბ. გრძივი ჭრილი

თავდაპირველად გარკვეულ სიგრძეზე გადიან ქვედა მიმმართველ სვლას (1) მოსახვის კედლების ძირის დონეზე. წინასწარ პორტალის წინამდებარე თხრილში შუბლა ფერდოს ამაგრებენ ირიბანებით ჩამონგრევისაგან დასაცავად. შემდეგ იწყებენ ზემოთა მიმმართველი სვლის (2) გავლას, რომელიც მიდის შემდგომ გარკვეული ჩამორჩენით ქვემოთასგან, ზოგჯერ ქვედა სვლა დიდად უსწრებს ზემოთას. ამ შემთხვევაში ის ახდენს გრუნტის წყლების დრენირებას და საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ გეოლოგიურ პირობებზე. ზემოთა და ქვემოთა სვლების შეერთება ხდება ვერტიკალური შეფარდებით, რათა გამონამუშევარი ზემოთა ჩამოყრის ქვემოთას

სვლის ვაგონებში, როდესაც ზემოთა სვლა საკმარის მანძილზე წაიწევს წინ, სანგრევიდან 40-50 მ-ზე იწყებენ პატარა კალოტის (3) გაგანიერებას, შემდეგ დიდს (4) შესაბამისი გამაგრებით. შემდეგ ამუშავებენ შტროცეტას (5) და ბოლოს შტროსს (6), რითაც მთავრდება გამონამუშევრის გაფართოება მთლიან კვეთში. ამ დროს გამონამუშევარი გამაგრებულია მარაოს ტიპის სამაგრით. აღნიშნული სამაგრის მოუხსნელად სამაგრ ფერმებს შორის აყენებენ ქარგილებს და აბეტონებენ კედლებსა და მოსახვის თაღს (7), თანდათანობით ხსნიან ძირითად სამაგრს, ე.ი. ხდება ქანების დაწნევის გადაცემა კედლებსა და თაღზე.

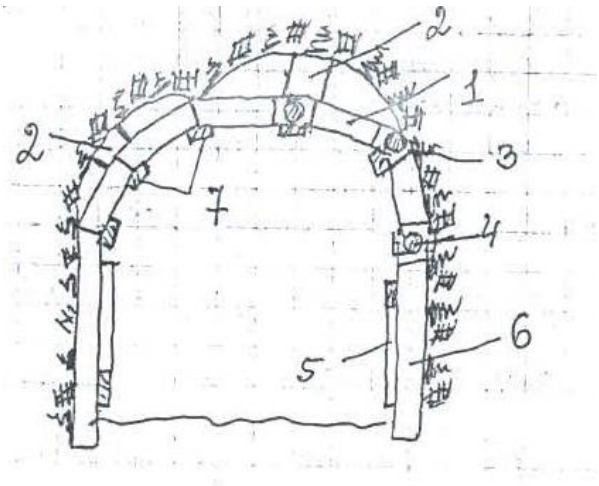
როცა ბეტონი გამაგრდება, სამაგრი იხსნება, მუშავდება უკუთაღის ქვაბული (8) და ბეტონირდება.

გვირაბების გაყვანა მდგრად ქანებში

მდგრად კლდოვან გამოუფიტავ ქანებში გვირაბების გაყვანა შეიძლება განხორციელდეს ყოველგვარი გამაგრების გარეშე მთელი, სრული პროფილით დიდი დიამეტრის შემთხვევაშიც (10-18 მ). ბზარებიან და შრეებად განლაგებულ კლდოვან და ნახევრადკლდოვან ქანებში გვირაბების გაყვანის შემდგომ შეიძლება მოხდეს ძვრები და გამონგრევა როგორც ცალკეული ბელტების, ასევე ქანების მთელი შრეების, რომელთაც დაკარგეს საყრდენი.

მაგრამ ქანების ცალკეული ბელტების შეჭიდულობისა და ბზარების შემავსებლების სიბლანტის მიზეზით ზემოთაღნიშნული მოვლენები ხდება არა მყისიერად, არამედ გარკვეული პერიოდის შემდეგ, რამდენი ან ზოგჯერ ათეული საათის შემდეგ. შესაძლებელია ამ დროის განმავლობაში დაიდგას ხის პოლიგონალური ან ლითონის თაღოვანი დროებითი სამაგრი ან შემოვსაზღვროთ ანკერული სამაგრით.

პოლიგონალური სამაგრი - იგი შედგება რიგი ვერტიკალური ჩარჩოებისაგან, რომლებიც იკვრება სწორხაზოვანი ირიბანებისაგან სიგრძით 1,5-2 მ (ნახაზი 8.25). ირიბანები მზადდება სწორხაზოვანი ხის ძელებისაგან კვეთით 18X22, 20X24 ან 22X26. ირიბანებს შორის კუთხეები არ უნდა აღემატებოდეს 150°-ს. ჩარჩოს მდგრადობის უზრუნველსაყოფად მისი ყველა კვანძი ჩამაგრებულია ქანებში მოკლე ზომის ხის დეტალებით (მორებისაგან) და სოლებით, ხოლო დგარები ჩაღრმავებული უნდა იყოს ქანებში. გრძივი მდგრადობის უზრუნველსაყოფად ყველა ჩარჩო ერთმანეთთან ერთდება ფიცრის ზეწარით (7) და ირიბანებით (5) და განაბრჯენენ როშპანებით (4) დიამეტრით 18-22 სმ.



ნახ. 8.25. პოლიგონალური სამაგრი 1. ირიბანა, 2. ზომა-მოკლე მორი, 3. ზესადები, 4. როშპანი, 5. ირიბანა, 6. დგარი, 7. ზეწარი

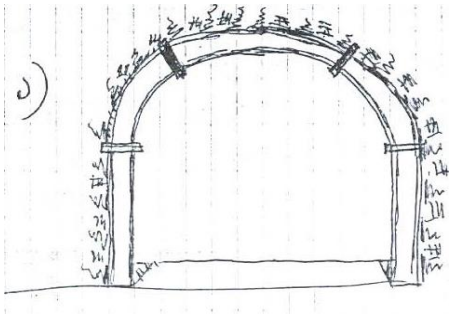
პოლიგონალური სამაგრის ჩარჩოები მაგრდება ყოველ 0,75-1,5 მეტრში ქანების მახასიათებლების მიხედვით.

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, გრძივი აფეთქების ტალღა ვრცელდება ძირითადად გამონამუშევრის კვეთის შუა ნაწილში. სწორად დაყენებული სამაგრი გრძივი და განივი მიმართულებით კარგად უძლებს, ეწინააღმდეგება აფეთქების ტალღას.

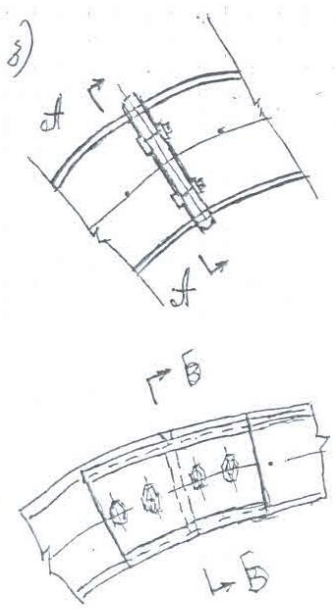
პოლიგონალური სამაგრი შეიძლება აგებული იქნეს ლითონის ელემენტებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია ბოლტებით.

პოლიგონალური სამაგრის უპირატესობა ისაა, რომ იგი არ ხერგავს გამონამუშევარის კვეთს დგარებით და ამიტომაც საშუალებას იძლევა ქანების დასამუშავებლად სანგრევში გამოვიყენოთ მაღალ მწარმოებადი მექანიზმები - თვითმავალი საბურღი მანქანები, საბურღი ჩარჩოები, ექსკავატორები, გადასატანი ყალიბები. ეს მნიშვნელოვნად ზრდის შრომის მწარმოებლობას და ამცირებს მშენებლობის ვადებს.

თაღოვანი ლითონის სამაგრი გამოიყენება იმავე პირობებში, რომლებშიც პოლიგონალური. თაღოვანი სამაგრის უპირატესობა ისაა, რომ მისი მოხაზულობა მეტად შეესაბამება გამონამუშევარის საპროექტო მოხაზულობას. თაღები შეიძლება იქნეს აწყობილი მსხვილი, მძიმე ელემენტებისაგან, ჩვეულებისამებრ ორტესებრი პროფილებისაგან N22-30 და მეტი (ნახაზი 8.26 ა, ბ).



სურ 8.26 ა, ბ ენგურჰესის გვირაბის თაღოვანი სამაგრი ზემოთა ნახევარკვეთში (d=10,5)
ა. საერთო ხედი, ბ. თაღის ელემენტების შეერთება, 3. თაღის გრძივი შეერთებები



თაღებს დგამენ ბეტონის საგებზე დამაგრებული გრძივი ლითონის ზეწარზე. მას ამაგრებენ ქანებში გაკეთებული, ბეტონით ამოვსებულ ფოსოებში. თაღებს აერთებენ ლითონის გრძივი მაკავშირებლებით. თაღებს შორის მანძილი მერყეობს 0,75 -დან 1,5-მდე. იგი დამოკიდებულია ქანების ტიპზე.

მოხმარების ვადის გაზრდის მიზნით როგორც თაღოვანი, ასევე პოლიგონალური სამაგრები უნდა მოიხსნას (თუ ამის საშუალებას იძლევა ქანების მდგრადობა, წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი რჩება მოსახვის ტანში).

ლითონის ხარჯი ლითონის სამაგრზე შეადგენს საშუალოდ 1–დან 3 ტონამდე გვირაბის 1 გრძივ მეტრზე.

ენგურჰესის თაღოვანი კაშხლის სამუშაოთა წარმოება

ენგურესის თაღოვანი კაშხლის სამუშაოთა წარმოებისას მრავალი კამათისა და მსჯელობის შემდეგ გადაწყდა ქვაბულის დამუშავების ღია სქემის გამოყენების და დამუშავებისა. თაღოვან კაშხალში ჩასხმულია 3,7 მილიონი მ^3 ბეტონი. კალენდარული გეგმის მიხედვით ყოველთვიური ჩაწყობილობა შეადგენდა 120,0 ათას/მ^3. აღნიშნულ სამუშაოთა შესასრულებლად აშენდა ბეტონის ქარხანა, გამდიდრებული ფაბრიკით და კარიერების მეურნეობით. იგი მთლიანად შეადგენდა ერთ ტექნოლოგიურ ხაზს, რომელიც იწყებოდა შემვსებების მოპოვებითა და მათი გადამუშავებით. შემდგომ იგი მიეწოდებოდა ბეტონის ქარხანას, მზადდებოდა ბეტონის ცომი და ხდებოდა მისი ჩაწყობა დასაბეტონებელ ბლოკებში. მთლიანი ხაზის სიგრძე შეადგენდა 6.0-7.0 კმ.



ენგურჰესი

ტექნიკური პირობები შეადგენდა:

1. ბეტონის მარკა 350.0 კგ/სმ^2 – კუმშვაზე და 25,0 კგ/სმ^2 – გაჭიმვაზე;

2. ცემენტს უშვებდა ერთი ქარხანა ზომიერი თბოაირგამოყოფით Q_7=30 კ.კალ/კგ, Q_{28}=65 კ.კალ/კგ, აქტივობით 500,0 კგ/სმ^2;

3. მდინარე ენგურზე სოფელ ჯვარში მოიპოვებოდა ბეტონის შემვსებები , რომლებიც სორტირებული იყო სხვადასხვა ფრაქციად. მსხვილი შემვსებების ფრაქციის მაქსიმალური სიმსხო შეადგენდა 120,0 მმ-ს.

პრაქტიკაში არსებული ტიპური ბეტონის ქარხნები არ აკმაყოფილებს დასმულ ამოცანებს. ამიტომ სპეციალური პროექტის საშუალებით აშენდა ახალი ბეტონის ქარხანა, რომელიც დაპროექტდა უკრაინის საპროექტო ინსტიტუტ „ჰიდროპრექტში“, ხოლო მოსკოვის ჰიდროპროექტში დაპროექტდა უნიკალური კაბელამწეები. სპეციალურად დაპროექტდა საბაგირო გზები, შეიქმნა სპეციალური ბეტონის ბადიები – ტევადობით 3.0მ^3. დაბალთერმული სპეციალური ცემენტი მზადდებოდა როსტოვის ბეტონის ქარხანაში.

ერთი წლის განმავლობაში 1,0 მ^3 ბეტონის მოსამზადებლად საჭირო იყო მდინარე ენგურის მიმდებარე ტერიტორიაზე მოპოვებულიყო და გადამუშავებულიყო 1,8 მილ/მ^3 ბალასტი. ტერიტორიის სიგრძე შეადგენდა 2,5 კმ-ს, ხოლო სიგანე - 400 მ-ს. დამუშავების სიღრმე 10-12 მეტრი. პირველად გამოიყოფოდა 120 მმ ფრაქციაზე დიდი ზომის შემვსებები.

აგრეთვე გამოიყოფოდა 0,15 მმ–ზე ნაკლები ფრაქციის ჰიდროპლასტიფიკატორების მეშვეობით. 5 მმ-120 მმ ფრაქციის შემვსებები მცურავი ტრანსპორტირების საშუალებით

მიეწოდებოდა ტრანსპორტიორებით მდინარის ნაპირებზე. დამზადებული სხვადასხვა ფრაქციაში ეწყობოდა შტაბელებად და ინახებოდა. რადგანაც აღნიშნული ტერიტორია ხასიათდება დიდი ატმოსფერული ნალექებით, თანაბარი ნესტიანობის შესანარჩუნებლად ხდებოდა მთელი ტერიტორიის გადახურვა.

ბეტონის სორტირებული მასალა საწყობებიდან საბაგირო გზებით მიეწოდებოდა ბეტონის ქარხანას, რომელიც აშენდა თაღოვანი კაშხლის მიმდებარე ტერტორიაზე (მარცხენა სანაპიროზე).

სორტირებული მასალის მიწოდების ორი ვარიანტი არსებობდა - ავტოტრანსპორტით ან საბაგირო გზებით, რომლებიც ბევრად ეკონომიური იყო. ამიტომ გადაწყდა შემვსებების მიწოდება ბეტონის ქარხანაში საბაგირო გზით საათში 170,0 ტონა ტევადობით. უწყვეტი წარმადობის ბეტონის ქარხანა შედგებოდა სამი დამოუკიდებული ტექნოლოგიური ხაზისაგან. თითოეულის წარმადობა 100 მ³/სთ-ში. შემვსებების თითოეული ფრაქცია დოზატორების საშუალებით მიეწოდება ლენტურ კონვეიერზე და ყალიბდება ე.წ. „ფენოვანი ნამცხვარი“. შემდეგ კონვეიერის ლენტი მოძრაობს ცემენტის დოზატორისაკენ, რის შემდეგაც ე.წ. „ფენოვან ნამცხვარს“ ემატება ცემენტის გარკვეული პორცია.

შემვსებები გამოყენებამდე ექვემდებარება ცივი ჰაერით დამუშავებას სპეციალურ სამაცივრე დანადგრებში. ასეთი ტექნოლოგია პირველად გამოიყენეს ენგურზე. ადრე გამოიყენებოდა ყინულით გაცივება. ლაზოტორული განყოფილება მდებარეობს კაშხლიდან 500 მეტრის დაშორებით. თაღოვან კაშხალში ბეტონის ჩაწყობა ხდებოდა ოთხი კაბელ–ამწის საშუალებით თითოეული 25 ტონის რაოდენობით. თაღოვანი კაშხალი ბეტონირდება გრძელი ბლოკებით გრძივ ნაკერებად. თითოეული ბლოკს აქვს თავისი განსხვავებული ზომები. ბლოკის მაქსიმალური ზომა სიგანეში 68,0 მ. კაშხლის სიმაღლის მატებასთან ერთად ბლოკის სიმაღლე 1,5-3 მ-ს აღწევს.

ბლოკების ბეტონირება ხდება ცალკეული შრეებით ისე, რომ ერთმა შრემ გადაფაროს შემდეგი 2 სთ–ის შემდეგ. შრის სიმაღლე 0,5 მ–ია, ყალიბი ლითონისაა. შემდგომ დაბეტონებული ბლოკი იფარება გადასატანი მეტალის საფარით ბეტონის ნარევის კოკისპირული წვიმებისაგან დასაცავად.

კაშხლის ტანში ბეტონის ნარევის ჩაწყობის შემდეგ ხდება მცირე გაბარიტიანი ბულდოზერებით მისი ზედაპირის გასწორება. იმავე ბულდოზერებზე არის დამაგრებული პაკეტი 5 ვიბრატორის რაოდენობით, რისი საშუალებითაც ხდება ბეტონის გამკვრივება და სიცარიელეების შევსება.

თერმული რეჟიმი ბეტონირების შემდეგ პირველ დღეებში, ბეტონის ბლოკებში ცემენტის ეგზოთერმიდან გამომდინარე, მისი ტემპერატურა იზრდება. ტემპერატურული დაძაბულობის შესამცირებლად და აგრეთვე ნაკერების მონოლითობის დროის შესამცირებლად ცალკე მდგარი ბლოკებისათვის იქნა მიღებული ბეტონის ხელოვნური გაცივების პროცესი: ხდება ბეტონის ბლოკების ჩაწყობა სპეციალურ მილებში, რომლებშიც მიმდინარეობს ცივი წყლის ცირკულირება, დასაწყისში +11°C , ხოლო შემდეგ ტემპერატურა აღწევს 2°C–ს.

მაქსიმალური დასაშვები ტემპერატურა ბეტონებისათვის 28-34°C. ამიტომ წელიწადის დროის სხვადასხვა მონაკვეთში ჩასაწყობი ბეტონის ტემპერატურა მერყეობს 7, 11, 15° C –ს შორის.

აქედან გამომდინარე, ბეტონების ქარხნები დაპროექტებულია ისე, რომ გამოუშვას ბეტონის ნარევი საწყისი ტემპერატურით +6-12°C–ისა. ბეტონის გაცივების პროცესი მიმდინარეობს 6-7 თვის განმავლობაში. ცივი წყალი მიეწოდება სპეციალური სამაცივრე დანადგრებიდან.

ნაკერების მონოლითურობა მიმდინარეობს ტემპერატურის დაწევისას: 10°C საშუალოდ ქვედა ნაწილში, 13°C შუა ნაწილში და 16°C კაშხლის ზედა ნაწილში. ნაკერების მინიმალური გახსნა იმისათვის, რომ მოხდეს ცემენტაცია, უნდა იყოს არა ნაკლები 0,5 მმ–ისა. ანალოგიურად ცემენტაცია ნაკერებისა მოხდა ლაჯანურის მშენებლობის დროს.



8.13. კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. ჩამოთვალეთ მიწის ნაგებობების, მიწაყრილის, ჰესის, კაშხლის ქვაბულის, დამხმარე შენობების დაკვალვის მეთოდები;
2. აღწერეთ საავტომობილო გზების მიწის ვაკისის მოწყობის წესები;
3. აღწერეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ტრანსპორტის მნიშვნელობა და სახეობები;
4. განსაზღვრეთ სამშენებლო ამწეების დანიშნულება და კლასიფიკაცია;
5. აღწერეთ ცემენტაციის პროცესი;
6. აღწერეთ ბურღვის მექანიკური და ფიზიკური მეთოდები;
7. განმარტეთ სტანდარტული საკონტროლო ნიმუშების აღების წესები;
8. ჩამოთვლეთ გვირაბების გაყვანის ხერხები;
9. განმარტეთ ზღუდარების აგების ძირითადი მოთხოვნები;
10. აღწერეთ ყალიბის ტიპები და მომზადების წესები;
11. აღწერეთ ბეტონის მოვლის წესები.



დავალება:

ვიზუალურად შეაფასეთ ბეტონის ერთგვაროვნება.

თავი 9. შრომის უსაფრთხოება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ გაიცნობიერებთ, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობისას სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმართვა.



მშენებლობა რთული, დინამიკური პროცესია. ტრავმატიზმის მაღალ დონეს ხელს უწყობს სამშენებლო დარგის თავისებურებანი, კერძოდ: სამშენებლო მოედნების დიდი მრავალფეროვნება, ამინდისაგან დაუცველობა, რთული მანქანა-მექანიზმებისა და ხელსაწყო-იარაღების გამოყენება.

ჩვენი მიზანია შეგასწავლოთ სამუშაო ადგილის უსაფრთხოების კონტროლი; მანქანა-მოწყობილობების უსაფრთხო მუშაობის უზრუნველყოფა; სამუშაო ადგილზე საშიში სიტუაციების, რისკების და საფრთხეების გამოვლენა; ხანძარსაწინააღმდეგო წესებისა და ნორმების დაცვა; სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების დაცვა; შრომის შინაგანაწესის დაცვა; სპეციალური ტანსაცმლის და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენება; საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოების გამართული და უსაფრთხო მუშაობის უზრუნველყოფა.

მშენებლობაში შრომის დაცვის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა პროფილაქტიკა ავარიებისა და საფრთხეების თავიდან ასაცილებლად, რომლებიც შეიძლება წარმოიქმნას სამშენებლო სამუშაოთა შესრულებისას.

შრომის უსაფრთხოება მოიცავს ოთხ ძირითად ნაწილს:

- შრომის საკანონმდებლო და ორგანიზაციული საკითხები;
- საწარმოო სანიტარია;
- უსაფრთხოების ტექნიკა;
- სახანძრო უსაფრთხოება.

შრომის კანონმდებლობა შეისწავლის უფლებრივ, ტექნიკურ და სანიტარულ-ჰიგიენურ ნორმებს, მიმართულს შრომის უსაფრთხო და ნორმალური პირობების შესაქმნელად.

საწარმოო სანიტარია არის ორგანიზაციული, ჰიგიენური და სანიტარულ-ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა, რომელიც აღკვეთს ადამიანზე მოქმედ მავნე საწარმოო ფაქტორებს, მოწამვლებსა და პროფესიულ დაავადებებს.

უსაფრთხოების ტექნიკა არის ორგანიზაციული და ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა, რომელიც აღკვეთს ადამიანზე მოქმედ საშიშ ფაქტორებს.

სახანძრო უსაფრთხოება მოიცავს ისეთი პირობების შექმნას, როდესაც ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობა გამოირიცხება.

სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას საჭიროა დავიცვათ მწარმოებელი (მშენებელი) ორგანიზაციის ინსტრუქციით ან წესდებით გათვალისწინებული მოთხოვნები, რომლებშიც გაწერილია როგორც დამქირავებლის (ორგანიზაციის) ვალდებულებები, ისე მუშათა უფლებები და ვალდებულებები.

შრომის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის უმნიშვნელოვანეს ეტაპად ითვლება საშიშროების იდენტიფიკაცია.

საქართველოს ტერიტორიაზე შრომით და მის თანმდევ ურთიერთობებს აწესრიგებს საქართველოს ორგანული კანონი - **საქართველოს შრომის კოდექსი.**

შრომითი ურთიერთობა - არის შრომის ორგანიზაციული მოწესრიგების პირობებში დასაქმებულის მიერ დამსაქმებლისათვის სამუშაოს შესრულება ანაზღაურების სანაცვლოდ.

დასაქმებული - არის ფიზიკური პირი, რომელიც შრომითი ხელშეკრულების საფუძველზე დამსაქმებლისათვის ასრულებს გარკვეულ სამუშაოს.

დამსაქმებელი - არის ფიზიკური ან იურიდიული პირი, რომლისთვისაც შრომითი ხელშეკრულების საფუძველზე სრულდება გარკვეული სამუშაო.

საშიშროების იდენტიფიკაცია- საშიშროების გაანალიზება; მათი წარმოქმნის მიზეზების დადგენა.

შრომითი ურთიერთობა წარმოიშობა მხარეთა თანასწორუფლებიანობის საფუძველზე ნების თავისუფალი გამოვლენის შედეგად მიღწეული შეთანხმებით.

9.1. შრომითი ურთიერთობის მონაწილენი

შრომითი ურთიერთობის სუბიექტები არიან <u>დამსაქმებელი და დასაქმებული.</u>

კანონმდებლობა დამსაქმებელს ავალდებულებს, კანდიდატს მიაწოდოს ინფორმაცია შესასრულებელი სამუშაოს, შრომის პირობების, შრომითი ურთიერთობისას მისი უფლებრივი მდგომარეობის, შრომის ანაზღაურების (ხელფასის) შესახებ. ასევე, დამსაქმებელს დამატებით ეკისრება ვალდებულება, აცნობოს კანდიდატს წერილობითი იქნება შრომითი ხელშეკრულება თუ ზეპირი, განსაზღვრული იქნება თუ განუსაზღვრელი ხელშეკრულების ვადა. შედეგად, კანდიდატი უკეთ იქნება ინფორმირებული მომავალი სამუშაოს შესახებ.

სამუშაო პროცესის განმავლობაში **სამშენებლო ორგანიზაცია** იღებს ყველა საჭირო ზომებს მომუშავე პერსონალის კეთილდღეობისათვის. ამისათვის იგი **ვალდებულია**: გაითვალისწინოს საწარმოო რისკები და მიაწოდოს საჭირო ინფორმაცია სწავლების შესახებ; აღჭურვოს სამუშაო ობიექტი უსაფრთხოების ნიშნებით; უზრუნველყოს მომუშავე პერსონალი სპეციალური ტანსაცმლით და მიიღოს უსაფრთხოების ზომები.

9.2. მუშათა უფლებები და ვალდებულებები

მომუშავე პირი პასუხისმგებელია როგორც საკუთარ, ასევე თანამშრომლის ჯანმრთელობაზე. მისი მოვალეობაა იმუშაოს კორექტულად და უსაფრთხოდ.

მომუშავე პირს უფლება აქვს შეწყვიტოს მუშაობა შემდეგ გარემოებაში: თუ საქმე ეხება მოულოდნელ და უბედურ შემთხვევას თავდაცვის მიზნით, მან დაუყოვნებლივ უნდა მიმართოს ხელმძღვანელ პირს და პრევენციისა და დაცვის სამსახურს. ის დაუბრუნდება სამუშაოს იმ შემთხვევაში, როცა ყველა საფრთხე თავიდან იქნება აცილებული.

მშენებლობაზე მომუშავე პერსონალმა პერიოდულად უნდა გაიაროს სპეციალური სწავლება და შესავალი ინსტრუქტაჟი, რომლის ორგანიზება **მთავარ ინჟინერს** ევალება.

შესავალი ინსტრუქტაჟის გაუვლელად სამუშაოზე დაშვება აკრძალულია!

პირველადი ინსტრუქტაჟი ტარდება შესავალი ინსტრუქტაჟის შემდეგ უშუალოდ სამუშაო ადგილზე. ამ სახის ინსტრუქტაჟი გულისხმობს სამუშაო ადგილის გულდასმით შესწავლას, რისკების, საშიშროებისა და კონკრეტული უსაფრთხოების წესების გაცნობას. მას ატარებს უბნის უფროსი ან ოსტატი. ობიექტზე მომუშავე პირები უნდა იცნობდნენ ავარიის ლიკვიდაციის ან ევაკუაციის გეგმას და იცოდნენ ავარიის შემთხვევაში მოქმედების წესები. აკრძალულია ობიექტზე სამუშაოდ იმ პირების დაშვება, რომლებიც არ იცნობენ ავარიის ლიკვიდაციის ან ევაკუაციის გეგმას.



განმეორებითი ინსტრუქტაჟი კვარტალში, ექვს თვეში ან წელიწადში ერთხელ ტარდება.

გეგმის გარეშე ინსტრუქტაჟი ტარდება იმ შემთხვევებში, როდესაც ინერგება ახალი ტექნოლოგიური პროცესი, იცვლება ტექნოლოგიური პროცესი, მოხდა უბედური შემთხვევა ან მომუშავე პერსონალის მხრიდან

უსაფრთხოების ნორმების დარღვევა.
მიმდინარე ინსტრუქტაჟი ტარდება იმ სამუშაოების ჩატარების წინ, რომლებზედაც საჭიროა გაფორმებულ იქნეს განაწესი-დაშვება.

დამსაქმებელს უფლება აქვს დაადგინოს შრომის შინაგანაწესი.

შრომის შინაგანაწესი არის წერილობითი დოკუმენტი, რომელიც არეგულირებს შრომით და მის თანმდევ ურთიერთობებს. როგორც წესი, შინაგანაწესის მიზანი არის შრომის დისციპლინის განმტკიცება, შრომის სწორი ორგანიზაცია, სამუშაო დროის რაციონალური გამოყენება, შრომის ნაყოფიერების და ეფექტიანობის ამაღლება.

შრომის შინაგანაწესით შეიძლება განისაზღვროს: **სამუშაო დროის ხანგრძლივობა, დასვენების ხანგრძლივობა, შრომის ანაზღაურების დრო და ადგილი, შრომის პირობების დაცვის წესები, ანაზღაურებადი და ანაზღაურების გარეშე შვებულების ხანგრძლივობა და მიცემის წესი, წახალისების და პასუხისმგებლობის სახე და გამოყენების წესი, საჩივრის ან განცხადების განხილვის წესი. ასევე, სამუშაოს სპეციფიკის გათვალისწინებით, შრომის შინაგანაწესით შეიძლება დადგინდეს სპეციალური წესები.**

შრომის შინაგანაწესი არის ის დოკუმენტი, რომლითაც დამსაქმებელს და დასაქმებულს უფლება აქვთ მათ შორის არსებული შრომითი ურთიერთობის დასარეგულირებლად დაადგინონ საქართველოს შრომის კოდექსით გათვალისწინებული ნორმებისგან განსხვავებული პირობები, მაგრამ ამავე დროს მათ ევალებათ კანონმდებლობით გათვალიწინებული აუცილებელი მოთხოვნების დაცვა.
დღეისათვის სამშენებლო დარგი განიცდის ტექნოლოგიების მზარდ ცვლილებებს. ეკონომიკური და სოციალური განვითარება ასევე ცვლის მუშა-მოსამსახურეების ყოველდღიურ ცხოვრებას. მიუხედავად მიღწეული პროგრესისა, დასაქმებულთათვის გადასაწყვეტი რჩება უსაფრთხოება, ჯანმრთელობა და სამუშაო პირობები, რომლებიც ამ ცვლილებების შედეგადაა გამოწვეული.
შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციამ, რომელიც შეიქმნა 1919 წელს, დიდი ძალისხმევა გასწია, რომ ჩამოეყალიბებინა საერთაშორისო სტანდარტები მუშა-მოსამსახურეების ტრავმებისაგან დასაცავად და მსოფლიოში შრომითი პრობლემების შესახებ პრაქტიკული ინფორმაციის მისაწოდებლად.

მშენებლობის დარგში ტრავმატიზმის დონეს ხელს უწყობს ის თავისებურებები, რომლებიც განასხვავებს მას საწარმოო სექტორის დანარჩენი ნაწილისაგან. ამ თავისებურებას განეკუთვნება შემდეგი:
თვითდასაქმებული პირების დიდი წილი;
სამშენებლო მოედნების მრავალფეროვნება;
მუშახელის დიდი დენადობა, სეზონური და მიგრირებული მუშაკების რიცხვი, რომელთაგან უმრავლესობა არ არის გაცნობილი სამშენებლო პროცესებს;
ამინდის პირობების ზემოქმედებისაგან დაუცველობა.

სამშენებლო ობიექტზე შრომის უსაფრთხოება რეგულირდება ტექნიკური რეგლამენტით „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ (საქართველოს მთავრობის დადგენილება №361 2014 წლის 27 მაისი ქ. თბილისი მშენებლობის უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე).

ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების დაცვა სავალდებულოა სამუშაოთა წარმოების დროს!

ტექნიკური რეგლამენტი მშენებლობის უსაფრთხოების შესახებ ვრცელდება მშენებლობის ნებართვით გათვალისწინებულ სამშენებლო ობიექტზე შესასრულებელ სამუშაოებზე და განსაზღვრავს უსაფრთხოების მოთხოვნებს სამშენებლო მოედანზე: ორგანიზების, სამშენებლო მანქანა-მექანიზმების, ტექნიკური აღჭურვილობისა და ინსტრუმენტის ექსპლუატაციის, ელექტრო და აირსაშემდუღებლო, დატვირთვა-დაცლის, ბეტონისა და რკინაბეტონის, სამონტაჟო, სადემონტაჟო და სხვა სამშენებლო სამუშაოთა წარმოების დროს.

მშენებლობაზე გათვალისწინებული უნდა იქნეს შემდეგი საკითხები:

1. სამშენებლო მოედანზე გამოყოფილი უნდა იყოს ინჟინერი, რომელიც პასუხს აგებს ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების დაცვაზე;
2. მუშებსა და ინჟინერ-ტექნიკურ პერსონალს სამშენებლო მოედანზე ყოფნისას უნდა ეხუროთ ჩაფხუტები, ხოლო სპეციალური სამუშაოები უნდა შესრულდეს სათანადო აღჭურვილობის გამოყენებით;
3. მშენებლობის ყველა ობიექტზე უნდა იყოს პირველი სამედიცინო დახმარების გასაწევი საშუალებები;
4. სამშენებლო სამუშაოთა წარმოების უბანი და ადგილი ისე უნდა იყოს მოწყობილი, რომ თავიდან იქნეს აცილებული ტრავმატიზმის შესაძლებლობა;
5. მტვრისებრი მასალები უნდა ინახებოდეს დახურულ საცავებსა ან სათავსებში. დატვირთვა-დაცლის სამუშაოთა წარმოების დროს უნდა იქნეს მიღებული ზომები მათი გაფანტვისა და გამტვერვის თავიდან ასაცილებლად;
6. სამშენებლო მოედანზე მოწყობილი უნდა იყოს უსაფრთხოების ნიშნები.

სამუშაო ადგილი - წარმოადგენს ტექნიკური საშუალებებით აღჭურვილ ზონას, სადაც მუშა-პერსონალი ასრულებს საწარმოო ოპერაციას ან სამუშაოს.

1. ობიექტზე სამუშაოების ტექნიკურ ხელმძღვანელებად დაიშვებიან პირები, რომლებსაც აქვთ უმაღლესი ტექნიკური განათლება ან მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად გაიარეს სპეციალური სწავლება;
2. ხელმძღვანელებს და სპეციალისტებს უნდა ჰქონდეთ თანამდებობრივი ინსტრუქციები;
3. ობიექტის ხელმძღვანელი ვალდებულია უზრუნველყოს რეგლამენტის და სამრეწველო უსაფრთხოების სფეროში სხვა ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტების მოთხოვნათა დაცვა;
4. აკრძალულია დავალების გაცემა იმ ადგილებზე სამუშაოდ, სადაც დარღვეულია უსაფრთხოების მოთხოვნები, გარდა იმ დავალებისა, რომელიც ითვალისწინებს ამ მოთხოვნების აღმოფხვრას;
5. ობიექტს უნდა ჰყავდეს ობიექტის გამართულ მდგომარეობასა და უსაფრთხო ექსპლუატაციაზე პასუხისმგებელი ტექნიკური ზედამხედველი.

9.3. საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადებები

ტრავმა

გარემო პირობების ზემოქმედების შედეგად ადამიანის ორგანიზმის უეცარ დაზიანებას **ტრავმა** ეწოდება. ტრავმით დამთავრებულ უეცარ და დაუგეგმავ შემთხვევას **უბედური შემთხვევა** ეწოდება.

მუშა-პერსონალმა საწარმოო პროცესში შესაძლებელია მიიღოს ორი სახის დაზიანება:

- საწარმოო ტრავმა
- პროფესიული დაავადება

სამსახურებრივი მოვალეობის შესრულების დროს მიღებულ ტრავმას **საწარმოო ტრავმა** ეწოდება.



ტრავმა შეიძლება იყოს სხვადასხვა სახის:

1. •**მექანიკური** - ღია ჭრილობა, ტვინის შერყევა, მოტეხილობა, ღრძობა (ორგანოების და ქსოვილების მთლიანობის დარღვევა)
2. •**თერმული -** დამწვრობა, მოყინვა
3. •**ქიმიური** - ქიმიური დამწვრობა, მოწამვლა
4. •**ფსიქიკური** - შიში, ნერვული შეტევა
5. •**ელექტროდენით გამოწვეული** - ცნობიერების დაკარგვა, სუნთქვისა და გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედების დარღვევა
6. •**სხივური** - სხივური დამწვრობა
7. •**უცხო სხეულებით გამოწვეული** - ყელში, საყლაპავ მილსა და სასუნთქ გზებში უცხო საგნების მოხვედრა

პროფესიული დაავადება არის საწარმოო გარემოს ან წარმოების პირობების მუდმივი მავნე ზემოქმედების შედეგი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. ეს ზემოქმედება შესაძლებელია იყოს მტვრის, ხმაურის, ვიბრაციის, რადიაციის და მავნე აირების სახით.



9.3.1. მტვერი

მტვერი-იწვევს ისეთ მძიმე დაავადებებს, როგორებიცაა: პნევმოკონიოზი-სილიკოზი, ანთრაკოზი, აზბესტოსი. სილიკოზს იწვევს-კვარცის მტვერი; ანთრაკოზს - ნახშირის მტვერი; აზბესტოზს - აზბესტის მტვერი. მტვრით გამოწვეული დაავადებებიდან ყველაზე მძიმეა სილიკოზი. კვარცის მტვრის მცირე ზომის ნაწილაკები შედის სისხლში, იხსნება და წარმოქმნის მეტად შხამიან სილიციუმის მჟავას, რაც **აზიანებს ლეიკოციტებს.**

ლეიკოციტის უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა ორგანიზმის დაცვა სისხლსა და ქსოვილებში შეჭრილი მიკროორგანიზმებისაგან (ბერძნ. leukos თეთრი, kytos უჯრედი).

მტვერის ნაწილაკების დაჭერა ხდება მექანიკური ფილტრებით, ციკლონებში დალექვით, მტვერდამლექი კამერებით და სხვა.
თუ ჰაერის მტვრიანობის შემცირდება სანიტარულ ნორმამდე შეუძლებელია, აუცილებელია მშრომელთა მომარაგება ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით-**რესპირატორებით**.



ცუდად მორგებული და შეუსაბამო რესპირატორის ხმარება სახიფათოა. ნუ გამოიყენებთ რესპირატორს ვარგისიანობის ვადის გასვლის შემდგომ (რესპირატორის ფილტრებს აქვს ვარგისიანობის ვადა).

9.3.2. ხმაური.

ხმაური არის საერთო-ბიოლოგიური გამაღიზიანებელი, რომელიც მოქმედებს ნერვულ სისტემაზე.
სამშენებლო მოედანზე ყოველთვის არის ხმაური. ძლიერი ხმაურის გადაჭარბებული ზემოქმედება იწვევს სმენის შეუქცევად დაზიანებას. ხმაურმა მუშაობის დროს შესაძლებელია გამოიწვიოს სტრესი, სმენის ფუნქციის დაზიანება, ყურადღების ფუნქციის დაქვეითება, სტრესულ სიგნალებზე ფიზიოლოგიური რეაქციები, ფსიქიკური და სომატური ჯანმრთელობის დარღვევა, უძილობა და სმენის დროებითი დაკარგვა. ხმაურის დონე ისეთი სამუშაოებისას, როგორიცაა ხიმინჯების მოწყობა, გვირაბების გაყვანა და გაწმენდა, შეიძლება იმდენად მაღალი იყოს, რომ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გარეშე ადამიანი მიიღებს სარეკომენდაციო დღიური დოზის მაქსიმალურად დასაშვებ ზემოქმედებას რამდენიმე წამში. ძალიან ხმაურიანი მანქანა-მექანიზმების ზემოქმედების ქვეშ მუშაობის დროს რამდენიმე წუთში შეიძლება განვითარდეს სმენის დროებითი ნაწილობრივი დაკარგვა. მის აღსადგენათ საჭიროა 15 წუთიდან რამდენიმე დღემდე.

რესპირატორი – მომწამვლელი აირების და მტვრის მავნე ზემოქმედებისაგან ადამიანის სასუნთქი ორგანოების ინდივიდუალური დამცავი მოწყობილობა.

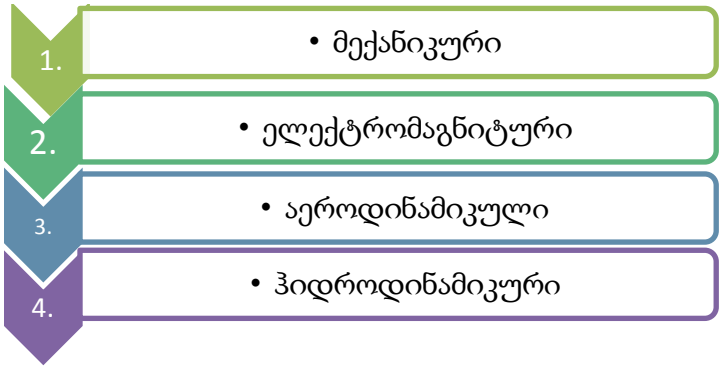
სომატური - სხეულთან დაკავშირებული დაავადებანი (არა ფსიქიკური).

ჰერცი - პერიოდული პროცესების (რხევის) სიხშირის საზომი ერთეული. 1 ჰერცი ნიშნავს ამგვარი პროცესის ერთ რეალიზაციას 1 წამის განმავლობაში.

ბელი - ფარდობითი სიდიდის ლოგარითმული ერთეული. პრაქტიკაში გამოიყენება დეციბელი.

დბ - დეციბელი, ბელის მეათედი.

წარმოშობის მიხედვით ხმაური შეიძლება იყოს:



ხმაური შეიძლება იყოს:



ადამიანი შეიგრძნობს ბგერებს სიხშირით 16 ჰერციდან 20 000 ჰერცამდე. სამუშაო ადგილზე მუდმივი ხმაურის მახასიათებელს წარმოადგენს **ბგერითი წნევის დონეები - დეციბელებში** (დბ-ში).

არსებობს ხმაურთან ბრძოლის შემდეგი ღონისძიებები:

1. **•არქიტექტურულ-გეგმარებითი ღონისძიებები**, რომლებიც გულისხმობს საწარმოს გენერალური გეგმის სწორ გადაწყვეტას.
2. **•ტექნოლოგიური ღონისძიებები,** რომლებიც გულისხმობს ისეთი ტექნოლოგიის არჩევას, რომელშიც გამოყენებული მანქანები გამოიწვევს მინიმალურ ხმაურს.
3. **•სანიტარულ-ჰიგიენური ღონისძიებები, რომლებიც** გულისხმობს მუშების მომარაგებას ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით.



- *დაინტერესდით, ჩატარდა თუ არა ხმაურის დონის განსაზღვრა და როგორია ამ გაზომვის შედეგები.*
- ***მუდმივი ხმაური 85-90 დეციბელის დონეზე** საზიანოა ჯანმრთელობისთვის.*
- *აუცილებელია სამუშაო ობიექტზე გამოგვიყონ ხმაურდამცავი საყურისები ან ხმაურის საწინააღმდეგო ყურის საცობები. ვიზრუნოთ, რომ ისინი სწორად იყოს შერჩეული. ყოველთვის გამოვიყენოთ ისინი სამშენებლო მოედნის ხმაურიან ზონებში ყოფნისას.*
- *სამუშაოს დასრულების შემდეგ სმენის ორგანოების დამცავი საშუალებები შევინახოთ სუფთა და უსაფრთხო ადგილას. დაზიანების შემთხვევაში კი შევცვალოთ ახლით.*

***შენიშვნა:** სანიტარული ნორმების მიხედვით ხმაურის დასაშვები დონე საცხოვრებელი სახლების წინ 2 მ. მანძილზე არ უნდა აღემატებოდეს 50 დბ დღის და 40 დბ ღამის საათებში, საცხოვრებელ ოთახებში - 25 დბ, საცხოვრებელ კვარტლებში - 35 დბ.*
ბულდოზერის მუშაობისას ხმაურის დონე არის 90 დბ, ტრაქტორის - 85 დბ, ამწის - 85 დბ, ექსკავატორის - 85

9.3.3. ვიბრაცია

ვიბრაცია დრეკადი ფიზიკური სხეულების მექანიკური რხევებია. ხელის პნევმოელექტრული ხელსაწყოებით მომუშავე პერსონალი ვიბროდაავადების ამკარა საფრთხის წინაშე დგას. ვიბრაციის გადაცემით მას შუძლია დააზიანოს კუნთები და სახსრები, ასევე მოახდინოს გავლენა სისხლის მიმოქცევაზე. ამიტომ მუშა-პერსონალის დასაცავად საჭიროა სპეციალური ღონისძიებების დაცვა.

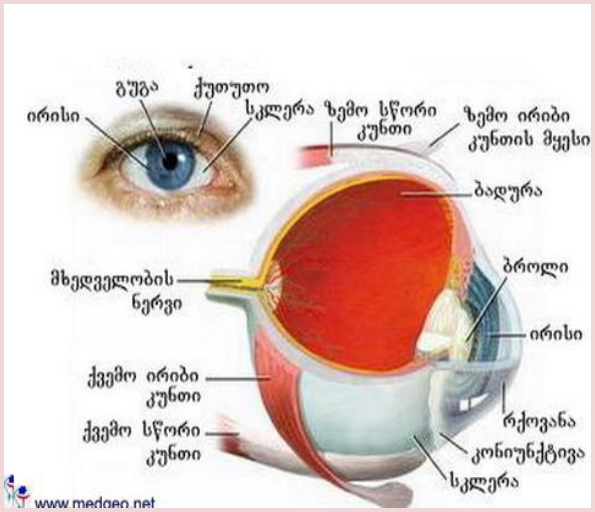
- ჰაერის ტემპერატურა უნდა აღემატებოდეს 14 ^{0}C-ს, ვინაიდან დაბალი ტემპერატურა ხელს უწყობს ვიბრაციის მავნე მოქმედებას;
- მომუშავენი უზრუნველყოფილ უნდა იყვნენ თბილი და რბილი ხელთათმანებით;
- სამუშაო დრო ცვლაში არ უნდა აღემატებოდეს 6 საათს. თუ ხელსაწყოების დარტყმის რიცხვი წუთში 1200-ია, ყოველ 1 საათში მომუშავე პირმა უნდა შეისვენოს 10 წუთი, ხოლო თუ დარტყმის რიცხვი წუთში 4000-ია და მეტი, საჭიროა ყოველ 1 საათში 30 წუთი შესვენება.

ვიბრაციის ჩახშობა დამყარებულია რხევების დინამიკური ჩახშობის პრინციპზე. ვიბროჩამხშობი ამორტიზატორები უერთდება იმ დანადგარს, რომლის რხევებიც უნდა ჩავახშოთ. მისი მასა და ამორტიზატორთა სიხისტე ისე შეირჩევა, რომ იგი რეზონანსში მოხვდება რხევად მანქანა-დანადგართან.

9.3.4. განათება

სამშენებლო ობიექტზე განათება მნიშვნელოვანად აუმჯობესებს შრომის პირობებს, ხელს უწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას, უზრუნველყოფს თვალის გადაუღლელად ხილვადობის შენარჩუნებას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ყოველივე ეს წარმოადგენს ტრავმატიზმისა და პროფესიულ დაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს.

თვალს აქვს შეგუების უნარი სხვადასხვა ხარისხის განათების მიმართ, რაც აიხსნება **მისი აკომოდაციური და ადაპტაციური თვისებებით.**



განათება შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური.

ბუნებრივი განათება ეწოდება შენობა-ნაგებობის შიდა სივრცის განათებას პირდაპირი ან არეკლილი მზის სხივებით (სათავსების განათება გარე შემომზღუდავ კონსტრუქციებში მოწყობილ შუქღიობებიდან შემოსული პირდაპირი ან არეკლილი ცის შუქით).

ადაპტაციის უნარი - სხვადასხვა ხარისხის განათებულობის შეგუება

აკომოდაციის უნარი - შორს მყოფი საგნების ხილული გარჩევის უნარი

ხელოვნური საწარმოო განათება - გათვალისწინებულია იმ ადგილებში (დახურული ან ღია უბნისათვის), სადაც ხდება მუშაობა.

მუშა განათება - არის სამუშაო ადგილების, დასამუშავებელი ზედაპირების და დამხმარე ფართის განათება. იგი ორი სახისაა: საერთო და კომბინირებული.



ჟინვალჰესი. საერთო მუშა განათება.



ჟინვალჰესი. საერთო მუშა განათება.

საერთო მუშა განათება - მთელ სათავსში ქმნის ერთნაირ ფონს, განათება ხდება ერთი და იმავე ტიპის და სიმძლავრის ნათურების ერთ სიმაღლეზე განლაგებით.

ადგილობრივი განათება - გამოიყენება მხოლოდ ცალკეული სამუშაო ადგილების გასანათებლად. მარტო ადგილობრივი განათების მოწყობა ნორმებით დაუშვებელია. იგი საერთო განათებასთან ერთად გამოიყენება.

კომბინირებული განათება ეწოდება ადგილობრივი და საერთო განათების ერთობლიობას.

ავარიული განათება - საავარიო განათება გათვალისწინებულია მუშა განათების უეცარი გამორთვის შემთხვევაში მუშაობის გასაგრძელებლად და მომუშავე პერსონალის ევაკუაციის მიზნით. ავარიული განათებულობა აიღება საერთო მუშა განათებულობის 5%, ხოლო ხალხის ევაკუაციის მიზნით 0,5 ლუქსი. იგი იკვებება დამოუკიდებელი დენის წყაროდან.



9.3.5. რადიაქტიური ნივთიერებები მშენებლობაზე



სამყარო, რომელშიც ვცხოვრობთ, ეკოლოგიური სიჯანსაღით ვერ დაიკვეხნის. დედამიწაზე არსებობს რადიაციის ბუნებრივი წყაროები, რომლებიც რადიოიზოტოპებს შეიცავს. მათი უდიდესი ნაწილი თავმოყრილია გრანიტსა და თიხამიწაში, სხვადასხვა შემადგენლობის ქვებში. საფრთხის შემცველია თაბაშირი, სილიკატური აგური, მინაბოჭკო. გამოსხივების ძლიერი წყაროა ბუნებრივი ქვები. საშენ მასალებში შესაძლოა იყოს ურანი 238, თორიუმი 232, კალიუმი 40 და სხვა რადიონუკლიდები, რომელთა საბოლოო დაშლის პროდუქტსაც წარმოადგენს რადონი 222. მშენებლობის დაწყების წინ რადიაციული საფრთხის აღმოჩენის მიზნით პორტატიული დოზიმეტრით უნდა მოხდეს საშენი მასალების შემოწმება. მშენებლობაში გრუნტის მოცულობითი მასის გამოსაკვლევად და ბეტონის შემკვრივების საკონტროლოდ

გამოიყენება გამა სხივებით გაშუქება, ასევე მასალებში ფარული დეფექტების აღმოსაჩენად გამოიყენება გამა-დეფექტოსკოპიის მეთოდი. გასაშუქებელ ხელსაწყოებზე მომუშავენი იმყოფებიან იონიზებული გამოსხივების ქვეშ, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმის დაავადება და დადგეს ფატალური შედეგი.

დეფექტოსკოპიის ყველა სამუშაო, რომელთა შესრულებისას გამოიყენება ხელსაწყოები მაიონიზირებული გამოსხივების წყაროებით, უნდა წარმოებდეს საქართველოს ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 26 მარტის №132/ნ ბრძანებით დამტკიცებული „საქართველოს ტერიტორიაზე რადიაციული უსაფრთხოების ნორმების დამტკიცების შესახებ“ ნორმატიული აქტის შესაბამისად

რადიაციას - უწოდებენ სხვადასხვა ტიპის მაიონიზირებელ გამოსხივებას, ანუ ისეთს, რომელსაც ატომიდან ელექტრონის ამოგდება შეუძლია.

ჰაერში, გარდა ზემოთ აღნიშნული ნივთიერებებისა, შესაძლოა იყოს **მავნე აირებიც** - ნახშირბადის მონოქსიდი (CO), აზოტის ოქსიდები, გოგირდოვანი აირი, მეთანი, ამიაკი და სხვა. აღნიშნული აირები მეტად ტოქსიკურია და მოწამვლის სხვადასხვა სიმპტომით ხასიათდება, კერძოდ: - თავის ტკივილი, ხმაური ყურებში, გაძლიერებული გულისცემა, სახისა და ფილტვების შეშუპება, სასუნთქი გზებისა და თვალების გაღიზიანება, გულისრევა, გრძნობის დაკარგვა.

მოწამვლა შეიძლება იყოს ქრონიკული, მწვავე და სასიკვდილო.

- **ქრონიკული მოწამვლა** - ვითარდება ორგანიზმში მცირე რაოდენობით მომწამლავი ნივთიერების შეღწევის შედეგად. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.
- **ძლიერი მოწამვლა** - ვითარდება ორგანიზმში დიდი რაოდენობით მომწამლავი ნივთიერების შეღწევის შედეგად. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს მცირე დროის განმავლობაში.

ტოქსიკური - შხამიანი, მომწამვლელი

ორგანიზმში მომწამლავი ნივთიერება შესაძლოა მოხვდეს სასუნთქი ორგანოდან, კანიდან, პირის ღრუდან. ამიტომ აუცილებელია, რომ მუშა-პერსონალმა დაიცვას სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმები.

გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან დაცვისათვის საჭიროა დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების გამოყენება.

სამშენებლო სამუშაოები ხშირად მიმდინარეობს მტვრიან და ჭუჭყიან გარემოში. გარდა ამისა, ისინი შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს ქიმიური ნივთიერებების და მასალების გამოყენებასთან. აუცილებელია, რომ სამშენებლო მოედანზე შეიქმნას კარგი სანიტარულ-საყოფაცხოვრებო პირობები.

კეთილმოწყობილი საყოფაცხოვრებო პირობები ამაღლებს განწყობას და შრომის ეფექტურობას.

სანიტარულ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ნაგებობები უნდა აშენდეს სწრაფად და უნდა ექვემდებარებოდეს დღეში სულ ცოტა ერთხელ გაწმენდა-დასუფთავებას.

გახსოვდეთ:	ყოველთვის შეინარჩუნეთ ამ ნაგებობებში სისუფთავე!

ძალზე მნიშვნელოვანია პირადი ჰიგიენის დაცვა. ამისათვის მუშა-პერსონალს უნდა ჰქონდესშესაძლებლობა რეგულარულად დაიბანონ ხელები და მიიღონ შხაპი. იმ ადგილებში, სადაც მუშა-პერსონალს უწევს კონტაქტი ქიმიურ ნივთიერებებსა და საღებავებთან, უნდა გამოყონ საკმარისი რაოდენობის პირსახოცები, რომლებიც მოხმარების შემდეგ ყოველდღიურად ექვემდებარება სადეზინფექციო დამუშავებას. ნაგებობა, სადაც არის განთავსებული პირსაბანები და საშხაპეები, უნდა იყოს გადახურული, ასევე კარგად განათებული და ნიავდებოდეს. ის ადგილები, სადაც საკვები უნდა მიიღონ მომუშავე პირებმა, უნდა იყოს სუფთა და დაბინძურებისაგან დაცული.

9.4. სამშენებლო მოედნის ორგანიზება

სამშენებლო მოედანი არის მშენებლობის განხორციელების დოკუმენტებით განსაზღვრული ტერიტორია, რომელიც აუცილებელია სამშენებლო სამუშაოების განხორციელებისა და მისი მომსახურებისათვის.

შურფი - მიწის ზედაპირიდან გაყვანილი მცირე სიღრმის ვერტიკალური ან დახრილი გვირაბი. გაჰყავთ ჩვეულებრივ 25 მ-დან 40 მ-მდე

- სამშენებლო მოედანზე სამუშაოები უნდა იყოს ორგანიზებული იმგვარად, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს მშენებლობის უსაფრთხოება.
- სამშენებლო მოედანი უნდა იქნეს შემოღობილი, რათა შიგნით შესვლა იყოს კონტროლირებადი და გამორიცხული იყოს იქ უნებლიე მოხვედრის შესაძლებლობა. შემოღობვა ხალხის მოძრაობის ადგილებში გადახურული უნდა იყოს ისეთი დამცავი საფარით, რომელიც უზრუნველყოფს ფეხით მოსიარულეთა უსაფრთხოებას. სიბნელის დროს შემოღობვა უნდა იყოს აღჭურვილი სასიგნალო ნათურებით და გამოყენებულ უნდა იქნეს ისეთი მასალა ან შეფერილობა, რომელიც აღიქმება სიბნელეში.
- ჭები, შურფები, ნათხარ გრუნტებში ხალხის შესაძლო მოხვედრის ადგილები დახურული უნდა იყოს ხუფებით, ფარებით ან უნდა იყოს შემოღობილი. ლიფტების შახტები, კიბეების უჯრედები და სხვა ღიობები, სადაც შეიძლება ადამიანთა მოხვედრა, დახურული უნდა იყოს მთლიანი ფენილით ან უნდა იყოს შემოღობილი. სიბნელის დროს გარე (პერიმეტრული) შემოღობვა უნდა იყოს აღჭურვილი სასიგნალო ნათურებით ან გამოყენებულ უნდა იქნეს ისეთი მასალა ან შეფერილობა, რომელიც აღიქმება სიბნელეში.

- ღამის საათებში მუშაობის შემთხვევაში სამშენებლო მოედანი, სამუშაო უბანი, გასასვლელები და მისასვლელები სათანადოდ უნდა იყოს განათებული.
- სამშენებლო მოედანზე განსაზღვრული საშიში ზონები უნდა შემოიფარგლოს დამცავი ღობით, უსაფრთხოების ნიშნებით და სათანადო წარწერებით.
- მასალების, კონსტრუქციების, მოწყობილობების სამშენებლო მოედანზე განთავსებისას მიღებულ უნდა იქნეს ზომები მათი ჩამოცურების, ჯდენის, ჩამოცვენის და გაშლის საშიშროების თავიდან ასაცილებლად.

არსებობს სამუშაო ადგილების დაგეგმვის შემდეგი სახეები:

1.საერთო - გულისხმობს სამუშაო ადგილების განთავსებას სამშენებლო მოედნის ფართობზე;
2.კერძო - როდესაც სამუშაო პროცესის ყველა ელემენტი განთავსებულია სამუშაო ადგილის ფართზე;
3. შინაგანი - სამუშაო ადგილის ტერიტორიაზე ხელსაწყოების, დანადგარების, მასალების, შუქის წყაროების და სხვა ელემენტების განთავსება.

სამუშაო მოედნის ორგანიზების ერთ-ერთ მთავარი ელემენტია სამუშაო ადგილის მოწყობა. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სამუშაო ადგილის დაგეგმარებას, რომელიც სამშენებლო მოედნის დაგეგმარების ელემენტია.

სამუშაო ადგილის დაგეგმვამ უნდა უზრუნველყოს:

ა. ტრანსპორტის თავისუფლად მისვლა უშუალოდ სამუშაო ადგილამდე მასალების და ნახევარფაბრიკატების მისაწოდებლად;
ბ. უნდა შეიქმნას ხელსაწყოების მოხმარების მაქსიმალურად ხელსაყრელი პირობები;
გ. სამუშაო ადგილის დალაგებისათვის მაქსიმალურად ხელსაყრელი პირობების შექმნა;
დ. მუშისთვის ხელსაწყოთა განლაგების კარგი ხილვადობის შექმნა.

სამუშაო ადგილის აღჭურვის ძირითადი ელემენტები:

1. **დამხმარე მოწყობილობა** - ასაწყობი, შესადუღებელი, გამოსაცდელი სტენდები, მცირე ასაწევი საშუალებები (დომკრატები, კაუჭიანი მექანიზმები);
2. **საორგანიზაციო აღჭურვა** - ხელსაწყოთა განთავსებისა და შესანახი საშუალებები: საწარმოო ავეჯი, სიგნალიზაციისა და კავშირის საშუალებები, განათება, მოწყობილობისა და სამუშაო ადგილის მოვლის საშუალებები, სიმაღლეზე მუშაობისას შემომზღუდავი და დამცავი საშუალებები;
3. **ტექნოლოგიური აღჭურვა** - ხელსაწყო - დანადგარები (მჭრელი, მხერხავი, დამხმარე, გამზომავი და ა.შ.), რომელიც საჭიროა სამუშაოების შესასრულებლად.



სამშენებლო მოედნის განათება: სამშენებლო მოედანზე სამუშაოთა უსაფრთხოდ წარმოებისათვის გამოიყენება ხელოვნური განათება. სამშენებლო მოედნის განათება უნდა იყოს მინიმუმ 2 ლქ, ამწის მუშაობისა და სატაკელაჟო სამუშაოთა წარმოებისას მინიმუმ 10 ლქ, ბეტონისა და სამონტაჟო სამუშაოების წარმოებისას მინიმუმ 25 ლქ, შელესვისა და სამღებრო სამუშაოების წარმოებისას მინიმუმ 50 ლქ.

სამშენებლო მოედანი, სამუშაო უბანი, გასასვლელი და მისასვლელები ღამე კარგად უნდა იყოს განათებული. სამშენებლო მოედანს ანათებენ პროჟექტორებით. სანათ მოწყობილობებს სჭირდება ჩამიწება. საერთო განათების სანათები და პროჟექტორები უნდა განლაგდეს მიწიდან გარკვეულ სიმაღლეზე. როცა ნათურის სიმძლავრე 200 ვტ-მდეა, სანათების დაკიდების უმცირესი სიმაღლე 2,5 მ-დან 4,5 მ-ია. ხოლო თუ ნათურის სიმძლავრე 200 ვტ-ზე მეტია, სანათების დაკიდების უმცირესი სიმაღლე უნდა იყოს 3,5 მ-დან 7 მ-მდე.

ლუქსი - (ლქ) განათებულობის საზომი ერთეული

25 მეტრზე მეტ სიმაღლეზე მუშების ასაყვანად ან ჩასაშვებად, სამუშაო ადგილზე გამოყენებული უნდა იქნეს სამგზავრო ან სატვირთო-სამგზავრო ლიფტები. 5 მ-დან 25 მ-მდე სიმაღლეზე მუშაობისას გამოიყენება დამცავი ქამარი.

ჭებში, შურფებსა ან დახურულ სათავსოებში სამუშაოები უნდა შესრულდეს შლანგური აირწინაღების გამოყენებით. ამასთან ერთად, ორი მუშა უნდა იმყოფებოდეს ჭის შურფის ან სათავსოს გარეთ. მავნე გაზების წარმოქმნისას სამუშაოთა წარმოება დასაშვებია მხოლოდ სამუშაო ადგილის განიავების ან მომუშავეთა მიერ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენების შემდეგ.

სამშენებლო მოედანზე გამოვლენილი და შემოღობილი უნდა იყოს საშიში ზონები. **მშენებლობაზე საშიში ზონები ორგვარია - სტაბილური და მოძრავი.** სტაბილურ საშიშ ზონებს უნდა ჰქონდეს სტაციონარული ღობე 1 მ სიმაღლით, მოძრავ საშიშ ზონებს და უბნებს მათი ფუნქციონირების პერიოდში უკეთდება გადასატანი ღობე ან სიგნალიზაცია. მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მიხედვით საშიშ ზონებს განეკუთვნება ელექტროდანადგარების არაიზოლირებული დენგამტარი ნაწილების ახლოს მდებარე ტერიტორია; მანქანებისა და მექანიზმების გადაადგილების ადგილები; მავნე ნივთიერებების შენახვის ადგილები; ინტენსიური ხმაურის ზონა; ამწეებით და ტვირთამწე მექანიზმებით ტვირთების გადატანის ადგილები.

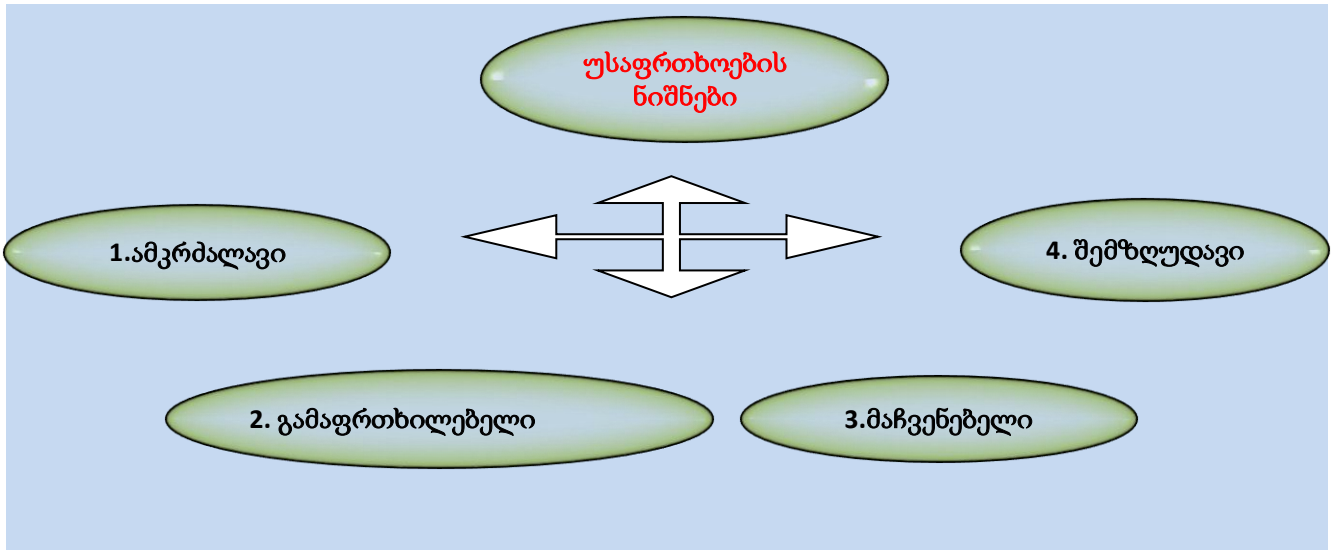
სისუფთავის და წესრიგის დაცვით დიდ წვლილს შევიტანთ სამშენებლო მოედანზე შრომის პირობების უსაფრთხოების ამაღლების პროცესში. დიდი რაოდენობით უბედური შემთხვევები ხდება იმის გამო, რომ უწესრიგოდაა დაყრილი მასალები, მოწყობილობები და სამშენებლო ნარჩენები.

დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს საავტომობილო გზების მიყვანას სამშენებლო მოედანთან

უპირველეს ყოვლისა, საავტომობილო გზების გეგმა და პროფილი უნდა შეესაბამებოდეს მოქმედ სამშენებლო ნორმებსა და წესებს. გზებისათვის მიწის ვაკისი უნდა მოეწყოს მტკიცე გრუნტისაგან-დაუშვებელია ნაყარისათვის ტორფის, კორდებისა და მცენარეული ნარჩენების გამოყენება. გზის სავალი ნაწილის სიგანე დადგენილი უნდა იქნეს პროექტით მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნების გათვალისწინებით, ავტომობილებისა და ავტომატარებლების ზომებიდან გამომდინარე. ქვაბულსა ან ტრანშეაში დროებითი შესასვლელი ისე უნდა მოეწყოს, რომ მის გასწვრივ ზამთარში საავტომობილო გზები სისტემატურად უნდა გაიწმინდოს თოვლისა და ყინულისაგან, დაიყაროს ქვიშა, წიდა ან წვრილი ღორღი. საავტომობილო გზები უნდა გაიწმინდოს და შემოწმდეს პროექტთან მისი შესაბამისობა. მათი გაწმენდის, შემოწმების, შენახვის წესსა და ვადას განსაზღვრავს საწარმოს ხელმძღვანელი.

9.5. უსაფრთხოების წესების დაცვა

სამშენებლო მოედნის სახიფათო ადგილებზე, იქ, სადაც მუშაობა მიმდინარეობს, აყენებენ უსაფრთხოების ნიშნებს. ეს ნიშნები დანიშნულების მიხედვით იყოფა ოთხ ჯგუფად.



თითოეულ ჯგუფს აქვს განსაზღვრული ფერი.

- ამკრძალავს - წითელი
- გამაფრთხილებელს - ყვითელი
- მაჩვენებელს - მწვანე
- შემზღუდავს - ლურჯი



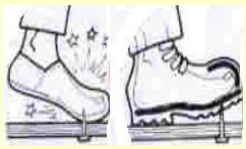
9.5.1. დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობაზე პირის სამუშაოზე მიღებისას აუცილებელია მისი სამედიცინო შემოწმება და შემდგომში პერიოდული პროფესიული გასინჯვები, რათა გამოვლინდეს პროფესიულ დაავადებათა პირველი ნიშნები. მომუშავე პერსონალი მუშაობის დაწყების წინ უნდა შეიმოსოს ინდივიდუალური დამცავი საშუალებებით, რათა მოხდეს მისი ცალკეული ორგანოს დაცვა გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან. დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები შესაძლებელია ზაფხულის ცხელ პირობებში ადამიანს იცავდეს გადახურებისაგან, ზამთრის ცივ პერიოდში გაცივებისაგან, დენის დარტყმისაგან, გამოსხივებისაგან და ა.შ. დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების გამოყენება შესაძლებელია როგორც ღია გარემოში, ისე დახურულ სივრცეში.





ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობაზე საჭირო ინდივიდუალური დამცავი საშუალებები:

დასახელება	სურათი
სპეციალური ტანსაცმელი/კომბინეზონი (წყალგაუმტარი დენგაუმტარი ცეცხლგამძლე)	 
სამონტაჟო ქამარი	 
ინსტრუმენტების ქამარი სიმაღლეებზე სამუშაოდ	
სპეციალური ფეხსაცმელი/ბოტები	  
ჩაფხუტი ჩაჩქანი	  
ხელთათმანი	რეზინის დათბუნებული უხეში ქსოვილის 
რესპირატორი	 

ყურსაცვამი/საყურისი	 
დამცავი სათვალე	 
ჰიდროკოსტიუმი	

დამცავი ინდივიდუალური ინდივიდუალური საშუალებების გაცემა, შენახვა და გამოყენება რეგულირდება სპეციალური ტიპური ინსტრუქციით. ზემოთ მოცემული დაცვის საშუალებების გარდა, შესაძლებელია მომუშავე პირმა გამოიყენოს დერმატოლოგიური საშუალებანიც - მალამო, საცხი, გელი, სითხე.

კვლევები გვიჩვენებს, რომ ყველაზე ხშირად უბედური შემთხვევის გამომწვევი მიზეზებია:

- სპეციალური ტანსაცმლის გარეშე სამუშაოების შესრულება. შორტისა და სპორტული ფეხსაცმელის ტარება;
- დემონტაჟის სამუშაოების შესრულებისას დამცავი ნიღბის გამოუყენებლობა;
- დამცავი ნიღბის გამოუყენებლობა აზბესტის მოცილების, სამღებრო და საიზოლაციო სამუშაოს დროს;
- მონტაჟისა და დემონტჟის დროს დამცავი სათვალის გამოუყენებლობა;
- დამცავი საყურისის გამოუყენებლობა ხმაურის დროს;
- ხარაჩოზე მუშაობის უსაფრთხოების წესების დარღვევა.

ნუ მიენდობით იღბალს.
ისწავლეთ სამუშაოს წარმოება უსაფრთხოების ნორმების დაცვით .

ეს მნიშვნელოვანია

9.6. უსაფრთხოების ნიშნები

ამკრძალავი ნიშნები	სქემა/სურათი
1. გასვლა აკრძალულია 2. აკრძალულია სასმელ წყლად გამოყენება	1  2 
3. მიკარება აკრძალულია (სახიფათოა) 4. აკრძალულია წყლით ჩაქრობა	  3 4
5. აკრძალულია ღია ცეცხლით სარგებლობა და მოწევა 6. უცხო პირთა შესვლა აკრძალულია	 5 6 
7. მოწევა აკრძალულია 8. ამწის ისრის ქვეშ დგომა აკრძალულია	 7 8 

გამაფრთხილებელი ნიშნები

1. ყურადღება (მოსალოდნელი ხიფათი)
2. ფრთხილად - ძნელად შესამჩნევი წინაღობა
3. ხანძარსაშიშია - დამჟანგავი

 1  2

4. ხანძარსაშიშია -ადვილად აალებადი ნივთიერება

5. ყურადღება - ელექტროდენით დაზიანების საფრთხე

6. ყურადღება - ელექტრომაგნიტური ველი

7. სახიფათოა - რადიოაქტიური ნივთიერებები ან მაიონიზირებელი გამოსხივება


3


4


5


6


7

სავალდებულო (შემზღუდავი) ნიშნები

1. აუცილებელია დამცავი სათვალეების გამოყენება


1.

2. აუცილებელია დამცავი ფარის გამოყენება


2

3. აუცილებელია დამცავი ხმის დამხშობის გამოყენება



4. აუცილებელია დამცავი ჩაფხუტის გამოყენება


4

5. აუცილებელია დამცავი კომბინეზონის გამოყენება


5

6. აუცილებელია დამცავი ქამრის გამოყენება


6

7. აუცილებელია დამცავი ხელთათმანების გამოყენება


7

8. აუცილებელია დამცავი ფეხსაცმელების გამოყენება

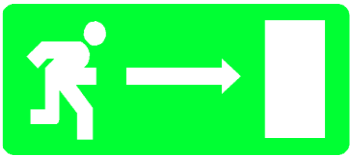

8

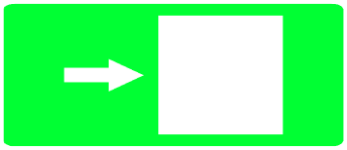
დამხმარე და მაშველი ნიშნები (მაჩვენებელი)

1. პირველადი სამედიცინო დახმარების ყუთი
2. მიმართულების მანიშნებელი
3. მიმართულება საევაკუაციო გასასვლელისაკენ
4. საევაკუაციო გასასვლელი
5. ტელეფონი
6. დაზარალებულების საევაკუაციო საშუალება

1 

2 

3 

4 

5 

6 

9.7. მანქანა-მექანიზმების, მოწყობილობების უსაფრთხო მუშაობის უზრუნველყოფა

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობისას იყენებენ ისეთ მანქანა-მექანიზმებს, როგორიცაა მიწისმთხრელი მანქანები, სამონტაჟო ამწეები, სპეციალური ტრანსპორტი, ელექტრო და პნევმატიკური ხელსაწყო-დანადგარები.



ა



ბ



გ



დ



ე



ვ

ა. როტორული ექსკავატორი. ბ. პირდაპირჩამჩიანი ექსკავატორი.
გ. შებრუნებულჩამჩიანი ექსკავატორი. დ. გრუნტის მაფხვიერებელი.
ე. მტკეპნავი. ვ. თვითმცლელი.

სამშენებლო ორგანიზაციაში გამოყოფილი უნდა იყოს ინჟინერ-ტექნიკური მუშაკი, რომელიც უზრუნველყოფს მანქანა-მექანიზმების უსაფრთხო ექსპლუატაციას, მათ ტექნიკურ მომსახურებას და შეკეთებას.

სამუშაოს დაწყებამდე უზრუნველყოფილი უნდა იყოს მანქანების დგომის და მოძრაობის ადგილი. მანქანის მუშაობის ადგილი ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ უზრუნველყოფილი იყოს სივრცის სამუშაო ადგილის დამზერა. გარდა ამისა, მემანქანესა და სიგნალის მიმცემს შორის უნდა დამყარდეს რადიო ან სატელეფონო კავშირი.

მანქანის მუშაობის ზონაში დაყენებული უნდა იყოს უსაფრთხოების ნიშნები.

მანქანის მუშაობა, დაყენება ან გადაადგილება გაუმაგრებელი ფერდოს სიახლოვეს დასაშვებია მხოლოდ გრუნტის ჩამონგრევის პრიზმის გარეთ (ჩამონგრევის პრიზმის მანძილი დადგენილია სამუშაოთა წარმოების პროექტით, რომელიც შეიძლება მერყეობდეს 1 მ-დან 5,3 მ-მდე).

ა



ბ



გ



დ





ა. ბეტონმზიდი ბ. ცემენტმზიდი გ. ბულდოზერი დ. ხიმინჯის ჩასასობი ურნალი ე. ქვასამსხვრევი

მანქანის მართვაზე დაიშვება კვალიფიციური მუშა (მემანქანე), რომელსაც გავლილი აქვს უსაფრთხოების ინსტრუქტაჟი.

ყოველი მანქანა ექსპლუატაციაში გადაცემამდე უნდა დათვალიერდეს და გამოიცადოს თავისუფალ სვლაზე და დატვირთვის ქვეშ. უნდა შედგეს აქტი და შესაფერისი ჩანაწერი ჟურნალში.

მანქანის, მექანიზმისა და დანადგარის ყველა ღია მოძრავი ნაწილი საიმედოდ უნდა იყოს შემოღობილი დამცავი ზღუდარით, რაც გამორიცხავს ადამიანების ტრავმირების საშიშროებას.





დაჯამბარება - სამონტაჟო, სატრანსპორტო ან ასაწევი კონსტრუქციების დროებითი შეერთება ტვირთამწე მანქანის კავით

სარტანსპორტო საშუალებების მძღოლები ვალდებულნი არიან ჰქონდეთ შესაბამისი პროფესიული მომზადება და მართვის მოწმობა.

თუ მარშრუტი გადის ელექტროგადამცემი საჰაერო ხაზის ან საჰაერო საკონტაქტო ქსელის ელემენტების ქვეშ, მათთან შეხების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა მოეწყოს გამაფრთხილებელი სიმაღლის ზღუდარები ორ მაღალ ბოძზე. ბოძებს შორის არსებული ძელი სასურველია იყოს ხის მასალისგან დამზადებული. საჭიროების შენთხვევაში უნდა შედგეს მოლაპარაკება ელექტროენერგიის გამორთვის ან გადართვის შესახებ ენერგოკომპანიის წარმომადგენლებთან.

ელექტროენერგიის მიწოდების უეცარი შეწყვეტისას მანქანის, მექანიზმის და დანადგარის მოძრაობაში მომყვანი ძრავის გამორთვა ქსელიდან უნდა მოხდეს მინიმალური ძაბვის დაცვით და მომსახურე პერსონალის ჩარევით.

აკრძალულია გაუმართავ მდგომარეობაში მყოფი მანქანის, მექანიზმის და დანადგარის ობიექტზე გამოყენება, აგრეთვე, მუშაობის დროს მათი გაწმენდა და შეზეთვა, გარდა იმ

შემთხვევისა, როდესაც არსებობს ამ სამუშაოების უსაფრთხოების უზრუნველმყოფი სპეციალური მოწყობილობა.

მანქანის, მექანიზმის, დანადგარის ამუშავებისას და მუშაობის დროს დაცული უნდა იყოს მომსახურე პერსონალის სრული უსაფრთხოება.

9.7.1. ამწე-სატრანსპორტო სამუშაოების უსაფრთხოება

ტვირთამწევი მანქანებით შეიძლება ავწიოთ და გადავაადგილოთ მხოლოდ ისეთი ტვირთები, რომელთა მასა არ აღემატება მანქანების ტვირთამწეობას. ისრიან ამწეებში უნდა გავითვალისწინოთ საყრდენთა მდებარეობა და ისრის შვერი. აკრძალულია ამწის დაყენება ახლად დაყრილ დაუტკეპნავ გრუნტზე, ამოთხრილი ფერდობის კიდესა და ქანობიან მოედანზე, რომელიც აღემატება პროექტით გათვალისწინებულ მონაცემებს.

ა



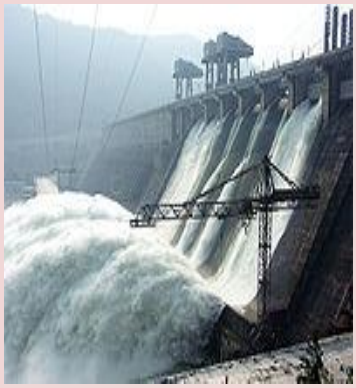
ბ



დ.



დ



ე



ა. კოშკურა ამწე. ბ. სატრანსპორტო ამწე საყრდენებით. გ. ისროვანი ამწე მუხლუხა სვლაზე.
დ. კოშკურა ამწე. ე. ჯოჯგინა ამწე.

თითოეული ტვირთამწე მანქანა უნდა გამოიცადოს ყოველწლიურად ნაწილობრივ შემოწმებით და 3 წელიწადში ერთხელ სრული შემოწმებით. **ამ დროს აწარმოებენ ორი სახის დათვალიერებას - სტატიკურ და დინამიკურ გამოცდას.**

სტატიკური გამოცდის დროს ამწის კაკვზე ჩამოკიდებენ ნორმაზე 25 %-ით მეტ ტვირთს, ასწევენ 100 მმ სიმაღლეზე და 10 წთ გააჩერებენ ასეთ მდგომარეობაში. ამ ხნის განმავლობაში ტვირთი არ უნდა ჩამოიშვას და არ უნდა განიცადოს რაიმე სახის დეფორმაცია.

დინამიკური გამოცდის დროს კაკვზე ჰკიდებენ ნორმაზე 10%-ით მეტი მასის ტვირთს. ასწევენ მთელ სიმაღლეზე რამდენიმეჯერ. ამოწმებენ მუხრუჭებს და სხვა მექანიზმების საიმედო მოქმედებას. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ბაგირების მდგომარეობას, რადგან მათმა გაწყვეტამ შეიძლება გამოიწვიოს სავალალო მდგომარეობა.

განსაკუთრებით საშიშია ამწეების მუშაობის პროცესში ასაწევი ტვირთების დიდი სიმაღლიდან ჩამოვარდნა, რომელიც შეიძლება დაეცეს როგორც ამწის მოქმედების ზონის შიგნით, ასევე მის გარეთ. უნდა მოხდეს საშიში ზონის რადიუსის გამოთვლა და ამ ზონაში ხალხის არ დაშვება.

შენიშვნა: 12 მ/წმ სიჩქარის ქარის დროს ამწის მუშაობა უნდა შეჩერდეს, ისარი უნდა დავაყენოთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.





შრომის უსაფრთხოების ნორმების დაუცველობით მიღებული შედეგი

9.7.2. ტექნიკური აღჭურვილობისა და ინსტრუმენტების ექსპლუატაცია

1. მშენებლობის დროს გამოყენებული ყველა ტექნიკური აღჭურვილობა და ინსტრუმენტი უნდა იყოს მუშა მდგომარეობაში, მათი ექსპლუატაცია უნდა ხდებოდეს მწარმოებლის მიერ განსაზღვრული წესით.

2. ტექნიკური აღჭურვილობის და ინსტრუმენტების ექსპლუატაციისას დაუშვებელია არაქარხნული (კუსტარული) წესით დამზადებული დეტალის ან სათადარიგო ნაწილის გამოყენება.

3. სამუშაო ბაქნის არმქონე მისადგმელი კიბეები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მშენებარე ნაგებობის იარუსიდან იარუსზე გადასასვლელად და ისეთი მარტივი სახის სამუშაოების შესასრულებლად, რომლებიც არ მოითხოვს შემსრულებლისათვის კიბის კონსტრუქციაზე დამატებითი საყრდენის არსებობას.



მრგვალი ხერხი

სამშენებლო მოედანზე ერთ-ერთ ყველაზე უფრო საშიშ მექანიკურ ამძრავიან მანქანებს მიეკუთვნება მრგვალი ხერხი, რომელიც მაგიდაზე იდგმება, უბედური შემთხვევების ძირითადი მიზეზებია: ხერხის დისკოზე ხელის შეხება, ხერხის მბრუნავი დისკოთი უკუგდება, ხერხის დისკოს გასკდომა ან დაშლა. ამის თავიდან ასაცილებლად დისკოს ზედა ნაწილი დავფაროთ გარსაცმით. დისკოს პარალელურად დაყენებულ ფარს უნდა ჰქონდეს შემზღუდველი, გამოვიყენოთ საბიძგელები, რათა ხელისგული არ მიუახლოვდეს დისკოს. ხერხის კბილები ავლესოთ და სწორად განვალაგოთ. მუშაობის დამთავრებისთანავე ხერხი გამოვრთოთ.

გარდა ამისა, მუშაობის უსაფრთხო პირობების შექმნისათვის საჭიროა ინსტრუმენტების დათვალიერება, დაზეთვა, დაშლა, აწყობა, გაწმენდა წარმოებდეს დაუბრკოლებრივ.

ხელის ინსტრუმენტების გამოყენებისას საჭიროა:

ა) მხრებსა და ხელებზე დატვირთვის აცილება დიდწონიანი ინსტრუმენტების გამოყენებისას;
ბ) სამუშაოდ შევარჩიოთ სწორი წონის, ზომისა და ტიპის ინსტრუმენტები;
გ) გამოვიყენოთ მხოლოდ მაღალი ხარისხის ფოლადისაგან დამზადებული ინსტრუმენტი;
დ) სახელური იყოს მოხერხებული, ინსტრუმენტი კი - გაწმენდილი და შეზეთილი (თუ საჭიროა);
ე) მჭრელი პირი იყოს კარგად გალესილი (ბასრი);
ვ) ელექტროხელსაწყოებს ჰქონდეს იზოლაცია;
ზ) ყველა ხელსაწყო სათანადო პირობებში შევინახოთ, გარემონტდეს და გამოიცვალოს დროულად.

გახსოვდეთ, რომ სწორად შერჩეული ინსტრუმენტების გამოყენებით თავიდან აიცილებთ უბედურ შემთხვევებს. ყველა ინსტრუმენტი და აღჭურვილობა უნდა შემოწმდეს რეგულარულად ინსტრუქციების შესაბამისად.

ინსტრუმენტები და აღჭურვილობა უნდა ინახებოდეს სპეციალურად მისთვის გამოყოფილ ადგილზე.

ელექტროიარაღებით მუშაობის დროს უნდა დაიცვათ შემდეგი წესები:

- იარაღს და მკვებავ ზონრებს უნდა ჰქონდეს საიმედო იზოლაცია, რომლის მდგომარეობა უნდა შემოწმდეს მუშაობის დაწყების წინ;
- მხოლოდ სამუშაოს დაწყების წინ უნდა ჩართოთ ელექტროძრავი;
- რემონტის დროს აუცილებელია მკვებავი ზონარი გამორთოთ ელექტროქსელიდან;
- არ შეიძლება უმეთვალყუროდ დავტოვოთ ქსელში ჩართული ელექტრო იარაღი.



ა


გ



გ


დ


ე

ა, ბ, გ - ელექტროფიცირებული ინსტრუმენტები დ. პნევმატიკური იარაღი ე. სამშენებლო სტეპლერი

მაღალი ძაბვის დენით გამოწვეული ელექტროტრავმის დროს განვითარებული დაზიანება უმრავლეს შემთხვევაში სასიკვდილოა. ელექტრული დენის ორგანიზმში გავლისას ვხვდებით შემდეგ სიმპტომებს: - ირღვევა გულის ქსოვილის ელექტრული აქტივობა; ირღვევა ნერვული იმპულსების გადაცემა, რაც შეიძლება გახდეს სუნთქვის გაჩერების მიზეზი; ვითარდება

დამწვრობა, რომელიც ლოკალიზებულია ელექტრული დენის ადამიანის ორგანიზმში შესვლისა და გამოსვლის ადგილებში.

გახსოვდეთ!

- **დაბალი დენით განპირობებული ელექტროტრავმის დროს არ შეეხოთ დაზარალებულს, თუ ის ეხება ელექტროდენის წყაროს. ამით შეიძლება თქვენც მიიღოთ ელექტროტრავმა;**
- **არ გამოიყენოთ ლითონის საგნები ელექტროდენის წყაროს მოშორების მიზნით;**
- **თუ შეგიძლიათ, შეწყვიტეთ დენის მიწოდება (გამორთეთ დენის ჩამრთველი). თუ ამის გაკეთება შეუძლებელია, გამორთეთ ექტრომომწყობილობა დენის წყაროდან.**

უსაფრთხოების ნორმების დაცვა საჭიროა როგორც ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობისას, ასევე ექსპლუატაციის და სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას.
პერსონალს, რომელიც ახორციელებს ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ექსპლუატაციას და შეკეთებას, უნდა გააჩნდეს შესაბამისი ცოდნა.
ადმინისტრაციულ-ტექნიკურმა პერსონალმა უნდა შეიმუშაოს ავარიის ლიკვიდაციისა და ევაკუაციის გეგმა. ყველა ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უბანზე მანქანებსა და მექანიზმებთან, სხვა სახიფათო ადგილებში გამოკიდებული უნდა იქნეს კარგად ხილვადი, ხოლო დღე-ღამის ბნელ პერიოდში **განათებული გამაფრთხილებელი წარწერები, უსაფრთხოების ნიშნები და პლაკატები.**
მნიშვნელოვანია სავენტილაციო სისტემების, ვენტილაციის, კონდიცირებისა და გათბობის სისტემების მონტაჟი და ექსპლუატაცია შეესაბამებოდეს ინსტრუქციების მოთხოვნებს.
საწარმოებში სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ღონისძიებები უნდა შეესაბამებოდეს სახანძრო უსაფრთხოების შესაბამისი წესების მოთხოვნებს.
საწარმოს უნდა გააჩნდეს პირველადი დახმარების საშუალებები.

9.8. ხანძარსაწინააღმდეგო წესების და ნორმების დაცვა

ხანძარი არის გაუკონტროლებადი წვის პროცესი, რომელიც ადამიანის სიცოცხლისთვის საფრთხისშემცველია. საწარმოებსა და ორგანიზაციებში ხანძრებისა და აფეთქების მიზეზი ძირითადად არის მუშა-მოსამსახურეების მიერ სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნების დარღვევა. ყოველმა მომუშავემ უნდა გაიაროს ხანძარსაწინააღმდეგო ინსტრუქტაჟი, გაეცნოს წარმოებაში არსებულ წესებსა და ინსტრუქციებს, რომლებიც გარკვეულ რეგლამენტს უწესებს წარმოების ტერიტორიაზე.



პირველადი ინსტრუქტაჟი უნდა ჩატარდეს სპეციალურ გარემოში, რომელიც აღჭურვილი იქნება თვალსაჩინო მასალებით და ცეცხლმაქრი მოწყობილობებით.
განმეორებითი ინსტრუქტაჟი უნდა ჩატარდეს იმ სამუშაო უბანზე, სადაც უნდა წარიმართოს სამუშაო პროცესები. სამსახურში ახლად მიღებულ პირს აცნობენ საერთო სახანძრო უსაფრთხოების წესებს, ცეცხლმაქრი მოწყობილობების მოქმედებაში მოყვანის წესებს, სახანძრო გამოძახების საშუალებებს.

სახელმწიფო სახანძრო ზედამხედველობა ხორციელდება სახანძრო დაცვის მთავარი სამმართველოსა და მისი ადგილობრივი ორგანოების მეშვეობით.
ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები მოცემულია სამშენებლო ნორმებსა და წესებში.
სამშენებლო მოედანზე და საწარმოებში ხანძარსაშიშ ფაქტორებად მიიჩნევა - ღია ცეცხლი, ნაპერწკალი, ჰაერისა და საგნების მაღალი ტემპერატურა, წვის ტოქსიკური პროდუქტები, კვამლი, ნაგებობების დაზიანება ან ნგრევა, აფეთქება.

სამშენებლო მასალების ძირითადი ფიზიკური თვისებებია - სიმკვრივე, მოცულობითი მასა, ფორიანობა, წყალშთანთქმა, ყინვაგამძლეობა, თბოგამტარობა, **ცეცხლმედეგობა,** ქიმიური მედეგობა.

ცეცხლმედეგობა - არის მასალის თვისება გაუძლოს რღვევისა და საგრძნობი დეფორმაციის გარეშე მაღალი ტემპერატურისა და წყლის ერთდროულ ხანმოკლე მოქმედებას ხანძრის შემთხვევაში.



საშენი მასალები ანთებადობის მიხედვით იყოფა 3 ჯგუფად - უწვი, ძნელადწვადი და წვადი მასალები.

1

•**უწვი მასალები** - მაღალი ტემპერატურის მოქმედების შედეგად არ იწვის, არ აალდება, არ იფერფლება. სამაგიეროდ, განიცდის დეფორმაციას და იმსხვრევა.

2

•**ძნელადწვადი მასალები** - ცეცხლისა და მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით ძნელად აალდება, იფერფლება და ნახშირდება. წვა წყდება ცეცხლის კერის მოცილებისთანავე.

3

•**წვადი მასალები** - ცეცხლის მოქმედებით აალდება და ცეცხლის კერის მოხსნის შემდეგაც განაგრძობს წვას.

ბუნებრივი უწვი მასალებია - აზბესტი, გრანიტი, პემზა, ტუფი, კირქვები;

ხელოვნური უწვი მასალებია - ბეტონები (მსუბუქი, მძიმე, უჯრედოვანი, ქაფბეტონი, რკინაბეტონი), აზბესტცემენტის მასალები, სილიკატური მასალები, მინა და მისი ნაწარმი, ლითონები და სხვა.

წვადი მასალებია - ხე, ქეჩა, მერქან-ბოჭკოვანი ფილები, კუპრმუყაო (ტოლი), ბიტუმმუყაო (რუბეროიდი).

ძნელადწვადი მასალებია - ფიბროლიტი, ქსილოლიტი, ლინოლეუმი, თიხის ხსნარით გაჟღენთილი ქეჩა.

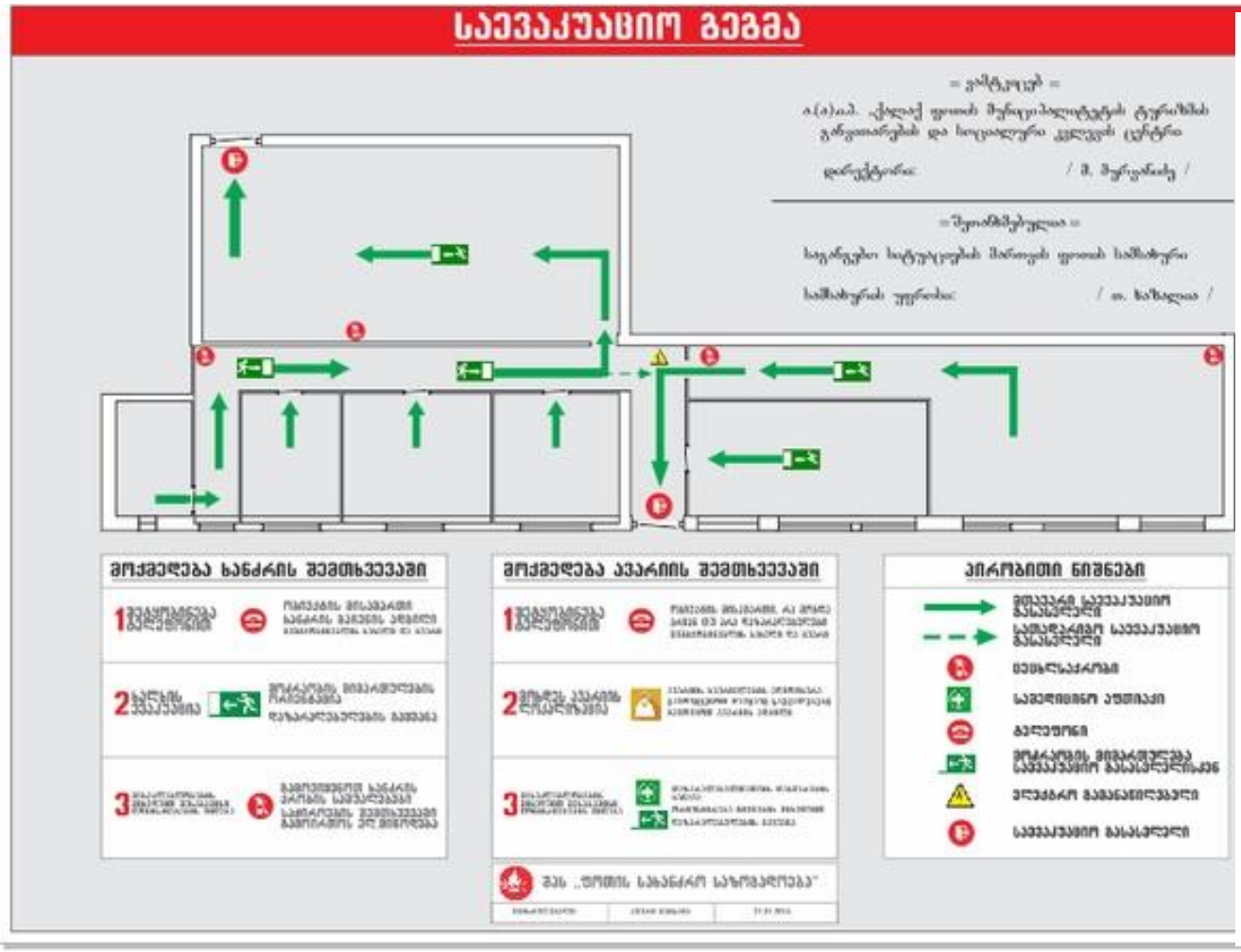
ცეცხლმედეგი მასალები უძლებენ $1580\,^{\circ}C$ ტემპერატურის მოქმედებას დნობისა და დეფორმაციის გარეშე. ასეთი მასალებია შამოტი, დინასი. მათ იყენებენ გასათბობ მოწყობილობებში (ღუმელები, მილები, საქვაბეები).

ძნელდნობადი მასალები უძლებენ 1350-1580 $^{\circ}C$ -ს (ცეცხლგამძლე აგური, სპეციალური აგური ღუმელებისა და ბრძმედებისათვის).

ადვილდნობადი მასალები, რომლებიც დნება 1350 $^{\circ}C$ -ზე დაბალი ტემპერატურის დროს (თიხის ჩვეულებრივი აგური).



სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად განკუთვნილია **სპეციალური ტექნიკური, სამეცნიერო-ტექნიკური და ინტელექტუალური საშუალებები**, მათ შორის სახანძრო ტექნიკა, მოწყობილობა და აღჭურვილობა, ცეცხლსაქრობი და ცეცხლდამცავი ნივთიერებები, სპეციალური კავშირისა და მართვის საშუალებები, კომპიუტერული პროგრამები და მონაცემთა ბაზები, აგრეთვე, ხანძრის თავიდან აცილებისა და ჩაქრობის სხვა საშუალებები. საწარმოო სათავსოსა და საზოგადოებრივ შენობებში ცეცხლის გაჩენის დროს, სალიკვიდაციო ზომების მიღებასთან ერთად, საჭიროა საშიში ზონიდან ადამიანთა ევაკუაცია. ევაკუაცია ხორციელდება საევაკუაციო გზებითა და გასასვლელებით.


საევაკუაციო გეგმა
პირობითი ნიშნები



გახსოვდეთ!

- ყველა ობიექტი უნდა იყოს უზრუნველყოფილი სახანძრო უსაფრთხოების სისტემით.
- მუშა-მოსამსახურენი სამუშაოდ დაიშვებიან მხოლოდ ხანძარსაწინააღმდეგო ინსტრუქტაჟის გავლის შემდეგ, ხოლო მუშაობის სპეციფიკის შეცვლის შემთხვევაში მათ უნდა გაიარონ შესაძლო ხანძრის თავიდან აცილებისა და ჩაქრობის შესახებ დამატებითი სწავლება ობიექტის ხელმძღვანელის მიერ დადგენილი წესით.
- მშენებლობის დაწყებამდე სამშენებლო მოედნებიდან უნდა იყოს აღებული ხანძარსაწინააღმდეგო მანძილებში მდებარე ყველა შენობა-ნაგებობა. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მათთვის უნდა იყოს შემუშავებული ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.



1



2



3



4

1. გადაუდებელი დახმარების ერთიანი ნომერი. 2. ცეცხლმაქრი.
3. სახანძრო სტენდი. 4. სახანძრო ავტომობილი.

- მ
შ

- მშენებლობის ტერიტორიაზე საწყობების, საწარმოო და დამხმარე შენობა-ნაგებობის განლაგება უნდა შეესაბამებოდეს დადგენილი წესით დამტკიცებულ გენერალურ გეგმას, ამ წესებს და დაპროექტების ნორმების მოთხოვნებს. დაუშვებელია სამშენებლო ტერიტორიაზე ნაგებობების განლაგება ნორმების, წესების და დამტკიცებული გენერალური გეგმის დარღვევით.

- სამშენებლო მოედნების შესასვლელებთან უნდა იყოს გამოკრული მშენებლობის ხანძრისგან დაცვის გეგმები, მშენებარე და დამხმარე შენობების და ნაგებობების, შესასვლელების, მისასვლელების, წყლის წყაროების, ხანძრის ჩაქრობის და კავშირგაბმულობის საშუალებათა ადგილმდებარეობის აღნიშვნით.

- მშენებარე შენობების პროექტით გათვალისწინებული **გარე სახანძრო კიბეები და სახურავების მოაჯირი** უნდა იყოს მოწყობილი მზიდი კონსტრუქციების დამონტაჟებისთანავე.

- შენობის მშენებლობისას ხარაჩოები და ფიცარნაგები უნდა მოეწყოს საევაკუაციო გზების დაპროექტების ნორმებისა და სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნათა შესაბამისად, **ხის ხარაჩოები და ყალიბი უნდა იყოს გაჟღენთილი ცეცხლდამცავი შემადგენლობით.** შენობის გარეთ მოწყობილი ხის ხარაჩოებისა და ყალიბის გაჟღენთა (ზედაპირული) ცეცხლდამცავი შემადგენლობით შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ ზაფხულის პერიოდში.

- შენობა-ნაგებობების შიგნით დაუშვებელია წვადი ნივთიერებების და მასალების გამოყენებით სამუშაოების ჩატარება იმ სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებთან ერთად, რომლებიც სრულდება ღია ცეცხლის გამოყენებით.

- გადახურვაზე წვადი მათბუნებლების დაგება, ჰიდროიზოლაციისა და ხრეშის დამცავი ფენის მოწყობა, ასევე წვადი მათბუნებლების გამოყენებით დამზადებული შემომზღუდავი კონსტრუქციების მონტაჟი უნდა განხორციელდეს არა უმეტეს 500 მ² ფართობის უბნებზე. სამუშაოების შესრულების ადგილებში მათბუნებლების და გადახურვის **რულონური მასალების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ერთი ცვლის მოთხოვნებს.**

- სათავსები და სამუშაო ზონები, სადაც **გამოიყენება ფეთქებად ხანძარსაშიში ორთქლის გამომყოფი წვადი ნივთიერებები** (შემადგენლობის დამზადება და ნაკეთობის დაფარვა), უნდა იყოს უზრუნველყოფილი **ბუნებრივი ან იძულებითი შემწოვ-გამწოვი ვენტილაციით.**

დიდი ზომის შენობა-ნაგებობებში ხანძრის გავრცელების საშიშროების ასაცილებლად მათ ყოფენ ნაწილებად სპეციალური ცეცხლმედეგი ხანძარსაწინაღო ზღუდარებით - **ბრანდმაუერებით.**



სამშენებლო ბრანდმაუერი

ბრანდმაუერი ეწოდება ცეცხლგამძლე მასალისგან აშენებულ კედელს, რომელიც ეყრდნობა საკუთარ საძირკველს, კვეთს შენობას მთლიანად გრძივად ან განივად და სცდება სახურავს ზევით ქიმის საშუალებით. ქიმის სიმაღლე უწვი სახურავისთვის - 0,3 მ-ია, ხოლო წვადისთვის - 0,6 მ.

ცეცხლის ქრობის საშუალებებია:

- წყალი
- ქაფი
- ინერტული აირები (ნახშიროორჟანგი, ნახშირმჟავა, აირი, აზოტი)
- ფხვნილები (სოდა, პოტაში)
- ქვიშა

ხანძრის დროულად შეტყობინებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. რაიმე პირობითი ნიშნით მანძილზე შეტყობინებას **სიგნალიზაცია ეწოდება.**
სიგნალიზაცია შეიძლება იყოს ავტომატური და არაავტომატური - სატელეფონო და რადიოკავშირი, ელექტრული სახანძრო სიგნალიზაცია, ავტომატური მაუწყებლები (შეიძლება რეაგირებდეს სითბოზე, კვამლზე, ულტრაბგერაზე, სინათლეზე ან იყოს კომბინირებული), ცოცხალი კავშირი, საყვირი, ზარი.

9.9. საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოები



ანემომეტრი (მეტეოროლოგიური ხელსაწყო, რომლითაც ზომავენ ქარის სისწრაფეს)



ტემპერატურისა და ტენიანობის მზომი (ზომავს როგორც შიდა, ასევე გარე ტემპერატურას და ტენიანობას)



ხმაურმზომი



ლუქსმეტრი (განათებულობის გასაზომი გადასატანი ხელსაწყო, რომელიც ჩვენებას იძლევა ლუქსებით)





ბარომეტრ-ანეროიდი
(ატმოსფერული წნევის საზომი ხელსაწყო)







ჰიგრომეტრი (ჰაერის ტენიანობის გასაზომი ხელსაწყო)



ფსიქრომეტრი (ჰაერის ტენიანობის გასაზომი ხელსაწყო)

მოცემული ხელსაწყოები უნდა გამოვიყენოთ ინსტრუქციის შესაბამისად და ასევე უნდა შევინახოთ ინსტრუქციაში მოცემული პირობების შესაბამისად.



9.10. კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. აღწერეთ სამშენებლო მოედნის უსაფრთხოდ მოწყობის წესები.
2. ჩამოთვალეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებული მანქანა-მექანიზმები, მოწყობილობები.
3. აღწერეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებული მანქანა-მექანიზმების უსაფრთხოდ მუშაობის წესები
4. განსაზღვრეთ დასაქმებულის უფლება-მოვალეობანი.
5. ჩამოთვლეთ სამუშაო ადგილზე შესაძლო საშიში სიტუაციები, რისკები და საფრთხეები.
6. განსაზღვრეთ მტვრის, ხმაურის, ვიბრაციის, განათების, მავნე და რადიოაქტიური ნივთიერებების დასაშვები ნორმები.
7. ჩამოთვალეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებული სპეციალური ტანსაცმელი და განსაზღვრეთ მათი დანიშნულება.
8. ჩამოთვალეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებული საკონტროლო - საზომი ხელსაწყოები.
9. განსაზღვრეთ ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გამოყენებული საკონტროლო - საზომი ხელსაწყოების გამოყენების წესები.

თავი 10. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაცია



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ გააცნობიერებთ ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ორგანიზაციის საკითხებს. შეისწავლით ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სპეციფიკაციას, სამუშაოების დაგეგმვასა და განაწილებას პროექტის მიხედვით, მუშა-პერსონალის მიერ შესრულებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა თანამიმდევრობის და ვადების გაკონტროლებას უწყვეტი სამშენებლო პროცესებისათვის, მასალებით მომარაგების უზრუნველყოფის საკითხებს, სამშენებლო გრაფიკის დარღვევაზე და მიღებული მასალების ხარისხის დარღვევაზე რეაგირების საკითხებს.

შესავალი

ჰიდროტექნიკურ მშენებლობას უმნიშვნელოვანესი ადგილი უჭირავს საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში. ყოველწლიურად იზრდება კაპიტალური დაბანდებები. ვითარდება და ინერგება ახალი ტექნოლოგიები. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მშენებლონის კომპლექსურად წინასწარ მომზადებას, რაც გულისხმობს ისეთი ღონისძიებების გატარება-განხორციელებას, რომელთა დანერგვა უზრუნველყოფს ამ მიმართულებებით დასახული ამოცანების და მიზნების ეფექტურად შესრულებას. საქართველოშო მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მიხედვით, რომელიც შეეხება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის საკითხებს, სავალდებულოდ მიიჩნევა რომ, ძირითადი სამშენებლო-სარემონტო სამუშაოების ჩატარებამდე, საჭიროა სრულდებოდეს ისეთი ღონისძიებები, რომლებიც ხელს შეუწყობს დასახული მიზნების განხორციელებას, ჰიდროტექნიკური ნაგებობის შეუფერხებლად აგებას და ეფექტურ მშენებლობას.

10.1. მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტის გაცნობა

მშენებლობა სახალხო მეურნეობის ძირითადი დარგია. მასში ცალ-ცალკე გამოყოფენ სამოქალაქო და სამრეწველო, სატრანსპორტო და ჰიდროტექნიკურ მშენებლობას. სამოქალაქო დანიშნულების მშენებლობას მიეკუთვნება საცხოვრებელი, კულტურულ-საზოგადოებრივი და სპორტული კომპლექსები; სამრეწველოს დანიშნულების მშენებლობას მიეკუთვნება სხვადასხვა დანიშნულების წარმოებები - ფაბრიკები და ქარხნები. სატრანსპორტო მშენებლობა აერთიანებს საავტომობილო და სარკინიგზო გზებს, ხიდებსა და გვირაბებს; ჰიდროტექნიკური აერთიანებს კაშხლებს, მდინარეებისა და ზღვების ნაპირსამაგრებს. ცალკე გამოყოფენ მელიორაციულ მშენებლობას, რომელიც მიზნად ისახავს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაშრობისა და მორწყვის ღონისძიებების განხორციელებას. სამშენებლო ობიექტების დაპროექტება ხორციელდება საპროექტო ორგანიზაციების მიერ. პროექტის ქვეშ იგულისხმება კომპლექსური საპროექტო დოკუმენტაციის შედგენა, რომელიც უნდა მოიცავდეს მომავალი მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას, ტერიტორიის შერჩევასა და მის გამოყოფას, საინჟინრო-გეოლოგიური, საინჟინრო-ჰიდროლოგიური, საინჟინრო-ეკონომიკური ძიების ჩატარებას. ნახაზებს, სახარჯთაღრიცხვო დოკუმეტაციას და სხვა ნაწილებს. მშენებლობის სირთულიდან გამომდინარე, მასზე მუშავდება შესაბამისი პროექტი, ყველა დასაპროექტებელი და ასაშენებელი ობიექრი იყოფა სირთულის მიხედვით. ჰიდრომშენებლობაში სამუშაოთა პროექტი შედგება რამდენიმე ურთიერთდამაკავშირებელი ნაწილისაგან, კერძოდ: ტექნიკურ-ეკონომიკური, ტექნოლოგიური, სამშენებლო, გენერალური გეგმა და ტრანსპორტი, მშენებლობის ორგანიზაცია და სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია. ტექნიკური პროგრესის ზრდასთან ერთად ყველაზე რთულ პრობლემად დამპროექტებლებისათვის საპროექტო გადაწყვეტილების ოპტიმიზაცია ითვლება, რაც ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ექსპლუატაციის სხვადასხვა ვადითაა გამოწვეული.

ჩვენს ქვეყანაში დაპროექტება ხორციელდება სამშენებლო სახელმწიფო ნორმებით (СНиП 84), რომელიც მუშავდება და იხვეწება მოწინავე ქვეყნების გამოცდილებათა გათვალისწინებით.

შრომითი დანახარჯებისა და მშენებლობის ღირებულების განსაზღვრისათვის სახარჯთაღრიცხვო ნორმებითა და მოწყობილობათა მონტაჟის ფასებით სარგებლობენ. საპროექტო სამუშაოთა შესრულების ხანგრძლივობა დასაპროექტებელი ნაგებობების სირთულეზეა დამოკიდებული. გარკვეულ შემთხვევებში იგი რამდენიმე წლითაც შეიძლება განისაზღვროს. საპროექტო სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია გადაეცემა დამკვეთ ორგანიზაციას, გაივლის სახელმწიფო ექსპერტიზას, მტკიცდება და გაითვალისწინება მშენებლობის დასაწყებად მომავალი წლების პერსპექტიული გეგმებით.

სამშენებლო რეგლამენტი ითვალისწინებს, რომ მშენებლობის დაწყებას წინ უნდა უძღოდეს ორგანიზაციული და ტექნიკური მომზადება.

მშენებლობის მომზადება ხორციელდება შემდეგ ეტაპებად:

1. შეთანხმებები მშენებლობის დაწყებამდე, არქიტექტურული, საპროექტი-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის მომზადება;
2. სამშენებლოდ გამოყოფილი ტერიტორიის მომზადება. ამ ტერიტორიის აღჭურვა შესაბამისი, ჰიდროტექნიკური ნაგებობისთვის საჭირო თანამედროვე ხელსაწყოებით. მშენებლობებზე, როგორი სირთულისაცაა ჰიდროტექნიკური მშენებლობა, ჩატარებული მოსამზადებელი სამუშაოს პერიოდი. მოსამზადებელი სამუშაოები შეიძლება შესრულდეს სამშენებლო და სამონტაჟო სამუშაოებთან ერთდროულად.

მოსამზადებელ პერიოდში განხორციელებელი ღონისძიებები:

- ტერიტორიის გასუფთავება;
- ,,დროებითი შენობების" განლაგება ჯგუფურად;
- ტერიტორიის შემოღობვა;
- საპროექტო გზების მოწყობა ასფალტის საფარის გარეშე;
- არსებული სადემონტაჟი ქსელების დემონტაჟი;
- სამშენებლო ნაგვის გატანა;
- საპროექტო ქსელების გაყვანა;
- სამშენებლო მოედნის უზრუნველყოფა დროებითი წყლით და ენერგიით საპროექტო ქსელებიდან.

ყველა სახის ობიექტების დაპროექტებისას დავალებაში პროექტირებაზე აუცილებლად უნდა ჩაიწეროს პროექტირების სტადიები, მშენებლობის განსაკუთრებული პირობები (სეისმურობა, გრუნტის ჯდენები, ცოცვადობა და ა.შ.)

სამშენებლო დანიშნულების ხასიათისა და მნიშვნელობის მიუხედავად, საპროექტო სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია შეიძლება მომზადდეს ერთ (მუშა პროექტი) ან ორ სტადიად (პროექტი და სამუშაო ნახაზები), რომელიც შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან.

1. ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება ან ტექნიკურ ეკონომიკური გაანგარიშება საწარმოო დანიშნულების ობიექტების დაპროექტების შემთხვევაში;
2. განმარტებითი ბარათი;
3. საინჟინრო ძიებანი: ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდრომეტეოლოგიური, სანიტარულ-ჰიგიენური;
4. ტექნოლოგიური ნაწილი;
5. გენერალური გეგმები ჰორიზონტალური და ვერტიკალური გეგმარება, კეთილმოწყობა;
6. კომპლექსში შემავალი ცალკეული ობიექტებისათვის არქიტექტურულ-გეგმარებითი და სამშენებლო-კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების პროექტები;
7. სანტექნიკური ნაწილები: წყალსადენ კანალიზაციის, გათბობის და სხვა გარე და შიდა სამოედნო კომუნიკაციები;
8. ელექტრომომარაგება გარე და შიდა სამოედნო, შიდა ქსელები, როგორც ძალოვანი ასევე გასანათებელი;
9. მოწყობილობათა დასაკვეთი სპეციფიკაციები;
10. მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტი;
11. სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია.

განვიხილოთ მაგალითი:

მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტი

1. განმარტებითი ბარათი

1. მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტი დამუშავებულია СниП III-И.2-62 თანახმად შემოკლებულ ვარიანტში.

საპროექტო ობიექტი----(ობიექტის დასახელება და მისამართი).

აგრეთვე გათვალისწინებულია ტერიტორიის კეთილმოწყობის საკითხები.

2. კალენდარული გეგმა:

ა/ სადემონტაჟო სამუშაოები (არსებობის შემთხვევაში);

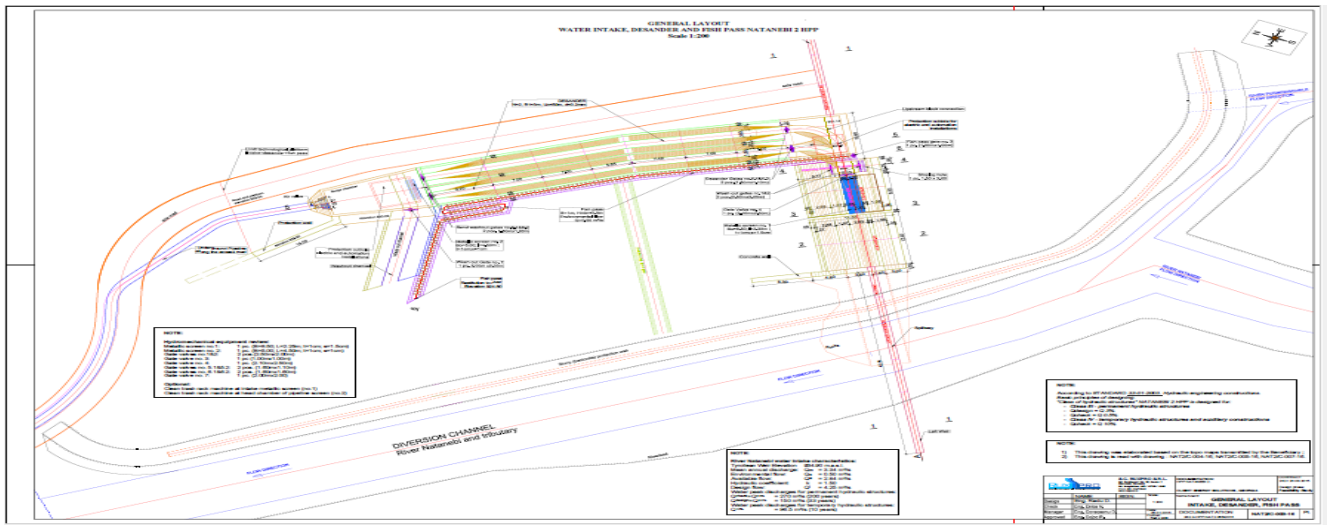
ბ/ ძირითადი ობიექტი (ჰესი, კაშხალი, და აშ.);

გ/ საწყობი.

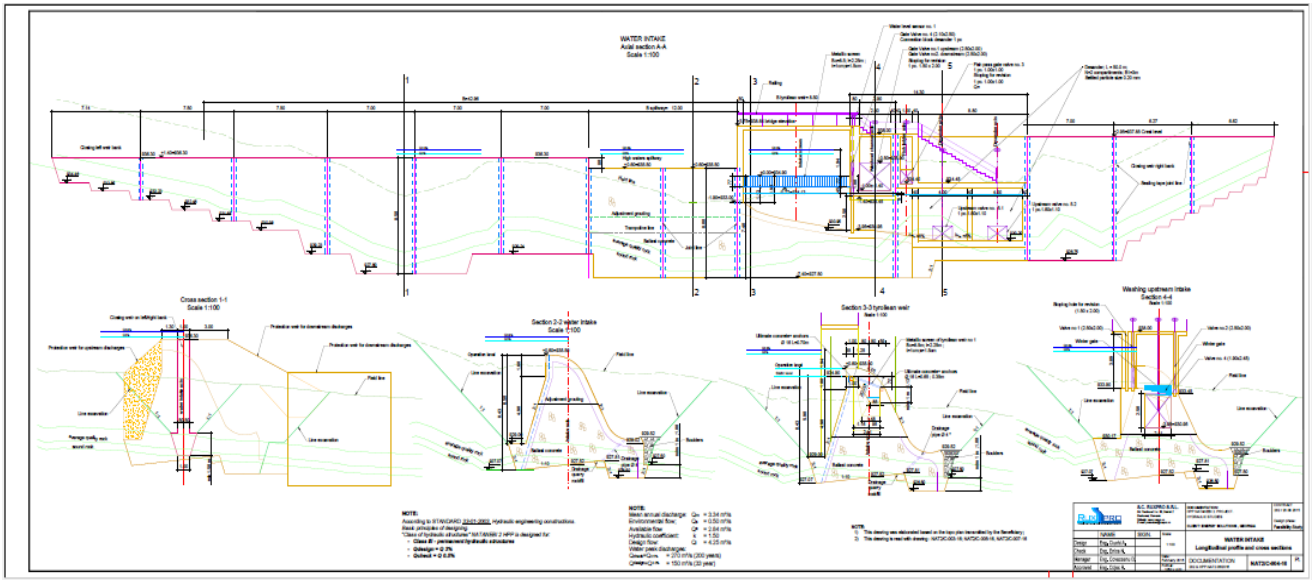
3. გრაფიკული ნაწილი:

ნახაზი -1.სამშენებლო გენერალური გეგმა;
ნახაზი -2.სამშენებლო გეგმა;
ნახაზი - 3. სამონტაჟო სქემა.

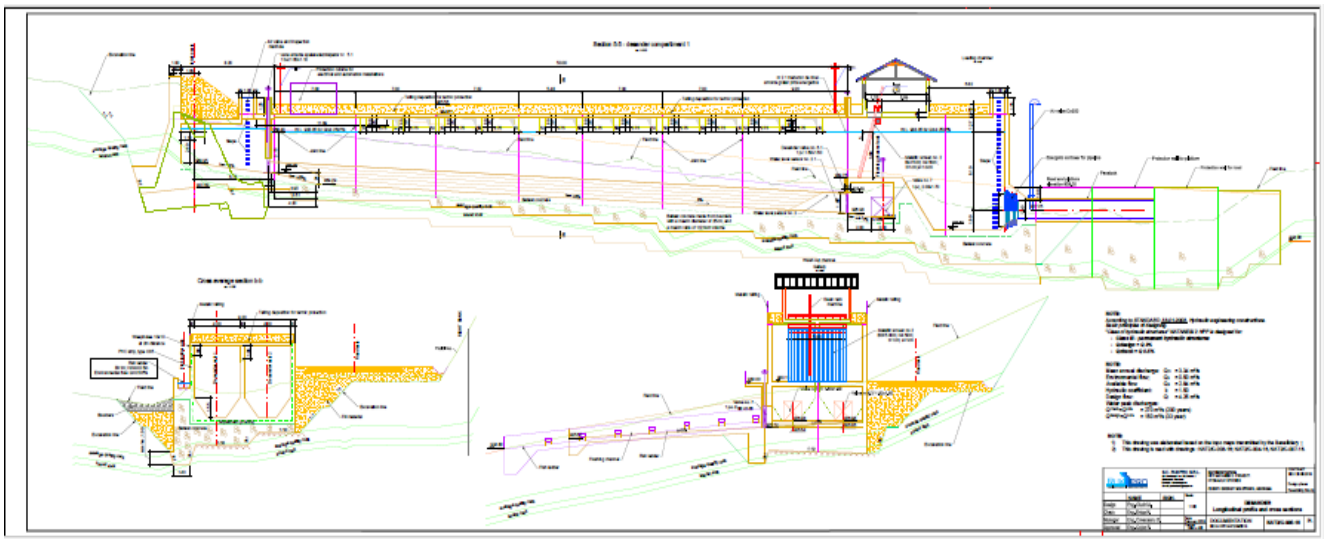
ძირითადი შენობების დახასიათება (კაშხალი, ჰიდროელექტროსადგური)



ნახაზი 1. ჰესის სათავე ნაგებობა და სალექარის სქემა



ნახაზი 2. ჰესის სათავე ნაგებობის და სალექარის ჭრილი



დროებითი ადმინისტრაციული შენობა

სამშენებლო ბანაკი

სამშენებლო ბანაკის მოწყობისთვის ხელსაყრელი ტერიტორიის შერჩევა ჰესის სამშენებლო სამუშაოების ორგანიზებულად და რაც შეიძლება მოკლე პერიოდში შესრულების წინაპირობაა. აღნიშნული თავისთავად შეამცირებს გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების მასშტაბებს (ზემოქმედებებს, რომლებიცც დაკავშირებული იქნება მომატებულ სატრანსპორტო ნაკადებთან და სხვ.). ბანაკების ტერიტორიის შერჩევისას მნიშვნელოვანია გათვალისწინებულ იქნეს ანალოგიური ობიექტებისთვის მიღებული შემდეგი ძირითადი რეკომენდაციები:

- ბანაკის მოწყობა სამშენებლო უბნების სიახლოვეს, ადვილად მისადგომ ტერიტორიაზე, რათა შეიზღუდოს სატრანსპორტო ოპერაციების მასშტაბები და მარტივი იყოს გადაადგილების პირობები;
- ხელსაყრელი იყოს საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები;

- ხელსაყრელი იყოს ტერიტორიის რელიეფი, რათა ინფრასტრუქტურის მოწყობა დაკავშირებული არ იყოს დიდი მოცულობის მიწის სამუშაოებთან;
- ბანაკის მოწყობა საცხოვრებელი ზონიდან მაქსიმალურად დაშორებით, რათა მინიმუმამდე დავიდეს მოსახლეობის შეწუხება ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების და ხმაურის გავრცელებით, ასევე მანქანების ზედმეტი გადაადგილებით;
- შერჩეულ იქნეს ნიადაგის ნაყოფიერი ფენითა და მცენარეული საფარით ღარიბი ტერიტორია;
- ტერიტორია დაცილებული იყოს ზედაპირული წყლის ობიექტიდან, რაც შეამცირებს ზედაპირული წყლების დაბინძურების დაბალ რისკებს;
- გაადვილებული იყოს სამშენებლო ბანაკის სასმელ-სამეურნეო და ტექნიკური წყლებით და ელექტროენერგიით მომარაგება, ასევე ტერიტორიიდან ჩამდინარე წყლების ორგანიზებული გაყვანა.

სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე სამშენებლო ბანაკ(ებ)ის/ მოწყობის, მათი განლაგების ადგილმდებარეობის და მოსაწყობი ინფრასტრუქტურის საკითხი დაზუსტდება მშენებელი კონტრაქტორის გამოვლენის შემდგომ. სამშენებლო ბანაკის განთავსების სავარაუდო ტერიტორია მდებარეობს ჰესის სამშენებლო მოედნის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

სამშენებლო ბანაკის შემადგენლობაში შედის შემდეგი დროებითი ინფრასტრუქტურული ობიექტები:

- ავტოსადგომი;
- სასაწყობო მეურნეობა (მათ შორის სახიფათო ნარჩენების განთავსების სათავსი);
- წყლის რეზერვუარები;
- ადმინისტრაციული და მუშათა მოსასვენებელი ობიექტები (კონტეინერული ტიპის);
- მექანიკური საამქრო და სხვ;
- ასევე გასათვალისწინებელია სამშენებლო ბაზის მოწყობა, სადაც განთავსდება ბეტონის კვანძი, ავტოსადგომი და სხვა დამხმარე ნაგებობები.



ძირითადი შენობების მაჩვენებლები: ობიექტის დასახელება, საერთო ფართი $მ^2$, სამშენებლო მოცულობა $მ^3$.

პარამეტრი	განზომილება	სიდიდე
ჰესის ტიპი		არარეგულირებადი, ბუნებრივ ჩამონადენზე მომუშავე
დადგმული სიმძლავრე	მგვტ.	0,0
ელექტროენერგიის წლიური გამომუშავება	გვტ.სთ	0,0
კაშხლის სიმაღლე	მ.	0 (მიწის ზედაპირიდან) 0 (ფუნდამენტიდან)
სადაწნეო მილსადენის სიგრძე	მ.	0
სადაწნეო მილსადენის დიამეტრი	მმ.	0/0
სადაწნეო მილსადენის გამტარუნარიანობა	მ³/წმ	0-მდე
ჰესის შენობის ტიპი	-	მიწისზედა
ტურბინების რაოდენობა	ერთ.	0
ტურბინების ტიპი	-	პელტონის, ვერტიკალური.
ტურბინების სიმძლავრე	მგვტ.	0 x 0
ტურბინების ხარჯი	მ³/წმ	0 x 0
მიახლოებითი დაწნევა	მ.	0
ტურბინების ბრუნვის სიჩქარე (სავარაუდო)	ბრ/წთ.	0
გენერატორების რაოდენობა	ერთ.	0
გენერატორების ნომინალური სიმძლავრე	მვა	0
გენერატორების ეფექტურობა	%	0
გენერატორების გაგრილების სისტემა	-	წყალი/ჰაერი
გამყვანი არხის ტიპი	-	რკინაბეტონის
ქვესადგურის ტიპი	-	დახურული (მოეწყობა ჰესის შენობაში)
ქვესადგურის საოპერაციო ძაბვა	კვ	0
ელექტროენერგიის გადამცემი ხაზი	კვ	0

ცხრილი 1. ჰესის ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

10.2. ძირითადი ობიექტების მშენებლობის ხანგრძლივობის განსაზღვრა

საერთო კალენდარული გეგმა

პროექტის განხორციელების გრაფიკი არ მოითხოვება კვლევის ამ ეტაპზე, მხოლოდ მოცემული უნდა იყოს მშენებლობის სავარაუდო პერიოდი.
საერთო კალენდარული გეგმის მიხედვით კომპლექსის მშენებლობის ხანგრძლივობა მიღებულია (თვით, წლით).
მოსამზადებელ პერიოდში უნდა მოხდეს:

ტერიტორიის გასუფთავება;
,,დროებითი შენობების" განლაგება ჯგუფურად;
ტერიტორიის შემოღობვა;
საპროექტო გზების მოწყობა ასფალტის საფარის გარეშე;
არსებული სადემონტაჟი ქსელების დემონტაჟი;
სამშენებლო ნაგვის გატანა;
საპროექტო ქსელების გაყვანა;
სამშენებლო მოედნის უზრუნველყოფა დროებითი წყლით და ენერგიით საპროექტო ქსელებიდან.



პროექტის შემადგენელი ნაწილების დამუშავებისას უნდა გავითვალისწინოთ ქვეყანაში მოქმედი სამშენებლო ნორმები და წესები, რომლებითაცხელმძღვანელობენ მშენებლობაში დასაქმებული ცალკეული პირები და ორგანიზაციები.



სამშენებლო მოედანი

10.3. დაგეგმილი სამუშაოს პროექტის მიხედვით განაწილება

ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანად ითვლება სამშენებლო ორგანიზაციის ეფექტიანობის ამაღლება, რომელიც მიიღწევა სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების სწორად დაგეგმვით და სამუშაოების პროექტის მიხედვით სწორი გადანაწილებით. აუცილებელია სამუშაოები, რომლებიც დეტალურად არის გაწერილი სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციაში და შემდგომ უკვე კალენდარულ გრაფიკში, გადანაწილებულ იქნას სწორად და ოპტიმალურად იმ სამუშაო ჯგუფებზე, რომლებიც ასრულებენ ამა თუ იმ ტიპის და სირთულის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებს. საძიებო კვლევა უნდა იყოს ორიენტირებული მობილიზაციის და მოქმედებათა გეგმის განვითარებაზე, რომელიც შეიცავს მათ შორის:

- ჰესის ან კასკადის პროექტის მონახაზის წარმოდგენას; ხელმისაწვდომი მონაცემების წარმოდგენას, რომლებიც გამოყენებული იქნება მიზანშეწონილობის წინასწარი კვლევის და მიზანშეწონილობის კვლევის დროს;
- ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური მონაცემები წლების მიხედვით და მათი მოცულობა (თვიური ჩამონადენი, დღიური ჩამონადენი, ნალექების რაოდენობა, დანალექების მონაცემები);
- ადგილობრივი ინფრასტრუქტურის პირველადი მიმოხილვა;
- ქსელთან მიერთების შესაძლებლობების პირველადი მიმოხილვა.

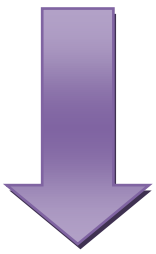
10.4. რეკომენდაციები პროექტის განვითარების შემდეგი ეტაპებისთვის

საძიებო კვლევის შედეგი უნდა იყოს ანგარიში, რომელიც შეიცავს ყველა ზემოთ ნახსენებ ინფორმაციას. საძიებო კვლევაში უნდა იქნას წარმოდგენილი რეკომენდაციები მიზანშეწონილობის წინასწარი კვლევის განხორციელებისთვის. მიზანშეწონილობის წინასწარი

კვლევის დანიშნულებაა შეაფასოს პროექტის ტექნიკური, ფინანსური, გარემოსდაცვითი და სოციალური განხორციელების შესაძლებლობა, შეისწავლოს ჰესის განლაგების არეალი (წინასწარ და არა საბოლოოდ). წინასწარი პროექტი არ ზღუდავს გონივრული ალტერნატივების არჩევას წარმოდგენილი სქემებისთვის, ისევე, როგორც ასაშენებელი ნაგებობების განლაგებას და ზომებს. ამ კვლევის შინაარსი შესაბამისობაში უნდა იყოს სამუშაოების შესრულების პირობებსა და სამუშაოს მოცულობასთან, რომელიც რეგულირდება მოცემული ტექნიკური დავალებით. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ადგილზე გასვლა და საპროექტო ტერიტორიის ნახვა სავალდებულოა ძირითადი შენაკადებისთვის, ადგილები უნდა იყოს ვიზუალურად შეფასებული. მოცემულ შემთხვევაში უნდა იყოს გამოყენებული რუკები და სხვა ხელთარსებული ინფორმაცია. უნდა განხორციელდეს, როგორც მინიმუმ, ერთი ვიზიტი პროექტის მდებარეობის ადგილას, განისაზღვროს მარშრუტი, შეისწავლოს მდინარის არეალი, დადგინდეს თავისუფალი მონაკვეთები და მოხდეს ფოტოფიქსაცია ყველა ძირითადი ნაგებობის სავარაუდო განლაგების ადგილას და სხვა მნიშვნელოვან ადგილებში, რომლებიც წარმოდგენილი იქნება ანგარიშში.
პირველ ეტაპზე არ არის საჭირო დეტალური კვლევები, უნდა მოხდეს კვლევა ვიზუალური დათვალიერების და საარქივო მონაცემების საშუალებით.

საძიებო კვლევა უნდა წარმოდგენილ იქნას ერთი ცალკე ანგარიშის სახით, რომელიც შეიცავს შემდეგ ნაწილებს:

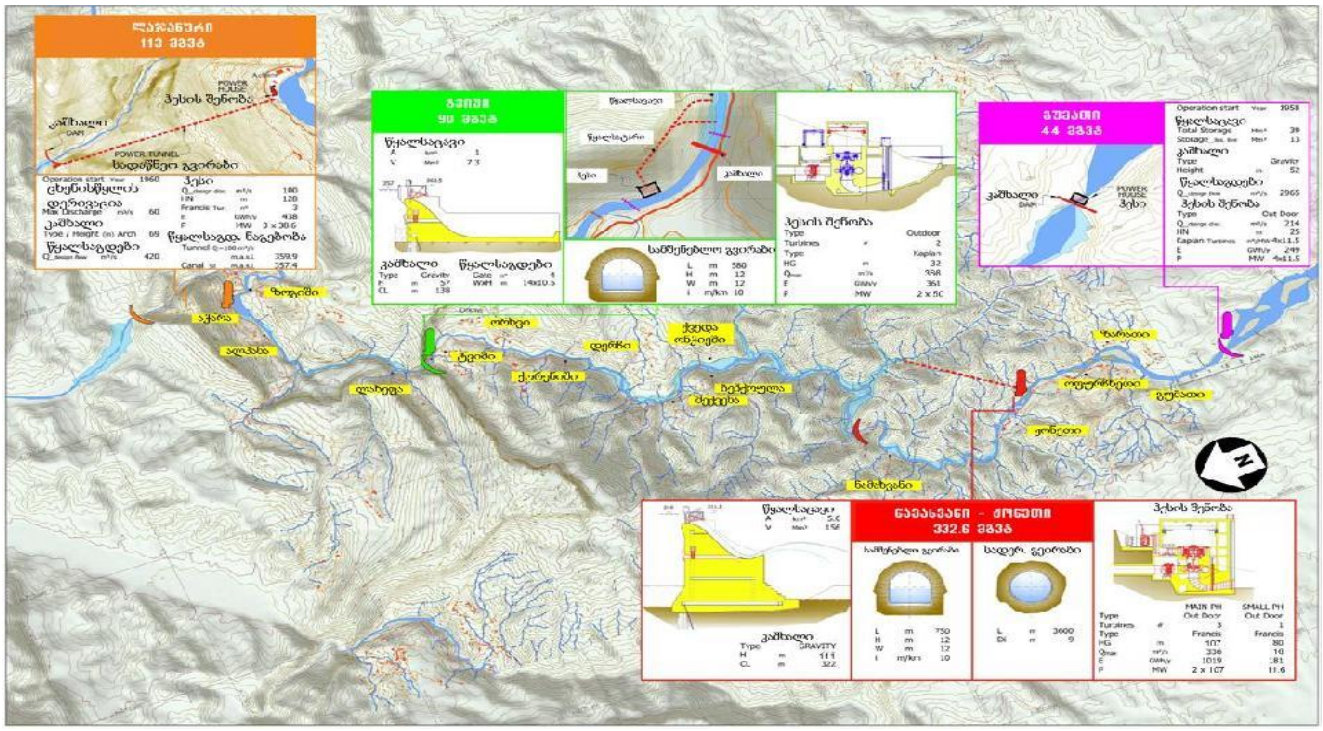
1) ძირითადი საკითხები;
2) პროექტის ადგილმდებარეობა;
3) ტოპოგრაფიული გადაღებები და რუკები;
4) ჰიდროლოგიური, მეტეოროლოგიური და დანალექების კვლევები/მიმოხილვა;
5) გეოლოგია, გეოტექნიკა, სამშენებლო მასალები და სეისმურობა;
6) პროექტის კონფიგურაციის არჩევა (მათ შორის გარკვეული ანალიზი და მსჯელობა);
7) პროექტის აღწერა და გეგმა;
8) ენერგიის წარმოების კვლევა;
9) ქსელთან მიერთება;
10) არსებული ინფრასტრუქტურა და მისასვლელი გზების განვითარება;
11) ხარჯთაღრიცხვა;
12) მშენებლობის გრაფიკი;
13) მოკლე გარემოსდაცვითი მიმოხილვა;
14) პროექტის შეფასება;
15) დასკვნები, რეკომენდაციები და შემდგომი ნაბიჯების შეთავაზებები. მათ შორის, შემდეგი სახის ნახაზები უნდა იყოს წარმოდგენილი (ანგარიშში ან დანართის სახით):



პროექტის ადგილმდებარეობის რუკა;
- ჩატარებული ექსპედიციის გზა;
- ინფრასტრუქტურის რუკა;
- გეოლოგიური რუკები მკაფიოდ დატანილი პროექტის არეალით;
- სეისმური რუკა მკაფიოდ დატანილი პროექტის არეალით;
- წყალშემკრები აუზის რუკა (მითითება საპროექტო კვეთებსა და ანალოგური ტიპის გამზომ სადგურზე);
- მდინარის მახასიათებლები;
- ალტერნატიული გეგმები (არსებობის შემთხვევაში);
- გენერალური გეგმა.

უნდა მომზადდეს პროექტის არეალი კოორდინატებში 1:25’000/1:50’000 მასშტაბის რუკაზე. ამ ნაწილში წარმოდგენილი უნდა იყოს კვლევაში გამოყენებული რუკები. 1:25’000 და 1:50’000 მასშტაბის .

ჰესების კასკადის განლაგების სქემა



- არსებობის შემთხვევაში:

  ა) შეგროვდეს და გამოყენებულ იქნას ყველაზე დიდი კონტურული რუკები და პროექტის ადგილის საჰაერო ფოტოფიქსაცია;

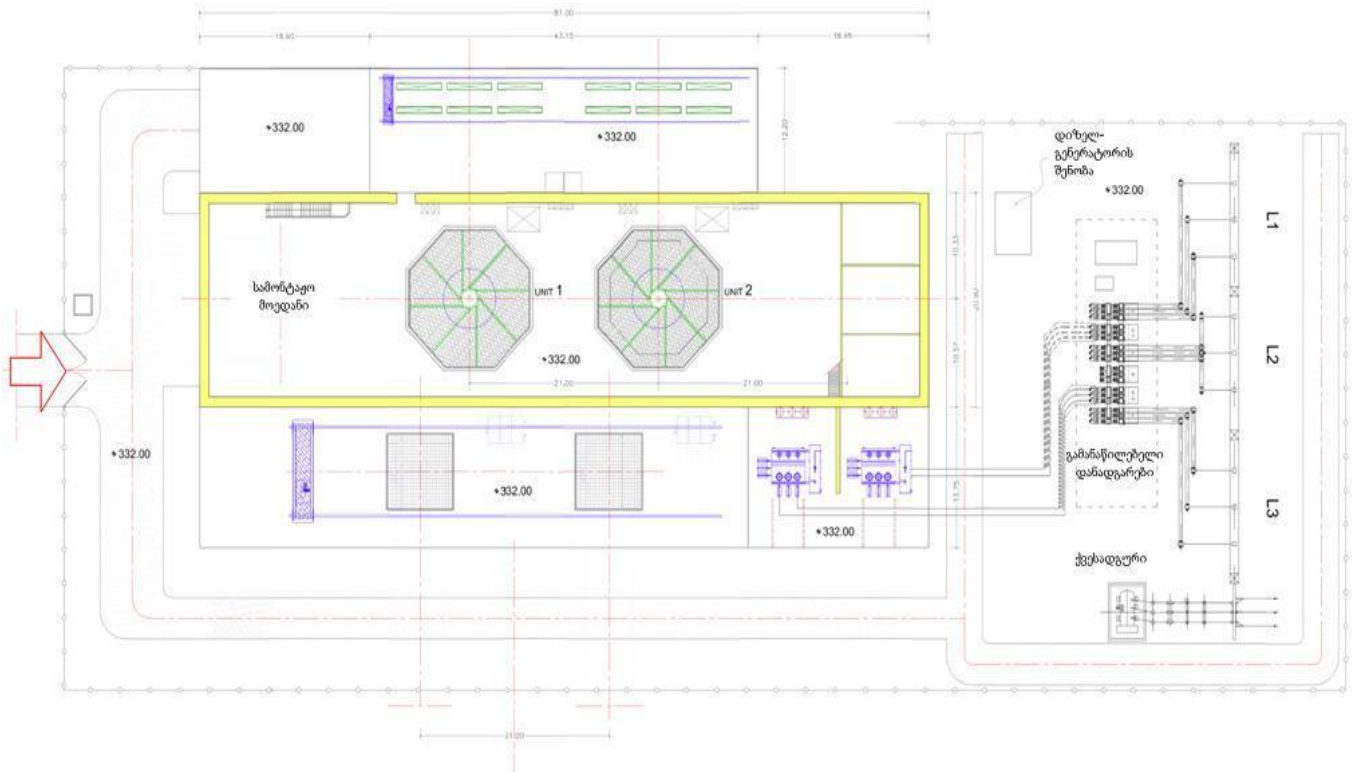
  ბ) გადიდდეს ფოტოგრამეტრიული მეთოდით პროექტის ადგილის ხელმისაწვდომი ყველაზე დიდი მასშტაბის ტოპო-რუკები 1:25’000 ან 1:50’000 მასშტაბამდე.

- თუ პროექტი არის კაშხლის ტიპის, განახორციელოს **<u>ტოპოგრაფიული</u>** გადაღება:

  ა) ჩაატაროს კაშხლის განლაგების პოტენციური ადგილების გადაღება;

  ბ) კონტურული გეგმის მოსამზადებლად ჩაატაროს გადაღება, რომელიც შეიცავს ალტერნატიულ კაშხალს, სადგურის შენობის და ქვედა ბიეფის, წყალგამშვების ადგილის, მდინარის სადერივაციო არეალის და რეზერვუარის ადგილის ალტერნატივებს. კონსულტანტმა უნდა აღწეროს მდინარე მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით, წარმოადგინოს მდინარის ზოგადი აღწერილობა, მისი მახასიათებლები და საშუალო პარამეტრები.

ჰესის შენობის გეგმა:



ჰიდროლოგია:

ა) შეფასდეს საშუალო თვიური ჩამონადენები პროექტის კვეთებში; ბ) მოხდეს საშუალო წლიური დანალექის და მისი მოცულობების შეფასება; ც) შეისწავლოს წყალშემკრები აუზი, არსებული გამზომი და მეტეოროლოგიური სადგურები, შეფასდეს, რა მონაცემები შეიძლება იქნას მიღებული კვლევის შემდგომი ეტაპებისთვის. კონსულტანტმა უნდა შეაფასოს დაწვრილებითი ჰიდროლოგიური მონაცემების ხელმისაწვდომობა, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იყოს პროექტის განვითარების შემდგომ ეტაპებზე.

გეოლოგია და გეოტექნიკა:

1. ადგილობრივი მონაცემები: ა. შეგროვდეს და მიმოხილული იქნას ხელმისაწვდომი ლიტერატურა, ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური რუკები, გეოლოგიური კვეთები და საჰაერო ფოტოგადაღებები; ბ) ადგილობრივი გეოლოგიის და სტრუქტურების აღწერა; დიდი მასშტაბის ნახაზების მომზადება გეგმით და კვეთებით;
2. პროექტის ადგილის ზოგადი გეოლოგია და გეომორფოლოგია - პროექტის არეალის ზოგადი გეოლოგიის და გეომორფოლოგიის აღწერა.

სეისმოლოგიური კვლევა:

1. ტექტონიკური გარემო-ხელმისაწვდომი ინფორმაცია ადგილის ტექტონიკის შესახებ განხილული უნდა იყოს საჭირო მასშტაბის რუკის ილუსტრირებით;

2. საჰაერო ფოტოები და სატელიტური ინფორმაციის ინტერპრეტაცია. ტექტონიკური მახასიათებლების შეფასებისთვის უნდა ჩატარდეს საჰაერო ფოტოების და ლანდშაფტის სურათების ზოგადი მიმოხილვა. კონსულტანტმა მოკლედ უნდა შეაფასოს ადგილობრივი სამშენებლო მასალების ხელმისაწვდომობა. უნდა შეირჩეს ყველაზე ხელსაყრელი ადგილი დაუყოვნებლივი განვითარებისთვის. არჩეული ადგილისთვის/მდინარის გაყოლებისთვის სხვადასხვა ალტერნატიული სქემები უნდა გაანალიზდეს. ალტერნატივების რაოდენობა შეზღუდული არ არის, თუმცა შედარებითი ანალიზი უნდა გაკეთდეს.

- **ადგილზე არსებული რეალური პირობები უნდა დადასტურდეს პროექტის ადგილზე ვიზიტით;**

- წყალსაგდების, სალექარის, ზედა ბიეფის არხის/გვირაბის, სადაწნეო მილსადენის და ჰესის შენობის ადგილმდებარეობა დადასტურებული უნდა იყოს და შეიცავდეს წინასწარ ინფორმაციას ადგილის ტოპოგრაფიის, ჰიდროლოგიის და გეოლოგიის შესახებ. მათ საფუძველზე საბოლოო სქემა უნდა აირჩეს, სავარაუდო სტრუქტურული კომპონენტებით.

- გენერალური გეგმა და ნაგებობები: ა) პროექტის კომპონენტების კონცეპტუალური დიზაინი უნდა შესრულდეს ადგილზე არსებული ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების წინასწარი შეფასების საფუძველზე; ბ) ძირითადი ასაშენებელი ნაგებობების და ტურბინის, გენერატორის მოწყობილობების მოკლე აღწერა უნდა იყოს წარმოდგენილი.

- კრიტერიუმები და დაშვებები: ა) ყველა კრიტერიუმი და დაშვება, რომელიც გათვალისწინებულია ხარჯთაღრიცხვაში, უნდა იყოს ნახსენები.

- შეფასების მეთოდოლოგია - პროექტის ყოველი კომპონენტის ხარჯთაღრიცხვის შესაფასებლად შემდეგი მეთოდოლოგია უნდა იყოს გამოყენებული: ა) სამშენებლო სამუშაოებისთვის: ხარჯთაღრიცხვა უნდა ეფუძნებოდეს კონცეპტუალურ დიზაინს და ძირითადი კომპონენტების ფასებს და მოცულობებს. ძირითადი სამშენებლო სამუშაოების ხარჯები შეიძლება გამოყვანილი იქნას მიმდინარე პროექტების მსგავსი ხარჯებიდან ფასების მონაცემთა ბაზიდან შესაბამისი მოდიფიკაციით ან ხელმისაწვდომი ფასთა დინამიკიდან, თუ ასეთი არსებობს. ბ) გენერაციის მოწყობილობებისთვის: ხარჯთაღრიცხვა გენერაციის მოწყობილობებისთვის უნდა ეფუძნებოდეს ფასების მონაცემთა ბაზას შესაბამისი მოდიფიკაციით, ან ფასთა დინამიკას, ან მსგავსი ხასიათის სხვა პროექტებს. გ) ჰიდრავლიკური ფოლადის კონსტრუქციებისთვის: ხარჯთაღრიცხვა ჰიდრავლიკური ფოლადის კონსტრუქციებისთვის უნდა ეფუძნებოდეს ფასების მონაცემთა ბაზას შესაბამისი მოდიფიკაციით, ან რაიმე ხარჯთა გრაფიკებს, ან მსგავსი ხასიათის სხვა პროექტებს. დ) ტრანსფორმატორები, გამანაწილებელი მოწყობილობა და გადამცემი ხაზები: ტრანსფორმატორების და გამანაწილებელი მოწყობილობის ფასები უნდა ეფუძნებოდეს სიმძლავრეს. ხარჯები ამ მოწყობილობებისთვის უნდა ეფუძნებოდეს ფასთა დინამიკას ან მსგავსი ხასიათის სხვა პროექტების მონაცემებს. ე) მიწების მიკუთვნება და მისასვლელი გზები: მიწის მიკუთვნების ხარჯები შეიძლება დადგენილი იქნას ადგილზე საკვლევი ვიზიტებით. ასაშენებელი ან გასაუმჯობესებელი გზების სიგრძე და ხასიათი შეიძლება დადგინდეს ადგილზე ვიზიტით და ხელმისაწვდომი რუკებით. სხვადასხვა გზის ერთ კილომეტრზე დახარჯული თანხა შეიძლება გამოყენებულ იქნას მისასვლელ გზებზე ხარჯების დასადგენად.

<u>განსახლება/რეაბილიტაცია და გადაადგილება:</u> განსახლების, რეაბილიტაციის და გადაადგილების სავარაუდო არეალი შეიძლება განისაზღვროს ადგილზე საკვლევი ვიზიტით. ხარჯების რაოდენობა შეიძლება გამოყვანილი იქნას ბაზარზე არსებული ფასებიდან. შემდეგი ხარჯები უნდა დაემატოს, რომ მივიღოთ პროექტის მთლიანი კაპიტალური დანახარჯები:

- საინჟინრო, მენეჯმენტის და ადმინისტრაციის (4-7%) - გაუთვალისწინებელი შემთხვევები ემატება ანგარიშს ხარჯების გაუთვალისწინებელი ზრდის თვალსაზრისით, გამომდინარე ადგილზე არსებული პირობებიდან და სამშენებლო სამუშაოების კვლევის ცდომილებიდან (25%), რადგან მცირე ნივთების ფასი ამ ეტაპზე არ გაითვალისწინება. ხოლო გენერაციის მოწყობილობებისა და გადამცემი ხაზებისთვის გათვალისწინებულია 10%.

კომპანიამ უნდა დაიქირავოს კვალიფიციური პროფესიონალები, რომლებიც კომპეტენტური იქნებიან ყველა სამუშაოს ჩასატარებლად, ამ ტექნიკური დავალებით გათვალისწინებული პასუხისმგებლობების ან /და უფლებამოსილებების შესაბამისად. საკვანძო პერსონალის ასაყვანად შემდეგი სპეციალისტებია საჭირო.

- პროექტის მენეჯერი
- ჰიდრავლიკის ინჟინერი
- გეოლოგი
- გეოტექნიკის და სეისმოლოგიის ექსპერტი
- კაშხლების ინჟინერი
- რეზერვუარის მოდელირების და ენერგიის გამომუშავების ექსპერტი
- ინჟინერი-ელექტრომექანიკოსი
- მასალების და ხარჯების ინჟინერი
- საფინანსო ექსპერტი
- ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ექსპერტი.

ეს სპეციალისტები უნდა იყვნენ პროფესიონალი ექსპერტები, მინიმუმ 5-10-წლიანი გამოცდილებით შესაბამის სფეროებში. ამ ეტაპზე შესაძლოა ერთმა პირმა შეითავსოს რამდენიმე ზემოთ ჩამოთვლილი პუნქტი, თუ მას აქვს საკმარისი კვალიფიკაცია.



ჰესის ინფრასტრუქტურის ობიექტების მშენებლობის დაწყებამდე საჭირო იქნება გარკვეული მოსამზადებელი სამუშაოების შესრულება. ასეთი სამუშაოებიდან მნიშვნელოვანია:

- იმ არსებული გზებისა და ხიდების რეაბილიტაცია, რომლებიც შემდგომ გამოყენებული იქნება პროექტის მიზნებისათვის; დროებითი /მუდმივი დანიშნულების მისასვლელი გზებისა და ხიდების მშენებლობა;
- სამშენებლო ბანაკების ადგილების მოწყობა და შესაბამისი ტექნიკური საშუალებებით აღჭურვა (ბეტონის ქარხანა, საამქროები და საწყობები, წყალმომარაგების და კანალიზაციის სისტემები და სხვა);
- სამშენებლო ბანაკებისა და უბნების ელექტრომომარაგების სისტემების მოწყობა;
- კავშირგაბმულობის საშუალების უზრუნველყოფა;
- ინერტული სამშენებლო მასალების კარიერების იდენტიფიკაცია, საქართველოს მთავრობისაგან სარგებლობის ლიცენზიის მოპოვება და ინერტული მასალების დამუშავებისათვის საჭირო ტექნიკური საშუალებების მომზადება;
- გვირაბების გაყვანის პროცესში წარმოქმნილი გამონამუშევარი ქანების განთავსების ადგილების იდენტიფიკაცია და ასეთი ნარჩენების დასაწყობების პირობების განსაზღვრა.

10.5. მუშა-პერსონალის მიერ შესრულებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა თანამიმდევრობის და ვადების გაკონტროლება

შენობა-ნაგებობათა აგება წარმოადგენს განსაზღვრული ტექნოლოგიური თანმიმდევრობით შესრულებად, ურთიერთდაკავშირებულ სამშენებლო სამონტაჟო პროცესების ერთობლიობას.

თანამედროვე პირობებში მშენებლობაში მრავალრიცხოვანი სპეციალიზებული ორგანიზაციების მონაწილეობით, მძლავრი და თანამედროვე ტექნიკის გამოყენებით ჰიდროტექნიკური ნაგებობის აგება განიხილება როგორც რთული პროცესი.

იმისათვის რომ შენობა მოკლე ვადებში და საუკეთესო ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით აიგოს, საჭიროა წინასწარ ჩატარდეს გადაწყვეტის შესაძლო ვარიანტების კვლევა და ანალიზი, მოიძებნოს ყველაზე მიზანშეწონილი ვარიანტი. ამისათვის ობიექტის შენების პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ მოდელის სახით, რომლის შემწეობითაც ანალიზს დაექვემდებარება ყველა შესაძლო საწარმოო სიტუაცია. ასეთ მოდელებს წარმოადგენს კალენდარული გეგმა, როგორც ობიექტის მშენებლობის ტექნოლოგიური, ორგანიზაციული მოდელი, რამდენადაც მასში ურთიერთს უკავშირდება განსაზღვრული თანმიმდევრობით და ზუსტად დადგენილ ვადებში შესრულებული ყველა სამშენებლო და სამონტაჟო სამუშაო.

კალენდარული გეგმა წარმოადგენს ობიექტის მშენებლობის როგორც ტექნოლოგიურ, ისე ორგანიზაციულ მოდელს, იმდენად, რამდენადაც მასში სამშენებლო პროცესები ერთმანეთთან შერწყმულია გარკვეული თანმიმდევრობით და განსაზღვრულია ყველა სამუშაოს დაწყება-დამთავრების ვადები.

კალენდარული გეგმა განსაზღვრავს სამშენებლო პროცესების შესრულების თანმიმდევრობას როგორც კომპლექსისათვის, ისე ცალკეული ობიექტებისათვის.

კალენდარული გეგმის მიზანია სამუშაოს შემსრულებლებისათვის ისეთი ოპტიმალური გრაფიკების შედგენა, რომელშიც ნაჩვენები იქნება თითოეული სამუშაოს დაწყება-დამთავრების ვადები. კალენდარული გეგმის შედგენის დროს მოსალოდნელია მთელი რიგი შეზღუდვების გადალახვა, სახელდობრ: სამუშაოთა თანმიმდევრობისა და ურთიერთკავშირის, მშენებლობის ინტენსივობისა და შესრულებების ვადების, რესურსების განაწილების, უსაფრთხოების ტექნიკის პირობების და სხვ.

კალენდარული გეგმის შედგენის თანმიმდევრობა

მშენებლობის ცალკეულ უბანზე, მონაზომებსა და სექციებზე კალენდარული გრაფიკი ასახავს სამუშაოთა წარმოების პროცესის ერთ მთლიან უწყვეტ თანმიმდევრობას, აგრეთვე, სამუშაოთა ცალკეული სახეების ერთმანეთთან ურთიერთკავშირს დროში. კალენდარული გეგმების შესადგენად საჭიროა გვქონდეს ყველა საწყისი მონაცემი, აგრეთვე, სამუშაო ნახაზები, ხარჯთაღრიცხვები, განმარტებითი ბარათი, მშენებლობის ხანგრძლივობის ნორმები, სამშენებლო სამუშაოთა შესრულების ტექნოლოგიური რუკები, ერთიანი ნორმები და ფასდებები სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებზე.

კალენდარულ გეგმებს ძირითადად ადგენენ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. დასაწყისში ნაგებობების კონსტრუქციულ ნაწილს ნახაზების დეტალური შესწავლისა და ანალიზის შედეგად არჩევენ ოპტიმალურს, რათა სამუშაოთა წარმოების სქემა წარმოდგენილ იქნას რაციონალური ფორმით;
2. ყველა სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოს ასახელებენ ცალკეული პროცესების დანაწევრების გათვალისწინებით;
3. აწარმოებენ სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა მოცულობებისა და რესურსების მოთხოვნილებათა გაანგარიშებას;
4. ძირითადი სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებისათვის არჩევენ წარმოების განხორციელების ძირითად მეთოდებს;
5. არჩევენ სამშენებლო მანქანების ტიპებს და განსაზღვრავენ რაოდენობას;
6. მოქმედი ნორმატივების მიხედვით ანგარიშობენ სამუშაოთა შრომატევადობებს (კაცდღეებში).
7. განსაზღვრავენ ცალკეული სამუშაობის შესრულების საჭირო ვადებს;
8. განსაზღვრავენ სამშენებლო პროცესების როგორც ტექნოლოგიურ, ასევე ორგანიზაციული შესრულების თანმიმდევრობას;
9. მშენებლობის პროცესის მიხედვით ადგენენ მუშახელის რაოდენობის ცვლილების გრაფიკს;
10. განსაზღვრავენ ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების სიდიდეს.

სამშენელო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების აუცილებელი პირობაა, რომ მოცემულ ვადებში სამუშაოთა წარმოების შერჩეული მეთოდი ეთანადებოდეს მშენებლობის ადგილობრივ კონკრეტულ პირობებს.

კალენდარული გეგმის დამუშავებისას მიმდევრობის სწორად დაგეგმვას მშენებლობის ძირითადი და დამხმარე პერიოდებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.
კალენდარული გრაფიკი:

№	დასახელება	ხანგრ/კ ვირა	I თვე	II თვე	III თვე	IV თვე	V თვე	VI თვე	VII თვე	VIII თვე
1	გრუნტის სამუშაოები	3								
2	კონსტრუქციული სამუშაოები	16								
2'	სამშენებლო სამონტაჟო სამუშაოები	16								
3	მოსაპირკეთებელი სამუშაოები	9								
4	წყალმომარაგება	5								
5	კანალიზაცია	8								
6	გათბობა	9								
7	ვაგრილება	9								
8	ელექტრობა	12								
9	სუსტი დენი	12								
10	სახანძრო სიგნალიზაცია	8								
11	კომპიუტერული ქსელი	11								
12	ვენტილაცია	10								
13	სამედიცინო აირები	8								
14	ლიფტი	4								
15	პანდუსების მოწყობა (დამოკიდებულია ვერტიკალურ გეგმარებაზე)	2								
16	ტერიტორიის მოპირკეთება	6								

10.6. უწყვეტი სამშენებლო პროცესებისთვის მასალებით მომარაგების უზრუნველყოფა

მშენებლობის ხაზით დასახული გეგმების განსახორციელებლად, მათი ეფექტურად წარმოების მიზნით, საშენი მასალების, ფინანსური და შრომითი რესურსების თანმიმდევრულად და რაციონალურად გამოყენების საკითხებს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება.

სამშენებლო წარმოების საჭირო რაოდენობის მასალებით, ნაკეთობებით, კონსტრუქციებით მომარაგება ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია მშენებლობის ორგანიზაციის სრულყოფის

საქმეში. ამ მიზნის განსახორციელებლად მატერიალურ ტექნიკური ბაზის დონე განსაზღვრავს მშენებლობის გეგმაზომიერად წარმართვის საკითხებს, მის ეფექტურობას და ეკონომიკურ მაჩვენებელს.

მშენებლობის ხაზით გამოყოფილი მასალები და შრომის საგნები ორ ჯგუფად იყოფა:

1. ძირითადი მასალები, კონსტრუქციები;
2. ინვენტარი, დამხმარე მასალები და სხვ.

ძირითად მასალებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დროს შედის ისეთი მასალები, როგორიცაა: ბეტონი, არმატურა.

კონსტრუქციულ დეტალებში შედის შენობა-ნაგებობის რკინაბეტონის, ხის, ლითონის ასაწყობი კონსტრუქციები.

საწარმოო-ენერგეტიკულ მოწყობილობათა ჯგუფს აერთიანებს ავტომანქანები, ტრაქტორები, სამშენებლო მანქანა-მექანიზმები.

დამხმარე მასალებს შოროს არის: საწვავი, საზეთი საშუალებები, აგრეთვე მანქანა მექანიზმებისა და სხვა სამშენებლო დანადგარებისათვის საჭირო დამხმარე მასალები.

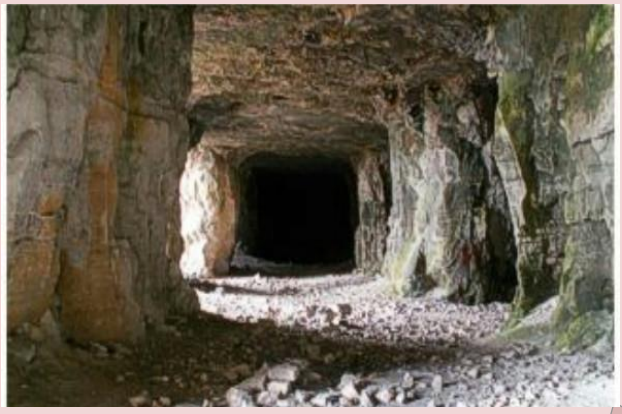
ჰესის მშენებლობისათვის საჭირო სამშენებლო მასალები (ცემენტი, რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რკინა, აგური, ბლოკი ხის მასალა, საღებავები და სხვა) შეძენილი იქნება იმ კონტრაქტორი კომპანიებისაგან, რომლებიც დამტკიცდება უფლებამოსილი კომპანიის მიერ. ბეტონის წარმოებისათვის საჭირო ინერტული მასალების კარიერები მოძიებული იქნება სამშენებლო მოედნების სიახლოვეს. უპირატესობა მიენიჭება წიაღით სარგებლობის შესახებ საქართველოს კანონმდებლობის მიხედვით გაცემული ლიცენზიის მქონე კარიერებს. ახალი კარიერების ათვისება მოხდება აღნიშნული ლიცენზიის საფუძველზე. ტექნიკურ-ეკონიმიკური დასაბუთების დონეზე პროექტისათვის მოძიებულია ინერტული მასალების უახლოესი მარაგების განთავსების ადგილები. იდენტიფიცირებულია ასევე პროექტის ინტერესის ზონაში არსებული ლიცენზირებული კარიერები, სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე დაგეგმილი ახალი კარიერებისათვის შერჩეული მარაგების გეოლოგიური შესწავლა და სალიცენზიო დოკუმენტაციის მომზადება. სატენდერო პირობების მიხედვით მშენებელი კონტრაქტორი ვალდებული იქნება კარიერების ექსპლუატაცია განახორციელოს საუკეთესო პრაქტიკის გამოყენებით, რომ მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე შესაძლო ნეგატიური ზემოქმედების რისკები. სამშენებლო სამუშაოების დასრულების შემდეგ ყველა კარიერზე, წინასწარ შედგენილი გეგმის მიხედვით ჩატარდება სარეკულტივაციო სამუშაოები.

10.7. სამშენებლო მექანიზმების უწყვეტი ფუნქციონირების უზრუნველყოფა

სამუშაოების შესრულება გვირაბგამყვანი მანქანით ხასიათდება ნაკლები მოქნილობით ბურღვა–აფეთქების მეთოდთან შედარებით და გააჩნია უფრო ხანგრძლივი მობილიზაციის პერიოდი. აგრეთვე არსებობს გვირაბგამყვანი მანქანის ძლიერი ფრაქციის ან მაგარი გრუნტის გაჭედვა/გაჩერების ან რბილ გრუნტის მასაში ჩაფლობის რისკები.

გვირაბგამყვანი მანქანის გამოყენებას გააჩნია რიგი უპირატესობები, რაც მოიცავს:

შტოლნი - ჰორიზონტალური ან დახრილი გვირაბი, რომელსაც ერთი გამოსასვლელი აქვს მიწის ზედაპირზე. დანიშნულების მიხედვით შტოლნი არის სატრანსპორტო, სავენტილაციო და წყალამოსაღვრელი.



- წინასწარ განსაზღვრული კვეთის ადვილად მიღწევას ბურღვა–აფეთქების მეთოდთან შედარებით;
- მნიშვნელოვნად მცირდება გვირაბის შიდა ზედაპირის მოსაპირკეთებელი ფენის სისქე;

როგორც წესი, გვირაბგამყვანი მანქანის გამოყენების შემთხვევაში ადგილი არ აქვს აფეთქების ტალღის ზემოქმედებას, ვიბრაციას და, შესაბამისად, მცირეა გეოლოგიური ქანების შეშფოთება, ასევე მიწის ზედაპირზე არსებული ნაგებობების დაზიანების რისკი;

- მნიშვნელოვნად მცირდება ქანების ჩამოზვავებისაგან დამცავი საჭირო კონსტრუქციების რაოდენობა; გვირაბგამყვანი მანქანის გამოყენება ამცირებს მისასვლელი **შტოლნების** საჭიროებას და, შესაბამისად, მცირდება სამშენებლო სამუშაოების ხარჯები. გვირაბის გაყვანისათვის გამოიყენება ორი სახის, ღია მოჭიდების და ერთმაგი ან ორმაგფარიანი გვირაბგამყვანი მანქანები. მოჭიდების ტიპის მანქანა, მოჭიდების ფირფიტის საშუალებით ამაგრებს/ ებჯინება კლდოვან ქანს და, შესაბამისად, კლდოვანი ქანის ცვენისგან დასაცავად იმავე ღონისძიებების გატარებაა საჭირო, რაც ბურღვა–აფეთქების მეთოდის გამოყენებისას. ერთმაგი ან ორმაგფარიანი გვირაბგამყვანი მანქანა მოითხოვს სეგმენტური სამაგრების მოწყობას. სამაგრები ეწყობა მონოლითურ ყალიბში ჩასხმული ბეტონით და გამოიყენება როგორც პირველადი დამცავი საშუალება და გვირაბის საყრდენი.



გვირაბგამყვანი მანქანა

10.8. სამუშაოს მოცულობებისა და ხარისხის პროექტის შესაბამისად შემოწმება და სამშენებლო გრაფიკის და მიღებული მასალების ხარისხის დარღვევაზე რეაგირება

მშენებლობის ხარისხში იგულისხმება თვისებათა ერთობლიობა, რომლითაც ხასიათდება სამშენებლო ობიექტი. ხარისხი გამოხატავს ნაგებობების ან მათი ნაწილების ნატურალურად შესრულების შედარებას საპროექტო გადაწყვეტებსა და მოქმედ ნორმატივებთან.



ობიექტის ხარისხს ძირითადად განსაზღვრავს შემდეგი ფაქტორები: ნაგებობის პროექტის ხარისხი, რომლითაც ხორციელდება მისი სივრცული გადაწყვეტა, სამშენებლო მასალების და დეტალების ხარისხი, სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების ხარისხი.

იმისათვის, რომ ხარისხის გასაუმჯობესებლად ზემოთ ჩამოთვლილ აუცილებელ ფაქტორებს ხორცი შეესხას, საჭიროა ხარისხის გაუმჯობესების საკითხი გადავწყვიტოთ კომპლექსურად, ე.ი მივაღწიოთ ყველა ძირითადი ფაქტორის ერთობლივ განხორციელებას. რომელიმე მათგანის ხარვეზებით შესრულება, რასაკვირველია, იწვევს ხარისხის დაცემას. ამგვარად, ხარისხის გაუმჯობესება დამოკიდებულია ძირითადად მგეგმავ ორგანოებზე, შემკვეთზე, როგორც საპროექტო ასევე სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შემსრულებელსა და მაკონტროლებელ ორგანიზაციაზე.

სამშენებლო კონსტრუქციების ხარისხი მთავარი ფაქტორია. რომელიც დიდი გავლენას ახდენს მშენებლობის ღირებულებაზე და, რაც მთავარია, მის საიმედოობას და ექსპლუატაციის პერიოდზე.



მშენებლობის ხარისხის გაუმჯობესების საკითხი ყოველდღიურად უნდა იყოს სამუშაოთა მწარმოებლის ყურადღების ქვეშ, სისტემატურად უნდა კონტროლდებოდეს როგორც მიღებული მასალების, ასევე შესრულებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხი.

საშენი მასალების კონსტრუქციებისა და ნაკეთობების ხარისხის დადგენისას არჩევენ მასალების, კონსტრუქციების, ნაკეთობების ერთობლივ თვისებებს მათი დანიშნულებისა და გამოყენების თვალსაზრისით.

სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხიანად ჩასატარებლად, პირველ რიგში, ზუსტად უნდა იქნეს დაცული ყველა ის მოთხოვნა, რომლებიც გათვალისწინებულია სამშენებლო ნორმებითა და წესებით.

ხარისხის კონტროლის დროს ხდება სამშენებლო მოედანზე მოწოდებული ყველა მასალის, ნაკეთობის, კონსტრუქციის, საინჟინრო მოწყობილობების ხარისხის თანხვედრილობა სტანდარტებსა და სერთიფიკატებთან. ისინი მიიღება მხოლოდ მას შემდეგ, როდესაც დააკმაყოფილებენ ხარისხისათვის სამშენებლო ნორმატივებით განკუთვნილ მოთხოვნებს. გარკვეულ შემთხვევებში მათი ხარისხიანობის მაჩვენებლების გადასამოწმებლად ნებადართულია მიღებული მასალებისა და ნაკეთობების სამშენებლო-საწარმოო ობიექტების ლაბორატორიაში შერჩევითი გასინჯვა და მათი ხარისხის რეალური მაჩვენებლების დადგენა.

შემოვლითი კონტროლის მიზანია შენობის ზოგიერთი ნაწილის ფარული სამუშაოების შესრულების შემოწმება დადგენილი ნორმების მიხედვით. ფარული სამუშაოების შესრულებისას დგება**aqti farul samuSaoebze**.

ოპერატიულ კონტროლს აწარმოებენ როგორც სამუშაოთა მწარმოებლები, ასევე მშენებელი ოსტატები. ისინი ამოწმებენ პროექტის შესაბამისობით სამშენებლო პროცესების შესრულებას, აგრეთვე შესრულებული სამუშაოების თანხვედრილობას მოქმედ სტანდარტებთან, პროექტის

სამუშაო ნახაზების მონაცემებთან. ოპერატიული კონტროლი ითვალისწინებს კონსტრუქციული ელემენტების ესკიზების დასაშვები განსხვავების ჩვენებას, მასალების დახასიათებას და ხარისხს.

კონტროლის საკითხები ორ ჯგუფად იყოფა: შიგა და გარე კონტროლი.
მშენებლობის შიგა კონტროლს ახორციელებენ სამუშაოთა მწარმოებლები, ოსტატები და ბრიგადირები. გარე კონტროლის განხორციელებაში მონაწილეობენ, პირველ რიგში, დამკვეთები, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან კარგი ხარისხის ნაგებობის მიღებით. ხარისხის კონტროლისათვის დამკვეთს უფლება აქვს გამოყოს თავისი **ტექნიკური ზედამხედველი,** რომელიც სისტემატურად გააკონტროლებს ყველა სამშენებლო პროცესის ხარისხსა და ნორმებთან შესაბამისობას.

დამკვეთი აკონტროლებს და ტექნიკურად ზედამხედველობს შესრულებული სამუშაოების ხრისხს, ამოწმებს მათ შესაბამისობას სამუშაო ნახაზებთან და აქტებით იბარებს სამშენებლო ობიექტს.
დამკვეთი თავისი წარმომადგენლის უშუალო მონაწილეობით პერიოდულად ამოწმებს მშენებლობის დაფარული სამუშაოების ჩატარების ხარისხს სამშენებლო პროცესების მიმდინარეობის პერიოდში და სათანადო აქტების შედგენით ადასტურებს მის ხარისხს.

სამუშაოები, რომლებიც მიუწვდომელია გადასინჯვისათვის, მომდევნო სამუშაოების ჩატარებისას (ფარული სამუშაოები) მიღებული უნდა იქნას მათი მშენებლობის პროცესში.



ფარულ სამუშაოებს მიეკუთვნება საძირკვლების, ჰიდროიზოლაციის, რკინაბეტონის კონსტრუქციებში არმატურისა და ჩასატანებელი ნაწილების ჩაწყობა და სხვ. ფარული სამუშაოები უნდა შემოწმდეს დამკვეთის, ტექნიკური ზედამხედველის და პროექტის ავტორის მონაწილეობით, გაფორმდეს აქტი სათანადოდ დადგენილი ფორმის მიხედვით.

აქტი ფარულ სამუშაოებზე #------

`--------‘‘ ---------- წელი

საავტორო ზედამხედველმა _____----
დამკვეთის ტექნიკურმა ზედამხედველმა _____---
მოიჯარე ორგანიზაციამ _____----
ჩაატარეს შესრულებული შემდეგი სამუშაოთა დათვალიერება _____-----
---

შენობაში _____----
მისამართზე_____---

დაადგინეს:

1._____----------

--

--
2.შესრულებული სამუშაოები შეესაბამება პროექტის სერიის მუშა ნახაზებს ----------

---

3. სამუშაოთა შესრულებისას გამოყენებულია მასალები: _____---
_____-------
4. შესრულებულ სამუშაოთა ხარისხის შეფასება: _____------
_____-------

--

ნაბადართულია შემდგომი სამუშაოების წარმოება: _____-----

-

-

საავტორო ზედამხედველის წარმომადგენელი _____---

დამკვეთის ტექნიკური ზედამხედველის წარმომადგენელი _____--
მოიჯარე ორგანიზაციის წარმომადგენლები:

მთავარი ინჟინერი _____

მთავარი მენეჯერი _____

სტგ-ს უფროსი -_____

უბნის უფროსი -_____



10.9 კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რისგან შედგება ჰიდროტექნიკური ნაგებობის სამშენებლო პროექტი?
2. რას წარმოადგენს კალენდარული გრაფიკი?
3. რაში გამოიყენება კალენდარული გრაფიკები?
4. რომელი ძირითადი სამშენებლო მანქანა-მექანიზმები გამოიყენება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის დროს?
5. რა ღონისძიებებია საჭირო წინასწარი მოკვლევისათვის ჰესებისა და კაშხლების მშენებლობის დროს?
6. რა ღონისძიებების გატარებაა საჭირო სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების უწყვეტი ფუნქციონირების შესასრულებლად?
7. რომელი ძირითადი ფაქტორები განსაზღვრავს მშენებლობის ხარისხს?
8. რომელი სამუშაოები მიეკუთვნება ფარული სამუშაოების შესრულებას?
9. რა პრინციპით ხდება მშენებლობის ხარისხის კონტროლი?
10. რას წარმოადგენს საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმები და წესები?

თავი 11. ლანდშაფტური დიზაინი



ძვირფასო სტუდენტო, ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ ლანდშაფტის ესკიზური პროექტის წაკითხვას. გეცოდინებათ, თუ როგორ ხდება გაღის გილიკის, საფეხურების, რეკრეაციულ ზონაში განათების გოძების დაპროექტება. შეძლებთ შეადგინოთ ესკიზური ნახაზი.

ლანშაფტური დიზაინი მოიცავს არქიტექტურას, აგრონომიას, სამშენებლო სპეციალობას, ფლორისტიკას და სხვა მრავალ სპეციალობას. მისი მიზანია სააგარაკე ნაკვეთების, ქალაქის სარეკრიაციო ზონების, მშენებლობის შემდგომი ტერიტორიების ესთეტიკური იერსახის

აღდგენა ან გაუმჯობესება. სახელი ,,ლანდშაფტური დიზაინი“ სრულიად ასახავს მის შინაარსს. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ადამიანებისთვის დასასვენებელ, ესთეტიკურად გამაჯანსაღებელ ზონაში, მაქსიმალურად მომგებიანად იყოს გათვალისწინებული ლანდშაფტის უსწორმასწორობა. ლანდშაფტის გალამაზება და სარეკრიაცო ესთეტიკური მიზნებით გამოყენება ადამიანებმა დაიწყეს უხსოვარი დროიდან. ძველ საბერძნეთში, რომში, მესოპოტამიაში იქმნებოდა ბაღები, მათ მოსარწყავად კი სარწყავი სისტემები, შადრევნები და სხვა პრაქტიკულ-ესთეტიკური დანიშნულების ინფრასტრუქტურული ნაგებობები, რომლებიც ერთიან კომპლექსს ქმნიდა.



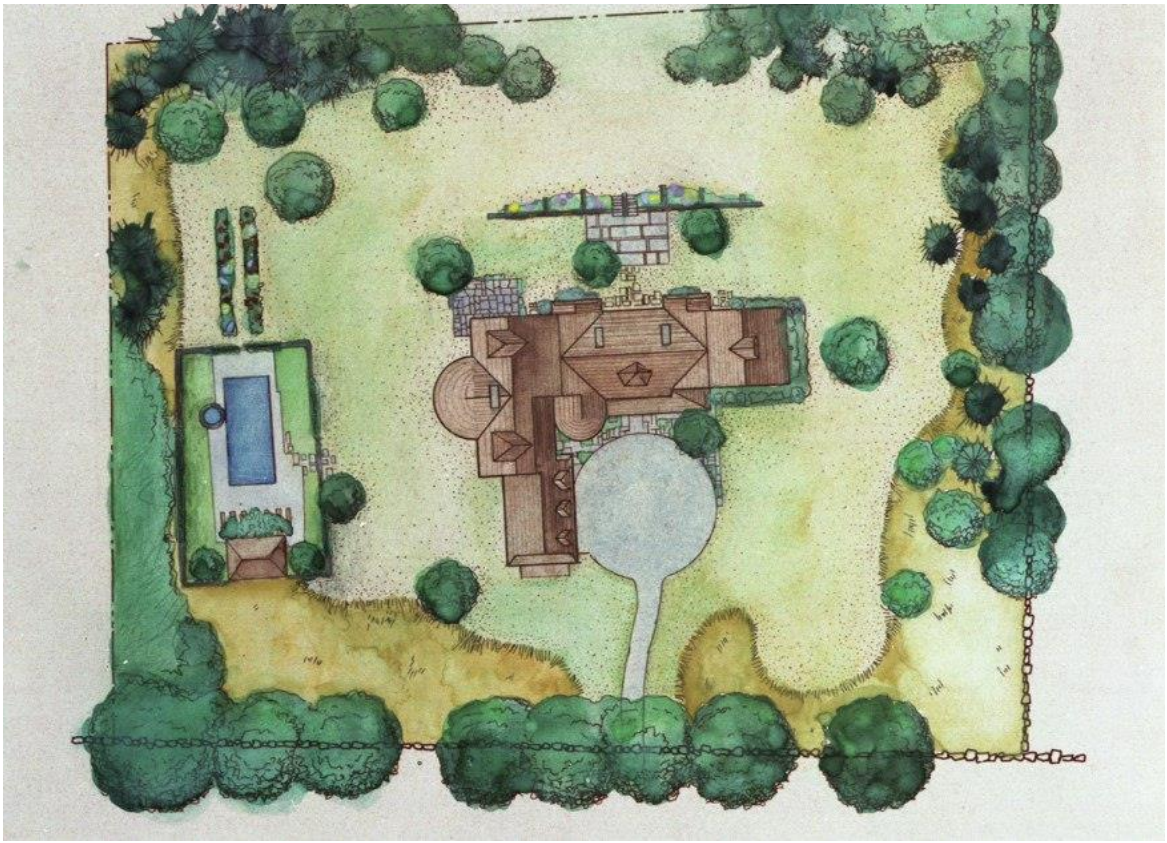
სურათი 11.1.1 ავსტრია, ვენა, ბაღის მოწყობა, გრავიურა.

სამწუხაროდ, დღესდღეობით შემონახულია ბაღის შექმნის მხოლოდ რენესანსის, პოსტ რენესანსის და შემდგომ პერიოდში შექმნილი მეთოდები და ხერხები (სურ.11.1.1 და სურ.11.1.2).



სურათი 11.1.2. სასახლე ინგლისური ბაღით, შადრევნებით, გაზონით, ტერასებით, კიბეებით.

11.1. **ლანდშაფტული დიზაინის** პროექტების შედგენა განსაკუთრებით აქტუალურია კერძო და საზოგადო ბაღების, სკვერების, პარკების და ტყე-პარკების დაგეგმვის დროს. რეკრეაციული ობიექტების დაპროექტებამდე დასადგენია მათი მასშტაბი და ფუნქციები, რომლებიც დამოკიდებულია დასახლებული პუნქტის ან რაიონის მოსახლეობის რაოდენობაზე.



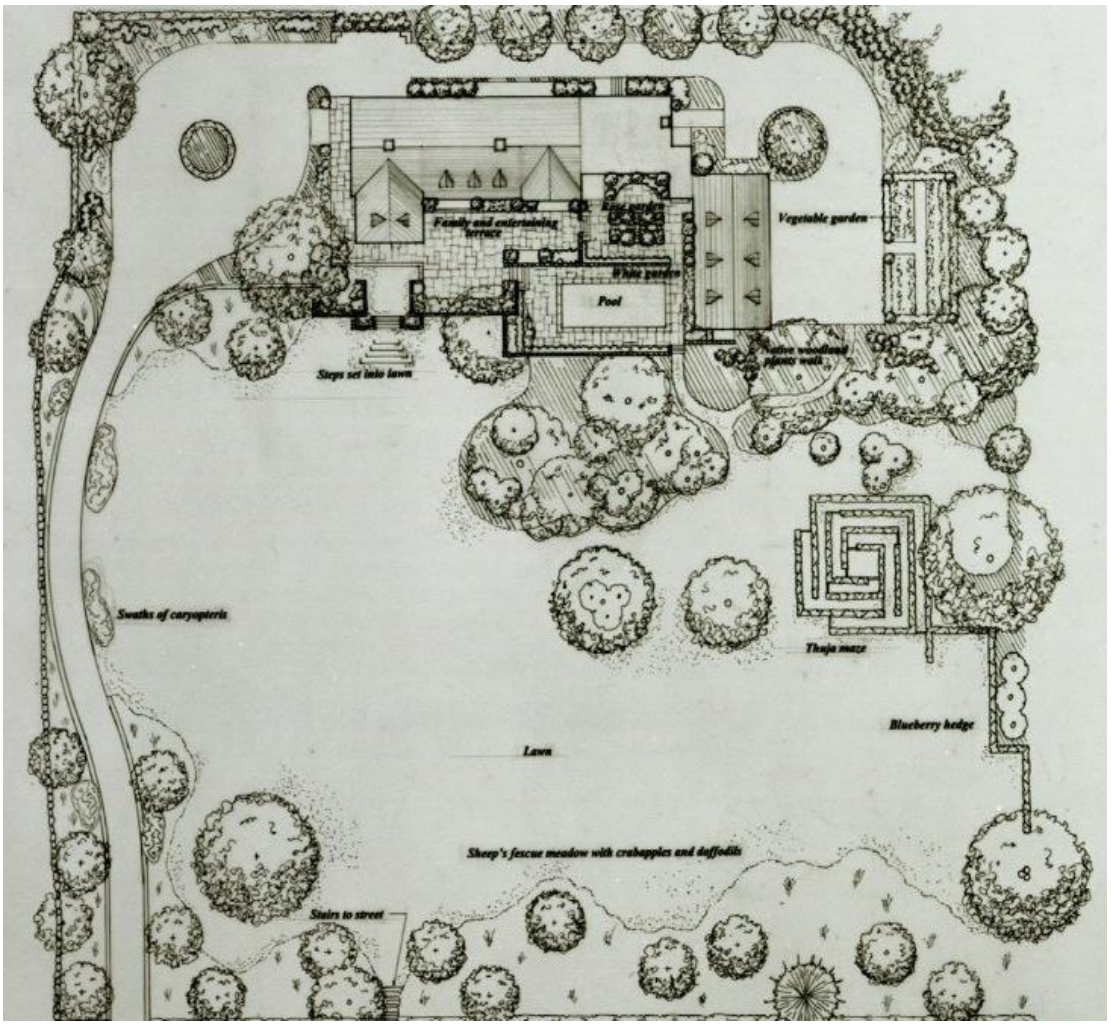
სურათი 11.1.3 ლანდშაფტური დიზაინის ფერადი ესკიზური ნახაზი

საზოგადო პარკებისა და ბაღების ვიზიტორთა რაოდენობის დადგენა (კერძო მესაკუთრეების ან კომერციული სარეკრეაციო ობიექტების მოწყობის შემთხვევაში ყველა წინადადება განიხილება

კონკრეტული შემთხვევისათვის ეკონომიკური მოსაზრებიდან გამომდინარე) შესაძლებელია დასახლებულ პუნქტებში მაცხოვრებელთა რაოდენობის მიხედვით ცხრ.1.1.

ცხრილი 1.1

N	დასახლებულ პუნქტში მაცხოვრებელთა რაოდენობა ათას/კაცი	პარკით მოსარგებლეთა რაოდენობა დღეში (10%) კაცი	სრული ტევადობა, კაცი	
			ნაგებობები და მოედნები (4%)	პარკის სრულად (5%)
1	3	300	120	150
2	8	800	320	400
3	15	1 500	600	750
4	25	2 500	1 000	1 250
5	50	5 000	2 000	2 500
6	100	10 000	4 000	5 000
7	200	20 000	8 000	10 000
8	250	25 000	10 000	12 500



სურათი 11.1.4 ლანდშაფტური დიზაინის გრაფიკული ესკიზური ნახაზი.

პარკებისა და ბაღების ფართობის დადგენა შესაძლებელია დასახლებულ პუნქტებში მაცხოვრებელთა რაოდენობის მიხედვით (ცხრ.1.2.).

ცხრილი 1.2.

N	დასახლებულ პუნქტში მაცხოვრებელთა რაოდენობა ათას/კაცი	პარკის ტევადობა პარკი/კაცი	პარკის ფართობი ჰა-ში, ნორმით გათვალისწინებულ 60მ²/კაცი	პარკის მინიმალური ფართობი ჰა
1	3*	150	0,9	0,9
2	8	400	2,4	2,4
3	15	750	4,5	4,5
4	25	1 250	7,5	5
5	50	2 500	15	5
6	100	5 000	30	10
7	200	10 000	60	10
8	250	12 500	75	15
* დასახლებული პუნქტებისათვის, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა სამი ათასია, პარკის ფართობი უნდა ავიღოთ არა უმცირეს 0,5ჰა.				



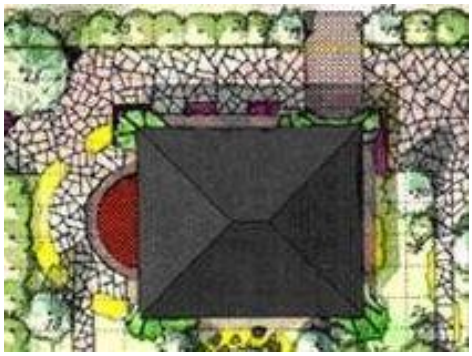
სურათი 11.1.5 ლანდშაფტური დიზაინის კომპიუტერული გრაფიკით შესრულებული სივრცული ნიმუში ბაღის ელემენტების მითითებით

მრავალფუნქციური დანიშნულების ბაღებსა და პარკებში ფუნქციონალური ზონების მიახლოებითი ფართობის დადგენა შესაძლებელია ცხრ.1.3.-ის მიხედვით:

ცხრილი 1.3.

N	პარკის ფუნქციონალური ზონები	ობიექტის ფართობი %-ში საერთო ფართობიდან გამომდინარე	ფართობის ნორმა პარკით მოსარგებლეზე კვ.მ
1	სასეირნო და მშვიდი დასვენების ზონები*	არა უმცირეს 48	200
2	სპორტულ გამაჯანსაღებელი*	არა უმეტეს 15	100
3	ბავშვთა დასასვენებელი*	არა უმეტეს 15	170
4	მასობრივი ღონისძიებების	არა უმეტეს 10	40
5	პარკის ატრაქციონებისთვის	არა უმეტეს 5	-
6	სამეურნეო*	არა უმეტეს 5	-
7	თავისუფალი დროის გასატარებლად საჭირო	არა უმეტეს 2	20
შენიშვნა: *ყველა სახეობის პარკისთვის აუცილებელი ზონები			

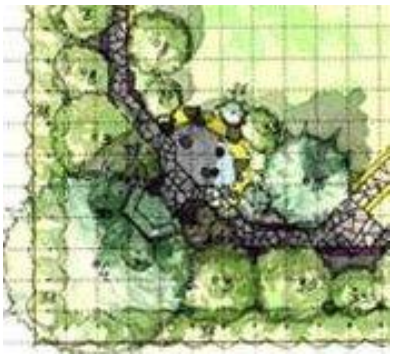
სურათი 11.1.6 ლანშაფტის ესკიზის შექმნის დროს საჭირო ძირითადი აღნიშვნები.



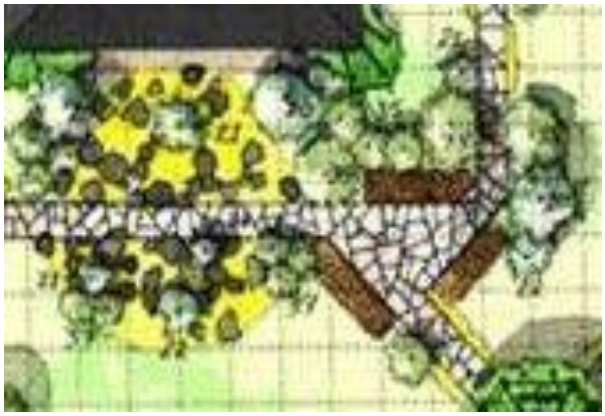
ა) სახლის, კიბის, ქვაფენილი ბილიკის და ღობის ბუჩქნარის აღნიშვნა.



ბ) ტერასის, მრგვალი ფანჩატურის, ხეების, ღობის ბუჩქნარის და ქვაფენილი ბილიკის აღნიშვნა.



გ) აუზის, ქვაფენილი ბილიკის, ხეების და ღობის ბუჩქნარის აღნიშვნა.



დ) საბაღე სკამების და ქვაფენილი ბილიკების აღნიშვნა.

ბაღებსა და ტყე-პარკების შემადგენლობაში შემავალი სარეკრეაციო ფუნქციონალური ზონების ადგილმდებარეობას და მათ შეთანწყობას განსაზღვრავს დიზაინერი ლანდშაფტის თავისებურების გათვალისწინებით. ბაღებსა და მრავალფუნქციურ პარკებში სამეურნეო შენობა-ნაგებობების განთავსება-განაწილება-შეთანწყობა წარმოებს გარკვეული სქემის მიხედვით (ცხრ.1.4.).

ცხრილი 1.4.

N	რეკომენდებული ობიექტები	ფუნქციონალური ზონები						
		პარკის სასეირნო და წყნარი დასვენების	სპორტული გამაჯანსაღებელი	მასობრივი ღონის-ძიებების ჩასატარებელი	საბავშვო დასვენების ზონა	თავისუფალი დროის გასატარებელი ობიექტების განთავსების ზონა	პარკის ატრაქციონების ზონები	ადმინისტრაციულ-სამეურნეო ზონა
1	დაცვის პუნქტი			+			+	+
2	სალაროები					+	+	+
3	სპორტული და სათამაშო ინვენტარის გაქირავების პუნქტი		+					+
4	პიკნიკის ინვენტარის გაქირავების პუნქტი							+
5	საინფორმაციო სტენდი	+	+	+	+	+	+	+
6	კვების ობიექტები			+			+	
7	შესასვენებელი მოედნები	+			+			
8	საბავშვო მოედნები	+			+			
9	ატრაქციონები						+	
10	თავისუფალი დროის გასატარებელი ობიექტები სასცენო მოედანი მხატვრული კითხვის ვერანდა Wi-Fi განთავსების ზონები			+	+	+		

11.1 **ლანდშაფტის დიზაინის** შექმნის დროს მისი ყველა ელემენტი უნდა იყოს ერთმანეთთან შერწყმული და ჰარმონიაში მოყვანილი. ყველა ელემენტს აქვს თავისი აღმნიშვნელი გრაფიკული



სურათი 11.1.7 სააგარაკე ნაკვეთის ლანდშაფტული დიზაინის ნიმუში ექსპლიკაციის აღნიშვნების და ბაღის ელემენტების ჩვენებით.

გამოსახულება. მაგალითად, როგორიცაა გაზონი, კლუმბა, ბუჩქი, ხე, ჭა, აუზი, სარწყავი შვერილები, საბაღე სკამები, ფანჩატური, განათების ბოძები (სურათი 11.1.6-ა), ბ), გ), დ)). პროექტის შექმნის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამ აღნიშვნების კითხვის უნარის ცოდნას და ახალი შემოყვანილ გრაფიკული გამოსახულებების განმარტებას ექსპლიკაციაში. ასევე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტების შეთანწყობას. მაგალითად, დაუშვებელია საბაღე სკამის, ფანჩატურის და განათების ბოძების სიახლოვეს სარწყავი შვერილების მოწყობა (მათი შესაბამისი ჰიდროსაიზოლაციო ღონისძიებების ჩატარების გარეშე) და სხვა. ამ კურსში განვიხილავთ ლანდშაფტული დიზაინის შექმნის დროს მნიშვნელოვან, მისთვის დამახასიათებელი ძირითადი ელემენტების მოწყობის ხერხებს. აქვე უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ხევის-ბორცვის კიდესთან, ნაკადულის ან მდინარის ნაპირთან აუცილებელია დაბალი ცოცხალი ან ხელოვნული ბარიერის მოწყობა. საზოგადოებრივი თავშეყრის ადგილების ლანდშაფტული დიზაინის შექმნის დროს აუცილებელია ბაღის ან პარკის საპასპორტო მონაცემების მომზადება; წინასწარ უნდა იყოს განსაზღვრული ბაღის ან პარკის ტერიტორია აზომვითი ნახაზის საფუძველზე. შესასრულებელია ტოპო-აგეგმვით ნახაზი, მასზე მნიშვნელოვანი კვანძებისა და ობიექტების დატანით, როგორც ბაღის ტერიტორიის საზღვრებში, ისე მის მიმდებარე ტერიტორიაზე. ბაღის, პარკის ან სკვერის ტერიტორია უმჯობესია თუ შემოსაზღვული იქნება კედლით, ღობით, ცოცხალი ნარგავებით ან კომპლექსურად (კედელი-პერიმეტრის გარე, ცოცხალი ნარგავი; ან მესერი-პერიმეტრის გარე ცოცხალი ნარგავი) ტერიტორიის ხმაურისა და სანიტარული ნორმების დაცვის მიზნით.



სურათი 11.1.8 ლანდშაფტული დიზაინის პროექტის სექმნის პროცესი.



სურათი 11.1.9 სააგარაკე ნაკვეთის ლანდშაფტული დიზაინის ნიმუში.

საზოგადო რეკრეაციულ ობიექტებზე აკეთებენ ცენტრალურ და მეორეხარისხოვან შესასვლელებს. ავტოსადგომების განთავსება სასურველია 100 მ-ის მოშორებით პარკის ან ბაღის ცენტრალური შესვლელიდან და საზღვრიდან. ყოველ 100 ვიზიტორზე გათვალისწინებულია 20 ა/მ-ის ადგილი, მათ შორის, ერთი შეზღუდული შესაძლებლობის პირზე. ინდივიდუალურ პირებზე გათვლილ ბაღებზე, ცხადია, ეს ნორმები არ ვრცელდება. ბაღის ტერიტორიაზე ხშირ შემთხვევაში კეთდება ერთი ან მრავალადგილიანი ავტოფარეხი მოთხოვნის შესაბამისად. ავტობუსის და სხვა საზოგადო ტრანსპორტის გაჩერება ცენტრალური შესასვლელიდან დაშორებული უნდა იყოს ფეხით მოსიარულეთათვის არა უმეტეს 10 წუთის სავალზე. სასურველია გაჩერება მისგან დაშორებული იყოს გარკვეულ მანძილზე. ცენტრალურ შესასვლელებთან პარკისა და ბაღის ტერიტორიაზე აკეთებენ 100-200მ^2 ფართობის მოედანს 50-60მ^2 ფართობის გადახურვით. შესასვლელები და საკვანძო გზაჯვარედინები აღჭურვილი უნდა იყოს საინფორმაციო ბანერებითა და რეკრეაციული ზონის სქემებით, რომლებზეც დატანილი იქნება შენობა-ნაგებობები, მისასვლელი გზები, ბილიკები, ფუნქციონალური ზონები. შესასვლელ ზონებში გათვალისწინებულია დაცვის ჯიხური და სხვა ობიექტები (სან. კვანძი, კაფე, რესტორანი ცხრ.1.4). კერძო ან საზოგადო რეკრეაციულ ობიექტებზე პროექტით დასაგეგმია წყალმომარაგების, სარწყავი, სანიაღვრე და საკანალიზაციო სისტემების მოწყობა, გარემოს დაცვითი ღონისძიებების გათვალისწინებით. პროექტი შეთანხმებული და დამტკიცებული უნდა იყოს ქალაქის ან რაიონის თვითმმართველობის ან მუნიციპალიტეტის შესაბამის ორგანოებთან. ხშირ შემთხვევაში სარეკრეაციო ზონების მოწყობა-რეაბილიტაციის სამუშაოების პროექტირება-განხორციელება სრულდება აღნიშნული ორგანოების დაკვეთით.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) განსაზღვრეთ ლანდშაფტული დიზაინის მიზანი;
2) განსაზღვრეთ სიტყვა ,,ლანდშაფტის“ მნიშვნელობა;
3) განსაზღვრეთ სიტყვა ,,რეკრეაციის“ მნიშვნელობა;
4) რის მიხედვით გამოითვლება სარეკრეაციო ზონის ფართობი?
5) რომელი ზონებია აუცილებელი სარეკრეაციო ობიექტის მოწყობის დროს?
6) აღწერეთ თქვენ მიერ დაგეგმილი ბაღის ზონები, მათი განაწილების პრინციპი და ფუნქციები.

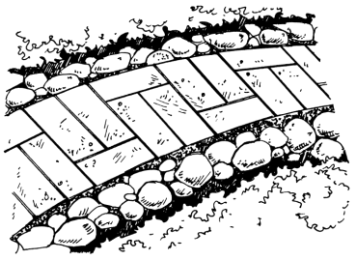
დავალება:

1) გამოხაზეთ ესკიზურად აღნიშვნები, რომლებიც მოცემულია ამ თავში;
2) ნიმუშის მიხედვით გამოხაზეთ მარტივი, მცირე საკარმიდამო ბაღის გენერალურიგეგმა მასში შემავალი საბაღე ელემენტებით.

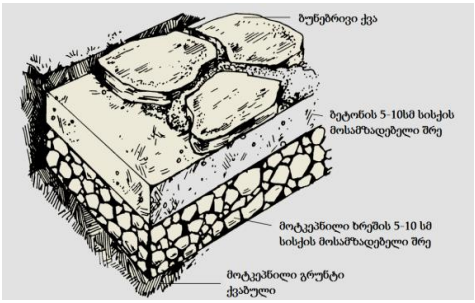
11.2. ბაღის ბილიკის დაპროექტება

ბაღის ბილიკის დაპროექტება ბაღის გზა-ბილიკების ქსელი გამოიყენება პარკის ზონების და კეთილმოწყობილი ობიექტების დასაკავშირებლად. გზა-ბილიკების ფუნქციონალური დანიშნულება და მნიშვნელობა განსაზღვრავს მათი საფარის კლასიფიკაციას: მყარი-მონოლითური ან ასაწყობი გზა-ბილიკის საფარი კეთდება ბუნებრივი ან ხელოვნული მასალებით (ქვა (სურ.11.2.1), ხე (სურ.11.2.2), პლასტმასი, კომპოზიტური მასალები, ასფალტობეტონი, ბეტონი

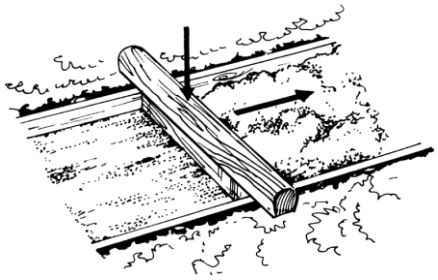
სურათი 11.2.1 ქვაწყობილი საბაღე ბილიკის მოწყობის სქემები



ა) ჩამოგანილი სწორკუთხოვანი ქვებით გაკეთებული ბილიკი კიდეებში მოწყობილი სადრენაჟო სისტემით (რიყის ქვებით).



ბ) უსწორმასწორო კიდეების მქონე ბუნებრივი ქვებით ბილიკის მოწყობის სქემა ცემენტის ან ბეტონის დუღაბით ბეტონის მოსამზადებელ შრეზე.



გ) ხრეშის და ბეტონის შრის მოსწორების მეთოდი. თვითნაკეთი მორის საშუალებით.

და სხვა). ფხვიერი-ბუნებრივი ან ხელოვნული ფხვიერი მასალების გზა-ბილიკის საფარი (ქვიშა, ხრეში (სურ.112.3), ღორღი, რეზინის გრანულები, პოლიმერული ფხვიერი მასალები) ბუნებრივ მდგომარეობაში, მოტკეპნილი ან გამაგრებული შემკვრელი მასალების საშუალებით.

კომბინირებული - სხვადასხვა ტიპის გზა-ბილიკის საფარის შეთანწყობით ექსპლუატაციის ვადის გახანგრძლივების მიზნით.

ინტენსიურად დატვირთული პარკების, ბაღების და სკვერების გზა-ბილიკის საფარი, ხშირად მზადდება მყარი მასალისაგან. სარეკრეაციო ზონის კეთილმოწყობის ელემენტებთან დამაკავშირებელი გზა-ბილიკები კეთდება განსხვავებული ფერის ან სტრუქტურის მასალისაგან, ორიენტაციის გაუმჯობესების და ზონალური გაყოფის მიზნით (სურ. 11.2.8-11.5.1 ე)). შეზღუდული (განსაკუთრებით სუსტი მხედველობის მქონე) მობილობის პირებისათვის გზა-ბილიკების ნაპირებზე აწყობენ ჩაშენებულ განათებას (სურ11.4.2 გ), ვ)).

სურათი 11.2.2 ხის საფარიანი ბილიკის მოწყობის მაგალითები.



ა) ხის საფარიანი ბილიკი ხის კოჭებზე. კოჭები დაფარულია ჰიდროსაიზოლაციო მასალით.



ბ) ხის განძელებიანი ბილიკი გაპოხილი ჰიდროსაიზოლაციო ხსნარით სადრენაჟო ხრეშოვან ფუძეზე.



გ) ხის საფარიანი ბილიკი, მიწის ზედაპირიდან აწეული ხის ხიმინჯების მეშვეობით.

სურათი 11.2.3 ხრეშის საფარიანი ბილიკები.



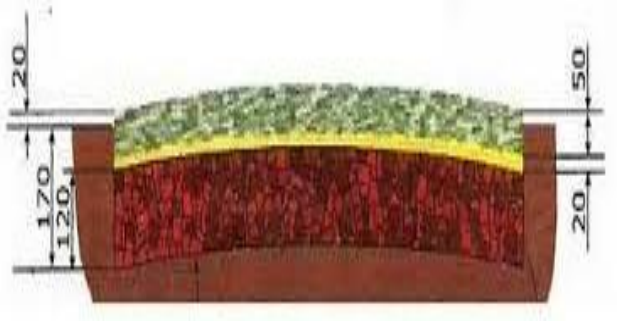
ა) მოხრეშილი ბილიკი ბუჩქნარით.



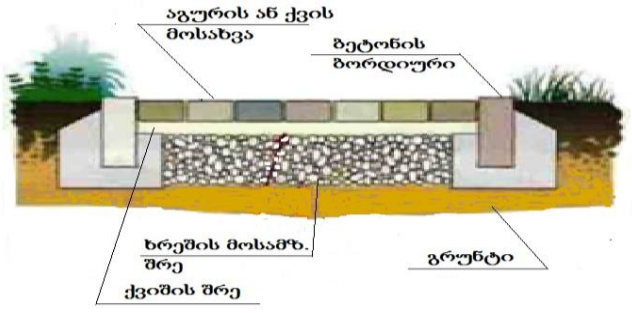
ბ) პარკი ტბის მიმდებარედ მოხრეშილი ბილიკით, დატერასებული ლანდშაფტით.



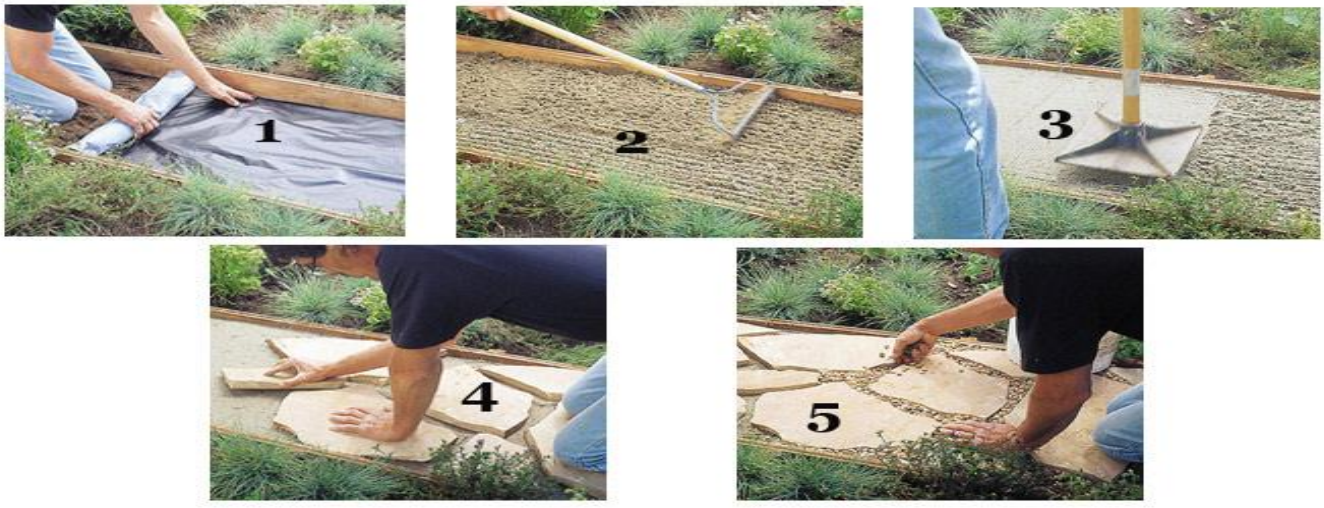
გ) მოხრეშილი ბილიკი შერწყმულია დამუშავებულ-ფილებიან ბილიკსა და გაზონთან.



სურათი 11.2.4 ხრეშის ბილიკის მოწყობის სქემა.



სურათი 11.2.5 აგურით, ბეტონის დეკორატიული ფილებით ან ქვით ბილიკის მოპირკეთების სქემა.



სურათი 11.2.6 ქვით მოსახული სააგარაკე ბილიკის, ერთ-ერთი შემოთავაზებული მოწყობის სქემა.

1. წინასწარ მომზადებულ ფიცრებს შორის მოტკეპნილ გრუნტზე იგება გეოტექსტილი; 2. იყრება ხრეშის, ქვიშის და ცემენტის (ან თიხის) ნარევი, რომელიც გათანაბრდება; 3. შემდეგ დაინამება, მოიტკეპნება; 4. გადანაწილდება ფილები; 5. ფილებს შორის იყრება იგივე ფრაცია, რაც იყო გამოყენებული ბაზისად.

1) **ბილიკების, პანდუსებისა და გაზონების მოსანიშნად** ძირითადად გამოიყენება ხის ჭიგოები 40x40x500 მმ, სამონტაჟო (კაპრონის) ძაფი (სამუშაოს მასშტაბის მიხედვით), მანძილმზომი ხელსაწყოები, ურო, ჩაქუჩი, საბაღე ბარი, პოლიეთილენის მილი დ-35მმ (მრუდე ზედაპირების მოსახაზად) ლურსმანი 3,5x70მმ.

წირის გასავლებად: ორ წერტილს შორის საკმარისია მიწაში უროთი ჩავასოთ ხის პალოები და მათ შორის გავჭიმოთ ძაფი. ძაფის კონტურის პარალელურად ბარის პირის მიწაში ჩასობით ვნიშნავთ სწორ წირს.

გარკვეული კუთხით: ბილიკის მოსახრელად გამოიყენება როგორც ნიველირი, ასევე შესაძლებელია ტრანსპორტირის გამოყენებაც. მართი კუთხის მონიშვნა შესაძლებელია, თუ გვერდების პროპორციას ავიღებთ 3, 4, 5 (პითაგორას ოქროს კვეთი), 3 და 4-ის შესაბამის გვერდს შორის მართი კუთხეა განთავსებული.

წრის შემოსახაზად: ვნიშნავთ ცენტრს, ვასობთ ჭიგოს 20სმ სიღრმეზე, ჭიგოს თავში ვაჭედებთ ლურსმანს 3სმ სიღრმეზე, ვიღებთ წრის დიამეტრის შესაბამისი სიგრძის სამონტაჟო ძაფს, ვკეცავთ ორად და მარყუჟის მხარეს ვაცვამთ ლურსმანზე. მეორე მხარეს წრის რადიუსის სიგრძეზე ვამაგრებთ ბარს ვჭიმავთ სამონტაჟო ძაფს და მოკლე ნაბიჯებით, ბარის მიწაში ჩასობით ვნიშნავთ წრეწირის კონტურს.

ელიფსის შემოსახაზად: ვიღებთ ორ ხის ჭიგოს და ელიფსის შემოსახაზად საჭირო წრის დიამეტრის მანძილზე ვასობთ მიწაში და ზევიდან ვაჭედებთ ლურსმნებს. სამონტაჟო ძაფის სიგრძე აიღება დიამეტრს+დიამეტრის მეხუთედი მანძილი გამრავლებული ორზე. ლურსმნებს

შორის გავჭიმავთ ძაფს და ანალოგიურად წრისა, ვამაგრებთ ბარს, რომელსაც ვამოძრავებთ ერთი ლურსმნიდან მეორე ლურსმნისკენ ისე, რომ ძაფი სულ იყოს დაჭიმული. შემდგომ მეორე ლურსმნის გარშემო ვაკეთებთ არასრულ წრეს და გადავდივართ პირველი ლურსმნისკენ ისე, რომ ძაფი დაჭიმული იყოს. პროცესი დამთავრდება, როცა პირველი ლურსმნის გარშემო მოვხაზავთ არასრულ წრეწირს. ამ პროცესში ბარით ვნიშნავთ ელიფსის კონტურს.

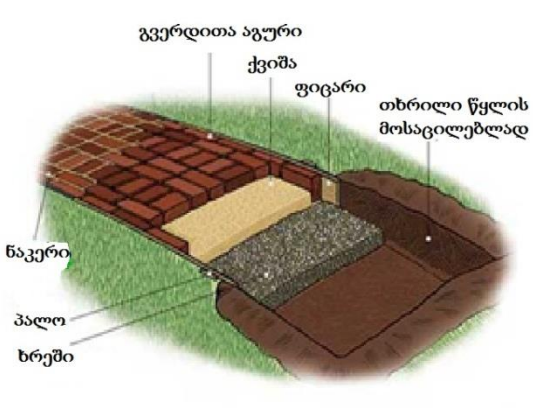
მრუდი წირის შემოსახაზად: ვიღებთ პოლიეთილენის 35 მმ დიამეტრის 5 მ სიგრძის მილს. ვინაიდან მილი საკმაოდ დრეკადია და ელასტიკური, შესაძლებლობა გვეძლევა ნებისმიერი სიმრუდის წირის ფორმა მივცეთ მას ჭიგოების საშუალებით.

2) **ბილიკის დაკვალვა:** ბილიკის მონიშვნის შემდგომ ვახდენთ მის დაკვალვას ბარით ზემოთ აღწერილი კონტურის დატანის შემდეგ. მოსაწყობი ბილიკის ადგილზე ვახდენთ ჰუმუსის ფენის მოჭრა-დასაწყობებას ან მის გადატანას საჭიროების ადგილას (სხვა ჰუმუსის აღსადგენ ტერიტორიაზე). გაზონის ფენა იჭრება 20X20 სმ ან 30X30 სმ-ზე 10-15 სმ სისქის კვადრატებად. იმ შემთხვევაში, თუ ბილიკი მზადდება დასაყრელი ფხვიერი მასალით, მაშინ მოთხრის სიღრმე განისაზღვრება 10-15 სმ-ით, ხოლო, თუ ბილიკი მზადდება მოსაპირკეთებელი მასალით, უნდა გავითვალისწინოთ მოსაპირკეთებელი მასალის სიმაღლე და მოსამზადებელი ფენის სისქე (ხრეშის სისქე არ აღემატება 5-10 სმ-ს). მოსაპირკეთებელი მასალა სხვადასხვაგვარია: ბაზალტის და გრანიტის სწორად ჩამოგანული თლილი კუბები, უსწორმასწორო ცვეთამედეგი ქვები (მოსამზადებელი შრის შემდგომ ამაგრებენ დუღაბით ცემენტის ხსნარსა ან თიხის ხსნარზე), ბეტონის მოსაპირკეთებელი ფილები. ბილიკის თხრილის მომზადებისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ბორდიურების თხრილი 5-10 სმ-ით ღრმა მოეწყოს. ბორდიურების თხრილის სიგანე ბორდიურის სიგანეზე 10 სმ-ით განიერი აიღება.

3) **მოტკეპნითი სამუშაოები:** ბილიკის თხრილის ამოღების შემდგომ საჭიროა თხრილის და ბორდიურის ძირის მოსწორება და მოტკეპნა. ეს ხორციელდება ხის უროთი ან ხელის პნევმო-სატკეპნებით. გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ ბილიკის შუა ნაწილი იყოს ოდნავ 5-10 სმ-თი ამობურცული ბილიკის 1-2 მ-დე სიგანეზე, საცალფეხო ბილიკები 0,8 მ-მდე (ბილიკი ითელება დროთა განმავლობაში და მასზე წყალი არ უნდა დადგეს. იმ შემთხვევაში, თუ ბილიკის მოწყობა ლანდშაფტის დაბალ ადგილას გვიწევს, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს წყლის ორგანიზებული გაყვანა არხით ან დრენაჟით უფრო დაბალ ნიშნულებზე. განიერ ბილიკებზე სკვერებსა და ბაღებში აწყობენ სანიაღვრე არხებს (ტოპოგრაფიის გათვალისწინებით).

4) **მოსამზადებელი სამუშაოები:** მოსამზადებელი შრის მოწყობა შესაძლებელია წვრილმარცვლოვანი ხრეშით 10-20 მმ-მდე ფრაქციით და მსხვილი ქვიშით 1-5 მმ-მდე ფრაქციით. ჯერ იყრება ხრეშის 10-15 სმ სისქის ფენა, რომელიც გათანაბრების შემდეგ უნდა მოიტკეპნოს. ხრეშის მოტკეპნილ ზედაპირზე იყრება მსხვილი ქვიშის 5-7 სმ სისქის ფენა შემდგომი მოტკეპნით. ხანდახან ხრეშის ფენაზე ყრიან ქვიშა-ცემენტის ნარევს დეკორატიული ფილების სიმყარისთვის. ქვიშასა და ხრეშის ფენას შორის, თუ ხრეშის ფრაქციასა და ქვიშის ფრაქციას შორის დიდი სხვაობაა, აგებენ გეოტექსტილს.

სურათი 11.2.7 ბილიკის მოწყობის პრინციპული სქემები





1-ბორდიური, 2-მჭლე ბეტონი, 3-მოტკეპნილი გრუნტი, 4-ხრეში, 5-ქვიშა ცემენტით, 6-დეკორატიული ფილა.





სურათი 11.2.8 ბილიკების დეკორატიული მოპირკეთება სხვადასხვა ფაქტურის მქონე მასალებით, რომლებიც პარკებში გამოიყენება სარეკრიაციო უბნების ზონირების მიზნით.



სურათი 11.2.9 უსწორმასწორო ქვით მოპირკეთებული ბილიკი, ლანდშაფტური დიზაინის შესანიშნავი მაგალითი, ბუნებრივი ლანდშაფტის ბრწყინვალე გამოყენებით.

5) **ბილიკისა და ბორდიურების მოწყობის სქემა:** ბორდიურისთვის განკუთვნილ ღარში, რომელიც წინასწარ უნდა მოსწორდეს და მოიტკეპნოს, ასხამენ მჭლე ბეტონის 7-10 სმ სისქის ფენას და ამონტაჟებენ ბორდიურებს. ბორდიურები უნდა მოეწყოს მიყოლებით, სიმაღლეში ერთნაირად, მიწის ზედაპირის პერპენდიკულარულად, რაც შეიძლება მცირე ღრეჩოებით, ხოლო მოხვეულობის ადგილებში ბორდიურების სიგრძეს ამოკლებენ და ნაპირებს ასწორებენ სპეციალური საჭრელი ხელსაწყოებით, რომ მიიღონ ბილიკის სასურველი კონტური.

დაუმუშავებელი ქვებით ბორდიურების მოწყობის დროს ძირითადი ყურადღება გადატანილია მათ ესთეტიკურ მხარეზე, ხოლო ბილიკის მოწყობის დროს აუცილებელი პირობაა ბილიკის ზედაპირის სიგლუვის დაცვა. ზოგ შემთხვევაში ბორდიურის ზედაპირი 5-7 სმ-ით მაღლაა ბილიკის ზედაპირზე (სურ 11.2.4, 11.2.5, 11.2.7).



სურათი 11.2.10 ბილიკის მოსაპირკეთებელი ფილების გათანაბრება რეზინის სამონტაჟო ჩაქუჩით.

6) **დეკორატიული ფილების დაგების პროცესი:** დეკორატიული ფილების დაგების დროს ფილების ნაპირები უნდა მიესდაგებოდეს ერთმანეთს, ფილის დადების დროს თითოეული ფილა მუშავდება რეზინის ჩაქუჩით მისი ადგილსა და მოსამზადებელ ფენაზე მჭიდროდ დამონტაჟების მიზნით (მოსამზადებელ ფენასა და დეკორატიულ ფილას შორის სიცარიელე არ უნდა იყოს, ფილები თანაბრად უნდა იდოს და ბილიკის ზედაპირი უნდა იყოს გლუვი სურ.11.2.9, 11.2.10). ბილიკის დაპროექტების დროს უნდა გავითვალისწინოთ დეკორატიული ფილების ან ქვაწყობილი ბილიკის შერწყმა ბორდიურთან, მოსაზღვრე სანიაღვრე არხსა ან გაზონთან.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) რა ფუნქცია აქვს ბაღის ბილიკებს?
2) რა მასალა გამოიყენება მათ მოსაწყობად?
3) აღწერეთ ბილიკის გასაყვანად საჭირო მონიშვნითი ოპერაცია.
4) როგორ უნდა მოვნიშნოთ გარკვეული კუთხით დასაკვალი ბილიკები მაგალითად: 30^0, 45^0, 60^0, 90^0?
5) ესკიზურად გამოხაზეთ წრის მონიშვნის ოპერაცია და აღწერეთ პროცესი წერილობით.
6) რა სამუშაოები სრულდება ელიფსის მონიშვნის დროს?
7) წერილობით აღწერეთ ბილიკის გასაყვანად საჭირო მოსამზადებელი სამუშაოები.
8) აღწერეთ ბორდიურების მოწყობის ტექნოლოგია.
9) რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს სანიაღვრე არხები და რა უნდა გავითვალისწინოთ მათი დაპროექტების დროს?

11.3. ბაღის საფეხურების დაპროექტება

საფეხურების მოწყობა მიზანშეწონილია იმ დასახლებული პუნქტების გამწვანების სარეკრიაციო ზონებში, პარკებსა და სკვერებში, რომლებიც მდებარეობს მთაგორიანი რელიეფის პირობებში. განსაკუთრებულ ეფექტს ქმნის შესაბამისი დიზაინის საფეხურების მოწყობა (მდინარესა ან რუზე, საფეხმავლო, თაღოვანი, საფეხურიანი ხიდი) და სხვა ადგილებში, სადაც ლანდშაფტი საჭიროებს ამის აუცილებლობას. საფეხურების მოწყობა შესაძლებელია მუდმივი და დროებითი მასალების გამოყენებით. ხის ძელაკებით, ფიცარნაგი კონსტრუქციებით, წნელებით მოწნული და მიწაში გამოყვანილი მოხრეშილი საფეხურები განეკუთვნება დროებით კონსტრუქციას, 10-15წლიანი ექსპლუატაციის ვადით. მუდმივ კონსტრუქციებად ითვლება საფეხურები მოწყობილი ბეტონით, რომელთაც აპირკეთებენდეკორატიული ფილებით, მყარი მასალების ფილებით (გრანიტი, ბაზალტი, ლაბრადორიტი), თლილი (კირქვა, ქვიშაქვა, ფიქლები, ბაზალტი და სხვა) ან დეკორატიული (მარმარილო, ტრავერტინი, რიყის ქვა და სხვა) მოსაპირკეთებელი ბუნებრივი ქვებით, ან ხელოვნურად შექმნილი სხვადასხვა ბუნებრივი ქვის ფაქტურიანი მოსაპირკეთებელი მასალებით (სურ.11.3.1).

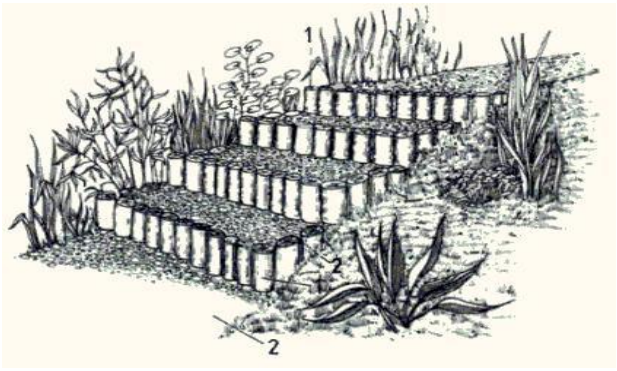
საფეხურების მოწყობამდე აუცილებლად უნდა გვქონდეს ტოპო აგეგმვითი ნახაზი და ლანდშაფტის მოწყობის გეგმა, შეთანხმებული ლანდშაფტის დიზაინერთან. საფეხურების საკუთარი ძალებით აგეგმვისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ საფეხურები უნდა იყოს მაქსიმალურად ფუნქციონალური, უსაფრთხო. ასევე ისინი აღჭურვილი უნდა იყოს მოაჯირებით, არ იყოს დამღლელი. კიბის თავიდან უნდა იშლებოდეს ლამაზი ხედი. საფეხურების კლასიკური ფორმულა, რომელიც გავრცელებულია პრაქტიკაში გამოისახება:

$$b=60-2h$$

სადაც: b-საფეხურის სიგანე;

h-საფეხურისსიმაღლე ზოგადად აიღება 15 სმ-ის ტოლი;

პრაქტიკაში გვხვდება არაორდინალური საფეხურებიც, რომელთა პარამეტრების გამოთვლის დროს ზემოთ მოცემული ფორმულა გვეხმარება; ბაღსა და პარკებში საფეხურების პარალელურად გასათვალისწინებელია ნაკლებად მობილური მოსახლეობისათვის პანდუსების მოწყობაც. პანდუსები დახრილობა არ უნდა აღემატებოდეს 1:8, 1:20 და აიღება აღმართის სიმაღლის შესაბამისად. მას განათავსებენ მიწის ზედაპირის 60-80%-იანი დახრილობის დროს ან რელიეფის მცირედი ცვლილების შემდგომ. პანდუსი აღჭურვილი უნდა იყოს მოაჯირით, მოპირკეთება კეთდება მყარი, ხაოიანი მასალით. ბილიკის კიდეებზე აწყობენ 75-80 მმ სიმაღლის ბორდიურებს. იმ შემთხვევაში, თუ პანდუსის მოწყობა ვერ ხერხდება ციცაბო რელიეფის გამო, აკეთებენ სპეციალურ ლიფტებს.



ა) კიბის მოწყობა ხის პალოებისა და ხრეშის გამოყენებით; 1-ხის პალო, 2-ხრეში.



ბ) ხის ფიცრებით და მიწით საფეხურების მოწყობა. ამ მეთოდით შესაძლებელია ლანდშაფტის ტერასირება და მეწყრული ფერდის გამაგრება.



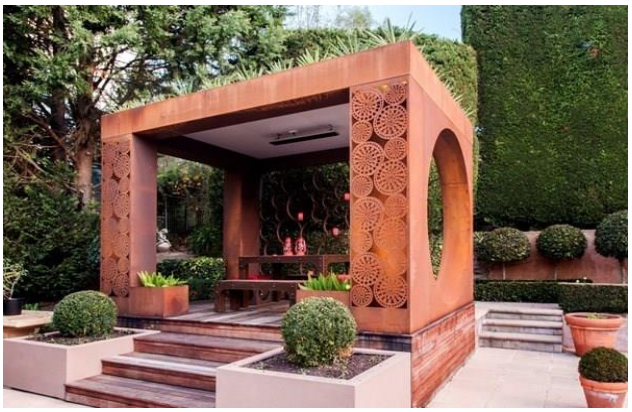
გ) საფეხურების მოპირკეთება თლილი ქვის ფილებით და დახრილი ფერდის გამაგრება ბადე-ყუთისებური პოლიმერული მასალით, გეოტექსტილის ქვეშაგებზე.



დ) საფეხურების და ტერასების მოწყობა ფოლადის წინასწარ მოჟანგული ფურცლების შედუღების შედეგად, ხრეშისა და გაზონების აქტიური გამოყენებით.



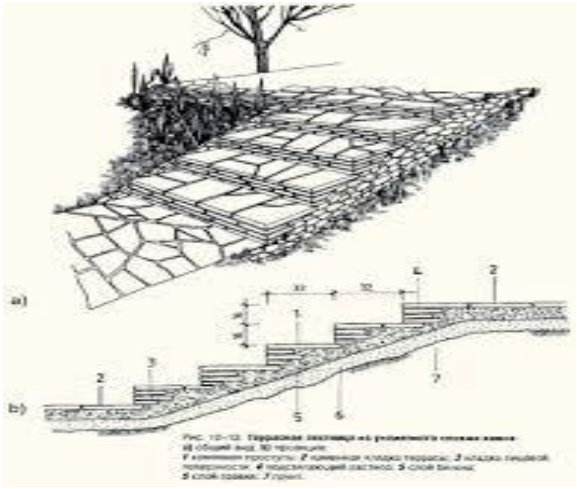
ე) გაბიონით შესრულებული საფეხურები, გაბიონი ასრულებს ნაპირდამცავი ნაგებობის და დეკორატიული ელემენტის ფუნქციას.



ვ) ანტისეპტიკური მასალებით დამუშავებული ხის ფიცრებით მოპირკეთებული საფეხურები.



ზ) ქვის მასიური ბლოკებით მოწყობილი საბაღე საფეხურები.



თ) ორმხრივ დამუშავებული ფილებით გაკეთებული საბაღე საფეხურები ხრეშისა და ბეტონის მოსამზადებელი შრის მოწყობით.



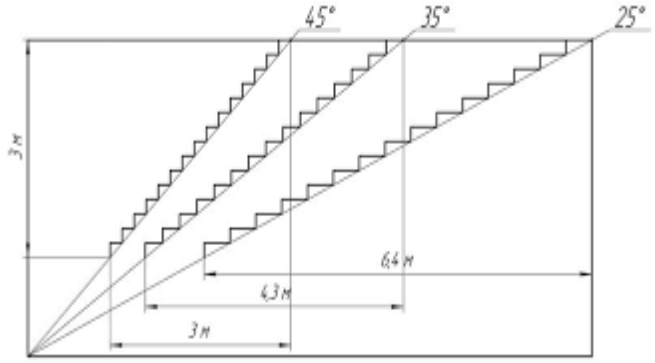
ი) აგურებით მოწყობილი საფეხურები ინგლისური სტილის ბაღში ტერასების დასაკავშირებლად ორაგანულად ერწყმის შენობების ფასადებს.

1) **საფეხურების დაკვალვა:** საფეხურების დასაკვალად გამოიყენება იგივე ხელსაწყოები, რომლებიც გამოიყენებოდა ბაღის ბილიკების მოწყობის დროს. დამატებით გამოიყენება თარაზო და შვეული;

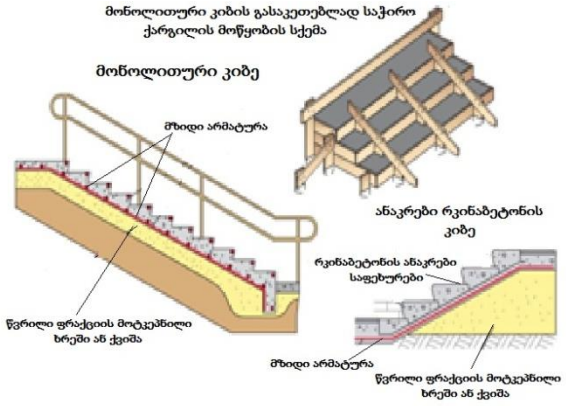
სახარჯი მასალებიდან შეიძლება გამოყენებული იყოს ლურსმანი, სხვადასხვა პროფილის და კონფიგურაციის ქარგილის ფიცარი ან პანელები ბეტონის ძირითადი კონსტრუქციის მოსაწყობად.

საფეხურების პროექტირების შემდგომ აუცილებელია მოვნიშნოთ საფეხურის საწყისი და ბოლო წერტილები (სურ.11.3.2), რომ სხვა ნაგებობებთან შეთანწყობა არ დაირღვეს. საფეხურების მონიშვნა უნდა განხორციელდეს ქვევიდან ზევით. საფეხურის სიგანეს მიწაზე მოვნიშნავთ ხის პალოებით და ბარით (რბილ გრუნტში, როცა საბაღე კიბე დიდი არ არის, სიგანით 4 მ-მდე, სიმაღლით 5მ, სხვა შემთხვევაში გამოსაყენებელია სპეციალურიტექნიკა) კიბის ძირითად კონტურს, შემდეგ ვადგენთ ნახაზის მიხედვით კიბის ძირითადი პლატფორმის დახრილობას, რომელსაც გადავიტანთ ლანდშაფტზე თარაზოთი და მზომი ხელსაწყოებით მართკუთხა სამკუთხედის პრინციპით (ან ნიველირით). საფეხურის ქვევიდან უნდა ჩავასოთ მაღალი სარი 150-160 სმ (თვალის) სიმაღლეზე და მასზე ვათავსებთ ვიწრო ძელს ჰორიზონტალურად, მიწის გადაკვეთამდე (ჰორიზონტალობას ვადგენთ ძელზე დადებული თარაზოთი). იმ შემთხვევაში, თუ სარსა და ჰორიზონტალური ძელის მიერ კიბის მოსაწყობ

ფერდზე მონიშნულ წერტილს შორის მანძილი ნაკლებია საპროექტო მანძილზე, მიწა ფერდზე მოსათხრელია, ხოლო თუ მეტია, მაშინ დასაყრელია მიწის გარკვეული რაოდენობა. მიწის დაყრამდე უნდა გვახსოვდეს, რომ ნაგებობის ქვეშ აუცილებლად მოსათხრელია და დასასაწყობებელია ჰუმუსის ფენა (შემდგომი გამოყენებისთვის).



სურათი 11.3.2 კიბის ბაქნის დახრის კუთხეების შესაბამისი პროფილები.



სურათი 11.3.3 მონოლითური და ანაკრები რკინაბეტონის კიბის მოწყობის სქემა.

2) **საფეხურების თხრილის მოწყობა:** წინასწარ უნდა მოითხაროს და გასწორდეს ან დანაკლისის შემთხვევაში დაიყაროს დამატებითი გრუნტი პლატფორმის დახრილი ფუძის მოსაწყობად. მოსამზადებელი შრის დაყრამდე აუცილებელია ფუძის მოტკეპნა (ხის უროებით ან ხელის პნევმატური ვიბრო სატკეპნებით) ისე, რომ ზედაპირი იყოს მაქსიმალურად ხაოიანი.

3) მოსამზადებელი შრის მოწყობა: მოსამზადებელი შრე იყრება ქვევიდან ზევით 10 სმ სისქეზე, ეტაპობრივად, მოტკეპნით, 1მ სიგრძის მონაკვეთების მონაცვლეობით, რის შემდეგაც სრულდება მოსამზადებელი ბეტონის შრის დასხმა. ხრეშის მოსამზადებელი შრის წინ აუცილებელია მცირე ბეტონის მოსამზადებელი კბილის განთავსება. ხრეშის მოსამზადებელ შრეზე, კიბის სიგანეზე ამაგრებენ ქარგილებს, ანუ ფიცრებს (პალოებით გამაგრებულს სურ.11.3.3), რომლებიც სიმაღლით ტოლია მოსამზადებელი შრის სისქის, მათი სიგანე აიღება დახრილი ზედაპირის მართობულად. ბეტონის ხსნარის ჩასხმას იწყებენ კბილიდან, მოცულობის ოდნავი მეტობით და თანდათანობით ადიან მაღლა. ბეტონის ზედაპირის მოასწორებენ ქარგილების ფიცრებს შორის დადებული მოსახვეწი ფიცრის მოძრაობით, ქვევიდან ზევით, ზიგზაგურად (მოკლე ზიგზაგებით). ბეტონის მოსამზადებელი შრის ბოლო მონაკვეთი აუცილებლად უნდა ფარავდეს ხრეშის მოსამზადებელ შრეს და გრძელდებოდეს მიახლოებით 30-50 სმ-ზე (ზოგჯერ მეტზეც) ისე, რომ რელიეფთან შერწყმული იყოს და დამატებითი ღონისძიებების ჩატარების საჭიროება არ შეიქმნას. მოსამზადებელ შრეზე უნდა განთავსდეს საფეხურებისთვის საჭირო არმირებული პლატფორმა, რომელზეც შესაძლებელი იქნება საფეხურების განთავსება. პლატფორმის ფორმა გრძივ კვეთში დამოკიდებულია მოსაწყობი საფეხურების კონსტრუქციასა და გამოყენებული მასალის სახეობაზე.

4) საფეხურების მოწყობის სქემა: საფეხურები არის სხვადასხვა კონფიგურაციის, შესაბამისად, მოსამზადებელი შრე აუცილებლად უნდა იმეორებდეს კიბის პლატფორმის დახრის კუთხეს. პლატფორმის კონფიგურაცია სრულდება იქედან გამომდინარე, რა მასალისგან და რა კონსტრუქციის კეთდება საბაღე კიბე, მდგრადობის პირობის გათვალისწინებით. საბაღე კიბეებს, მათი კონსტრუქციიდან, რელიეფიდან და დანიშნულებიდან გამომდინარე, უკეთებენ ან არა მოაჯირებს (საზოგადო ადგილებში მოწყობილ კიბეებს აუცილებლად სჭირდება მოაჯირები). ეს უკანასკნელიც ეპოქისა თუ მოდის გათვალისწინებით გვხვდება სხვადასხვა ფორმის და კონსტრუქციის. საფეხურების მსგავსად, მოაჯირებსაც სჭირდება მოსამზადებელი შრე, რომელიც ეწყობა მოაჯირის კონსტრუქციის შესაბამისად (სურ.11.3.1).

მოსაპირკეთებელი კიბეების ძირითადი ელემენტები სრულდება ბეტონისგან, ხოლო შემდგომ ასრულებენ მოსაპირკეთებელ სამუშაოებს.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) რისთვისაა საჭირო საფეხურები ბაღებსა და პარკებში?
2) რა პრინციპით აპროექტებენ საფეხურების სიმაღლეს და სიგანეს?
3) რა შემთხვევაში გამოიყენება პანდუსები და რა პრინციპით აწყობენ მას?
4) აღწერეთ კიბეების დასაკვალად საჭირო ხელსაწყოები.
5) კიბეების მოსაწყობად რა სამშენებლო მასალები გამოიყენება, ისარგებლეთ ფოტოებით და აღწერეთ ყველა მოცემული მეთოდი?
6) კიბის მოსაწყობად რა მოსამზადებელი სამუშაოების განხორციელებაა საჭირო?
7) რისთვისაა საჭირო მოაჯირების მოწყობა?
8) ჩამოთვალეთ მოსაპირკეთებელი მასალები, რომლებიც გამოიყენება კიბეების კონსტრუირების დროს.

11.4. რეკრეაციულ ზონაში განათების ბოძების დაპროექტება

დიდი მიშვნელობა ენიჭება რეკრეაციული ზონის განათებას, ვინაიდან (განსაკუთრებით ღამით) გარკვეული ზონების სწორი განათება, გარდა მისი პრაქტიკული დანიშნულებისა, უნდა წარმოაჩენდეს ესთეტიკურ მხარესაც. მაგალითად, ცალკეული ხეების, საბაღე ფიგურების, შენობების ფასადების, შადრევნების, აუზების განათება და სხვადასხვა ფერის შუქ-ჩრდილების შექმნა, განსაკუთრებულ ეფექტს სძენს სარეკრეაციო ზონებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შუქის ფერი, დაცემის კუთხე და განათების სიმძლავრე (სურ.11.4.1). დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სანათი მოწყობილობების კონსტრუქციებსა და მუშაობის პრინციპებს. საბაღე და სააგარაკე გასანათებელი მოწყობილობები კონსტრუქციულად არის კლუმბების, ღეროვანი სახით,



სურათი 11.4.1 პარკის სასეირნო ბილიკის, შადრევანის და სააგარაკე ნაკვეთის განათების მაგალითები.

მრავალპლაფონიანი და სხვა. განათება მუშაობის პრინციპის მიხედვით არის ჰელიო, ჰალოგენური, ჩვეულებრივ ნათურიანი. დენის და ენერგიის წყაროს მიწოდების მიხედვით გამოარჩევენ მზის ელემენტებზე, თვითდამტენ ელემენტებსა და ჩვეულებრივი ქსელიდან მიწოდებულ დენზე მომუშავე განათების საშუალებებს.

ცხრ.4.1-ში მოცემულია განათების მოწყობილობის სიმაღლეები, განათების ფართობი, ტიპები, განათების ნორმები, საქალაქო ბაღსა და ხეივანში.

N	გასანათებელი ობიექტი	ფართობი ($მ^2$)	განათების ნორმა (ლუქსი)	ლამპიონის სიმძლავრე, (ვტ)	ლამპიონის (მოწყობის) ძელის სიმაღლე, (მ)	განათების ძელებს შორის ინტერვალი, (მ)
1	ხეივანი, სასეირნო ადგილი	8X8 15X15	4 4	160 125	2-4.5 4,5-6	10-25 15-25
2	დასასვენებელი მოედანი	25X25 100X120	10 10	240 500	6-8,5 8,5-12,5	20-26 20-27

სურათი 11.4.2 გასანათებელი საშუალებები და განათების მეთოდები:



ა) არეკვლით განათების ლამპიონი.



ბ) მზის აკუმულირებულ ენერგიაზე მომუშავე ლამპიონი.



გ) ბილიკების განათება ჰალოგენური ნათურებით.



დ) პროჟექტორი დღის განათების განმსაზღვრელი სენსორით.



ე) ინდივიდუალური ბაღის სანათების ნიმუშები.



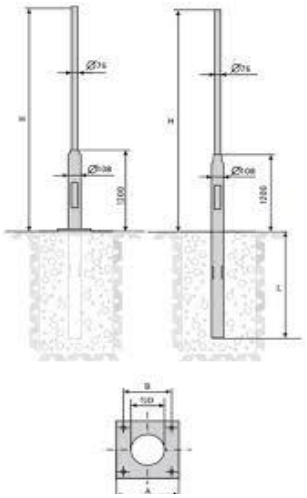
ვ) ქვით მოკირწყლული ბილიკის განათება გაზონში მიწის პირზე ჩაფლული სანათებით.

1) ბოძების განთავსების ადგილის შერჩევა. პრაქტიკული მნიშვნელობიდან გამომდინარე, განათების ბოძების განთავსება უმჯობესია, სკვერის ბილიკების გასწვრივ, ყოველ 5-10 მ-ში (იმ შემთხვევაში, თუ ბოძების სიმაღლე 2-3,5 მ-ია) კიბეების თავსა და ბოლოში, აუზებთან, შადრევნებთან, დაბურულ ხეებსა და ბუჩქებთან. ასევე აუცილებელია ლანდშაფტის მკვეთრი ცვლილების ადგილას, როგორიცაა ხევი, ბორცვის კიდე, რუს, ნაკადულის ან მდინარის ნაპირი სხვადასხვა სახის ატრაქციონებთან (სურ.11.4.2).

2) ბოძის საძირკვლის მოსამზადებელი სამუშაოები: განათების ბოძები კონსტრუქციის მიხედვით სხვადასხვანაირია. ჩვენ განვიხილავთ ბოძებს, რომლებიც მზა სახითაა და ჭანჭიკების საშუალებით მაგრდება წინასწარ მომზადებულ საძირკველზე. დეკორატიული ბოძების სიმაღლე არ აჭარბებს 3-4 მ-ს. განათების ბოძების შემთხვევაში ამოსაღები ქვაბულის მიახლოებითი სიღრმე ტოლია ბოძის მეხუთედ სიმაღლეს+მოსამზადებელი შრის სისქე, ხოლო სიგანე (დიამეტრი) ბოძის სიგანეზე (რადიუსზე) 3-ჯერ მეტი (ასეთი ტიპის საძირკვლები ასევე გამოიყენება უფრო მაღალი განათების ბოძების და ანძების დამონტაჟების დროს). ცდილობენ ქვაბული ამოიღონ ზუსტად

ზომის მიხედვით. ქვაბულს იღებენ ბარით (თუ არ აჭარბებს 0,5-0,7 მ-ს) ან ხელის საბურღით III-IV კატეგორიის გრუნტში. ასევე შესაძლებელია შესაბამისი მექანიზმების გამოყენება. ქვაბულის ამოღების შემდეგ უნდა მოსწორდეს მისი კედლები და ფსკერი, ჩაიყაროს მოსამზადებელი ხრეშის შრე.

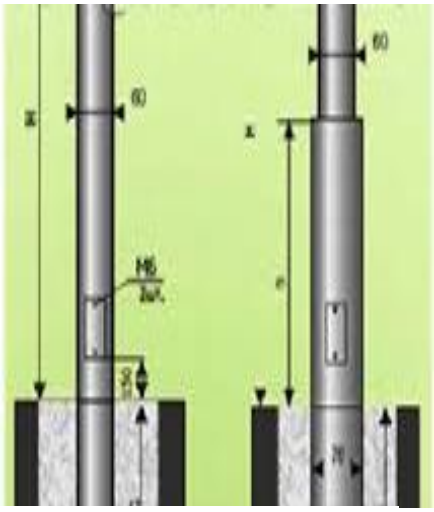
სურათი 11.4.3 განათების ბოძების საძირკვლის მოწყობის და მათი მიწაში ჩამაგრების ტიპები:



ა) განათების ბოძის საძირკვლის მილის ჩამაგრება მიწაში; განათების ბოძი საძირკველის მილზე მაგრდება ჭანჭიკებით და ქანჩებით.



ბ) განათების ბოძი ძირით მოქლონებითაა დამაგრებული ფოლადის ფურცელზე, რომელიც ბეტონში განთავსებულ ანკერებზე ქანჩითაა დამაგრებული.



გ) განათბის ბოძის ჩაბეტონების სქემა.

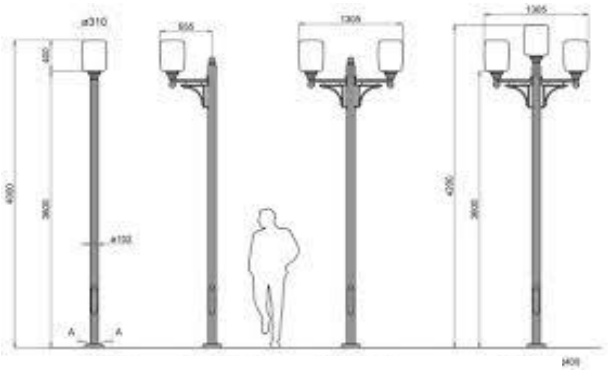


დ) განათების ბოძის დამაგრება ბეტონში განთავსებულ ანკერებზე.

შენიშვნა: ბეტონის საძირკვლის პარამეტრები დგინდება პროექტირების პროცესში მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებით. იმ შემთხვევაში, თუ საუბარია საბაღე ნაკვეთსა ან მცირე სკვერზე, იღებენ ტიპურ პროექტს და მის მიხედვით ახორციელებენ სამუშაოებს.

3) ბოძის საძირკვლის დაბეტონება: ბეტონის მასივის დაბეტონების წინ ამზადებენ არმატურის ან ხრახნილიან ანკერის ღეროებს, რომლებსაც ამაგრებენ ჭანჭიკებით ფოლადის წინასწარ მომზადებულ ფურცელზე ისე, რომ ფურცლის მეორე მხარეს ანკერის შვერილი საკმარისი იყოს

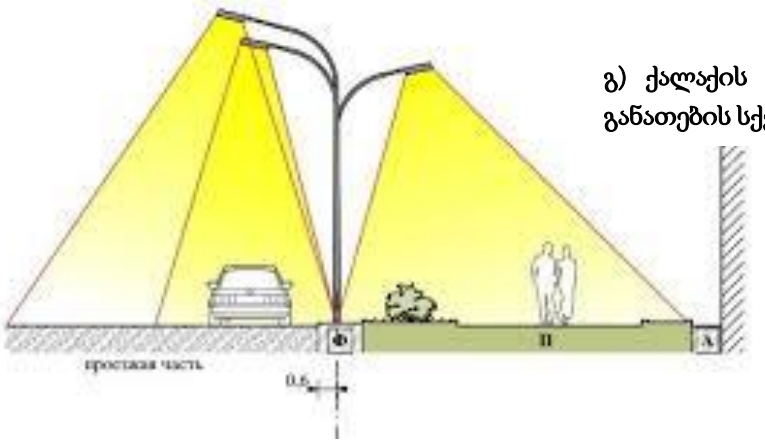
ბოძის დასამაგრებლად კონტრჭანჭიკით. ანკერის ხრახნიანი ღეროს ბეტონში ჩაფლობის სიგრძე და კონსტრუქცია დამოკიდებულია განათების ბოძზე არსებულ დატვირთვებზე. ანკერიანი ფოლადის ფურცელს ანკერების მხრიდან ვასობთ საძირკვლის ახალჩასხმულ ბეტონში და თარაზოს საშუალებით ვასწორებთ, ან შესაძლებელია ერთ ანკერზე ფოლადის ფურცლის მართობულად დროებით მიეხრახნოს ფსევდო ძელი (წინასწარ გასწორებული ფსევდო ფოლადის საყრდენ ფურცელთან) და შვეულის საშუალებით გასწორდეს ფოლადის საანკერე ფურცლის ჰორიზონტალობა რეზინის სამონტაჟო (ორივე მეთოდის დროს) ჩაქუჩის მსუბუქი დარტყმებით. ბეტონის მიერ საპროექტო სიმტკიცის აღების შემდგომ მცირე გადახრის გასწორება შესაძლებელია ფოლადის შუასადების დადებით, განათების ბოძის სამაგრის ქვეშ, რის შემდეგაც ჭანჭიკებით ამონტაჟებენ.



ა) განათების ბოძებიის მარტივი სქემები



ბ) ანაკრები განათების ბოძები ლამპიონებით და საძირე ლანჟერონით

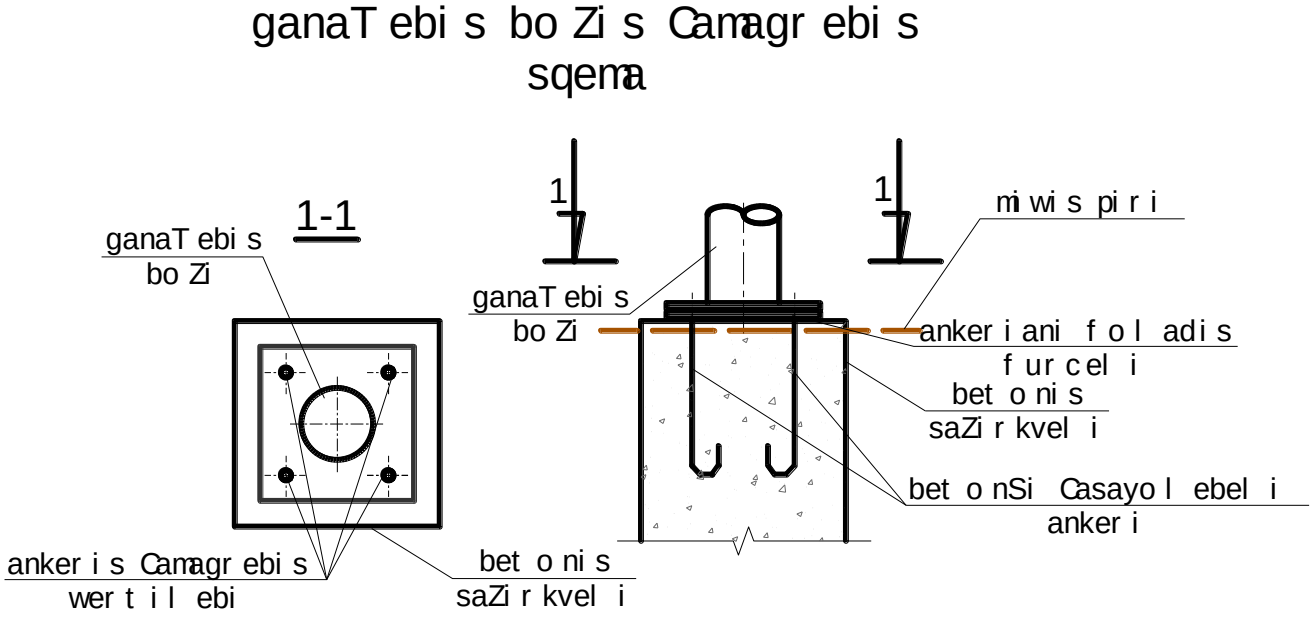


გ) ქალაქის ქუჩის და მიმდებარე ტერიტორიის განათების სქემა

მეორე, მარტივი მეთოდით, განათების ძელს საკუთარი წონით ასობენ წინასწარ მომზადებულ სათანადო სიღრმის ორმოში, ასწორებენ შვეულით ან თარაზოთი, ამაგრებენ დამჭერი

ხარაჩოებით და აბეტონებენ. ძელების ჩამაგრების სამუშაოები უნდა ჩატარდეს სათანადო კლიმატურ პირობებში, შესაბამისი მექანიზმების გამოყენებით: ქვაბულის საბურღი და ამწე მექანიზმი, ბეტონმრევი, სპეციალური დამჭერი ხარაჩოები.

სურათი 11.4.5 განათების ძელის ბეტონის საძირკვლის მოწყობის და ძელის ჩამაგრების სქემატური ნახაზი



4) იმის მიხედვით, თუ რა ფართობია გასანათებელი, აკეთებენ ერთ, ორ და მრავალლამპიონიან განათების ბოძს.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) რა ფუნქცია აქვს სანათ ხელსაწყოებს სარეკრეაციო ზონებში?
2) ჩამოთვალეთ სანათი ხელსაწყოების ტიპები მუშაობის პრინციპის მიხედვით.
3) კონსტრუქციულად როგორი სანათი ხელსაწყოები იცით?
4) რა ხელსაწყოებია საჭირო საძირკვლის მოწყობის დროს?
5) აღწერეთ წერილობით სანათი ხელსაწყოს საძირკვლის მოსამზადებელი სამუშაოები.
6) ესკიზური ნახაზის საშუალებით აღწერეთ განათების ბოძის საძირკვლის დაბეტონების პროცესი ანკერებით ჩამაგრების შემთხვევაში.
7) აღწერეთ განათების ბოძის საძირკვლის მარტივი დაბეტონების პროცესი.

11.5. საბაღე სკამის მოწყობა

საბაღე სკამები ყველა რეკრეაციული ზონის აუცილებელი ატრიბუტია. ისინი გაკუთვნილია პარკის ვიზიტორებისათვის შესვენების და თავისუფალი დროის გასატარებლად. საბაღე სკამების რაოდენობა წინასწარ განისაზღვრება პარკის ფართობისა და მომხმარებელთა პიკური დასწრების დროს დადგენილი რაოდენობის მიხედვით. ისინი შესაძლებელია დამზადებული იყოს სხვადასხვა მასალისაგან, მაგრამ უნდა იყოს მდგრადი, კლიმატური ცვალებადობისა და მექანიკური ზემოქმედების მიმართ. კონსტრუქციულად, როგორც წესი, სკამის ფეხებს ასხამენ თუჯისა ან ფოლადისგან, რომლებზეც ხის ნარანდ ღეროებს ამაგრებენ. რასაკვირველია, არის სხვა მასალების, მაგალითად, ქვის, ხის, ბეტონის, დეკორატიული ბეტონის, ფოლადის ასაწყობი, პოლიმერული და კომპოზიტური მასალების. კონსტრუქციულად არის კლასიკური და ფანტაზიური. საბაღე სკამები ზოჯერ თავისუფლადაა განთავსებული მიწაზე, ხოლო ზოგ შემთხვევაში მონოლითურადაა ჩამაგრებული გრუნტში. საბაღე სკამების სიმაღლე მოზრდილებისათვის საშუალოდ აიღება 40 სმ, არის ერთმალიანი 1,2-2 მ სიგანის და ორმალიანი 3,2-4 მ-მდე სიგრძის. ცხადია, კონსტრუქციით და დიზაინით ისინი უნდა ერწყმოდეს დასასვენებელი ადგილის კომპლექსს. საბაღე სკამების მოწყობის დროს გასათვალისწინებელია, სკამების გვერზე 1-1,5 მ-მდე სიგანის ადგილის დატოვება და დამატებითი მოაჯირების მოწყობა ინვალიდებისათვის. საშუალოდ 1 ჰექტარზე საჭიროა 30-60 საბაღე სკამის განთავსება.

სურათი 11.5.1 სხვადასხვა მასალის, კონსტრუქციისა და ტექნიკის გამოყენებით შესრულებული სააგარაკე, სარეკრეაციო ზონების საბაღე სკამების მაგალითები.





ა) ხის საბაღე სკამები: მარცხნივ სკამი ხის ფაქტურით, მარჯვნივ შეღებილი სკამი განთავსებულია კლუმბებს შორის ქვით მოპირკეთებულ საბაღე ბილიკზე.



ბ) ქვაში შესრულებული მონოლითური, დეკორატიული საბაღე სკამი.



გ) ფოლადის ფურცლისგან შექმნილი საბაღე სკამი შუქჩრდილებით.



დ) პოლიმერული მასალით შექმნილი საბაღე ინვენტარი, დეკორატიული აუზით და მოკირწყლული განმარტოების ზონით



ე) ფოლადის ანაკრები საბაღე ინვენტარი მოკირწყლული მოედანი და ბაღის სხვა ზონებთან დამაკავშირებელი ხის ბილიკი.





ვ) პირველი ფოტო მარცხნიდან-მარჯვნივ ერთმალიანი საბაღე სკამი სხმული თუჯის ფეხებისა და ხის ღეროებისგან შესრულებული; მეორე ფოტო, ორმალიანი ფოლადის სხმული მონოლითური საბაღე სკამი; მესამე ფოტო, სამმალიანი საბაღე სკამი, რომელიც შედგება სხმული თუჯის ფეხებისა და ხის ღეროებისაგან.





ზ) მარცხნივ-თუჯის საბაღე სკამი საზურგის გარეშე, შუა ფოტო-ჭედური ფოლადის ღეროებით და ხის ღეროებით შექმნილი საბაღე სკამი, ჭედური და სხმული დეტალებით შექმნილი საბაღე ავეჯი აგურებით მოპირკეთებული მოედანსა და გოთიკური სტილის სახლის ფონზე.

1) სკამის მოდელის კონსტრუქციის წინასწარ განსაზღვრა და განდეტალება (სურ 11.5.2).

2) დეტალებით სკამის მოდელის აწყობის დაგეგმვა: მოდელის დამზადებამდე, უნდა შეიქმნას ესკიზური ნახაზი საბაღე სკამის რამდენიმე ვარიანტისთვის, საიდანაც დადგინდება მათი კონსტრუქცია, მიახლოებითი გაბარიტები, მოწყობის წესები, გამოყენებული მასალა და სხვა. განხილვის შედეგად დადგინდება ვიზუალურად საუკეთესო, ხოლო, განხორციელების მხრივ, პრაქტიკული და მარტივი ვარიანტის შერჩევა. საბაღე სკამის მოდელი შეიძლება შესრულდეს სხვადასხვა მასალისაგან: მუყაოს, ფორმატის ფურცლისა და რბილი, დრეკადი მავთულისაგან ან

მათი შეთანწყობით. განხორციელების მეთოდებიც ფანტაზიის საფუძველს იძლევა. ქაღალდსა ან მუყაოზე სრულდება საბაღე სკამის დეტალების თარგი, მათი შეერთების ადგილები გამოიყოფა, საჭიროების შემთხვევაში გაფერადდება ან შეიღებება და გამოიჭრება.

3) საბაღე სკამის მოდელის აწყობა:

საბაღე სკამის მოდელის დეტალებს დაემატება დეკორატიული ელემენტები. შეერთების ადგილები ზუსტად უნდა მოინიშნოს ისე, რომ დეტალების შეერთების შემდგომ არ გამოჩნდეს ამ ადგილებში მონიშვნის ხაზები, ზედმეტი წებოს ნაწიბურები.



კითხვები შემოწმებისთვის

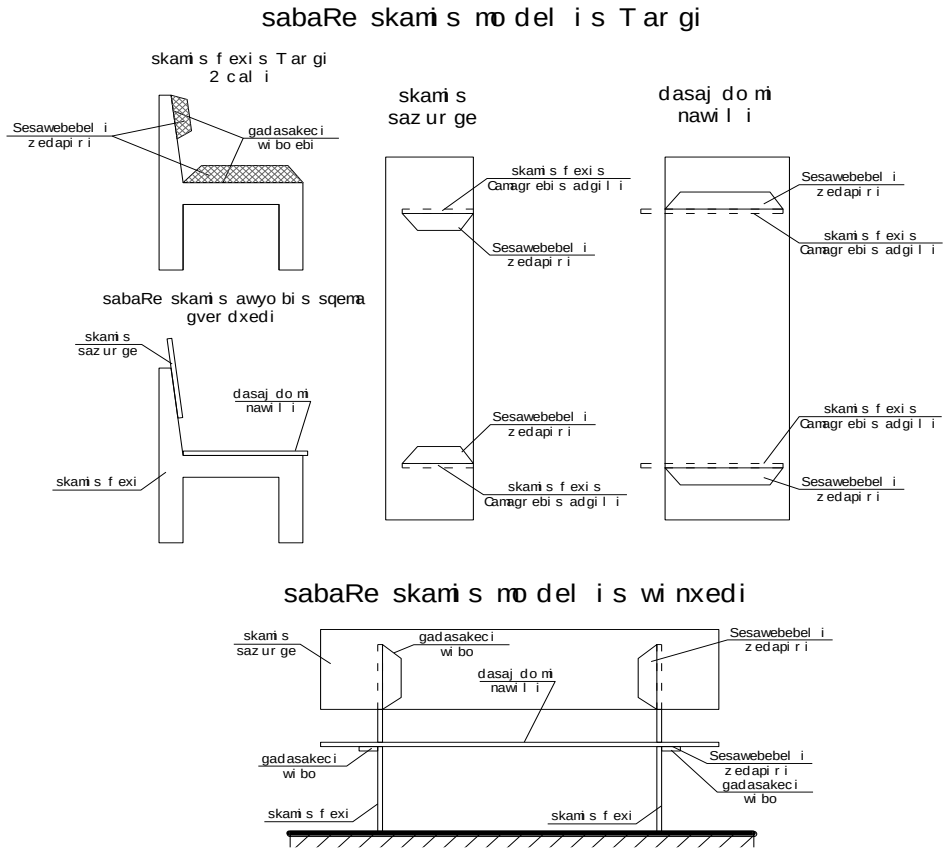
სურათი 11.5.2 საბაღე სკამის მოდელის ნიმუშის ნახაზი რეიტინგის შესასრულებლად.

1) [illegible]
2) კონსტრუქციულად როგორი საბაღე სკამები იცით?

3) რა მასალისგან მზადდება საბაღე სკამები?
4) სად არის მიზანშეწონილი საბაღე სკამების განთავსება ბაღებსა და სკვერებში?
5) გამოხაზეთ საბაღე სკამის მოდელის ესკიზი.

დავალება:

1) ესკიზური ნახაზის მიხედვით, გამოხაზეთ საბაღე სკამის მოდელის თარგი;
2) გამოჭერით საბაღე სკამის მოდელის თარგი და დაიტანეთ ჩუქურთმები;
3) აწყვეთ საბაღე სკამის მოდელი.



11.6. ფანჩატურის მოწყობა

ფანჩატური ბაღებისა და პარკების ვიზიტორთა მშვიდი დასვენების, პოეტური საღამოების, სამაგიდო ინტელექტუალური თამაშებისთვის, კერძო პარკებში წვეულებისა და სახლის კინოთეატრისათვის არის განკუთვნილი. ისინი სხვადასხვა კონსტრუქციისაა და მასალისაგან მზადდება. ფართობით ფანჩატური შეიძლება იყოს 2,7-20მ²-მდე და მეტიც, სიმაღლე-3-4-მ-მდე, მაგრამ საბოლოო პარამეტრები დგინდება კონკრეტული შემთხვევისათვის დიზაინერების მიერ

(სურ.116.1, 11.6.2). ფანჩატურის გადახურვა, კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ითვალისწინებდეს როგორც ნალექისაგან, ასევე მზის სხივებისა და ქარისგან დამსვენებელთა დაცვას. გადახურვის პირობები, ფანჩატურის ფუნქციონალური დანიშნულება, ეკონომიკური და სხვა ფაქტორები განსაზღვრავს მის კონსტრუქციას. საზოგადო პარკებსა და სკვერებში ფანჩატურს აკეთებენ ბეტონის რკინაბეტონის ფოლადის კონსტრუქციების საშუალებით, იშვიათად ხის ან კომბინირებული მასალისაგან (პოლიმერული და ზედაპირის დამცავი საღებავი მასალების განვითარების შედეგად მასალების გამოყენების არეალი გაიზარდა). ჩვენს შემთხვევაში, განვიხილავთ ფანჩატურის მოწყობის მარტივ კონსტრუქციას ხემასალიგან.

სურათი 11.6.1 ფანჩატურის მოწყობის სქემები. მარცხნივ მოწყობის ორი ვარიანტი - ერთი მარტივი კონსტრუქციის, მეორე ჭედური ფოლადის ღეროებით შედგენილი; მარჯვნივ სქემის არჩევის შემდგომ ესკიზის გამოხაზვის სქემა.

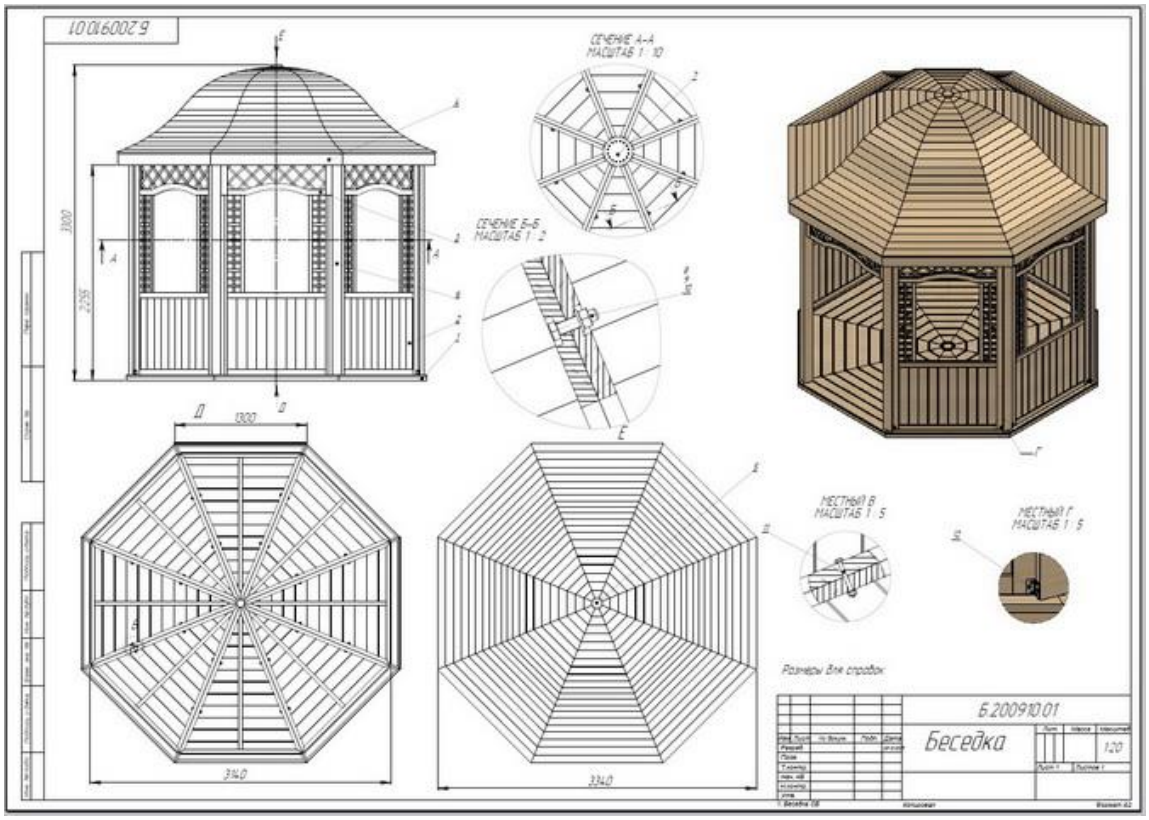


1) შაბლონურ გენგეგმაზე ფანჩატურის ადგილის მონიშვნა: საპროექტო გენგეგმაზე ფანჩატური, მისი დანიშნულებიდან გამომდინარე, შეიძლება განთავსდეს პარკის ან ბაღის წყნარ და მშვიდ ადგილებზე. მაგალითისთვის, კიბესთან შემაღლებაზე, აუზის, ხელოვნური ან ბუნებრივი ჩანჩქერის, წყალსატევის, ტბის თუ ხევის პირას (სურ.11.6.3). ზოგადად ფანჩატურის მოწყობა პრიორიტეტულია ისეთ ადგილებში, სადაც იშლება პანორამული ხედები, რაც ესთეტიკური სიამოვნების მიღებისა და მშვიდი დასვენების საუკეთესო საშუალებას ქმნის.

2) ფანჩატურის საყრდენების საძირკველის მომზადება: ფანჩატურების მოსაწყობად აუცილებელია ვაკისის და საყრდენების მომზადება. იმ შემთხვევაში, თუ ფუძე კლდოვანია, მისი ეროზირებული ზედაპირი მუშავდება და სწორდება ბეტონით ან ბეტონის კედლით შემოსაზღვრული (რაზეც მაგრდება ფანჩატურის სვეტები) ფხვიერი მასალით. სუსტ გრუნტებზე ტარდება ვაკისის მოსაწყობი სამუშაოები, რაც გულისხმობს მიწის მოჭრას ან დაყრას მოტკეპნით. ვაკისის მოსწორების შემდგომ, ფანჩატურის საძირკვლის ორმოების ამოთხრამდე, ტარდება აზომვითი სამუშაოები მათი ადგილმდებარეობის მოსანიშნად. საძირკველისთვის მზადდება

ფანჩატურის სვეტების რაოდენობის შესაბამისი 0,5 მ-ის სიღრმის და 0,5X.0,5 მ (ან Ф0,5 მ) ფართობის ორმოები. მასში 0,1მ-ის სისქეზე იყრება, სწორდება და იტკეპნება ხრეშის მოსამზადებელი შრე, რომელზეც განათავსებენ 0,1მ სისქის მჭლე ბეტონის შრეს.

სურათი 11.6.2 ხის ფანტაზიური სახურავის მქონე ფანჩატურის მოწყობის საპროექტო დოკუმენტაციის ნიმუში



სურათი 11.6.3 ფანჩატურის სახესხვაობები ადგილისა და კონსტრუქციის მიხედვით:



ა) ღია ასაწყობი ტიპის ხის მასალის ფანჩატური.



ბ) ბეტონის, ღია ტიპის ტბისპირა ფანჩატური.



გ) ღია კეთილმოწყობილი ფანჩატური ბუხრით და სხვა კომუნიკაციებით.

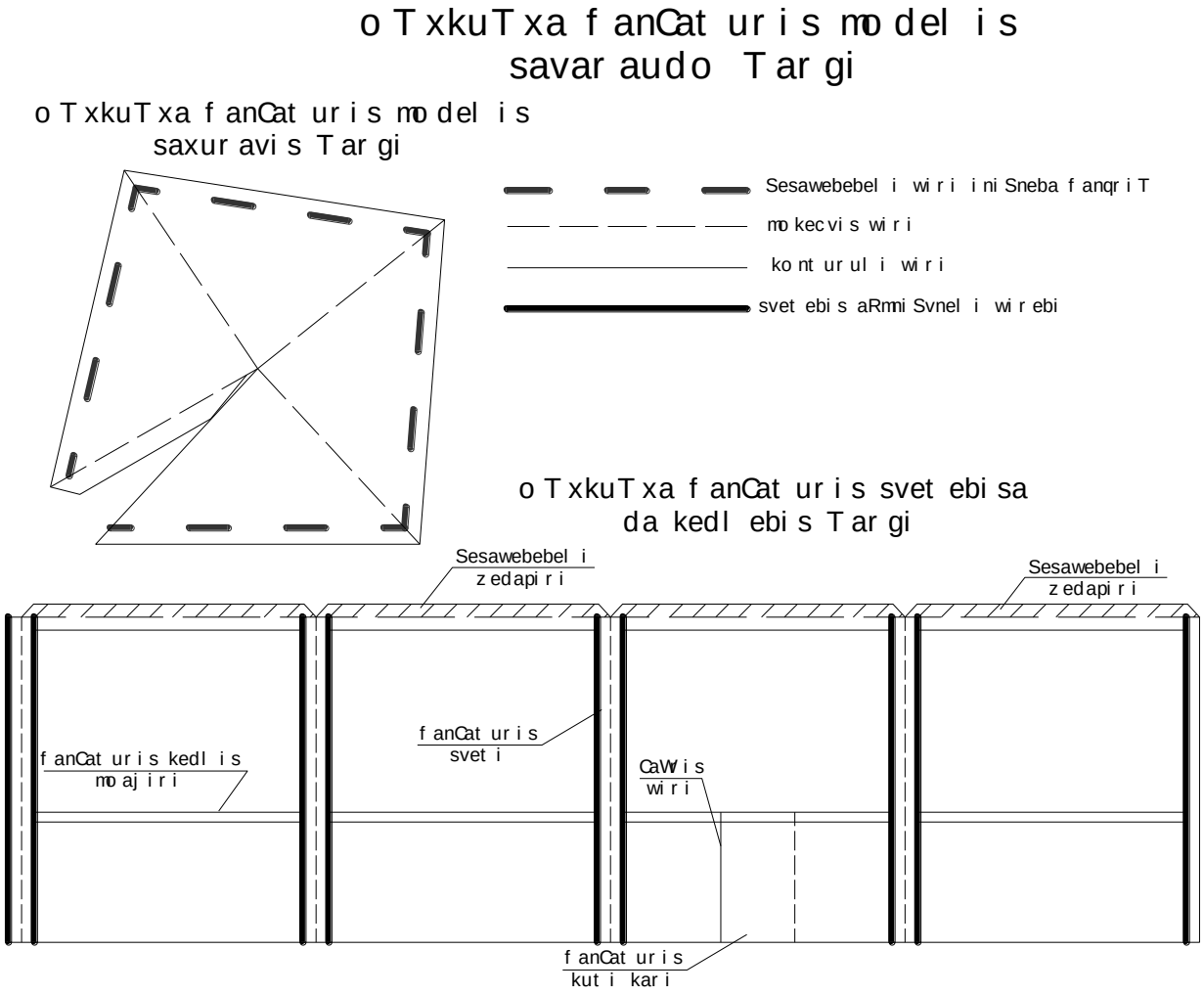


დ) დახურული ტიპის შემინული ფანჩატური უამინდობის დროს დასასვენებლად.

3.ფანჩატურის საყრდენების ბეტონში ჩამაგრება: ფანჩატურის საყრდენების დაბეტონებამდე ფანჩატურის კონსტრუქციას აწყობენ სანახევროდ, გადახურვის გარეშე, მისი კონტურის ფორმების დაცვით. სვეტების იმ ნაწილს, რომელიც უნდა ჩაბეტონდეს, ფარავენ ბიტუმის ხსნარით.

მჭლე ბეტონის გამყარების შემდგომ აწყობილ ფანჩატურს დგამენ წინასწარ ამოთხრილ ორმოში მოსამზადებელ მჭლე ბეტონის შრეზე და აბეტონებენ მიწის პირზე. ზოგ შემთხვევაში მიწისა და ფანჩატურის სვეტის შეუღლების ადგილს ალამაზებენ ფიგურული პლინტუსებით ან მთლიანი სხმული დეტალებით საძირკვლის დაბეტონებამდე.

სურათი 11.6.4 ფანჩატურის მოდელის სავარაუდო თარგი:

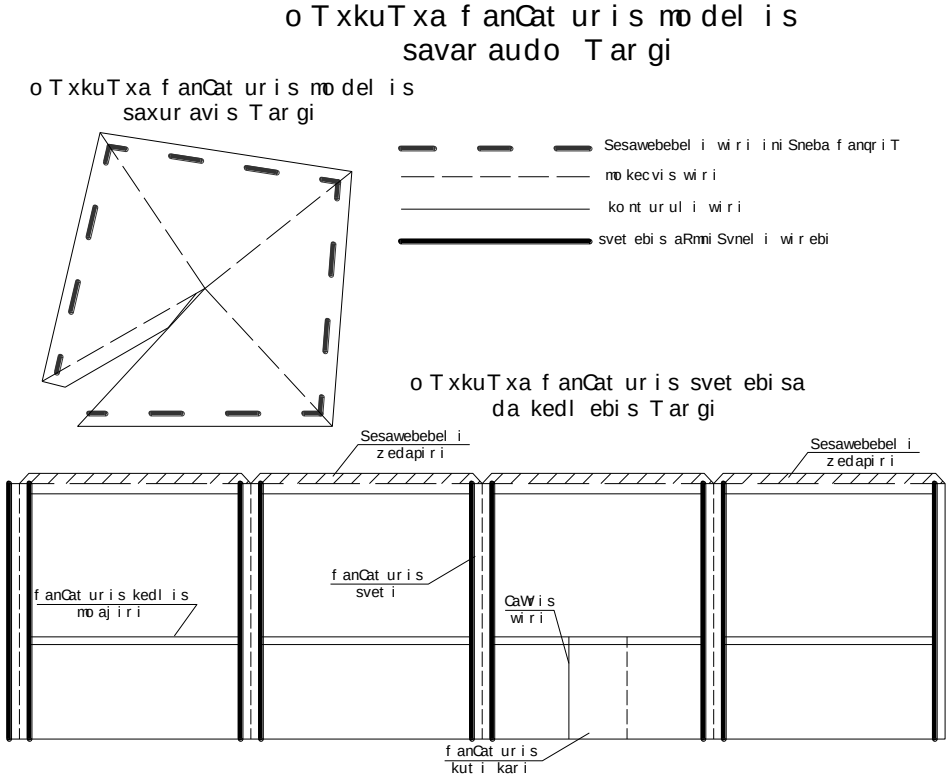


4) ფანჩატურის მოდელური კონსტრუქციის აწყობა (სურ.11.6.4): მოდელის დამზადებამდე უნდა შეიქმნას ესკიზური ნახაზი, რომლიდანაც დადგინდება მისი კონსტრუქცია, მიახლოებითი გაბარიტები, მოწყობის წესები, გამოყენებული მასალა და სხვა. ჩვენს შემთხვევაში განვიხილავთ ოთხკუთხა ფორმის ფანჩატურს მყარი გადახურვით. მოდელის დასამზადებლად შესაძლებელია გამოვიყენოთ მუყაო, ფორმატის ფურცელი და სხვა მასალები. ფურცელზე (ნახაზის მიხედვით) დავიტანთ თარგს და გამოვჭრით თარგის მიხედვით ჯერ ფანჩატურის კედლებს, შემდგომ - სახურავს. უმჯობესი იქნება, თუ ამ ორ ელემენტს განვათავსებთ თითო ფორმატზე და არ დავყოფთ უფრო მეტ ნაჭრებად. გადაკეცვის ადგილებს ვნიშნავთ კონტურული მკრთალი ხაზით, ხოლო შეწებების წიბოებთან ვითვალისწინებთ ზედმეტი ნაჭრის დატოვებას, დეტალების მყარად შესაერთებლად. ფანჩატურის თარგის დეტალები შესაძლებელია გაფორმდეს თარგის გამოჭრამდე ან გამოჭრის შემდგომ დაიხატოს ჩუქურთმები, ფანჩატურის მოდელი შეიღებოს ან გაფერადდეს ლანდშაფტის შესაბამისად და აიწყოს.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) რა დანიშნულება აქვს ფანჩატურს?
2) როგორი ფანჩატურები იცით კონსტრუქციის და შესასრულებელი მასალის მიხედვით?
3) რა პრინციპებით უნდა ვისარგებლოთ ფანჩატურის განსათავსებლად? განსაზღვრეთ მისი ადგილი შაბლონური ნახაზის გამოყენებით.
4) აღწერეთ ფანჩატურის საძირკვლის მოსამზადებელი სამუშაოების თანმიმდევრობა.



დავალება:

1) გამოხაზეთ ფანჩატურის საყდენების ჩაბეტონების ესკიზური ნახაზი ტექსტობრივი შენიშვნების გამოყენებით.
2) შეადგინეთ ფანჩატურის ესკიზი ზომებისა და კონსტრუქციული კვანძების ჩვენებით.
3) თარგის მიხედვით გამოჭერით ფანჩატურის მოდელი და მოამზადეთ ასაწყობად.
4) აწყვეთ ფაჩატურის მოდელი.

11.7. გაზონის მოწყობა

პარკის გაზონები უნდა იყოს მდგრადი მექანიკური დაზიანების მიმართ, ხანმედეგი და დეკორატიული.

გაზონების დაგებამდე ან დათესვამდე საჭიროა მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარება, როგორიცაა საინჟინრო კომუნიკაციების, სარწყავი და სადრენაჟე სისტემის მოწყობა, გრუნტის მომზადება.

მძიმე (თიხა, თიხნარი, თიხოვანი და სხვა) გრუნტებზე აუცილებელია მთელი ფართობის მომცველი დრენაჟის მოწყობა, არა უმცირეს 8%-იანი დახრილობის მიწის ზედაპირზე.

გაზონი უნდა მოეწყოს 0,05-0,06%-იან მიწის ფუძეზე და წინასწარ უზრუნველვყოთ მის ზედაპირზე წყლის ნაკადების გადანაწილება, მთელი ფართობის ნიადაგის წყლით უზრუნველყოფის მიზნით. გაზონის ნიადაგის სისქე აიღება 20 სმ, ხოლო სპორტული მოედნებისთვის მისი სისქე უნდა იყოს არა უმცირეს 30 სმ-ისა.

გაზონის ბალახი უნდა შედგებოდეს მძლავრად დაფესვიანებული, მეჩხერფესვიანი და საშუალოფესვიანი ტიპის ბალახებით, სხვადასხვა პროპორციით, ადგილმდებარეობის და ნიადაგის კატეგორიის შესაბამისად.

არასაკმარისი ნალექების და ნიადაგში ტენის არასაკმარისი შემცველობის შემთხვევაში საჭიროა გაზონის მორწვა დილის და საღამოს საათებში (6-12ლ/წმ).

1) გაზონის ნიადაგის მომზადება: გაზონის მოსაწყობად უნდა ავირჩიოთ გაშლილი ადგილი, რომელსაც კარგად უდგება მზე. ყურადღება უნდა მივაქციოთ ზამთრის პერიოდში თოვლის დაგროვების ადგილებს და მოვერიდოთ გაზონის მოწყობას ხეების ქვეშ, რადგან მათი ფესვები ართმევს საჭირო მკვებავ ნივთიერებებს ბალახს. იმავე მიზეზის გამო არ არის რეკომენდებული მისი მოწყობა ხვიარა მცენარეებისა და კუტიკარის სიახლოვეს (მალე გაითელება და ჟანგბადის მიწოდება შეუწყდება). გაზონის მოსაწყობად მიზანშეწონილია სწორი და მცირედ დაფერდებული ადგილები, რომელთა დახრილობა არ აჭარბებს 30%-ს. იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგი იტბორება ან უკვე დატბორილია, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია დაშრობითი (სამელიორაციო) სამუშაოების ჩატარება და დრენაჟის სისტემის მოწყობა.

გაზონის დაგება შრომატევადი საქმიანობაა და მოითხოვს სამუშაოების თანმიმდევრულად, ზედმიწევნით ზუსტად შესრულებას (სურ.11.7.1).

ა) გაზონისთვის განკუთვნილი მონაკვეთი უნდა გაიწმინდოს სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისგან, ქვებისგან.

ბ) მოსაშორებელია სარეველა მცენარეები ამოძირკვის ან ჰერბიციდების გამოყენებით (რაუნდალი, დელაპონი, რეგლონი).

გ) გაზონის დაგებამდე მოსაწყობია დრენაჟი. ამისათვის გრუნტი უნდა მოიჭრას 0,4მ სიღრმეზე (მოჭრილი გუნტი უნდა დასაწყობდეს არლომახლო კავალიერებად). მიღებულ ზედაპირზე იყრება 10 სმ სისქის ხრეშის ან ღორღისა (Ф20-30მმ) და 10 სმ ქვიშის ფენა (Ф2-3მმ, ქვიშის ფენის ნაცვლად შესაძლებელია გეოტექსტილის გამოყენებაც).

დ) დრენაჟის ფენაზე იყრება დასაწყობებული გრუნტი. დასაყრელი ფენის სისქის გაკონტროლების მიზნით, მთელ ფართობზე 2-3 მ-ის ინტერვალებით უნდა ჩაისოს პალოები დადგენილი სიმაღლით, რითიც შევძლებთ ზედმეტი მიწის გადანაწილებას დანაკლის უბნებზე. დაყრილ გრუნტის ზედაპირზე ბალახისათვის იყრება სასუქი, რომელიც ადგილზევე ფრთხილად უნდა ამოვურიოთ.

ე) ამის შემდეგ გრუნტი უნდა მოიტკეპნოს დაფით ან სატკეპნით, ან მორისგან სახელდახელოდ გაკეთებული სატკეპნით. იმ შემთხვევაში, თუ მოტკეპნილი გრუნტი ფეხქვეშ არ ითელება, ე.ი. ზედაპირი მზადაა ბალახის დასათესად ან რულონური გაზონის მოსაწყობად.

2) გაზონის დაგება (ან დათესვა)

ა) გაზონის დათესვის შემთხვევაში ზედაპირი უნდა აიჩიჩქნოს ფოცხით და დაითესოს სხვადასხვა ჯიშის გაზონის ბალახის მრავალწლიანი თესლები (3-5 ჯიში). დათესვამდე ბალახის თესლი უნდა გადაურიოთ მიწასა ან ქვიშაში. თესლიანი მიწის მასა უნდა გაიყოს ორ ნაწილად. ერთი ნაწილი ითესება სიგრძეზე, მეორე კი - სიგანეზე. თესლები რომ თანაბრად განაწილდეს, მიწის ზედაპირზე შესაძლებელია გამოვიყენოთ საცერი (25-50გრ 1მ^2-ზე). ბალახი ითესება გაზაფხულსა ან შემოდგომაზე (შემოდგომაზე საჭიროა მეტი სათესი მასალა). დათესილ ზედაპირზე უნდა მოეყაროს მიწა 0,5-1 სმ-ზე და გადაიტკეპნოს.

ბ) იმ შემთხვევაში, თუ ვაგებთ გაზონის რულონებს უმჯობესია მიწა ავჩიჩქნოთ სურ.11.7.1 ა). რულონის დაგების დროს საჭიროა გვახსოვდეს, რომ არ შეიძლება მისი გადაკეცვა, დაკუჭვა, პატარა ნაჭრებად დაგება, რულონის დაგება ხორციელდება მისი ყიდვიდან 12-24 საათის განმავლობაში. პირველი რულონი უნდა დაიგოს სწორ ხაზზე, რომ შემდეგი რულონების დაგება არ გაგვიჭირდეს. რულონები ეწყობა პირაპირებით ისე, რომ მათ შორის მანძილი არ აჭარბებდეს 1სმ-ს. დაგებული რულონი უნდა მოიტკეპნოს. რულონსა (სურ.11.7.1 ბ) და ფუძეს შორის არის აღმოჩენის შემთხვევაში, ის უნდა შეივსოს მიწით, ხოლო ზედმეტი მიწა მოიჭრას ან გადანაწილდეს დანაკლის უბნებზე (შემდგომი მოტკეპნით). გ) გაზონის დათესვისა და დაგების შემდგომ აუცილებელია მისი მოვლა ერთი თვის განმავლობაში. საჭიროა მოვრწყათ ყოველდღიურად. გაზონზე სიარული ამ ხნის განმავლობაში არასასურველია, ან თუ აუცილებელია, ფიცრის დახმარებით. დაგებული გაზონი 1 თვის შემდეგ უნდა გაიკრიჭოს ბალახის 4 სმ დგომაზე. გაზონის მორწყვა (სურ.11.7.1თ) უმჯობესია სარწყავი ნახევრად ავტომატური სისტემის დახმარებით, რაც ხორციელდება გაზონზე განაწილებული სარწყავ მილთან შეერთებული კონექტორების საშუალებით. ავტორწყვის შემთხვევაში ონკანის გახსნის შემდგომ ირთვება ელექტრონილი მრავალფუნქციური ტაიმერი კომპიუტერული პროგრამირებით, რომლის შედეგად მორწყვა ხდება ადამიანის ჩარევის გარეშე. ტენიანობის

გამზომი გადამცემი მოწყობილობა თიშავს წვიმის შემდგომ რწყვის რეჟიმს. სარწყავი სისტემა განთავსებულია მიწის ქვეშ, უმჯობესია დრენაჟის ქვეშ ან პირზე.

სურათი 11.7.1 გაზონის მოწყობის თანმიმდევრობის ილუსტრირებული ალბომი



ა) ქვიშის ფენის მოტკეპნა საგორავით.



ბ) გაზონის მზა რულონები.



გ) გაზონის პირველი რულონის დაგება ფოცხით აჩიჩქნილ მიწაზე ფიცრის დახმარებით.



დ) დიდი რულონით გაზონის მოწყობა დიდ ფართობზე.



ე) გაზონის რულონის მორგება მიწის ზედაპირთან.



ვ) გაზონის პირაპირების შეუღლება.



ზ) ახალი მოწყობილი გაზონი. გაზონის მოწყობა რთული რელიეფის პირობებში.



თ) ახალი მოწყობილი გაზონის ხელით მორწყვა.



ი) კერძო ბაღი გაზონით, ბილიკებით, ფანტაზიური აუზით, ტერასებით და გამწვანებით.



კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) რა დანიშნულება აქვს გაზონს?
2) რა მოსამზადებელი სამუშაოებია ჩასატარებელი გაზონის მოწყობამდე?
3) გაზონის მოწყობის რა მეთოდებს იცნობთ ?
4) დაახასიათეთ გაზონის რწყვის რეჟიმი.
5) გაზონის მოსაწყობად რა ტიპის ბალახები გამოიყენება?
6) როგორ ითესება გაზონი?
7) რა სამუშაოების ჩატარების შემდგომ არის შესაძლებელი გაზონის რულონის დაგება?
8) რა უნდა გავითვალისწინოთ რულონის დაგების დროს?
9) რა სამუშაოები უნდა ჩატარდეს გაზონის მოწყობის შემდგომ?

11.8. აუზის პროექტირება

აუზი და შადრევანი, სარეკრეაციო ზონების ერთ-ერთ მნიშვნელოვანი ადგილია , რომელიც საუკეთესო სარელაქსაციო საშუალებაა. აუზის გარშემო შადრევანის ფუნქციონირების დროს იქმნება მიკროკლიმატი. აუზის განთავსება შესაძლებელია შენობებში, ბაღებში, სკვერებში. თავისი დანიშნულებით აუზები არის მრავალფუნქციური და, აქედან გამომდინარე, მათი კონსტრუქციები განსხვავებულია (სურ.11.8.1). აუზები კონსტრუქციულად შეიძლება იყოს სტაციონარული და დასაშლელი (მათი მოწყობა შეიძლება დროებით). სტაციონარული აუზები კეთდება ბეტონისგან ან არის მზა აუზები პოლიმერული მასალებისგან, რომელთა დამონტაჟება ხდება ადგილზე. დასაშლელი აუზებიც არის გასაბერი, ასაწყობი და სხვა კონსტრუქციის (კონსტრუქციის შესაბამისად, ისინი სხვადასხვა მასალისგან მზადდება; პლასტიკური მასალები, დამუშავებული ხე და სხვა). ფუნქციონალურად აუზები შეიძლება გამოყენებული იყოს დეკორატიული (იქტიოლოგიური), მიკროკლიმატის შემქმნელი (შადრევნით ან ჩანჩქერით), სპორტულ-გამაჯანსაღებელი ან კომპლექსური დანიშნულების (არაა მიზანშეწონილი აუზის სპორტულ-გამაჯანსაღებელი და იქტიოლოგიური დანიშნულებით გამოყენება). სარეკრეაციო ობიექტების შადრევნების წყლის ხარჯი არ უნდა აჭარბებდეს 50-60ლ/წმ-ს. წყალი შადრევნებს შეიძლება მიეწოდებოდეს წყალმომარაგების სისტემიდან, წყალსაცავიდან, ტბორიდან ან ჩაკეტილი ციკლიდან ტუმბოს საშუალებით წყლის ბრუნვით, ასევე ბუნებრივი წყაროებიდან, რუებიდან და მდინარეებიდან. აუზის დანიშნულიების მიხედვით კეთდება მისი მოპირკეთება. მოსაპირკეთებელი მასალები სხვადასხვაგვარია: დამუშავებული ან დაუმუშავებელი ქვის მდგრადი ფილებით მოპირკეთება, კაფელით, დეკორატიული მინით და ტორკრეტირებით.

სურათი 11.8.1 აუზის სახეობები და კონსტრუქციები.



ა) ბეტონის მოზაიკის ფილებით და ქვით მოპირკეთებული აუზი



ბ) პოლიმერული მასალით მოპირკეთებული აუზი ხის კარკასით



გ) გასაბერი პოლიმერული მასალის მიწისზედა გადასატანი აუზი.



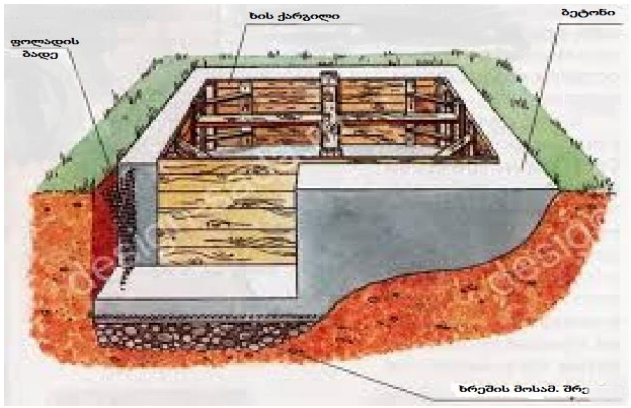
დ) მარცხნიდან მარჯვნივ და ზევიდან ქვევით: 1. ანაკრები კონსტრუქციის პოლიმერული მასალის მართკუთხა მიწისზედა გადასატანი აუზი; 2. პოლიმერული მასალის მრგვალი ფორმის ანაკრები კონსტრუქციის, გადასატანი, მიწისზედა აუზი კარკასით; 3. ქვაბულში ჩასადგმელი მყარი პოლიმერული მასალის მზა აუზი კომუნიკაციებით; 4. მყარი პოლიმერული მასალის აუზი ხის კარკასით.

აუზის ადგილის მოწყობის წესები ძირითადად განპირობებულია კვების წყაროს განლაგებით. უმჯობესია, თუ მდინარე, ნაკადული, რუ ან წყარო მდებარეობდეს მოსაწყობი აუზის დონეზე 3-4 მ-ით (ან უფრო მეტით) მაღლა, რომ მარტივი წყალმიმღები ნაგებობებით მოხდეს წყლის მიყვანა სასურველ აუზთან, რაც საშუალებას მოგვცემს მოვაწყოთ ჩანჩქერის კასკადი, შადრევანი (ან შადრევნების კასკადი) ან სხვა კომპოზიციური ნაგებობა. წინააღმდეგ შემთხვევაში, საჭირო გახდება სარეზერვო წყალსაცავის ან რეზერვუარის, სატუმბი დანადგარების მოწყობა ლანდშაფტთან შეთანწყობით ისე, რომ ნაკლებად შესამჩნევი იყოს სამეურნეო დანიშნულების ობიექტების გამოყენების ფაქტი. წყლის მისაღებად შეიძლება გამოყენებული იყოს ნებისმიერი ზემოთ ჩამოთვლილი წყარო. დამატებით ალტერნატივად შესაძლებელია მივიღოთ ტბორი და წყალმომარაგების ქსელი, საიდანაც წყლის მიღება გარკვეულ ხარჯებთანაა დაკავშირებული. წყალმიმღები, წყალმიმყვანი ნაგებობები და ქსელი უნდა ვეცადოთ, რომ იყოს, რაც შეიძლება კომპაქტური და მარტივი ექსპლუატაციაში.

აუზის ადგილის შერჩევა ესკიზური ნახაზის მიხედვით: საზოგადო სარეკრეაციო ზონის ან კერძო ნაკვეთის აზომვითი და ტოპო აგეგმვითი (სადაც დატანილია ნაკვეთზე არსებული ყველა ელემენტი) ნახაზის განხილვის შედეგად აუზი, ანუ წყლის ლანდშაფტური ელემენტის განთავსების ადგილი სხვა ელემენტებთან შეთანწყობით უნდა მოეწყოს და ორგანულად ჯდებოდეს ლანდშაფტის საერთო ანსაბლში მისი დანიშნულების გათვალისწინებით. კერძო ნაკვეთების ლანდშაფტული დიზაინის პროექტის შედგენის დროს ხშირად განათავსებენ წყლის ელემენტს კომპლექსური დანიშნულების ფანჩატურთან, საცხოვრებელი სახლების სიახლოვეს ან გაზონით და კლუმბით გარშემორტყმული, როგორც დეკორატიული ელემენტი. ხშირ შემთხვევაში, როცა გადაწყვეტილი აქვთ სტაციონარული აუზის მშენებლობა, სხვა ნაგებობები უკვე აგებულია, რაც მოითხოვს დიზაინერისგან დიდ ოსტატობას ჩასვას ლანდშაფტში დამკვეთის მიერ მოთხოვნილი წყლის ელემენტი. ობიექტების შეთანწყობა წყლის ელემენტთან დამოკიდებულია დამკვეთის მოთხოვნასა და დიზაინერის პროფესიონალიზმზე შექმნას ლანდშაფტის შემადგენელი ელემენტების ესთეტიკური და ოპტიმალური შეთანწყობა. დასაშლელი აუზის მონტაჟის დროს ერთადერთი აუცილებელი პირობაა შედარებით მყარი სწორი ადგილის შერჩევა ისე, რომ არ მოხდეს ფორსმაჟორული სიტუაციის დროს (აუზის რღვევა არასწორი ექსპლუატაციის პირობებში) წყლის ნაკადის მიერ მიმდებარე ტერიტორიის წარეცხვა (დამოკიდებულია აუზის ტევადობაზე 0,5 ტ და მეტი სურ.11.8.3).



სურათი 11.8.2 ტბორის მოწყობა პოლიმერული, ჰიდროსაიზოლაციო და ადგილობრივი მასალების გამოყენებით.



სურათი 11.8.4 მცირე ზომის ბეტონის აუზის მშენებლობა. დიდი აუზის მშენებლობის დროს საჭიროა ორმაგი ბადის, მჭლე ბეტონის მოსამზადებელი შრის, შიგა და გარე ჰიდროიზოლაციის მოწყობა და სხვა.



სურათი 11.8.3 მზა, მყარი პოლიმერული მასალის აუზის მშენებლობა, აუზის კარკასი კომუნიკაციებით თავსდება წინასწარ მომზადებულ ქვაბულში.

4)აუზის ქვაბულის მოსამზადებელი სამუშაოები: იმ შემთხვევაში, თუ აუზი განთავსებულია მიწაში, პროექტირების სტადიაზე ჩასატარებელია კვლევითი გეოლოგიური სამუშაოები, განსაკუთრებით დიდი აუზის მშენებლობის შემთხვევაში. ქვაბულის ამოთხრის დროს კომუნიკაციების მოსაწყობად (აუზის წყალმიმღები, დამცლელი, განათების, გათბობის სისტემის, წყლის საფილტრი, მაცირკულირებელი სისტემის და სხვა ეფექტების მისაღებად) დასატოვებელია ადგილები. მცირე აუზის მოწყობის დროს ქარგილის სამუშაოებზე ეკონომიის მიზნით, თიხოვან და თიხნარ გრუნტებში ქვაბულს თხრიან აუზის ზომის შესაბამისად ბეტონის (წყალგაუმტარი) სისქის გათვალისწინებით. სტანდარტული აუზების ქვაბულებში საჭიროა მოსამზადებელი შრის მოწყობა აუზის ძირის ქანობის გათვალისწინებით, სადრენაჟო წყლის გამყვანი სისტემების განთავსება (სურ.11.8.4, 11.8.5).



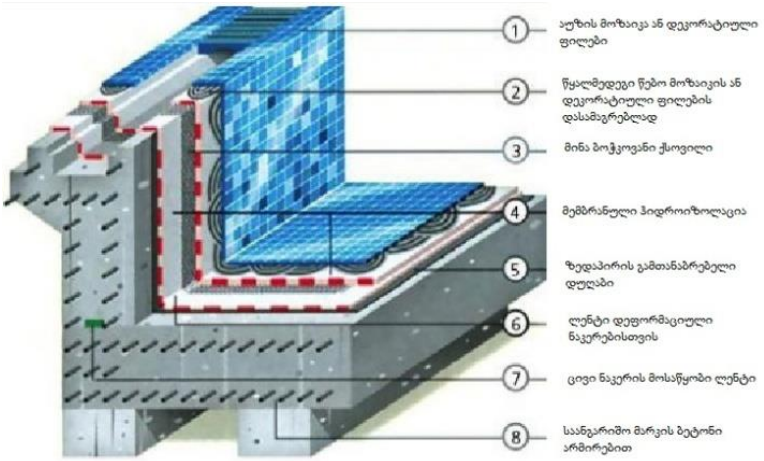


სურათი 11.8.5 აუზის ბლოკით (მიწაში განთავსებით) და აგურით (მიწისზედა განთავსებით) მოწყობის მეთოდები.

4) შადრევანის და დამცლელი მოწყობილობების განთავსების ადგილის შერჩევა: შადრევანის ჭავლის სიმაღლე არ უნდა აჭარბებდეს შადრევნის აუზის დიამეტრის ნახევარს, ვინაიდან ჭავლის მეტი სიმაღლის შემთხვევაში ქარიანი ამინდის პირობებში წყალი განიბნევა აუზის გარე პერიმეტრზე, რაც უხერხულობას შეუქმნის სარეკრეაციო ზონის დამსვენებლებს. თუ აუზის დიამეტრი 10 მ-ია, ჭავლის სიმაღლე უნდა იყოს არა უმეტეს 4-5 მ-ისა. იმ შემთხვევაში, თუ შადრევნის საქშენები განთავსებულია აუზის კიდეებში, ჭავლის სიგრძე არ უნდა სცდებოდეს აუზის შუა ნაწილს. გარდა შადრევნებისა, აუზზე შესაძლებელია მოეწყოს ჩანჩქერები, გაკეთდეს მრავალიარუსიანი აუზები შადრევნებით და ქანდაკებებით. აუზის სარემონტო და გაწმენდით სამუშაოების ჩასატარებლად აუცილებელია მისი დაცლა, ამიტომ ფსკერი კეთდება დახრილ-ზედაპირიანი, რომლის დაბალ ნიშნულზე აწყობენ დამცლელი მილის კამერას ლექის



სურათი 11.8.6 აუზის კედლის ზედაპირების მოსწორება და შელესვა.



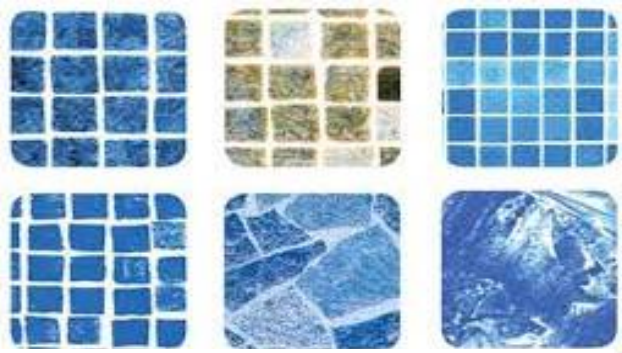
შემგროვებლით და ნაგავდამჭერი ცხაურით. აუზში აუცილებელია თავისუფალი წყალსაშვის მოწყობა (აუზებში, შადრევნებში ხშირად ფსკერული და ზედაპირული წყალსაშვის მილები ერთმანეთთან დაკავშირებულია), რითიც მოხდება მასში შემოდინებული ზედმეტი წყლის გადაღვრა ბუნებრივ კალაპოტში (მიმყვანი არხით, მილით) ან სანიაღვრე და საკანალიზაციო სისტემაში. სურ. 11.8.6, 11.8.7 - აუზის მოპირკეთებისა და ჰიდროსაიზოლაციო სამუშაოების შესრულების სქემა.

5) ჰიდროსაიზოლაციო მასალებით აუზის მოპირკეთება: აუზის მოსაპირკეთებლად გამოიყენება როგორც ზედაპირული, ისე შიდა ჰიდროსაიზოლაციო მასალები. შიდა ჰიდროსაიზოლაციო მასალებს გამოიყენებენ მცირე და დეკორატიული აუზების მშენებლობის დროს. ჰიდროსაიზოლაციო მასალად აუზის პროფილირების შემდგომ ძირითადად გამოიყენება თიხა და პოლიმერული მასალები (პოლიპროფილენი, ბუტილკაუჩუკი, პოლიეთილენის რულონური ცელოფნები), რომლებზეც შემდგომ აწყობენ სასურველ მოსაპირკეთებელ მასალას, ძირითადად ბუნებრივ ან ხელოვნურ ქვებს. კლასიკური ბეტონის აუზის მშენებლობის პროცესში აუზის გარე პერიმეტრზე აუცილებლად უნდა მოეწყოს გარე ჰიდროიზოლაცია, რომ არ მოხდეს გრუნტის წყლების მიერ მისი კედლების დაზიანება და გაჟონვა ბეტონში.

კლასიკური ბეტონის აუზის მშენებლობის შემდგომ მისი კედლები უნდა გაილესოს. გალესვამდე ბეტონის კედლიდან უნდა მოვაცილოთ ყველა უსწორმასწოროება, რაც წარმოიქმნა მისი ჩასხმის პერიოდში. შემდგომ ზედაპირი მუშავდება ღრმა გაჟღენთვის თვისების მქონე პოლიმერული შემადგენლობის ეპოქსიდური, ურეთანის და სხვა თხევადი მასალებით, რომლებიც ხელს უწყობენ ადჰეზიური ფენის წარმოქმნას. დამუშავებულ ზედაპირს ლესავენ პოლიმერული ბადის დამაგრების შემდგომ. პოლიმერული მასალის ბადე კოროზიამედეგია, რაც უზრუნველყოფს მისი ექსპლუატაციის ხანმედეგობას წყალთან კონტაქტის დროს. შესალეს დუღაბში ურევენ ისეთ წყალმედეგ დანამატებს, როგორიცაა პენეტრატი, სტრომიქსი, კალმატრონი, საილექსოლი-პმ და სხვა. აქ ყურადღება უნდა მიექცეს ზედაპირის სისწორეს. 4მ²-ზე უსწორმასწოროება არ უნდა აჭარბებდეს 1მმ-ს ერთ ადგილზე. კედელი უნდა იყოს ბზარების გარეშე, რაც მნიშვნელოვანია შემდგომი ექსპლუატაციისთვის. შელესვის შემდგომ ზედაპირზე დაიტანება ან თხევადი მინა და ამით სამუშაოებს ვასრულებთ, ან კაფელის მოზაიკური, ჩვეულებრივი ფილები, ან მინის მოზაიკა (სურ 11.8.7, 11.8.8).

ნ)აუზის დეკორატიული მოპირკეთების შესრულება შესაძლებელია მოზაიკის სახით. მოზაიკის





სურათი 11.8.8 აუზის მოპირკეთების პროცესი მოზაიკური ფილებით. იატაკსა და კედელს შორის გამოკვეთილია დეფორმაციული ნაკერი, რომელიც ვიზუალურად გამოიყენება როგორც დეკორატიული კანტი, პრაქტიკულად კი უზრუნველყოფს აუზის მდგრადობას. აუზის ძირი დახრილია, რომ საჭიროების შემთხვევაში მოხდეს მისი სრულიად დაცლა. მარჯვნივ მოცემულია დეკორატიული, მოსაპირკეთებელი ფილების ნიმუშები. კერძო კომპანიები კლიენტებს სთავაზობენ უფრო დიდ არჩევანს, როგორც მხატვრული, ასევე თვისობრივი თვალსაზრისით.



სურათი 11.8.9 კაფელის ფილებით მოპირკეთებული აუზი დეკორატიული მოზაიკით, კომუნიკაციებით ჩასასვლელი მორკალული საფეხურებით, გამწვანებით და სარელაქსაციო აუზის ავეჯით (შეზლონგები ტუმბოები).

დამაგრება გაცილებით უფრო შრომატევადია და სასურველ ეფექტს არ იძლევა (დროთა განმავლობაში მოზაიკის ფრაგმენტები ძვრება კედელს). კაფელის ფირფიტები არის სხვადასხვა ზომის, პრაქტიკაში გვხვდება პატარა მოზაიკისთვის, საშუალო და დიდი ზომის მოსაპირკეთებელი კაფელები. პატარა ზომის კაფელები (სურ.11.8.9), პოლიმერულ ბადეზე

დამაგრებული ფირფიტებისგან შემდგარი მოზაიკური ნახატის სახით შექმნილი ან ერთგვაროვანი ზედაპირის მქონე, სპეციალური ხსნარის საშუალებით პირდაპირ მაგრდება კედელზე. ფანტაზიური ნახატის შესაქმნელად საჭიროა ადგილზე აიწყოს ნახატი შაბლონის მიხედვით ცრუ ზედაპირზე, გარკვეულ ფართობზე ან ხელახლა უნდა დამაგრდეს ბადეზე კაფელის ფილები და მზა ნახატი გადადის მოსაპირკეთებელ ზედაპირზე. საშუალო და დიდი ზომის კაფელები გამოიყენება მთლიანი ზედაპირების მოსაპირკეთებლად და მარტივი ნახატის მქონე მოზაიკის შესაქმნელად.



11.9. კითხვები თვითშემოწმებისთვის

1) დაასახელეთ რა კონსტრუქციის აუზებს იცნობთ.
2) როგორი შეიძლება იყოს აუზები დანიშნულების მიხედვით?
3) ჩამოთვალეთ აუზის წყლით კვების სახეობები და სისტემები.
4) რა ტიპის მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარებაა საჭირო აუზის მოსაწყობად?
5) დაასახელეთ აუზის საჭირო კვანძები და მოწყობილობები მათი დანიშნულების მიხედვით.
6) რა ფაქტორები უნდა გავითვალისწინოთ შადრევნის მოსაწყობად?
7) რისთვისაა საჭირო ბეტონის აუზის გარე კედლის იზოლაცია?
8) აღწერეთ აუზის შიდა კედლის ჰიდროსაიზოლაციო სამუშაოების თანმიმდევრობა მეორე მეთოდით.
9) ჩამოთვალეთ აუზის მოსაპირკეთებელი მასალები.

თავი 12. საინჟინრო კომპიუტერული გრაფიკა (AutoCAD)

ძვირფასო სტუდენტო, წარმოდგენილი საკითხების შესწავლის შედეგად ხაზვის კომპიურეტული პროგრამა AutoCAD -ის საშუალებით თქვენ შეძლებთ:

- ხაზვის პარამეტრების დაყენებას
- ორგანზომილებიანი გრაფიკული ობიექტების ხაზვა-რედაქტირებას
- სამგანზომილებიანი გრაფიკული ობიექტების ხაზვა-რედაქტირებას

შესავალი

ორ და სამგანზომილებიანი ავტომატიზებული დაპროექტების და ხაზვის სიტემა **AutoCAD** შემუშავებული ამერიკული კომპანია **Autodesk**-ის მიერ. სისტემის პირველი ვერსია გამოშვებული იქნა 1982 წელს. იგი წარმოადგენს ძალზე პოპულარულ და ფუნქციურ პროგრამულ პროდუქტს, რომელიც წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა სახის სამშენებლო პროექტების შესამუშავებლად და შესაბამისი საპროექტო დოკუმენტაციის გამოსაშვებად. მისი პირველი ვერსიები მუშაობდა **MS-DOS** გარემოში, მომდევნო ვერსიები კი უკვე ფუნქციონირებდა **Windows** ოპერაციულ სისტემაში.

AutoCAD სისტემის გამოყენება შეიძლება როგორც ლოკალურ, ასევე ქსელურ ვარიანტში.

AutoCAD სისტემა ძირითადად განკუთვნილია ორგანზომილებიან სივრცეში ხაზვისა და საპროექტო დოკუმენტაციის მომზადებისათვის.

AutoCAD სისტემის დიდ უპირატესობას წარმოადგენს ნახაზების ელექტრონული არქივის ფორმირების შესაძლებლობა; შექმნილი ფაილ-ნახაზების ადვილად რედაქტირება, რაც იძლევა ნახაზი-პროტოტიპების ანალოგების სწრაფად მიღების საშუალებას. სტანდარტული ელემენტების ბიბლიოთეკის შექმნის საშუალება აადვილებს დოკუმენტაციის გამოშვების პროცესს. სტანდარტულ ელემენტებად შეიძლება როგორც მთლიანი ფაილის, ასევე მისი ცალკეული ნაწილების გაფორმება.

AutoCAD სისტემა იძლევა აგრეთვე სივრცის ნებისმიერ სიბრტყეში საკმაოდ რთული სამგანზომილებიანი ნახაზების აგების საშუალებას და სხვადასხვა ხედვის კუთხით მათ ასახვას ხედების ეკრანებზე. ფურცლის და ხედების ეკრანების სივრცის მექანიზმი იძლევა მოდელის სივრცეში აგებული სამგანზომილებიანი ობიექტებისათვის ხედებისა და პროექციების შექმნის საშუალებას.

12.1. AutoCAD სისტემის სამუშაო ფანჯარა

მომხმარებლის **AutoCAD** სისტემასთან ურთიერთობას უზრუნველყოფს მართვის ელემენტები, რომელთა ერთობლიობას მომხმარებლის გრაფიკული ინტერფეისი ეწოდება. **AutoCAD**-ის ინტერფეისში გამოყენებულია მართვის ის სტანდარტული ელემენტები, რომლებიც საკმაოდ კარგადაა ცნობილი **Windows**-ის მომხმარებლისათვის.

AutoCAD სისტემის ინსტალაციის შემდეგ პროგრამის შესრულებაზე პირველად გაშვებისას ეკრანზე მიიღება **AutoCAD**-ის საწყისი ეკრანი. ნახაზზე 1 წარმოდგენილია **AutoCAD**-ის ინტერფეისი **AutoCAD Classic** ფორმატში, რომელიც გამოიყენება სიბრტყეზე ხაზვისას. გარდა ამ ფორმატისა, არსებობს აგრეთვე **3D Modeling** ფორმატი, რომელიც სამგანზომილებიანი ხაზვისათვისაა (განხილულ იქნება მოგვიანებით) განკუთვნილი. გრაფიკული ინტერფეისის ცენტრალური ნაწილი წარმოადგენს ძირითად სამუშაო ზონას, რომელსაც გრაფიკული ეკრანი ეწოდება. გრაფიკულ ეკრანზე წარმოდგენილია ნახაზის ხილვადი ნაწილი (ნახაზის სხვა ნაწილები შეიძლება მდებარეობდეს ეკრანს მიღმა). კურსორი გრაფიკული ეკრანის არეში გადაადგილებისას იღებს ჯვრის ფორმას, რომლის გადაკვეთაზე მდებარეობს მცირე ზომის კვადრატი. მას სამიზნე ეწოდება. გრაფიკული ეკრანის ქვედა მარცხენა კუთხეში მდებარეობს მსოფლიო კოორდინატთა სისტემის პიქტოგრამა, რომელსაც ორი ურთიერთგადამკვეთი ისრის ფორმა აქვს. ისრის მიმართულებები მიუთითებს შესაბამისი ღერძების მიმართულებას.

გრაფიკული ეკრანის ზედა სტრიქონს, რომელიც შედგება წარწერებისაგან: **File** (ფაილი), **Edit** (შეცვლა), **View** (ხედი), **Insert** (ჩასმა), **Format** (ფორმატი), **Tools** (სერვისი), **Draw** (ხაზვა), **Dimension** (ზომები), **Modify** (რედაქტირება), **Express** (ექსპრესი), **Window** (ფანჯარა), **Help** (ცნობები) _ ტექსტური მენიუ ან უბრალოდ მენიუს სტრიქონი ეწოდება. ეს სტრიქონი შეიცავს ე.წ. ჩამოშლად მენიუთა სახელებს, რომელთა გახსნა შესაძლებელია შესაბამის სახელზე მაუსის მარცხენა ღილაკის დაწკაპუნებით. ჩამოშლადი მენიუ შეიცავს ბრძანებების ჩამონათვალს და აგრეთვე შეიძლება შეიცავდეს ქვემენიუს, რომელშიც რაიმე ნიშნის მიხედვით დაჯგუფებულია გარკვეული ბრძანებები.

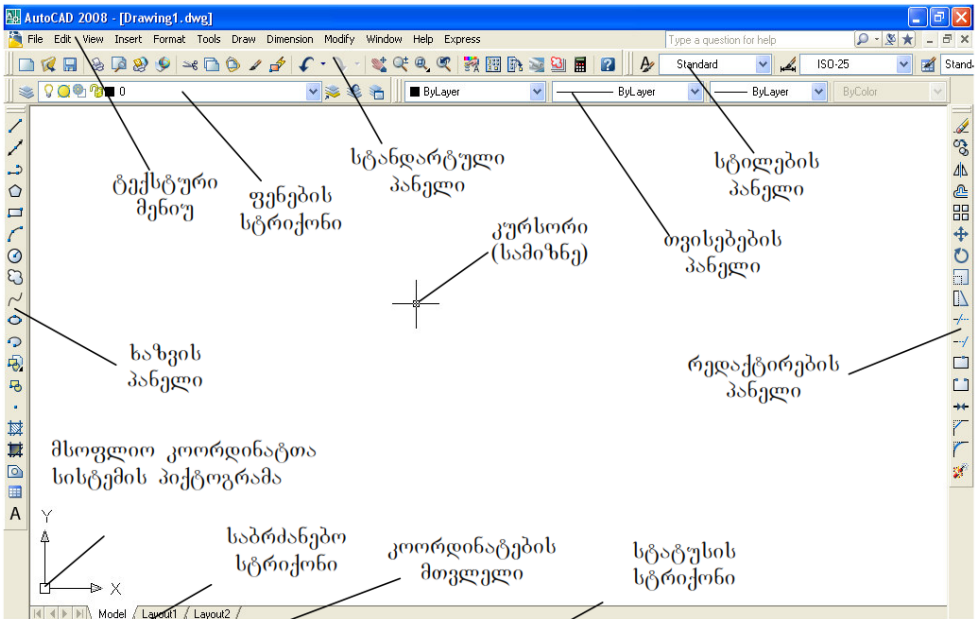
გრაფიკული ეკრანის ქვემოთ მდებარეობს **Model** (მოდელი), **Layout1** (ფურცელი1) და **Layout2** (ფურცელი2) ჩანართები. როგორც წესი, ხაზვა მიმდინარეობს **Model** (მოდელი) სივრცეში (აქ ობიექტები იხაზება ნატურალურ ზომებში), ხოლო ნახაზის შედგენისათვის ხდება **Model** (მოდელის) სივრციდან **Layout** (ფურცლის) სივრცეში გადასვლა, სადაც გრაფიკული ობიექტების, განმარტებითი წარწერების, ხაზის ტიპებისა და ზომებისათვის აუცილებელია სამასშტაბო კოეფიციენტის შერჩევა საბეჭდ მოწყობილობაზე გამოსატანად. ჩანართები **Layout1**, **Layout2** გამოიყენება სწორედ მოდელის სივრციდან ფურცლის სივრცეზე გადასასვლელად და პირიქით. გულისხმობის პრინციპით, გააქტიურებულია **Model** ჩანართი.

ჩანართების მარჯვნივ მდებარეობს ჰორიზონტალური ე.წ. გადაფურცვლის ზოლი. ვერტიკალური გადაფურცვლის ზოლი გრაფიკული ეკრანის მარჯვენა კიდის გასწვრივ მდებარეობს.

AutoCAD სისტემის გრაფიკული ინტერფეისის ქვედა ნაწილი, სადაც განთავსებულია მიპატიჟება **Command**: (ბრძანება:), წარმოადგენს არეს, რომელშიც აისახება მომხმარებლის მიერ შეტანილი ბრძანება და სისტემის მიერ გაცემული შეტყობინება ან დასმული კითხვა. გრაფიკული ინტერფეისის ამ ნაწილს საბრძანებო სტრიქონი ეწოდება. ვინაიდან დიალოგი სისტემასა და მომხმარებელს შორის სწორედ საბრძანებო სტრიქონის საშუალებით ხორციელდება, აუცილებელია მისთვის თვალყურის მიდევნება, რათა მომხმარებელმა სისტემის მიმდინარე მოთხოვნის შესაბამისი ქმედება შეასრულოს.

საბრძანებო სტრიქონის ქვემოთ მდებარეობს ე.წ. სტატუსის სტრიქონი (მდგომარეობის სტრიქონი), რომელშიც იმყოფება კოორდინატთა მთვლელი და ხაზვის რეჟიმების მართკუთხა

ღილაკები: **SNAP** (ბიჯი), **GRID** (ბადე), **ORTHO** (ორთოგონალური), **POLAR** (პოლარული), **OSNAP** (მიბმა), **OTRACK** (მიდევნება), **DYN** (დინამიკური), **LWT** (ხაზის სისქის ასახვა), **MODEL** (მოდელი). კოორდინატთა მთვლელი გრაფიკულ არეში ორიენტირებისათვის გამოიყენება. იგი ცვლის თავის სამკოორდინატიან მნიშვნელობას გრაფიკული ეკრანის არეში კურსორის გადაადგილების შესაბამისად. მისი ჩართვა-გამორთვა შესაძლებელია **<F6>** ფუნქციური კლავიშით ან მრიცხველის სტრიქონზე მაუსის მარცხენა ღილაკზე დაწკაპუნებით.

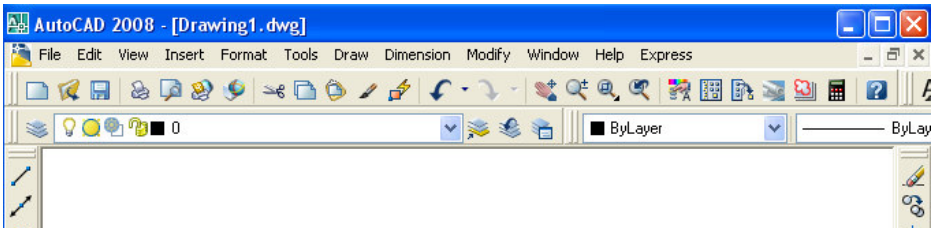


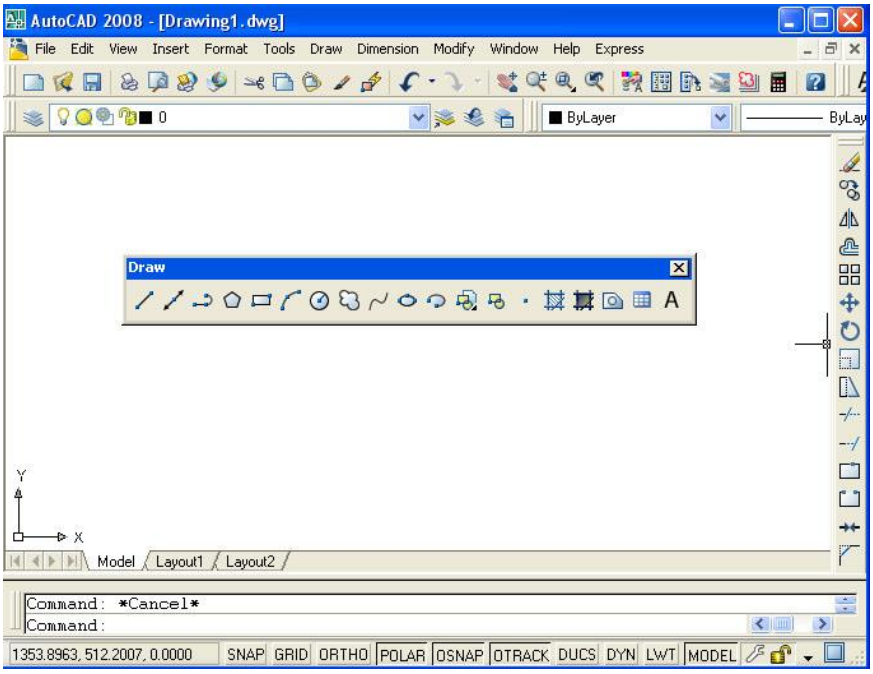
ნახ. 12.1

AutoCAD სისტემის გრაფიკული ინტერფეისის ძირითად ელემენტს ხელსაწყოთა პანელის ღილაკები წარმოადგენს. მენიუს სტრიქონის ქვემოთ (ნახ. 12.1) განთავსებულია ოთხი ჰორიზონტალური პანელი _ **Standard** (სტანდარტული), **Layers** (ფენები), **Styles** (სტილები) და **Properties** (თვისებები). კიდევ ორი პანელი მდებარეობს გრაფიკული ეკრანის მარცხენა და მარჯვენა მხარეს. ვერტიკალურად მდებარე ამ ორ პანელს **Draw** (ხაზვა) და **Modify** (რედაქტირება) ეწოდება. ამ ექვსი პანელის გამორთვა არ არის მიზანშეწონილი, ვინაიდან ისინი მუდმივადაა საჭირო მუშაობის პროცესში.

ნებისმიერი სტრიქონის რომელიმე პიქტოგრამასთან კურსორის მიახლოებისას პიქტოგრამა იღებს მართკუთხა ღილაკის ფორმას და მცირედი დაყოვნების შემდეგ ისრის ფორმის მაჩვენებლის ქვეშ ჩნდება **AutoCAD**-ის ბრძანების ან ფუნქციის სახელი, რომლის შესრულება ხორციელდება ამ ღილაკით. ნახაზზე 2 ნაჩვენებია წარწერა, რომელიც ჩნდება კურსორის **CIRCLE** (წრეწირი) ღილაკთან მიტანისას. იმავდროულად სტატუსის სტრიქონში ჩანს საცნობარო ინფორმაცია ამ ბრძანების შესახებ.

ნახაზზე 1 ნაჩვენები ექვსი პანელი არის ფიქსირებულ მდგომარეობაში. შესაძლებელია მათი გადატანა გრაფიკული ეკრანის არეში, სადაც ისინი მიიღებენ ე.წ. მცოცავ მდგომარეობას და მათი ფორმა შეიცვლება **Windows** სისტემის ფანჯრის ფორმით (ნახ. 12.3). პანელის გადასაადგილებლად საჭიროა კურსორის დაყენება მის კიდეზე, მაუსის მარცხენა ღილაკზე დაჭერა და ხელის აუღებლად, პანელის გადაადგილება ეკრანის თავისუფალ ადგილზე.

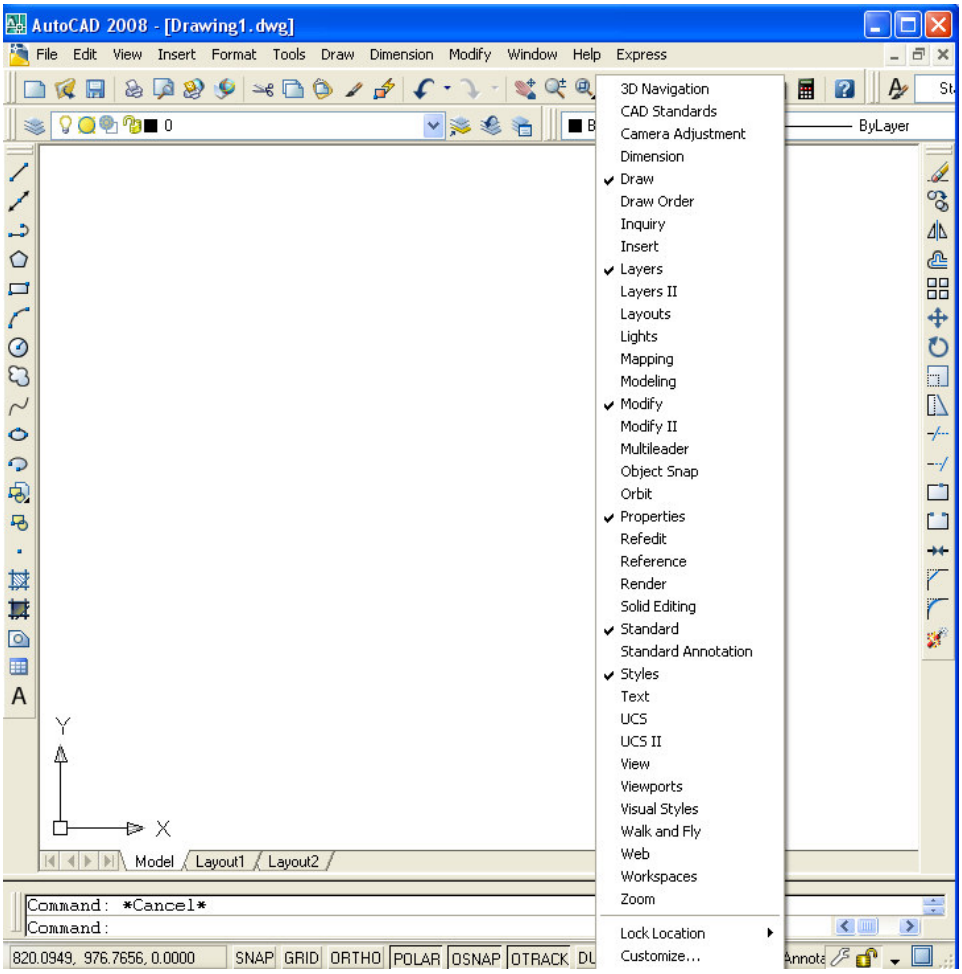




ნახ. 12.3

ყოველ პანელს აქვს სახელი. თუ კურსორი არის სტრიქონის დასაწყისში მდებარე ამობურცულ ზოლებზე, სტატუსის სტრიქონში გამონათდება მისი სახელი. ნებისმიერ ღილაკზე მაუსის მარჯვენა ღილაკის დაჭერისას გამონათდება კონტექსტური მენიუ **AutoCAD** სისტემაში

არსებული ხელსაწყოთა პანელების ჩამონათვლით. საჭირო ხელსაწყოთა პანელის ეკრანზე გამოტანა ხორციელდება შესაბამისი პანელის სახელთან ფესვის ნიშნის ფორმის ალმის დაყენებით, რაც ხორციელდება მაუსის მარცხენა ღილაკით საჭირო პანელის სახელზე დაწკაპუნებით. განმეორებითი დაწკაპუნება მოაცილებს ალამს და, შესაბამისად, გააქრობს პანელს ეკრანიდან (ნახ. 12.4).



ნახ. 12.4

12.2. ნახაზის შექმნა და შენახვა

ნახაზის შექმნისას შესაძლებელია სხვადასხვა სტანდარტის გამოყენება. Aმას კარნახობს სახელმწიფო და დარგობრივი სტანდარტები ან საწარმოოს ნორმები, ხანდახან _ დამკვეთის მოთხოვნები. ყველაზე მთავარი ამ დროს ნახაზის საწყისი პარამეტრების სწორი შერჩევაა.

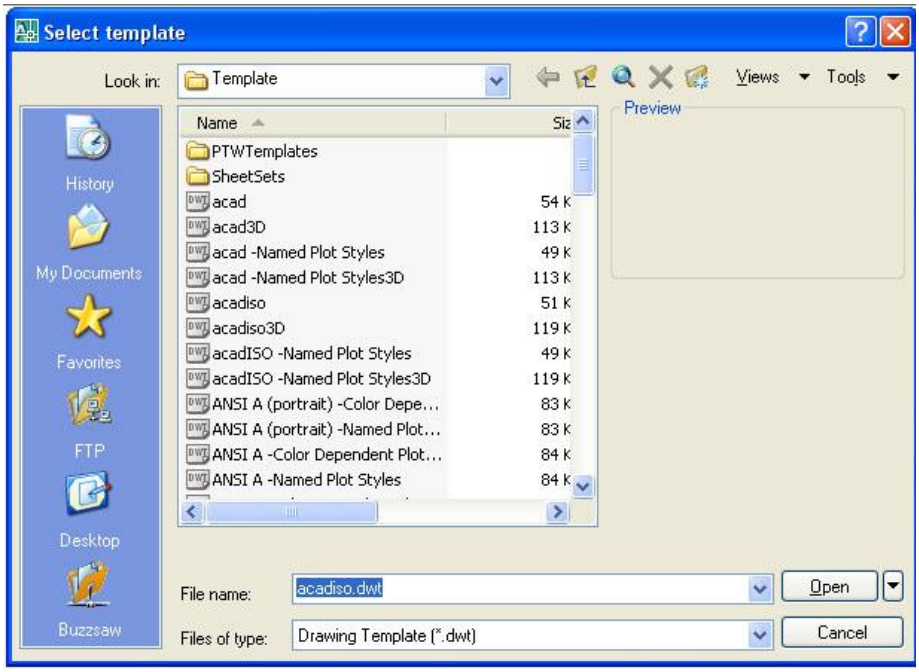
მაგალითის სახით განვიხილოთ არქიტექტურული პროექტი. იგი შეიძლება შეიცავდეს არაერთ ნაწილს: სართულების გეგმებს, წყალმომარაგების, კანალიზაციის, გათბობის, ვენტილაციის სქემებსა და სხვა. ჩვეულებრივ, პროექტის თითოეული ნაწილი ცალ-ცალკე მუშავდება და ამიტომ დგება მათი უნიფიცირების საკითხი. ამ საკითხის გადაჭრის ყველაზე მართებული ხერხი საერთო შაბლონით უზრუნველყოფაა, რომელიც აწყობილია ერთიან საზომ ერთეულებზე, შეიცავს სტანდარტულ ჩარჩოს, ძირითად წარწერებს და ა.შ. არანაკლებ მნიშვნელოვანია აგრეთვე, თუ რა

სტილია გამოყენებული ტექსტური წარწერების, დაშტრიხვისა და ზომებისათვის. მათი დაყენებაც მიზანშეწონილია წინასწარ.

ნახაზის ყველა საწყისი დაყენებები შესაძლებელია შენახულ იქნეს შაბლონში მომდევნო დოკუმენტებში მათი გამოყენებისათვის. შაბლონის სახით შეიძლება როგორც სისტემის მოწოდებული, ისე მომხმარებელის შექმნილი შაბლონების გამოყენება.

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი	კლავიშების კომბინაცია
	File →New	qnew	<Ctrl> + N

ახალი ნახაზის შექმნას უზრუნველყოფს ბრძანება **qnew**, რომელსაც ეკრანზე გამოაქვს დიალოგური ფანჯარა **Select template** (ნახ. 12.5). ამ ფანჯარაში შეირჩევა საჭირო შაბლონი. მაგალითად, შაბლონი **acad.dwt,** რომელიც საზომ ერთეულად იყენებს დუიმებს, ხოლო ნახაზზე ზომის აღნიშვნის სტილად _ **ANSI** (ამერიკის ეროვნული სტანდარტების ინსტიტუტი) სტილს ან შაბლონი **acadiso.dwt**, რომელიც საზომ ერთეულად იყენებს მილიმეტრებს, ხოლო ნახაზზე ზომების აღნიშვნის სტილად _ **ISO** (საერთაშორისო სტანდარტების ორგანიზაცია) სტილს. ცხადია, ჩვენთვის მისაღებია **acadiso** შაბლონი. შედეგად, მიღებულ იქნება ნახაზ 12.1-ზე ნაჩვენები ეკრანი. ეკრანის ზედა სტრიქონი წარმოადგენს დასახელების სტრიქონს, რომელშიც ასახულია პროგრამის სახელი და მის მარჯვნივ სისტემის მიერ ნახაზისათვის მინიჭებული დროებითი სახელი **Drawing1.dwg**. კონკრეტული სახელის მინიჭება ხდება ნახაზის შენახვისას.

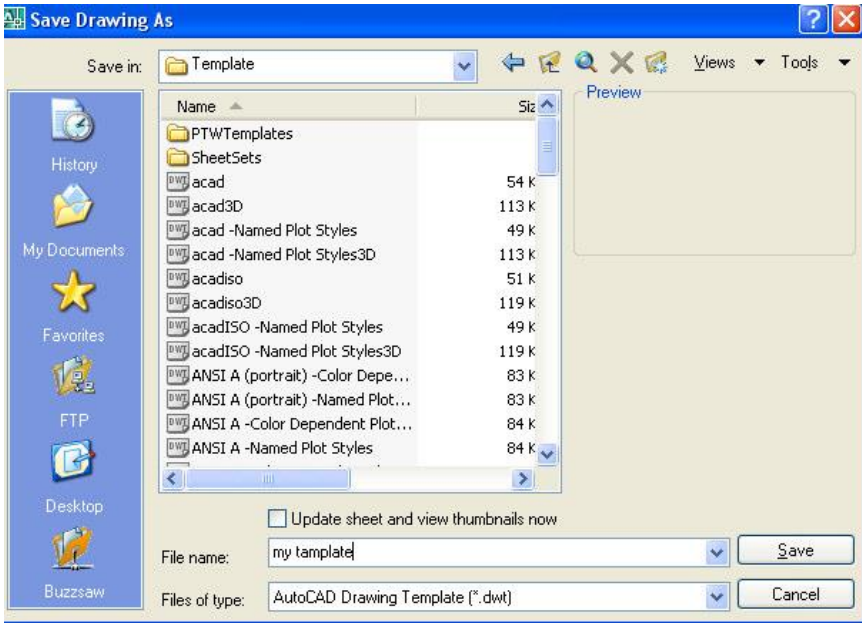


ნახ. 12.5

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი	კლავიშების კომბინაცია
	File →Save	qsave	<Ctrl> + S

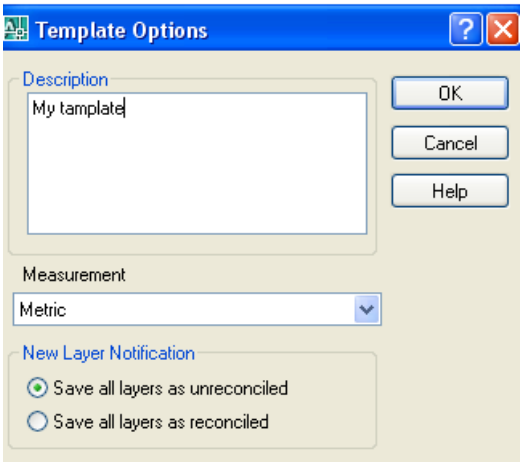
შექმნილი ნახაზის შენახვა ხორციელდება ბრძანებით **qsave,** რომელსაც ეკრანზე გამოაქვს დიალოგური ფანჯარა **Save Drawing As.** ფანჯრის **File name** ველში კლავიატურიდან იკრიფება ნახაზის სახელი, ხოლო **Save in** ველში შეირჩევა მისი მდებარეობა დისკზე.

ფაილის სახელად შესაძლებელია ნებისმიერი ასოებისა და ციფრების კომბინაციის გამოყენება. აგრეთვე დასაშვებია სახელში **$**, **-**, და **_** სიმბოლოების გამოყენება. დანარჩენი სიმბოლოების, როგორიცაა, მაგალითად, %, * და სხვა, ნახაზის სახელში გამოყენება აკრძალულია. **AutoCAD**-ის ფაილის შენახვისას მომხმარებლის მიერ მინიჭებულ ნებისმიერ სახელს ავტომატურად ენიჭება გაფართოება **.dwg**. ნახაზის შენახვა შეიძლება ნებისმიერი დისკის ნებისმიერ საქაღალდეში. გულისხმობის პრინციპით, **Windows XP Professional**-სათვის ნახაზის ფაილის დამახსოვრება ხდება **C:** დისკოს **My Documents** საქაღალდეში.



ნახ. 12.6

თუ საჭიროა ნახაზის შენახვა შაბლონის სახით, მაშინ **Save Drawing As** დიალოგური ფანჯრის (ნახ. 12.6) **Files of Type** ველის სიაში უნდა შეირჩეს **AutoCAD Drawing Template (*.dwt),** რის შემდეგაც სისტემა გახსნის საქაღალდეს **Template**, სადაც ინახება შაბლონები. **File name** ველში კლავიატურიდან იკრიფება სახელი, რომელიც უნდა დაერქვას შაბლონს. **Save** ღილაკზე დაჭერის შემდეგ გაიხსნება **Template Options** ფანჯარა (ნახ. 7), სადაც **Measurement** ველში უნდა შეირჩეს საზომი ერთეულები, ხოლო **Discription** არეში, საჭიროების შემთხვევაში, შეტანილ იქნეს შაბლონის აღწერილობა. შაბლონის შექმნა მთავრდება ღილაკზე დაჭერით.

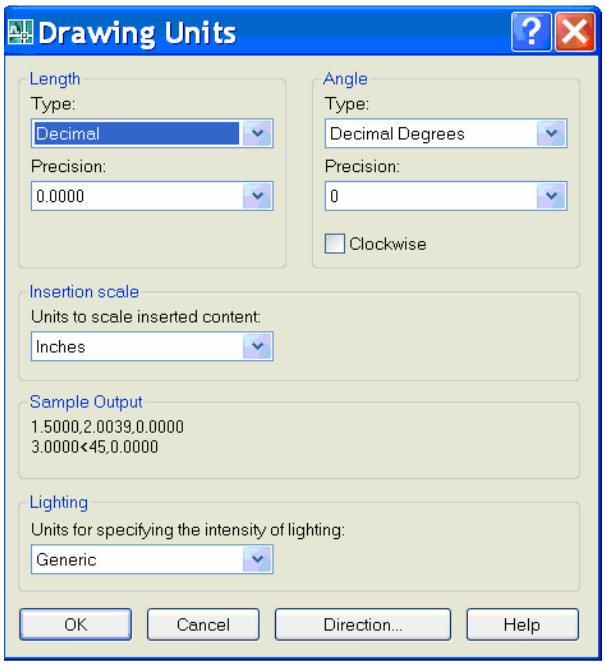


ნახ. 12.7

12.2.1. ხაზვის ერთეულები

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
არა აქვს	**Format →Unit...**	**unit ან un**

AutoCAD 2008 Select template დიალოგურ ფანჯარაში გულისხმობის პრინციპით გამოიყენება ინგლისური ან მეტრული ზომის ერთეულები, მაგრამ **AutoCAD** 2008-ს შეუძლია მუშაობა ზომების ისეთ განსხვავებულ სისტემებში, როგორიცაა: **Scientific** (მეცნიერული), **Decimal** (ათობითი), **Engineering** (საინჟინრო, ტექნიკური), **Architectural** (არქიტექტურული) და **Fractional** (წილადური). გულისხმობის პრინციპით გამოიყენება **Decimal** (ათობითი) სისტემა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს **English** (დუიმებში) ან **Metric** (მილიმეტრებში) მნიშვნელობებისათვის. ხაზვის ერთეულების შესაცვლელად გამოიყენება ბრძანება **Units...** შედეგად გაიხსნება **Drawing Units** (ხაზვის ერთეულები) დიალოგური ფანჯარა (ნახ. 8), რომლის **Length** (სიგრძე) არეში არსებული **Type (**ტიპი) ჩამოშლადი სიიდან აირჩევა საჭირო ტიპი. მაგალითად, **Architectural** (არქიტექტურული)**.** გაკეთებული არჩევანის დადასტურება ხორციელდება **<OK>** ღილაკზე დაჭერით. ამ დროს მონიტორზე არსებული გრაფიკული ეკრანი განახლდება და კოორდინატთა მთვლელის არეში კურსორის მიმდინარე პოზიციის კოორდინატები გამოისახება ფუნტებსა და წილადურ დუიმებში.



ნახ. 12.8

საინჟინრო ნახაზების შესასრულებლად გამოიყენება **Decimal** (ათობითი) სისტემა.

Drawing Units (ხაზვის ერთეულები) დიალოგის ფანჯრის **Length** (სიგრძე) არეში არსებობს, აგრეთვე **Precision** (სიზუსტე) ჩამოშლადი სია. იგი განკუთვნილია ზომის ერთეულის მნიშვნელობების წარმოდგენის სიზუსტის დასაყენებლად. დიალოგურ ფანჯარაში **Drawing Units** (განზომილების ერთეულები) აგრეთვე შესაძლებელია კუთხის ზომის ერთეულისა და მისი წარმოდგენის სიზუსტის დაყენება, რაც **Angle** (კუთხე) არეში მდებარე **Type** (ტიპი) და **Precision** (სიზუსტე) ჩამოშლადი სიების საშუალებით ხორციელდება.

12.2.2. ნახაზის საზღვრები

ნახაზის საზღვრების დაყენებით ხდება სახაზავი ფურცლის არეს მითითება. აქ იგულისხმება, რომ საბეჭდ მოწყობილობაზე გამოტანისას ნახაზის ზომა შეესაბამება ფურცლისას.

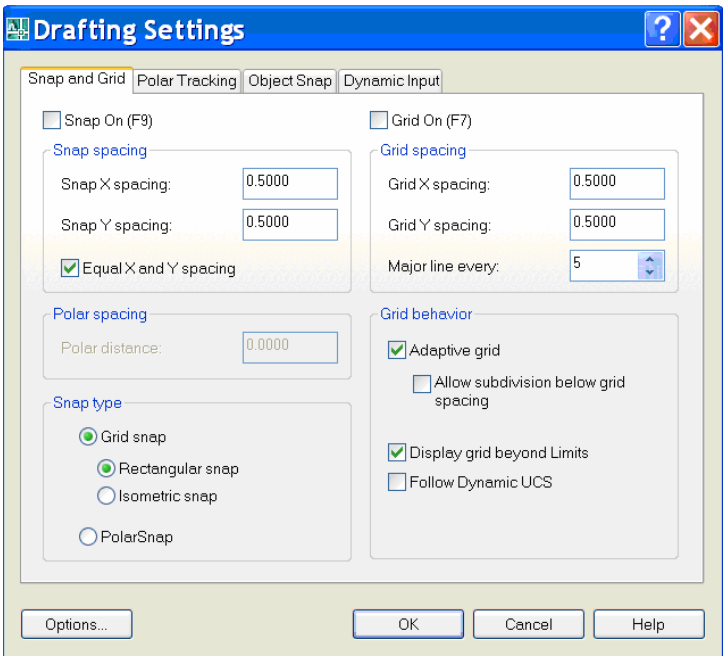
ნახაზის საზღვრების სტანდარტული **A4** ფურცლის ზომასთან შესაბამისობაში მოსაყვანად საჭიროა

1. **acadiso** შაბლონის შექმნა.
2. **Format Drawing Limits** ბრძანების შესრულება, რომლის დროსაც საბრძანებო სტრიქონის არეში გაჩნდება სისტემის შეტყობინება

Reset Model space limits:
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:
(Model

სივრცის საზღვრების აღდგენა:
ქვედა მარცხენა კუთხის მითითება ან [ჩართვა/გამორთვა] <0.0000,0.0000>:).
<Enter> კლავიშზე დაჭერა ნიშნავს, რომ ჩარჩოს ქვედა მარცხენა კუთხედ მიღებულია საკოორდინატო სიბრტყის სათავე, რომლის კოორდინატებია 0.0000,0.0000. ქვედა მარცხენა კუთხის კოორდინატების შეტანის შემდეგ საბრძანებო სტრიქონის არეში გამონათდება მარჯვენა ზედა კუთხის მითითების შეტყობინება
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>:
(ზედა მარჯვენა კუთხის მითითება ***<420.0000,297.0000>:)***
თუ ნახაზის გამოტანა ხდება **A4** ზომის ფურცელზე ამ შეტყობინების პასუხად უნდა აიკრიფოს 297,210, და <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით მოხდეს გაკეთებული არჩევანის დადასტურება. ამით შეიცვლება გრაფიკული ეკრანი. ეკრანის ზედა მარჯვენა კუთხე, ანუ ნახაზის ჩარჩოს ზედა მარჯვენა კუთხედ მიღებულ იქნება წერტილი კოორდინატებით 297,210.
3. **Zoom** ბრძანების შესრულება.
გაჩნდება შეტყობინება
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP) or [All/Center/ Dynamic/Extents/ Previous/Scale/Window] <real time>:
(მიუთითეთ ფანჯრის კუთხე, შეიტანეთ მასშტაბური კოეფიციენტი (***nX*** ან ***nXP***) ან [მთლიანად/ცენტრი/დინამიკური/განფენილობა/წინა/მასშტაბი/ფანჯარა] <რეალური დრო>:)
პასუხად უნდა აიკრიფოს **A** და დადასტურდეს <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით. **Zoom All** ბრძანება ნახაზის საზღვრებს გრაფიკულ ეკრანთან შესაბამისობაში მოიყვანს, მიუხედავად მათი მნიშვნელობებისა.

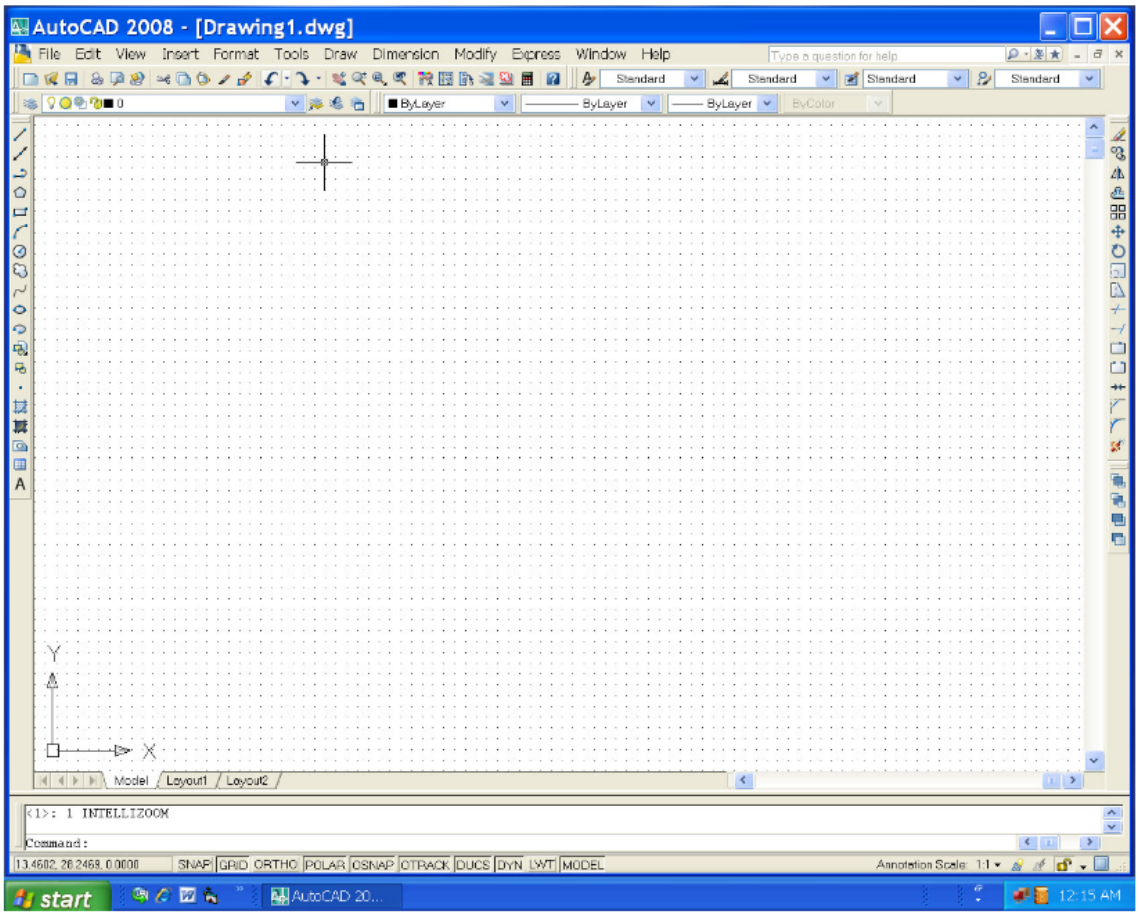
12.2.3. ბადე და მიბმა



ნახ. 12.9

ბრძანება **Grid** (ბადე) გამოიყენება გრაფიკულ ეკრანზე წერტილოვანი ბადის განსათავსებლად (ნახ. 9). ეს ბადე ძალზე მოხერხებულია საკონტროლო წერტილებისა და მონაკვეთების გასაზომად და აგრეთვე მათ განსათავსებლად. ბრძანება **Snap** (მიბმა) ზღუდავს კურსორის მოძრაობას ეკრანის წინასწარ განსაზღვრულ წერტილებამდე. მაგალითად, თუ **Snap** ბრძანების მნიშვნელობა შეესაბამება **Grid** ბრძანების მნიშვნელობას, კურსორის გადაადგილებისას იგი მიებმება მხოლოდ და მხოლოდ ბადის კვანძს. იგი ვერ განთავსდება ბადის კვანძებს შორის. **Grid** და **Snap** მნიშვნელობები **acadiso** შაბლონისათვის გულისხმობის პრინციპით 10 მილიმეტრის ტოლია, ხოლო **acad** შაბლონისათვის უდრის 0.50 დუიმს.
A4 ზომის ჩარჩოსათვის **Grid** და **Snap** მნიშვნელობების დასაყენებლად საჭიროა:
1. **acadiso** შაბლონის შექმნა

2. **Tools** > **Drafting Settings** ბრძანების შესრულება.
რის შემდეგაც ეკრანზე გაიხსნება **Drafting Settings** დიალოგური ფანჯარა (ნახ. 12.9).
3. უნდა გააქტიურდეს ჩანართი **Snap and Grid**. მასზე დაყენდეს **Grid on** და **Snap on** ალმები. შემდეგ კი შესაბამის ველებში შეტანილ იქნეს X და ღერძების გასწვრივ დაყოფის ბიჯები.
4. თავდაპირველად, ბადე გაჩნდება გრაფიკული ეკრანის ქვედა მარცხენა კუთხეში. **Zoom** ბრძანების **All** ოფციის გამოყენებით ბადე გაიშლება მთელ ეკრანზე (ნახ. 10). ბადის ჩართვა/გამორთვა ხორციელდება <**F7**> ფუნქციური კლავიშით ან რეჟიმების პანელზე **GRID**-ზე დაჭერით; მიბმის ჩართვა/გამორთვა კი <**F9**> ფუნქციურ კლავიშზე დაჭერით ან რეჟიმების პანელზე **SNAP** ღილაკზე დაჭერით.



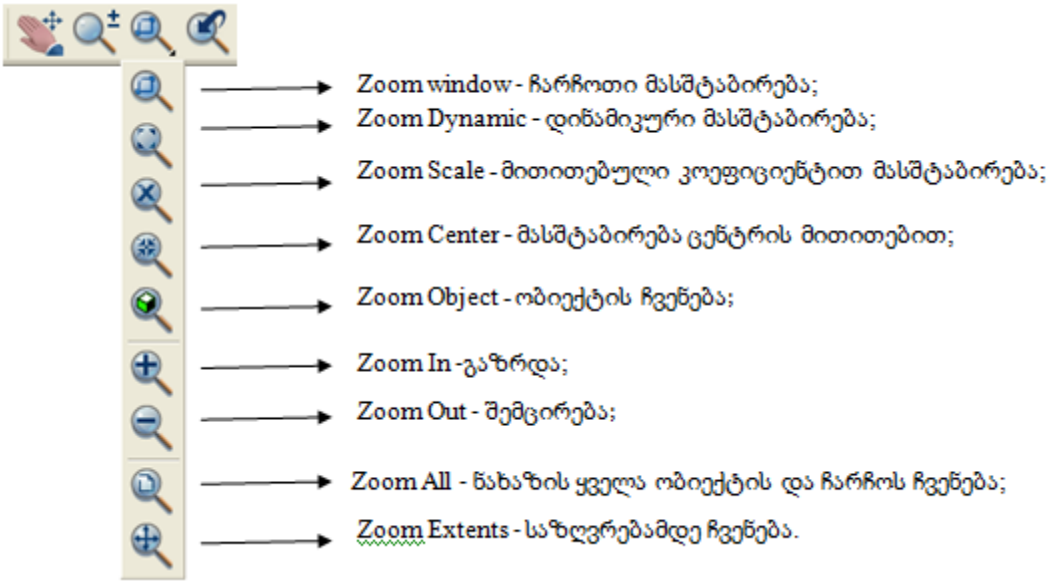
ნახ. 12.10

12.2.4. ნახაზის დათვალიერება

ნახაზთან მუშაობისას მისი ცალკეული ელემენტის დათვალიერებისათვის ხშირად საჭიროა დათვალიერების არის შეცვლა, რისთვისაც გამოიყენება გრაფიკული ეკრანის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაფურცვლის ზოლები, აგრეთვე სტანდარტულ **(Standard)** ხელსაწყოთა

პანელზე არსებული ღილაკები  . პირველი უზრუნველყოფს პანორამირებას, ხოლო მეორე _ მასშტაბირებას. პანორამირების ღილაკზე ხელის დაჭერა და აშვება ცვლის გრაფიკულ ზონაში მყოფი კურსორის ფორმას – ხელის მტევნის ფორმად, რომელიც წარმოადგენს პანორამირების ნიშანს. მაუსის მარცხენა ღილაკის დაჭერილ მდგომარეობაში კურსორის გადაადგილებისას გადაადგილდება მთლიანი ნახაზი, რაც ხელმისაწვდომს ხდის მხედველობის არის გარეთ მყოფი ნახაზის ნაწილებს როგორც დათვალიერებისათვის, ასევე რედაქტირებისათვის, ანუ მათზე შემდგომი მუშაობისათვის. ნახაზის პანორამირებისას მისი მასშტაბი რჩება უცვლელი, იცვლება მხოლოდ ნახაზის ასახვის არე. პანორამირების რეჟიმიდან გამოსასვლელად საჭიროა **<Esc>** ან **<Enter>** ღილაკებზე დაჭერა ან კონტექსტური მენიუს გამოყენება.  ღილაკით ხორციელდება ზუმირება (ნახაზის ასახვის მასშტაბის შეცვლა გამოსახულების ცენტრის შენარჩუნებით). ზუმირების ღილაკზე დაჭერის შემდეგ, გრაფიკულ ზონაში მყოფი კურსორი იღებს ზუმირების ღილაკზე გამოსახულ ფორმას. მაუსის მარცხენა ღილაკზე დაჭერილ მდგომარეობაში მაუსის ზემოთ გადაადგილებისას ნახაზის გამოსახულება გადიდდება, ხოლო ქვემოთ გადაადგილებისას მცირდება.

 ღილაკების მარჯვნივ მდებარეობს ჩამოშლადი ღილაკი  (სამკუთხედით მარჯვენა ქვედა კუთხეში) (ნახ. 12.11), რომელიც შეიცავს **ZOOM** ბრძანების სხვადასხვა ვარიანტს. ამ ღილაკზე მაუსის დაჭერისას ღილაკების სახით **ZOOM** ბრძანების შესრულების სხვადასხვა ვარიანტის ჯგუფი გამონათდება, რომელიც **ZOOM** ხელსაწყოთა პანელის (ნახ. 12) ანალოგიურია.



ნახ. 12.11

Zoom ბრძანების (რომლითაც გრაფიკულ ეკრანზე გამოსატანი ნახაზის ნაწილის საზღვრებისა და მასშტაბის დაყენება ხორციელდება) გამოძახება შეიძლება აგრეთვე **View** ჩამოშლადი მენიუდან.



ნახ. 12.12

Zoom Window ღილაკის არჩევის შემთხვევაში **AutoCAD**

სისტემა მოითხოვს მართკუთხედის ორი კუთხის მითითებას, რომლითაც განისაზღვრება მთელ გრაფიკულ ეკრანზე გასადიდებელი ნახაზის ფრაგმენტი.

Zoom Dynamic ღილაკი იძლევა ნახაზის გასადიდებელი ნაწილის დინამიკურად მითითების საშუალებას.

Zoom Scale ღილაკის არჩევისას სისტემა მოითხოვს რიცხვის სახით მასშტაბის შეტანას. მასშტაბის ერთზე დიდი მნიშვნელობა გაზრდის გამოსახულებას (ახლოს მოიტანს ობიექტებს), ერთზე ნაკლები მნიშვნელობა კი – შეამცირებს გამოსახულებას (შორს წაიღებს ობიექტებს).

Zoom Center ღილაკის არჩევისას სისტემა ჯერ მოითხოვს ასახვის მომავალი ფანჯრის ცენტრის მითითებას, ხოლო შემდეგ მის ვერტიკალურ ზომას.

Zoom Object ღილაკის არჩევისას სისტემა მოითხოვს ნახაზის იმ ობიექტის ან ობიექტების მონიშვნას (მონიშვნა მთავრდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით), რომელთა ასახვა უნდა მოხდეს მთელ გრაფიკულ ეკრანზე.

Zoom In და **Zoom Out** ღილაკებით ხდება, შესაბამისად, გრაფიკულ ეკრანზე არსებული ნახაზის გამოსახულების გადიდება ან შემცირება. ღილაკზე ყოველი დაჭერით ორჯერ იზრდება (მცირდება) ნახაზის გამოსახულება.

Zoom All ღილაკის არჩევისას **AutoCAD** სისტემა ავტომატურად შეარჩევს მინიმალური ზომის ფანჯარას, რომელშიც მთლიანად მოთავსდება როგორც ნახაზში აგებული ობიექტები, ასევე **Limits** ბრძანებით დაყენებული ნახაზის ჩარჩოები.

Zoom Extents ღილაკის არჩევისას **AutoCAD** სისტემა ავტომატურად შეარჩევს მინიმალური ზომის ფანჯარას, რომელშიც მთლიანად მოთავსდება მხოლოდ ნახაზში აგებული ობიექტები (ნახაზის ჩარჩოების გათვალისწინების გარეშე).

12.2.5. წერტილის კოორდინატების შეტანის ხერხები

AutoCAD სისტემის ბრძანებათა უმრავლესობის შესასრულებლად საჭიროა წერტილის მითითება. ამის გაკეთება შესაძლებელია გრაფიკული ეკრანის შერჩეულ პოზიციაში კურსორის მიყვანითა და მაუსის მარცხენა ღილაკზე დაჭერით.

წერტილის მითითება აგრეთვე შესაძლებელია კლავიატურიდან კოორდინატების შეტანით. კოორდინატების შეტანა ხორციელდება სხვადასხვა ხერხით.

მოვიყვანოთ ეს ხერხები ორგანზომილებიანი აგებებისათვის:

_ **აბსოლუტური მართკუთხა კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება კოორდინატთა სისტემის სათავიდან. მაგალითად, 3.4,4.6; სადაც 3.4 არის **X** კოორდინატა, ხოლო 4.6 - **Y** კოორდინატა. კოორდინატები ერთმანეთისგან გამოიყოფა მძიმით.

_ **აბსოლუტური პოლარული კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება კოორდინატთა სისტემის სათავიდან მოცემულ წერტილამდე მანძილით და იმ კუთხით, რომელიც იქმნება **X** ღერძის დადებით მიმართულებასთან. მაგალითად, 3.4<90. აქ 3.4 არის მანძილი, 90 – კი კუთხე.

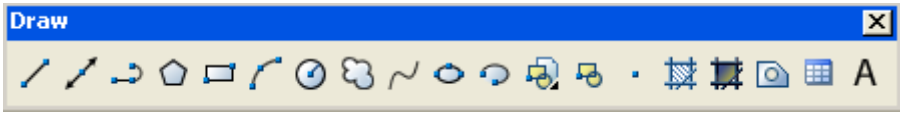
_ **ფარდობითი მართკუთხა კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება წინამდებარე წერტილის მიმართ. მაგალითად, @3.4,4.6, სადაც 3.4 არის **X** კოორდინატა წინამდებარე წერტილის მიმართ, ხოლო 4.6 - **Y** კოორდინატა წინამდებარე წერტილის მიმართ.

_ **ფარდობითი პოლარული კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება წინამდებარე წერტილის მიმართ. მაგალითად, @3.4<90, სადაც 3.4 არის მანძილი წინამდებარე წერტილის მიმართ, ხოლო 90 _ კუთხე **X** ღერძის დადებით მიმართულებასთან.

12.3. პრიმიტივები

მონაკვეთები, რკალები, წრეწირები და სხვა გრაფიკული ობიექტები წარმოადგენს იმ ელემენტებს, რომელთაგანაც შედგება ნებისმიერი ნახაზი. **AutoCAD** სისტემაში მათ პრიმიტივებს უწოდებენ. განასხვავებენ მარტივ და შედგენილ პრიმიტივებს. მარტივი პრიმიტივების რიცხვს მიეკუთვნება: წერტილი, მონაკვეთი, წრეწირი, რკალი, წრფე, სხივი, ელიფსი, მრუდი, ერთსტრიქონიანი ტექსტი, ხოლო რთულ პრიმიტივებს _ პოლიხაზი, მულტიხაზი, მულტიტექსტი (მრავალსტრიქონიანი ტექსტი), ცხრილი, ზომა, დაშტრიხვა და ა.შ.

პრიმიტივების ხაზვის ბრძანებების გამოძახების ღილაკები მოთავსებულია **Draw** ხელსაწყოთა სტრიქონზე (ნახ. 12.13). წინამდებარე თავში განხილულია ამ ხელსაწყოთა სტრიქონზე არსებული ღილაკების (ხელსაწყოების) შესაბამისი ბრძანებების გამოყენება მარტივი ორგანზომილებიანი ნახაზების ასაგებად.



ნახ. 12.13

12.3.1. მონაკვეთი LINE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Line	line ან l

მონაკვეთის აგებას **AutoCAD** სისტემაში უზრუნველყოფს ბრძანება **Line** (მონაკვეთი). ის აგებს როგორც ცალკეულ მონაკვეთებს, ასევე მონაკვეთების ერთობლიობას (ტეხილს). იგი მუშაობს ციკლურად და ყოველი მომდევნო მონაკვეთის საწყისი წერტილი ებმება წინა მონაკვეთის ბოლო წერტილს. ასეთი სახით აგებული ტეხილის ყოველი მონაკვეთი დამოუკიდებელ ობიექტს წარმოადგენს.

ბრძანება **Line** გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა მუშაობა ცალკეულ სეგმენტთან, ხოლო მაშინ, როდესაც აუცილებელია მონაკვეთების ნაკრები (ტეხილი) წარმოადგენდეს ერთიან ობიექტს, საჭიროა ბრძანების **PolyLine** (პოლიხაზი) გამოყენება, რომელსაც შემდგომ განვიხილავთ.

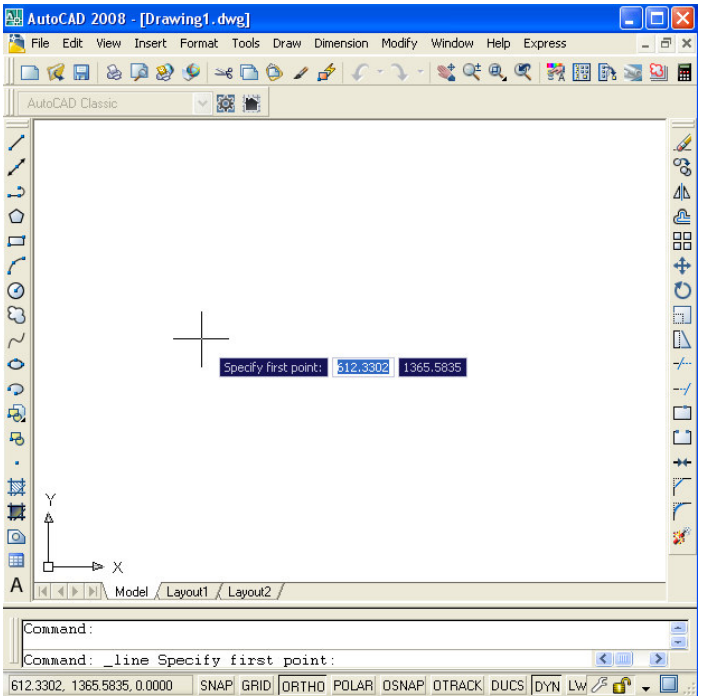
ბრძანება **Line** თავდაპირველად მოითხოვს მონაკვეთის საწყისი წერტილის კოორდინატებს:

Specify first point:

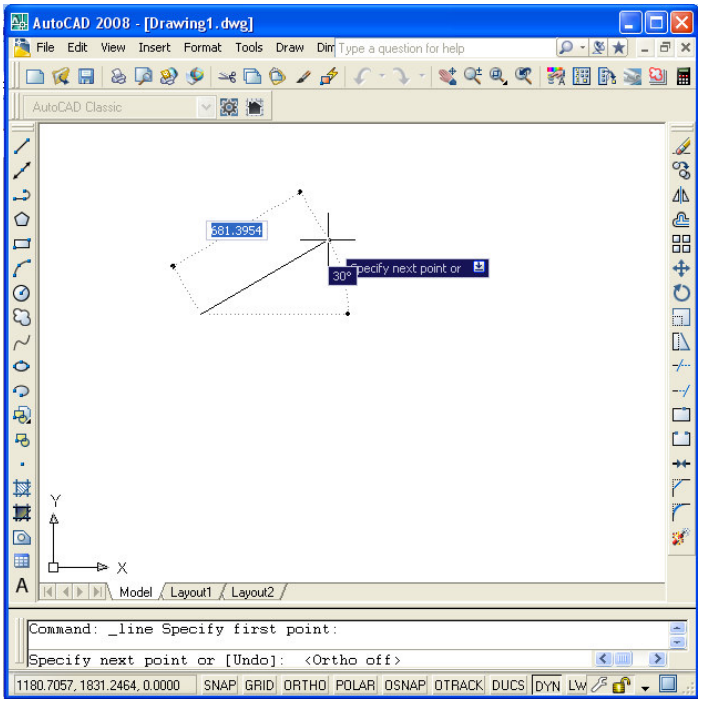
(პირველი წერტილი:)

მონაკვეთის პირველი წერტილის შეტანის უმარტივეს ხერხს წარმოადგენს გრაფიკული ეკრანის არეში მისი მითითება მაუსის საშუალებით. ამ პროცესს აადვილებს დინამიკური შეტანის რეჟიმი, რომელსაც სამ მცირე ზომის ფანჯარაში გამოაქვს არა მხოლოდ სისტემის მოთხოვნა, არამედ კურსორის მიმდინარე კოორდინატებიც (ნახ. 12.14).

წერტილის მითითებისას შეიძლება აგრეთვე კოორდინატთა მთვლელზე ორიენტირება, სადაც აისახება კურსორის მიმდინარე პოზიციის კოორდინატები.



ნახ. 12.14



ნახ. 12.15

წერტილის მითითებისას შეიძლება აგრეთვე კოორდინატთა მთვლელზე ორიენტირება, სადაც აისახება კურსორის მიმდინარე პოზიციის კოორდინატები.

საწყისი წერტილის მითითება შეიძლება მონაკვეთის საწყისი წერტილის სავარაუდო პოზიციაში მაუსის მარცხენა ღილაკით დაწკაპუნებით. პირველი წერტილის მითითების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს მომდევნო წერტილის მითითებას

Specify next point or [Undo]:

(შემდეგი წერტილი ან [გაუქმება]:)

მონაკვეთის ბოლო წერტილის სავარაუდო პოზიციისაკენ კურსორის გადაადგილებისას **AutoCAD** სისტემას დინამიკურად გამოაქვს წერტილის მითითების მოთხოვნა, ოღონდ მასში, კურსორის მიმდინარე კოორდინატების ნაცვლად, ასახულია წანაცვლება წინამდებარე წერტილის მიმართ. წანაცვლების სახით ნაჩვენებია მანძილი და დახრის კუთხე X ღერძის დადებით მიმართულებასთან (ნახ. 12.15).

მაუსის მარცხენა ღილაკით მომდევნო წერტილის მითითების შემთხვევაში აიგება ამ ორი წერტილის დამაკავშირებელი მონაკვეთი.

პარალელურად, მონაკვეთის აგების პროცესში, **Line** ბრძანების მოთხოვნა აისახება საბრძანებო სტრიქონშიც (ნახ. 12.15).

Undo (გაუქმება) ოფციის არჩევის შემთხვევაში გაუქმდება ბოლო შესრულებული მოქმედება, ანუ საწყისი წერტილის შეტანა.

თუ სისტემის მოთხოვნაზე პასუხად ავირჩევთ მუშაობის გაგრძელების მთავარ ვარიანტს და არა ოფციას, ანუ მივუთითებთ მეორე წერტილს, **Line** ბრძანება ააგებს მონაკვეთს, მაგრამ ამით არ დასრულდება ბრძანება და სისტემა კვლავ მოითხოვს მომდევნო წერტილის მითითებას

Specify next point or [Undo]:

(შემდეგი წერტილი ან [გაუქმება]:)

ამ მოთხოვნაზე პასუხის გაცემის შემდეგ სისტემა ისევ მოითხოვს

Specify next point or [Close/ndo]:

(შემდეგი წერტილი ან [ჩაკეტვა/გაუქმება]:)

Close (ჩაკეტვა) ოფციის არჩევისა და <**Enter**> ღილაკზე დაჭერის შემთხვევაში დაიხაზება კიდევ ერთი მონაკვეთი, რომელიც დააკავშირებს ბოლოს აგებული მონაკვეთის ბოლო წერტილს პირველი მონაკვეთის საწყის წერტილთან და ამით დასრულდება **Line** ბრძანება (ნახ. 2-4). დინამიკურ რეჟიმში (როდესაც ჩართულია **DYN** ღილაკი) წერტილების შეტანა, მეორე წერტილიდან დაწყებული, ხორციელდება ფარდობით პოლარულ კოორდინატებში.

Line ბრძანების დასრულება შეიძლება აგრეთვე კონტექსტური მენიუს საშუალებით. კონტექსტური მენიუს ეკრანზე გამოსატანად კურსორი უნდა განვათავსოთ გრაფიკულ არეში, დავაჭიროთ მაუსის მარჯვენა ღილაკს და ჩამოშლილი მენიუდან შევასრულოთ <**Enter**> ბრძანება.

.

12.3.2. ობიექტის სახასიათო წერტილებზე მიბმა

წერტილების შეტანის კიდევ ერთ ხერხს წარმოადგენს წერტილების მითითება ობიექტური მიბმის ფუნქციის გამოყენებით.

ხშირად ნახაზზე საჭიროა ახალი ობიექტების მიბმა ადრე დახაზულ ობიექტთან. მაგალითად, ახალი მონაკვეთი უნდა იწყებოდეს უკვე დახაზული მონაკვეთის ბოლო წერტილიდან ან ზუსტად შუა წერტილიდან. **AutoCad**-ში არსებობს ობიექტური მიბმის ფუნქცია (**OSNAP – Object Snap**), რომელიც იძლევა ახალი წერტილების მითითების საშუალებას, ადრე დახაზული გრაფიკული ობიექტების სახასიათო ან რაიმე სხვა წერტილების მიმართ. ეს ძალიან აიოლებს ხაზვის პროცესს და უზრუნველყოფს გეომეტრიული აგებების სიზუსტეს.

ობიექტის სახასიათო წერტილებზე მიბმას უზრუნველყოფს **Object Snap** (ობიექტური მიბმა) ხელსაწყოთა პანელზე (ნახ. 12.16) არსებული ღილაკებით.



ნახ. 12.16

Object Snap პანელის ხელსაწყოთა დანიშნულება:

პიქტოგრამა	პიქტოგრამის სახელწოდება	დანიშნულება
	**Temporary OTRACK point**	მიდევნების განხორციელება შუალედური წერტილის გამოყენებით.
	**Snap From**	წანაცვლება რაიმე სხვა (შუალედური) წერტილიდან
	**Snap to Endpoint**	ბოლო წერტილზე მიბმა (ახდენს მიბმას მონაკვეთებისა და რკალების საწყის და ბოლო წერტილებზე)
	**Snap to Midpoint**	შუა წერტილზე მიბმა (ახდენს მიბმას მონაკვეთებისა და რკალების შუა წერტილზე)
	**Snap to Intersection**	გადაკვეთაზე მიბმა (ახდენს მიბმას ობიექტების თანაკვეთის წერტილზე.
	**Snap to Apparent Intensect**	შესაძლო თანაკვეთაზე მიბმა (პოულობს ორი გრაფიკული ობიექტის წარმოსახვითი გადაკვეთის წერტილს)
	**Snap to Extension**	წაგრძელებაზე მიბმა (აგრძელებს სწორხაზოვან და რკალურ სეგმენტებს. მიბმის ამ რეჟიმის გამოყენების შემთხვევაში, სეგმენ-ტის ბოლო წერტილზე კურსორის მიყვანისას, მცირეოდენი დაყოვნების შემდეგ გაჩნდება „პლუს“ ნიშანი. კურსორის ამოძრავებასთან ერთად გამოჩნდება სეგმენტის წყვეტილოვანი გაგრძელება და სისტემა საშუალებას მისცემს მომხმარებელს დააფიქსიროს წერტილი ამ გაგრძელებაზე).
	**Snap to Center**	ცენტრზე მიბმა (ახდენს მიბმას წრეწირის, რკალისა და ელიფსის ცენტრებზე)
	**Snap to Quadrant**	პოლუსებზე მიბმა (ახდენს მიბმას რკალის, ელიფსისა და წრეწირის პოლუსებზე კუთხით 0, 90, 180, 270)
	**Snap to Tangent**	მხებზე მიბმა (მიაბამს ისე, რომ შეიქმნას რკალის, წრეწირის ან ელიფსის მხები)
	**Snap to Perpendicular**	მართობზე მიბმა (პოულობს წერტილს გრაფიკულ ობიექტზე, რომელიც წარმოიქმნება წინამდებარე წერტილიდან ამ ობიექტზე მართობის დაშვებით)
	**Snap to Parallel**	პარალელურად მიბმა (აგრძელებს მონაკვეთს უკვე არსებული მონაკვეთის პარალელურად)
	**Snap to insert**	ჩასმის წერტილზე მიბმა (პოულობს ბლოკისა და ტექსტის ჩასმის წერტილს)

	**Snap to Node**	წერტილზე მიბმა
	**Snap to Nearest**	ნებისმიერი ობიექტის უახლოეს წერტილზე მიბმა
	**Snap to none**	მიბმის გაუქმება
	**Object snap Setting**	ობიექტზე მიბმის მუდმივი რეჟიმის დაყენება (ამ ოფციით Draffting Setting ფანჯრის Object Snap ჩანართზე უნდა დაყენდეს ალმები იმ რეჟიმებთან, რომელთა გამოყენება ხშირად არის საჭირო მიმდინარე ნახაზში)

12.3.3. ხაზვის რეჟიმები

რთული აგებების გაადვილების მიზნით, **AutoCAD** სისტემაში გათვალისწინებულია მთელი რიგი რეჟიმები, რომლებიც მომხმარებელს აძლევს გრაფიკულ ეკრანზე დამატებითი ბადის გამოტანის საშუალებას; მუშაობის შესაძლებლობას მხოლოდ ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ წრფეებთან; ზოგიერთი კუთხის მიდევნების განხორციელებას და ა.შ. რეჟიმების ღილაკები თავმოყრილია რეჟიმების სტრიქონში, რომელიც მდებარეობს საბრძანებო სტრიქონის ქვემოთ. რეჟიმის ღილაკის ჩართვა/გამორთვა ხორციელდება მასზე მაუსის მარცხენა ღილაკის დაწკაპუნებით.

SNAP (მიბმა) ღილაკი იძლევა ბადის წერტილებზე მიბმის საშუალებას. **SNAP** (მიბმა) ღილაკის როლს ასრულებს აგრეთვე ფუნქციური ღილაკი <**F9**>.

GRID (ბადე) ღილაკით ხდება გრაფიკულ ზონაში ბადის გამოტანის რეჟიმის ჩართვა/გამორთვა. ამ ღილაკის ანალოგს წარმოადგენს ფუნქციური ღილაკი <**F7**>.

ORTHO (ორთო) ღილაკით ხდება ორთოგონალური რეჟიმის ჩართვა/გამორთვა. ამ რეჟიმის ჩართვის შემთხვევაში **AutoCAD** სისტემა იძლევა მხოლოდ ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ხაზების გავლების საშუალებას. მისი ჩართვა/გამორთვა შესაძლებელია აგრეთვე ფუნქციური ღილაკით <**F8**>. **ORTHO** რეჟიმის დროებითი ჩართვისათვის შეიძლება <**Shift**> ღილაკის გამოყენება. თუ ხაზის გავლების პროცესში <**Shift**> ღილაკი დაჭერილ მდგომარეობაშია, **ORTHO** რეჟიმის მიმდინარე მდგომარეობა შეიცვლება საწინააღმდეგოთი.

POLAR (პოლარული) ღილაკი წარმოადგენს **ORTHO** რეჟიმის გავრცელებას კუთხეებზე და იძლევა X ღერძის დადებითი მიმართულების მიმართ ამა თუ იმ წინასწარ დაფიქსირებული კუთხით დახრილი ხაზის გავლების საშუალებას. ამ ღილაკის ანალოგს წარმოადგენს <**F10**> ფუნქციური კლავიში.

POLAR (პოლარული) რეჟიმის ჩართვისას ავტომატურად გამოირთვება **ORTHO** რეჟიმი და პირიქით.

OSNAP (მიბმა) ღილაკი იძლევა ობიექტური მიბმის დაყენებული ფუნქციების მუდმივად მოქმედების რეჟიმის ჩართვა/გამორთვის საშუალებას. ობიექტზე წერტილის მითითებისას **AutoCAD** სისტემა განსაზღვრავს ამ წერტილზე ობიექტური მიბმის ფუნქციას (შუა წერტილი, მხები და ა.შ.). ამ ღილაკის ანალოგს წარმოადგენს <**F3**> ფუნქციური ღილაკი.

OTRACK (მიდევნება) ღილაკით ხდება ობიექტური მიდევნების რეჟიმის ჩართვა/გამორთვა. ამ რეჟიმით **AutoCAD** სისტემა იძლევა შუალედური წერტილიდან, რომლის მითითება ხდება

ობიექტური მიბმით, პოლარული მიდევნების გამოყენების საშუალებას. ამ ღილაკის ანალოგს წარმოადგენს <**F11**> ფუნქციური ღილაკი.

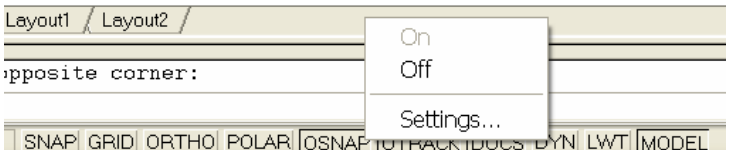
DYN (დინამიკა) ღილაკით ხდება შეტანის დინამიკური ასახვის რეჟიმის ჩართვა/გამორთვა. რეჟიმის გამორთვის შემთხვევაში შესატანი ან მისათითებელი მნიშვნელობები ჩანს მხოლოდ საბრძანებო სტრიქონში. ამ რეჟიმის ჩართვა/გამორთვისათვის შესაძლებელია აგრეთვე <**F12**> ფუნქციური კლავიშის გამოყენება.

LWT (სისქე) ღილაკი ჩართავს/გამორთავს ნახაზის ელემენტის წონის ასახვის რეჟიმს. წონა არის ხაზის სისქე, რომლითაც ხაზი იქნება გამოტანილი პრინტერსა ან პლოტერზე.

MODEL (მოდელი) ღილაკი იძლევა მოდელისა და ფურცლის სივრცეებს შორის გადართვის საშუალებას.

12.3.4. ხაზვის რეჟიმების პარამეტრების დაყენება

ხაზვის რეჟიმების პარამეტრების დაყენება ხორციელდება **DSETTINGS** ბრძანების საშუალებით, რომლითაც იხსნება **Drafting Settings** (ხაზვის რეჟიმები) დიალოგის ფანჯარა. ამ ფანჯრის ეკრანზე გამოტანა შეიძლება აგრეთვე მენიუს **Tools⇒Drafting Settings ...** ან რეჟიმების სტრიქონის ღილაკების (გარდა **ORTHO**, **LWT**, ღილაკებისა) კონტექსტური მენიუს **Settings** (დაყენება) ბრძანებით, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე 12.17.



ნახ. 12.17

Drafting Settings დიალოგურ ფანჯარას (ნახ. 18) აქვს ოთხი ჩანართი: **Snap and Grid** (მიბმა და ბადე), **Polar Tracking** (პოლარული მიდევნება), **Object Snap** (ობიექტური მიბმა) და **Dynamic Input** (დინამიკური შეტანა).

Snap and rid (მიბმა და ბადე) ჩანართი იძლევა ბადის კვანძებზე მიბმის ბიჯისა და ბადის პარამეტრების დაყენების საშუალებას.

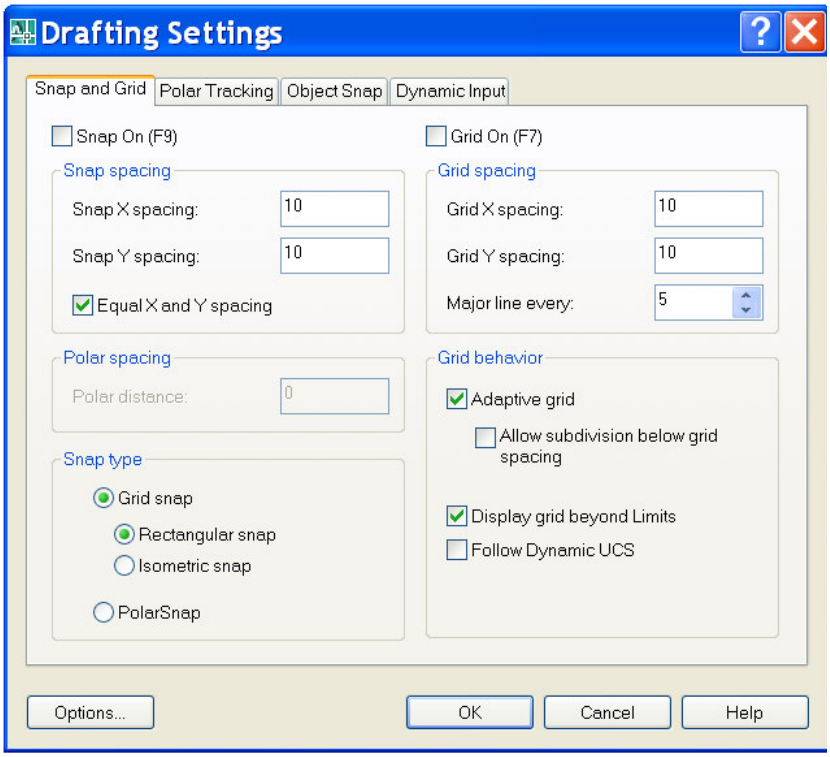
ჩანართის ზედა ნაწილში მდებარე ორი ალამი ასახავს **Snap On** და **Grid on** რეჟიმების მდგომარეობას. ჩანართის დანარჩენი ნაწილი შეიცავს ოთხ არეს. **Snap spacing** (მიბმის ბიჯი) არეში მაუსის ბიჯებისათვის მოცემულია ბადის კვანძების პარამეტრები. ესენია: მანძილი ორივე ღერძის გასწვრივ, ჰორიზონტალის მიმართ ბადის დახრის კუთხე და ბადის კოორდინატების ათვლის წერტილი. **Grid spacing** (ბადის ბიჯი) არეში მოცემულია ბადის პარამეტრები – X და **Y** ღერძების გასწვრივ ბიჯების მნიშვნელობები.

Polar Tracking (პოლარული მიდევნება) ჩანართი (ნახ. 12.19) იძლევა მითითებული ბიჯით კუთხეების მიდევნების საშუალებას.

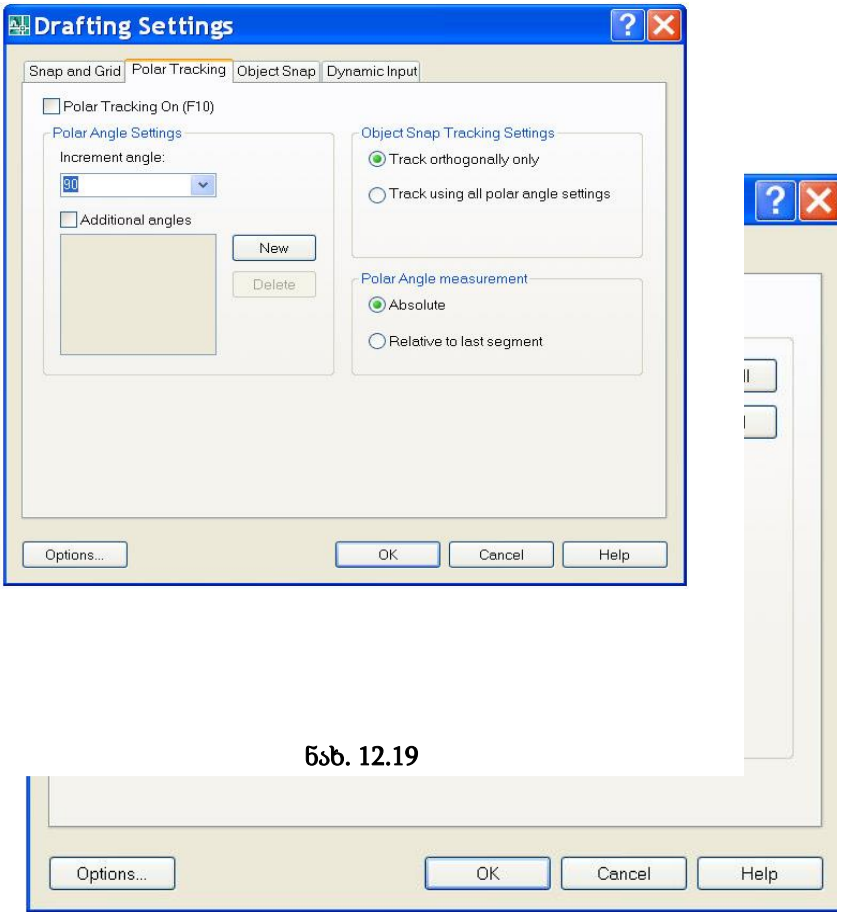
ბიჯის მისათითებლად ჩამოშლად **Increment angle** (კუთხური ბიჯი) სიაში ხელმისაწვდომია კუთხის 5, 10, 18, 22.5, 30, 45, 90 მნიშვნელობები. თუ საჭიროა განსხვავებული მნიშვნელობების მქონე კუთხეების მიდევნება, საჭიროა **Additional angles** (დამატებითი კუთხეები) ალმის დაყენება და **New** ღილაკზე დაჭერა, რომელიც იძლევა კუთხის ახალი მნიშვნელობის შეტანის საშუალებას. **Delete** ღილაკით შესაძლებელია კუთხის ზედმეტი მნიშვნელობების სიიდან ამოშლა.

Object Snap Tracking Settings (ობიექტური მიდევნება) არე იძლევა ობიექტური მიდევნების რეჟიმის კუთხეების დაყენების საშუალებას: მხოლოდ ორთოგონალურის (**Track orthogonally only**) ან ყველა პოლარული კუთხის (**track using all polar angle settings**).

Polar Angle measurement (პოლარული კუთხეების ათვლა) არეში მოიცემა პოლარული კუთხეების გაზომვის ხერხები: **Absolute** (აბსოლუტური) ან **Relative to last segment** (ბოლო სეგმენტიდან).

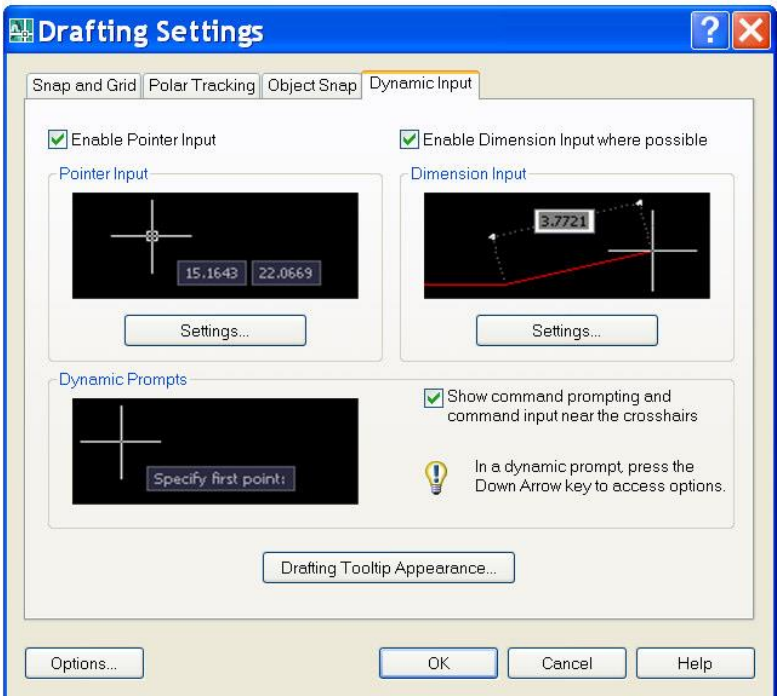


ნახ. 12.18



ნახ. 12.19

ნახ. 12.20



ნახ.12. 21

Object Snap (ობიექტური მიბმა) ჩანართი (ნახ. 12.20) მართავს ობიექტური მიბმისა და ობიექტური მიდევნების რეჟიმების პროცესს. ამ ჩანართზე შესაძლებელია ობიექტური მიბმის კონკრეტული ფუნქციის მუდმივად (სანამ იგი არ იქნება გამორთული მომხმარებლის მიერ) ჩართვა, რისთვისაც საჭიროა ალმის დაყენება შესაბამისი ფუნქციის სახელის მარცხნივ მდებარე კვადრატში. იქვე მითითებულია კურსორის ფორმა, რომელიც გაჩნდება მითითებულ წერტილზე მიბმის შემთხვევაში.

ჩანართი **Dynamic Input** (დინამიკური შეტანა) (ნახ. 12.21) განკუთვნილია შეტანის დინამიკური ასახვის რეჟიმის დაყენებისათვის.

ამ ჩანართზე განთავსებულია სამი არე:

Pointer Input (შეტანა მაუსის საშუალებით) – მართავს წერტილების დინამიკურ შეტანას;

Dimension Input (ზომების შეტანა) – მართავს ობიექტის აგებისას მისი ზომების ასახვას;

Dynamic Prompts (დინამიკური შეტყობინება) _ მართავს შეტყობინების ფორმასა

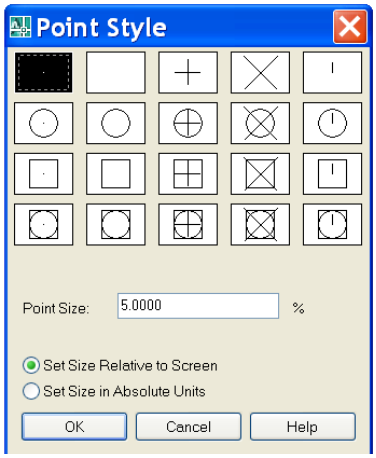
და მოცულობას.

12.3.5. მარტივი პრიმიტივები
წერტილი POINT

AutoCAD სისტემის საინტერესო პრიმიტივს წარმოადგენს წერტილი. მისი აგებისათვის გამოიყენება **POINT** (წერტილი) ბრძანება. წერტილი, როგორც გრაფიკული ობიექტი, შეიძლება იქნეს საჭირო, მაგალითად, ნახაზზე წრეწირის, რკალის ან ელიფსის ცენტრის აღნიშვნისათვის. ზოგ შემთხვევებში მიზანშეწონილია წერტილის აღნიშვნა იმისათვის, რომ მოგვიანებით იგი გამოყენებულ იქნეს მიმდინარე ნახაზში სხვა ობიექტის ჩასმის წერტილად და ა.შ. გამოყენების შემდეგ კი შეიძლება მისი წაშლა.

წერტილის სტილის შერჩევა POINT STYLE

წერტილის გამოყენებამდე საჭიროა წერტილის მარკერის ფორმის და ზომის შერჩევა, ვინაიდან გულისხმობის პრინციპით მიღებული წერტილი შეიძლება ნახაზზე არ გამოჩნდეს. არსებობს 20 სახის წერტილის მარკერი. წერტილის სტილის შესაქმნელად საჭიროა **Point style** (წერტილის სტილი) ბრძანების შესრულება. ეკრანზე გაიხსნება ფანჯარა სახელწოდებით **Point style** (ნახ. 12.22).



ნახ. 12.22

Point size (წერტილის ზომა) ველი განკუთვნილია წერტილის სასურველი ზომის აბსოლუტურ ერთეულებში მისათითებლად, თუ ჩართულია **Set size in Absolute units** (აბსოლუტურ ერთეულებში) გადამრთველი ან ეკრანთან პროცენტული მიმართებით, თუ ჩართულია გადამრთველი **Set size Relative to screen** (ეკრანთან მიმართებით).

ბრძანების POINT გამოძახება

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Point→რეჟიმები	point

Point ბრძანების შესაბამის პიქტოგრამაზე დაჭერის შემდეგ სისტემა სტრიქონი ციკლურად მოითხოვს წერტილის ადგილმდებარეობის მითითებას.

Specify a point:

(მიუთითეთ წერტილი:)

ტექსტური მენიუდან ბრძანების შესრულებისას კი სისტემა იძლევა **Point** ბრძანების შესრულების წარმოდგენილი რეჟიმებიდან ერთ-ერთის არჩევის საშუალებას. ეს რეჟიმებია:

- **Single point** (ერთი წერტილი) _ უზრუნველყოფს წერტილის ერთჯერად ჩასმას ნახაზში.
- **Multiple Point** (მრავალი წერტილი) _ უზრუნველყოფს წერტილის მრავალჯერად ჩასმას.
- **Divide** (დაყოფა) _ უზრუნველყოფს პრიმიტივის დაყოფას ტოლ ნაწილებად.
- **Measure** (გადაზომვა) _ უზრუნველყოფს პრიმიტივის დაყოფას ტოლი სიგრძის ნაწილებად.

განვიხილოთ უფრო დაწვრილებით **Point** ბრძანების შესრულების **Divide** (დაყოფა) და **Measure** (გადაზომვა) რეჟიმები.

ობიექტის დაყოფა ტოლ ნაწილებად DIVIDE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
არა აქვს	Draw→Point→Divide	divide ან div

რეჟიმი **Divide** (დაყოფა) გამოიყენება პრიმიტივის დასაყოფად ტოლი რაოდენობის ნაწილებად. სისტემა **AutoCAD** მოითხოვს ნაწილებად დასაყოფი პრიმიტივის მონიშვნას

Select object to divide:

(მონიშნეთ ობიექტი დაყოფისათვის:)

პრიმიტივის მონიშვნის შემდეგ სისტემა ითხოვს ნაწილების რაოდენობის შეტანას ან ოფციას

Enter the number of segments or [Block]:

(სეგმენტების რაოდენობა ან [ბლოკი]:)

პრიმიტივი დაიყოფა მითითებული რაოდენობის ნაწილებად და ნაწილების ბოლოებში მოთავსდება წერტილის არჩეული მარკერები.

Block (ბლოკი) ოფციის არჩევის შემთხვევაში დაყოფილი ნაწილების ბოლოებში მოთავსდება არა წერტილის მარკერი, არამედ ბლოკები (ბლოკებს განვიხილავთ შემდგომ).

ობიექტის დაყოფა ტოლი სიგრძის ნაწილებად MEASURE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
არა აქვს	Draw→Point→Measure	measure ან me

რეჟიმი **MEASURE** (გადაზომვა) გამოიყენება პრიმიტივის დასაყოფად მითითებული სიგრძის ნაწილებად. **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს გადასაზომი ობიექტის მონიშვნას.

Select object to Measure:

(მონიშნეთ გადასაზომი ობიექტი:)

ხოლო შემდეგ სეგმენტის სიგრძეს ან ოფციას

Specify length of segment or [Block]:

(სეგმენტის სიგრძე ან [ბლოკი]:)

შედეგად, ობიექტი დაიყოფა მითითებული სიგრძის ნაწილებად და ყოველი ნაწილის ბოლოში მოთავსდება წერტილის მარკერი. **Block (**ბლოკი) ოფციის არჩევის შემთხვევაში ნაწილების ბოლოებში მოთავსდება არა წერტილის მარკერები, არამედ მითითებული ბლოკი (**DIVIDE** რეჟიმის ანალოგიურად**)**.

წრეწირი CIRCLE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw → Circle→ მეთოდი	circle ან c

წრეწირი იხაზება **CIRCLE** (წრეწირი) ბრძანების საშუალებით. მისი აგება შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდით. გულისხმობის პრინციპით წრეწირი აიგება ცენტრის კოორდინატითა და რადიუსით. შესაძლებელია ცენტრის კოორდინატის და დიამეტრის მითითება ან მხოლოდ დიამეტრის, თუ შეტანილი იქნება მისი საწყისი და ბოლო წერტილების კოორდინატები. წრეწირი აგრეთვე აიგება მასზე მდებარე ნებისმიერი სამი წერტილით. ამას გარდა, არსებობს ისეთი

წრეწირის აგების საშუალება, რომელიც ეხება ნახაზის სამ ან ორ ობიექტს (უკანასკნელ შემთხვევაში საჭირო იქნება აგრეთვე რადიუსის მითითება).

CIRCLE ბრძანების გამოძახების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს ცენტრის წერტილის მითითებას ან ჩამოთვლილი ოფციებიდან ერთ-ერთის არჩევას

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

(წრეწირის ცენტრი ან [3წ/2წ/მმრ (მხები მხები რადიუსი)]:

წერტილის მითითების შემთხვევაში სისტემა მას აღიქვამს ასაგები წრეწირის ცენტრად და შემდეგ მოითხოვს წრეწირის რადიუსის ან დიამეტრის მითითებას

Specify radius of circle or [Diameter]:

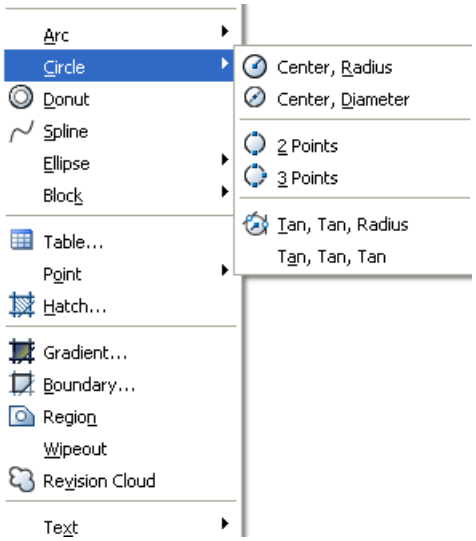
(წრეწირის რადიუსი ან [დიამეტრი]:)

რიცხვითი მნიშვნელობის შეტანის შემთხვევაში სისტემა მას წრეწირის რადიუსად აღიქვამს. თუ შევიტანთ **D**-ს, ნიშნავს, რომ არჩეულია ოფცია **Diameter** (დიამეტრი), სისტემა მოითხოვს დიამეტრის სიგრძის მითითებას

Specify diameter of circle:

(წრეწირის დიამეტრი:)

რადიუსის ან დიამეტრის მითითების შემდეგ დასრულდება წრეწირის აგება.



ნახ. 12.23

წრეწირის ცენტრის მითითების ნაცვლად, შესაძლებელია ოფციის გამოყენება, რომელიც აირჩევა იმის გათვალისწინებით, თუ ასაგები წრეწირის რა პარამეტრებია მოცემული. წრეწირის ოფციების გააქტიურება შესაძლებელია აგრეთვე **Draw** მენიუს **Circle** ბრძანებით, რომელიც შეიცავს წრეწირის აგების ექვს სხვადასხვა მეთოდს (ნახ. 12.23). თითოეული ეს მეთოდი **Circle** ბრძანების შესაბამისი ოფციის გამოყენების ანალოგიურია. განვიხილოთ ეს მეთოდები:


- **Center, Radius** (ცენტრი, რადიუსი) – წრეწირის აგება წრეწირის ცენტრის და რადიუსის მითითებით.


- **Center, Diameter** (ცენტრი, დიამეტრი) – წრეწირის აგება წრეწირის ცენტრის და დიამეტრის მითითებით.


- **2 Point** (2 წერტილი) _ წრეწირის აგება დიამეტრის განაპირა წერტილების მითითებით.


-**3 Point** (3 წერტილი) _ წრეწირის აგება სამი წერტილის მითითებით, რომელიც არ მდებარეობს ერთ წრფეზე.


- **Tan, Tan, Radius** (მხები, მხები, რადიუსი) _ წრეწირის აგება ორი მხებისა და რადიუსის მითითებით.

Tan, Tan, Tan (მხები, მხები, მხები) _ წრეწირის აგება სამი მხები წერტილის მითითებით.

რკალი ARC

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Arc→ მეთოდები	arc ან a

რკალის ასაგებად გამოიყენება **ARC** (რკალი) ბრძანება. რკალის გამოხაზვის რამდენიმე მეთოდი არსებობს. გულისხმობის პრინციპით რკალი იხაზება სამი წერტილით: საწყისი, რკალზე მდებარე ნებისმიერი წერტილითა და ბოლო წერტილით. ამ მეთოდით რკალი აიგება **ARC** ბრძანების კლავიატურიდან შეტანისას და აგრეთვე **Draw** პანელის გამოყენებისას.

Arc ბრძანების გამოძახების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს რკალის საწყისი წერტილის მითითებას

Specify start point of arc or [Center]:

(რკალის საწყისი წერტილი ან [ცენტრი]:)

ამ მოთხოვნაზე პასუხად შეიძლება საწყისი წერტილის მითითება ან **Center** ოფციის არჩევა. საწყისი წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს რკალის მეორე წერტილის მითითებას

Specify second point of arc or [Center/End]:

(რკალის მეორე წერტილი ან [ცენტრი/ბოლო]:)

ბოლოს კი – რკალის ბოლო წერტილის მითითებას

Specify end point of arc:

(რკალის ბოლო წერტილი:)

ამით ბრძანება დასრულდება.

ელიფსი ELLIPSE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Ellipse→ოფციები	ellipse ან el

ელიფსისა და ელიფსური რკალების ასაგებად გამოიყენება ბრძანება **ELLIPSE** (ელიფსი).

თავდაპირველად ბრძანება მოითხოვს ელიფსის ღერძის განაპირა წერტილის ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:

(ელიფსის ღერძის ბოლო წერტილი ან [რკალი/ცენტრი]:)

ელიფსის ღერძის პირველი განაპირა წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს ელიფსის ღერძის მეორე განაპირა წერტილის მითითებას

Specify other endpoint of axis:

(ღერძის მეორე ბოლო წერტილი:)

ორივე წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა გამოითვლის ელიფსის ცენტრს და მოითხოვს მეორე ღერძის სიგრძის ან ელიფსის მესამე წერტილის მითითებას

Specify distance to other axis or [Rotation]:

(სხვა ღერძის სიგრძე ან [მობრუნება]:)

ელიფსის აგების ამ ეტაპზე შესაძლებელია მეორე ღერძის სიგრძის შეტანა ან მესამე წერტილის მითითება. მესამე წერტილის შეტანის შემთხვევაში, სისტემა გამოითვლის მანძილს ცენტრიდან ამ წერტილამდე და ააგებს ელიფსს.

თუ პირველი წერტილის მოთხოვნაზე წერტილის მითითების ნაცვლად ავირჩევთ ოფციას **Center** (ცენტრი), სისტემა მოითხოვს ელიფსის ცენტრის მითითებას

Specify center of ellipse:

(ელიფსის ცენტრი:)

ელიფსის ცენტრის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს ღერძის ბოლო წერტილის მითითებას

Specify endpoint of axis:

(ღერძის ბოლო წერტილი:)

ამის შემდეგ სისტემა მოითხოვს მეორე ღერძის სიგრძის შეტანას (რითაც დასრულდება ელიფსის აგება) ან პირველი ღერძის გარშემო ელიფსის მობრუნების ოფციის არჩევას, რასაც მოჰყვება მობრუნების კუთხის მითითების მოთხოვნა

Specify distance to other axis or [Rotation]:

(სხვა ღერძის სიგრძე ან [მობრუნება]:)

12.3.6. რთული პრიმიტივები

პოლიხაზი PLINE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw →Polyline**	**pline ან pl**

პოლიხაზი წარმოადგენს რთულ პრიმიტივს, რომელიც შეიძლება შედგენილი იყოს მხოლოდ მონაკვეთებისაგან, მხოლოდ რკალებისა ან მათი კომბინაციისაგან. სისტემის მიერ პოლიხაზი აღიქმება, როგორც ერთიანი ობიექტი.

პოლიხაზების რიცხვს მიეკუთვნება აგრეთვე მართკუთხედი, წესიერი მრავალკუთხედი, რგოლი, ღრუბელი და მულტიხაზი.

პოლიხაზი ნებისმიერ დროს შეიძლება დანაწევრებულ იქნეს შემადგენელ პრიმიტივებად (ცალკეულ მონაკვეთებად და რკალურ სეგმენტებად), რაც ხორციელდება ბრძანებით **EXPLODE** (დანაწევრება).

პოლიხაზის ცალკეული სეგმენტისათვის შეიძლება ხაზების განსხვავებული სისქის ან ნახევარსისქის მითითება, პოლიხაზის შეკუმშვა და შეკვრა.

პოლიხაზის რკალური სეგმენტის აგებისას, რკალის პირველი წერტილი ებმება წინა სეგმენტის ბოლო წერტილს.

პოლიხაზი აიგება ბრძანებით **PLINE**. ამ ბრძანების გამოძახების შემდეგ სისტემა თავდაპირველად მოითხოვს საწყისი წერტილის მითითებას

Specify start point:

(საწყისი წერტილი:)

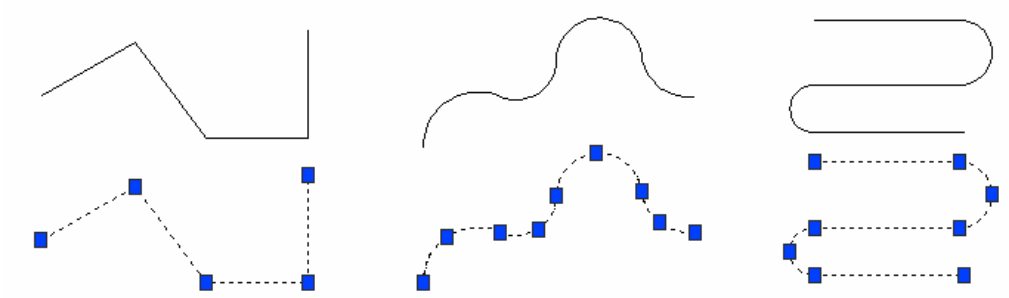
საწყისი წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა გამოიტანს ინფორმაციას პოლიხაზის მიმდინარე სიგანის შესახებ: **Current line-width is 0.0000.**

შემდეგ, ციკლურად მოითხოვს პოლიხაზის მომდევნო სეგმენტის საწყისი წერტილის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:

(მომდევნო წერტილი ან [რკალი/ნახევარსისქე/სიგრძე/უკუ/სისქე]:)

პოლიხაზის აგების ნებისმიერ ეტაპზე შესაძლებელია სწორხაზოვანი სეგმენტების ხაზვის რეჟიმიდან რკალური სეგმენტების ხაზვის რეჟიმზე გადასვლა და პირიქით (ნახ. 24). ასევე, ნებისმიერ ეტაპზე შეიძლება სისქის ან ნახევარსისქის მნიშვნელობათა შეცვლა.



ბრძანების დასრულება ხდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით.

Arc (რკალი) ოფციის არჩევის შემთხვევაში ჩაირთვება რკალის აგების რეჟიმი და სისტემა მოითხოვს რკალის ბოლო წერტილის მითითებას ან ოფციის არჩევას

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/Direction/Halfwidth/Line/Radius/ Secondpt /Undo/ Width]:

(რკალის ბოლო წერტილი ან [კუთხე/ცენტრი/შეკვრა/მიმართულება/ნახევარ-სისქე/ მონაკვეთი/რადიუსი/მეორე წერტილი/უკუ/სისქე]:)

Angle (კუთხე) ოფციით მოითხოვება კუთხის მნიშვნელობა რკალის ცენტრსა და ბოლო წერტილს შორის.

CEnter (ცენტრი) ოფციით მოითხოვება რკალის ცენტრის წერტილი.

Close (შეკვრა) ოფციით ჩაიკეტება პოლიხაზი.

Direction (მიმართულება) ოფციით მიეთითება რკალის საწყის წერტილში მხების მიმართულება.

Halfwidth (ნახევარსისქე) ოფციით მოითხოვება დასახაზი სეგმენტის ნახევარსისქის მნიშვნელობა.

Line (მონაკვეთი) ოფციით ხორციელდება მონაკვეთის დახაზვის რეჟიმზე გადასვლა.

Radius (რადიუსი) ოფციით მოითხოვება რკალის რადიუსის მნიშვნელობის მითითება.

Second pt (მეორე წერტილი) ოფციით მოითხოვება რკალის მეორე წერტილის მითითება.

Width (სისქე) ოფციით მოითხოვება ასაგები სეგმენტის სისქის მნიშვნელობა.

პოლიხაზის მომდევნო წერტილის მითითების მოთხოვნაზე **Length** (სიგრძე) ოფციის არჩევის შემთხვევაში სისტემა მოითხოვს სიგრძის მნიშვნელობას, რითაც უნდა დაგრძელდეს წინა სეგმენტი.

მართკუთხედი RECTANGLE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Rectangle	rectang ან rec

მართკუთხედი იხაზება ბრძანებით **RECTANGLE** (მართკუთხედი).

ბრძანება **Rectangle,** თავდაპირველად, ითხოვს მართკუთხედის პირველი კუთხის წერტილის კოორდინატების მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

(პირველი კუთხის წერტილი ან [ნაზოლი/დონე/შეუღლება/სიმაღლე/სისქე]:)

პირველი კუთხის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს მოპირდაპირე კუთხის წერტილის შეტანას ან ოფციის არჩევას

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

(მეორე კუთხის წერტილი ან [ფართობი/ზომა/მობრუნება]:

მეორე წერტილის მითითების შემდეგ მართკუთხედი დაიხაზება დიაგონალის კიდურა წერტილებით და ბრძანება დასრულდება.

წესიერი მრავალკუთხედი POLYGON

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Polygon	polygon

წესიერი მრავალკუთხედი იხაზება ბრძანებით **POLYGON.** წესიერი მრავალკუთხედის აგება შესაძლებელია მისი გვერდის სიგრძით (განაპირა წერტილების კოორდინატებით) ან ცენტრის წერტილითა და წრეწირის რადიუსით, რომელშიც ჩახაზულია ან შემოხაზული მრავალკუთხედი.

თავდაპირველად ბრძანება მოითხოვს მრავალკუთხედის გვერდების რაოდენობის შეტანას (გვერდების რაოდენობა მერყეობს 3-დან 1024-მდე)

Enter number of sides <4>:

(გვერდების რაოდენობა ***<4>:)***

შემდეგ მრავალკუთხედის ცენტრის კოორდინატების ან ოფციის მითითებას

Specify center of polygon or [Edge]:

(მრავალკუთხედის ცენტრი ან [გვერდი]:)

თუ მივუთითებთ მრავალკუთხედის ცენტრის კოორდინატებს ბრძანება **Polygon** დასვამს კითხვას, წრეწირში ჩახაზულია **(I)** თუ შემოხაზული **(C)** მრავალკუთხედი

Enter an option [Inscribed in circle /Circumscribed about circle] < I >:

(მიუთითეთ ოფცია [წრეწირში ჩახაზული/წრეწირზე შემოხაზული]:)

ამ მოთხოვნაზე პასუხის გაცემის შემდეგ საჭიროა წრეწირის რადიუსის მნიშვნელობის შეტანა

Specify radius of circle:

(წრეწირის რადიუსი:)

ოფციის **Edge** (გვერდი) არჩევის შემთხვევაში სისტემა მოითხოვს გვერდის ჯერ პირველი განაპირა წერტილის კოორდინატებს

Specify first endpoint of edge:

(გვერდის პირველი წერტილი:)

შემდეგ გვერდის მეორე განაპირა წერტილის კოორდინატებს

Specify second endpoint of edge:

(გვერდის მეორე წერტილი:)

ღრუბელი REVCLOUD

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw →Revision Cloud	revcloud

ბრძანება **REVCLOUD** ხაზავს ღრუბელის ფორმის მქონე ჩაკეტილ პოლიხაზს. თავდაპირველად ბრძანება მომხმარებელს აწვდის ინფორმაციას რკალის მინიმალური და მაქსიმალური სიგრძეებისა და გაფორმების არსებული სტილის შესახებ

Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15 Style: Normal

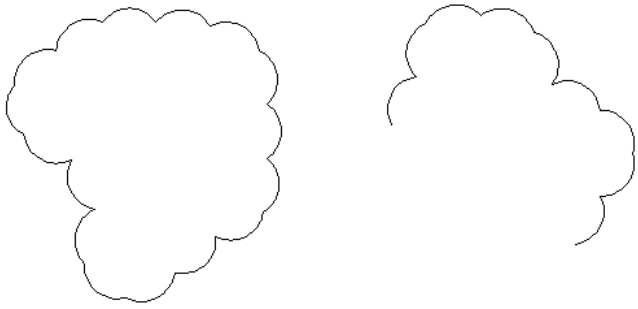
(რკალის მინიმალური სიგრძე: 15, რკალის მაქსიმალური სიგრძე: 15, სტილი: ***Normal***).

ხოლო შემდეგ ითხოვს საწყისი წერტილის კოორდინატების მითითებას ან ოფციის არჩევას

Specify start point or [Arc length/Object/Style] <object>:

(საწყისი წერტილი ან [რკალის სიგრძე/ობიექტი/სტილი] <ობიექტი>:)

მოწოდებულ ინფორმაციაში მოცემულია ბრძანების მოქმედი დაყენებები. ოფციის **Arc length** (რკალის სიგრძე) საშუალებით შესაძლებელია რკალების სიგრძეების (რადიუსების) შეცვლა; **Object** (ობიექტი) ოფციით - არსებული რაიმე ობიექტისათვის ღრუბელის ფორმის მიცემა; **Style** (სტილი) ოფცია მოითხოვს გაფორმების ერთ-ერთი სტილის (**Normal** – ჩვეულებრივი ან **Calligraphy** – კალიგრაფია) მითითებას.



ნახ. 12.25

ბრძანების პირველ მოთხოვნაზე წერტილების მითითების შემთხვევაში აიგება ტეხილი, რომელიც ავტომატურად გარდაიქმნება ღრუბლად (ნახ. 12.25).

წარწერები

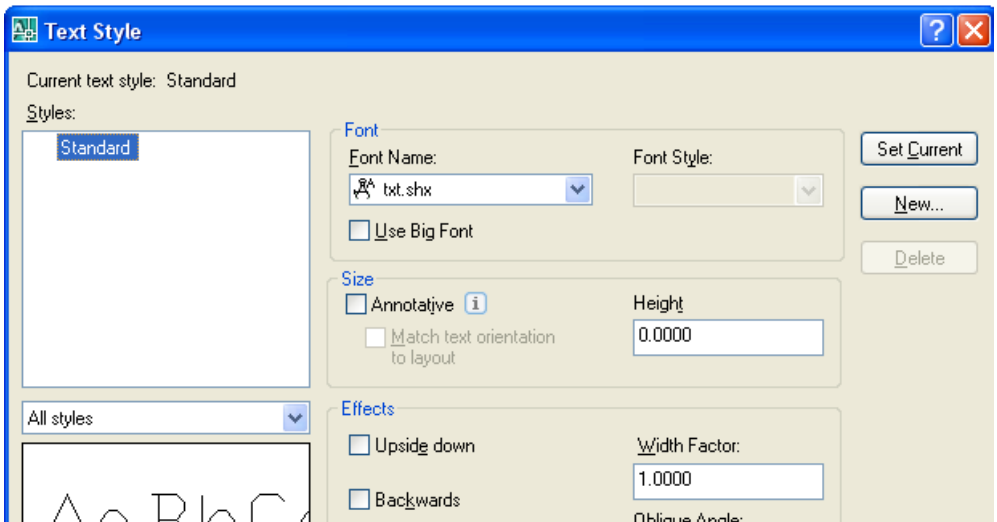
წარწერების შექმნა შეიძლება **TEXT** და **MTEXT** ბრძანებების საშუალებით. პირველ შემთხვევაში შეიქმნება ერთსტრიქონიანი ტექსტი, ხოლო მეორე შემთხვევაში მულტიტექსტი, ანუ მრავალსტრიქონიანი ტექსტი.

ტექსტის სტილის შერჩევა TEXT STYLE

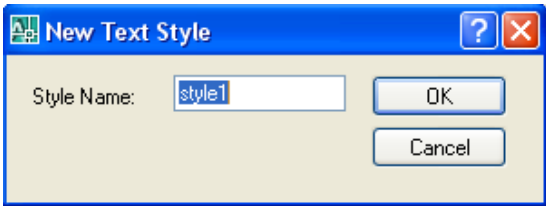
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Format → Text Style...**	**style ან st**

ყოველთვის არაა მოხერხებელი **AutoCAD** სისტემის გულისხმობის პრინციპით შემოთავაზებული შრიფტის სტილის გამოყენება, ამიტომ პროგრამა იძლევა არსებული ტექსტის სტილებიდან საჭირო სტილის არჩევის ან ტექსტის ახალისტილის შექმნის საშუალებას. **AutoCAD** სისტემასთან ახალი სეანსის დაწყებისას მომხმარებლის განკარგულებაშია ორი სტილი _ **Standard** და **Annotative.** ამ სტილებიდან სისტემის მიერ მიმდინარე სტილად დაყენებულია **Standard** სტილი. **Annotative** სტილი, **AutoCAD** სისტემის დამატებითი შესაძლებლობების გამოყენებით, იძლევა ნახაზზე კომენტარების სახით წინასწარ განსაზღვრული ტექსტის დატანების საშუალებას.

Text style (ტექსტის სტილი) ბრძანების გამოძახების შემდეგ ეკრანზე იხსნება ფანჯარა სახელწოდებით **Text style** (ტექსტის სტილი), რომლის **Styles** არეში გამონათებული არსებული სტილების სახელებიდან ერთ-ერთის მონიშვნის შემდეგ საჭიროა **Set current** (მიმდინარედ დაყენება) ღილაკზე დაჭერა (ნახ. 12.26).



ტექსტის ახალი სტილის შესაქმნელად საჭიროა **New...** ღილაკზე დაჭერა. გაიხსნება **New Text Style** (ახალი ტექსტის სტილი) ფანჯარა (ნახ. 12.27), რომლის **Style name** (სტილის სახელი) ველი განკუთვნილია შესაქმნელი სტილის სახელის ჩასაწერად.



ნახ. 12.27

Font name (შრიფტის სახელი) ჩამოშლადი სია განკუთვნილია სტილისთვის შერჩეული შრიფტის სახელის მისათითებლად.

Height (სიმაღლე) ველში მიეთითება შრიფტის საჭირო სიმაღლე (სასურველია მითითებული იყოს 0.0, ვინაიდან ამ შემთხვევაში შრიფტის სიმაღლის მითითება ხდება უშუალოდ **Text** ბრძანების შესრულებისას).

Effect (ეფექტები) არე განკუთვნილია შრიფტის ეფექტების მისათითებლად, როგორიცაა მაგალითად, **Width factor** (სისქე), **Oblique angle** (დახრის კუთხე) და სხვა.

ტექსტის სტილისთვის პარამეტრების შერჩევის შემდეგ **Apply** (მინიჭება) ღილაკზე დაჭერით შეიქმნება ახალი სტილი, რომელსაც მიენიჭება ზემოთ ჩამოთვლილ პუნქტებში შეტანილი პარამეტრების მნიშვნელობები.

წინასწარი დათვალიერების არეში, რომელიც მდებარეობს ფანჯრის ქვედა მარცხენა კუთხეში, გამონათდება შრიფტის შერჩეული სტილის ნიმუში (სახე).

Close (დახურვა) ღილაკით _ დაიხურება ფანჯარა.

ნახაზზე ტექსტის დასატანებლად **AutoCAD** სისტემა იძლევა მრავალსტრიქონიანი ან ერთსტრიქონიანი ტექსტის გამოყენების საშუალებას.

12.3.7. მრავალსტრიქონიანი ტექსტი MULTILINE TEXT

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw →Text→ Multiline Text...**	**Mtext ან mt**

MTEXT ბრძანება იძლევა ნახაზზე ტექსტის აბზაცების შექმნის საშუალებას, რომელიც სისტემის მიერ განიხილება ერთიან ობიექტად. **MTEXT** ბრძანებას გააჩნია ტექსტის დაფორმატების საკმაოდ დიდი შესაძლებლობები (უახლოვდება ისეთი ტექსტური რედაქტორის შესაძლებლობებს, როგორიცაა **WORD**).

MTEXT ბრძანების გამოძახებისას, მას თავდაპირველად გამოაქვს ინფორმაცია მიმდინარე სტილის შესახებ და ითხოვს მულტიტექსტის არის სავარაუდო საზღვრების განმსაზღვრელი წერტილების შეტანას

Current text style: „Standard“ Text height: 2.5

Specify first corner:

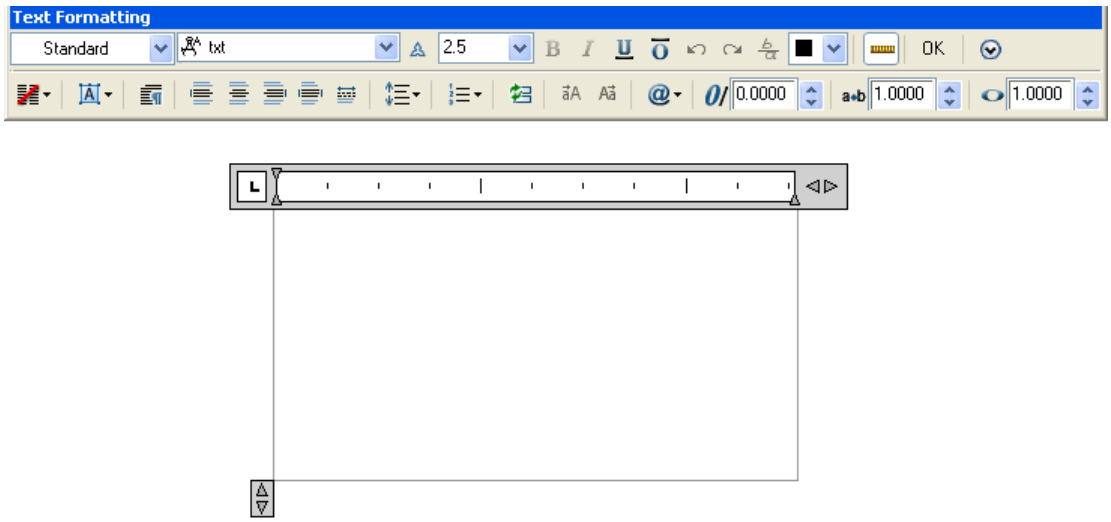
*(მიმდინარე ტექსტის სტილი: **„Standard“** ტექსტის სიმაღლე: **2.5** პირველი კუთხე:)*

ითხოვს ტექსტის არის პირველი კუთხის მითითებას, შემდეგ მოპირდაპირე კუთხის მითითებას ან ოფციის არჩევას

Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Width]:

(მოპირდაპირე კუთხე ან [სიმაღლე/სწორება/ინტერვალი სტრიქონებს შორის/მობრუნება/სტილი/სისქე]:

წერტილების მითითების შემდეგ იხსნება მულტიტექსტის რედაქტორის ფანჯარა (ნახ. 28), რომლის ზედა ნაწილში მდებარეობს სახაზავი. ფანჯარაში არსებული ვერტიკალური კურსორი უჩვენებს ტექსტის შეტანის ან რედაქტირების მიმდინარე პოზიციას. ფანჯრის ზომების შეცვლა შეიძლება ისეთივე ხერხით, როგორც ეს კეთდება **Windows**-ის სხვა გამოყენებით პროგრამებში. თუ შეტანილი ტექსტი არ ეტევა მიმდინარე ფანჯარაში, სისტემა ქმნის გადაფურცვლის ზოლებს.



ნახ. 12.28

მულტიტექსტის ფანჯრის ზემოთ სისტემას ავტომატურად გამოაქვს **Text Formatting** (ტექსტის ფორმატირება) სპეციალური პანელი, რომელიც შეიცავს დიდი რაოდენობით რედაქტორის პანელის მართვის ღილაკებს და იძლევა მრავალი სახეობის ფორმატირების შესრულების საშუალებას, რომელთა ნაწილი ოფციების სახით ჩამოთვლილია სისტემის ზემოთ მოყვანილ მოთხოვნაში.

ტექსტის აკრეფის დასრულების და **Text Formatting** პანელზე <**OK**> ღილაკზე დაჭერის შემდეგ **AutoCAD** სისტემა გრაფიკულ ეკრანზე შექმნის მულტიტექსტს.

12.3.8. ერთსტრიქონიანი ტექსტი SINGLE LINE TEX

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
A	Draw →Text→ Single Line Text	dt

SINGLE LINE TEXT ბრძანების გამოძახების შემდეგ თავდაპირველად გაიცემა ინფორმაცია მიმდინარე სტილის, რომელშიც აიკრიფება ტექსტი და ტექსტის\სიმაღლის შესახებ

Current text style: „Standard"" Text height: 2.5000

(მიმდინარე ტექსტის სტილი***: „Standard"*** ტექსტის სიმაღლე: 2.5000

შემდეგ კი სისტემა ითხოვს ტექსტის საწყისი წერტილის მითითებას ან ოფციის არჩევას

Specify start point of text or [Justify/Style]:

(ტექსტის დასაწყისის წერტილი ან [სწორება/სტილი]:)

შესაძლებელია ტექსტის საწყისი წერტილის მითითება ან ერთ-ერთი ოფციის (**Justify, Style**) არჩევა.

Style (სტილი) ოფცია იძლევა ტექსტის მიმდინარე სტილის სხვა სტილით შეცვლის საშუალებას, თუკი ასეთი იყო შექმნილი. კერძოდ, გაჩნდება მოთხოვნა სტილის სახელის მითითებაზე

Enter style name or [?] <Standard>:

(შეიტანეთ სტილის სახელი ან [?] ***<Standard>:)***

საჭირო სტილის სახელის შეტანის შემდეგ სისტემა მოითხოვს ტექსტის სიმაღლის მითითებას

Specify height <2.5000>:

(სიმაღლე ***<2.5000>:)***

ხოლო სიმაღლის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს ტექსტის მობრუნების კუთხეს

Specify rotation angle of text <0>:

(ტექსტის მობრუნების კუთხე <0>:)

განხორციელებული მითითებების შემდეგ გაჩნდება მცირე ზომის მართკუთხედი, რომელშიც იმყოფება **I** ტიპის კურსორი. ამ სიმბოლოთი სისტემა ამცნობს მომხმარებელს, რომ იგი მზად არის ტექსტის მისაღებად. ტექსტის სტრიქონის აკრეფა მთავრდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით, რის შედეგად მოხდება კურსორის ახალ სტრიქონზე გადაყვანა და ამ ახალ სტრიქონზე სისტემა ელოდება ტექსტის შეტანას. თუ ტექსტი უკვე მთლიანად არის შეტანილი, ბრძანების დასასრულებლად საჭიროა კიდევ ერთხელ <**Enter**> კლავიშზე დაჭერა. შეტანილი ტექსტის ყოველი სტრიქონი, თუკი ასეთი არსებობს, სისტემის მიერ განიხილება, როგორც დამოუკიდებელი ობიექტი.

12.3.9. ბლოკები

ბლოკი წარმოადგენს პრიმიტივების ერთობლიობას (ნახაზის ფრაგმენტს), რომელიც სისტემის მიერ აღიქმება ერთიანი ობიექტის სახით. ბლოკი გამოიყენება იმ პრიმიტივების ნაკრების დასამახსოვრებლად, რომლის ჩასმა შედგენილი ობიექტის სახით ხორციელდება მრავალჯერ შესაქმნელი ნახაზის სხვადასხვა ადგილას, რითიც საგრძნობლად მცირდება ნახაზის შექმნის დრო. ბლოკის შესაქმნელად თავდაპირველად საჭიროა მისი აღწერილობის შექმნა. ამისათვის უნდა დადგინდეს, თუ რომელი პრიმიტივებისაგან იქნება იგი შედგენილი და სად იქნება მისი საბაზო წერტილი (ე.ი. წერტილი, რომლითაც იგი მოთავსდება ნახაზში).

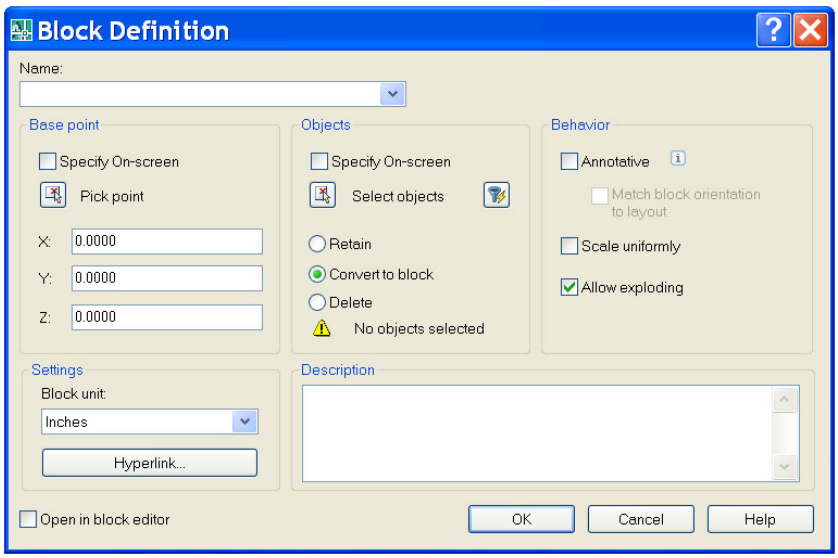
ბლოკების შექმნა MAKE BLOCK

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Draw→Block→Make...	block, bmake ან b

ბლოკის აღწერილობის შესაქმნელად გამოიყენება **BLOCK** (ბლოკი) ბრძანება. **BLOCK** ბრძანება იძახებს **Block Definition** (ბლოკის აღწერა) დიალოგურ ფანჯარას სახელწოდებით **Block Definition** (ნახ. 29). ამ ფანჯრის **Name** (სახელი) ველში საჭიროა შესაქმნელი ბლოკის სახელის ჩაწერა.

Base point (საბაზო წერტილი) არე გამოიყენება ბლოკის საბაზო წერტილის მისათითებლად, **X**, **Y** და **Z** ველებში მისი კოორდინატების შეტანით ან **Specify OnScreen** (მიეთითოს ეკრანზე) ალმის დაყენების შემთხვევაში, სისტემა საბაზო წერტილის მითითებას მოითხოვს უშუალოდ ნახაზზე. **Objects** (ობიექტი) არე განკუთვნილია ბლოკის აღწერაში შემავალი ობიექტების მონიშვნის რეჟიმზე გადასასვლელად, რისთვისაც საჭიროა **Select objects** (ობიექტების მონიშვნა) ღილაკზე დაჭერა და შემდეგ შესაბამისი ობიექტების მონიშვნა ან **Specify OnScreen** (მიეთითოს ეკრანზე) ალმის დაყენების შემთხვევაში სისტემა ობიექტების მონიშვნას მოითხოვს უშუალოდ ნახაზზე, ვინაიდან ობიექტების მონიშვნის რეჟიმზე გადასვლა **Block Definition** (ბლოკის აღწერა) ფანჯრიდან მიუწვდომელი ხდება. ამ ღილაკის ქვემოთ მდებარე გადამრთველებით ბლოკის შექმნის შემდეგ ხდება მასში შემავალ ობიექტებზე ამა თუ იმ მოქმედების შესრულების მითითება, კერძოდ, დატოვება ნახაზზე (**Retain**), ბლოკად გარდაქმნა (**Convert to block**), წაშლა (**Delete**).

Settings (დაყენებები) არეში არსებული **Block unit** (ბლოკის ერთეულები) ჩამოშლადი სიიდან წარმოებს ბლოკისათვის ზომის ერთეულების არჩევა.



ნახ. 12.29

Behavior არეში მდებარეობს რამდენიმე ალამი: **Scale uniformly** (ერთიანი მასშტაბი) კრძალავს ბლოკის ჩასმას სხვადასხვა ღერძზე განსხვავებული მასშტაბური კოეფიციენტების გამოყენებით (ანუ არათანაბარ მასშტაბირებას); **Allow exploding** (დანაწევრება დასაშვებია) – იძლევა ნახაზში ჩადგმული ბლოკის შემადგენელ ნაწილებად დანაწევრების საშუალებას.

ბლოკის ჩასმა INSERT BLOCK

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Insert → Block...	Insert ან I

ხაზში ბლოკის ჩასასმელად გამოიყენება **INSERT** (ჩასმა) ბრძანება. **INSERT** ბრძანების შესრულებისას სისტემა იძახებს დიალოგის ფანჯარას სახელწოდებით **Insert** (ნახ. 30).

.**Insert** ფანჯარა იძლევა არსებული ბლოკების მიმდინარე ნახაზში ჩასმის საშუალებას. **Name** ჩამოშლად სიაში აირჩევა ჩასასმელი ბლოკის სახელი. **Browse** (დათვალიერება) ღილაკი გამოიყენება ფაილის მისათითებლად, თუკი ჩასასმელი ბლოკი დამახსოვრებულია ფაილის სახით.

Insertion point (ჩასმის წერტილი) არე განკუთვნილია ნახაზის იმ წერტილის მისათითებლად, რომელშიც განთავსდება ბლოკის საბაზო წერტილი.

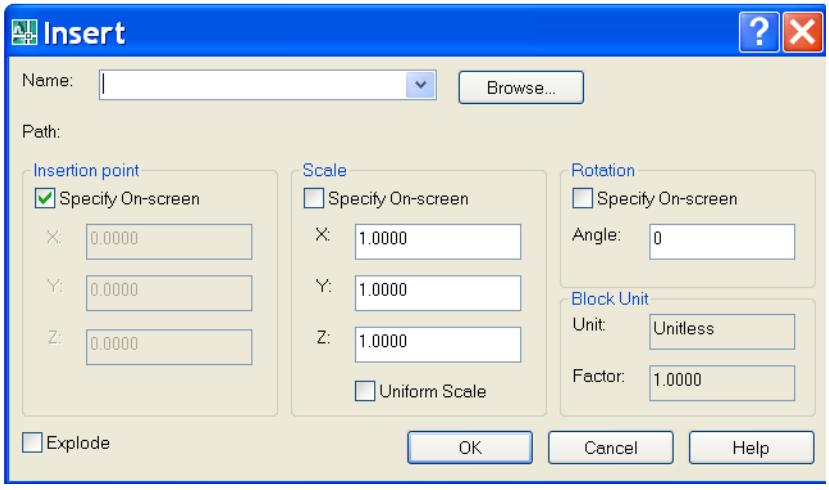
Specify on-screen (მიეთითოს ეკრანზე) ალმის დაყენების შემთხვევაში სისტემა მოითხოვს ჩასმის წერტილის მითითებას უშუალოდ ნახაზზე. თუკი ალამი არ არის დაყენებული, ხელმისაწვდომია **X**, **Y** და **Z** ველები, რომელშიც უნდა იქნეს შეტანილი ჩასმის წერტილის კოორდინატები.

Scale (მასშტაბი) არე განკუთვნილია **X**, **Y** და **Z** ღერძების გასწვრივ მასშტაბური კოეფიციენტების შესატანად. **Uniform scale** (ერთნაირი მასშტაბი) ალმის დაყენების შემთხვევაში ხელმისავდომი იქნება მხოლოდ X ველი და მასში ჩაწერილი კოეფიციენტი იქნება საერთო ყველა ღერძისათვის.

Rotation (მობრუნება) არეში მოცემულია ჩასმის წერტილის მიმართ ბლოკის მობრუნების კუთხე.

Block Unit (ბლოკის ერთეულები) არეში ასახულია ზომის ერთეულები და მასშტაბური კოეფიციენტი, რომელიც იყო მოცემული ბლოკის აღწერისას.

ფანჯრის მარცხენა ქვედა კუთხეში არსებული **Explode** (დანაწევრება) ალამი განკუთვნილია ბლოკის დანაწევრებისათვის მისი ჩასმისთანავე.



ნახ. 12.30

ყველა პარამეტრის მითითების და ღილაკზე დაჭერის შემდეგ დაიხურება **Insert** დიალოგური ფანჯარა და ნახაზის მითითებულ წერტილში ჩაისმება ბლოკი. თუ **Insertion Point** (ჩასმის წერტილი) არეში დაყენებული იყო **Specify On-screen** (მიეთითოს ეკრანზე) ალამი, მაშინ დიალოგური ფანჯრის დახურვის შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს ჩასმის წერტილის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify insertion point or [Basepoint/Scale/X/Y/Z/Rotate/ PScale/PX/PY/PZ/PRotate] : პირველი ექვსი ოფცია იძლევა ბლოკის ჩასმის პარამეტრების მოცემის საშუალებას

- **Basepoint** (საბაზო წერტილი) – სხვა საბაზო წერტილის არჩევა.

- **Scale** (მასშტაბი) – ერთიანი მასშტაბური კოეფიციენტის შეტანა.
- **X – X** ღერძის გასწვრივ მასშტაბური კოეფიციენტის შეტანა.
- **Y – Y** ღერძის გასწვრივ მასშტაბური კოეფიციენტის შეტანა.
- **Z – Z** ღერძის გასწვრივ მასშტაბური კოეფიციენტის შეტანა.
- **Rotate** – ბლოკის მობრუნების კუთხე.

12.3.10. ატრიბუტები ATTRIBUTE DEFINITION

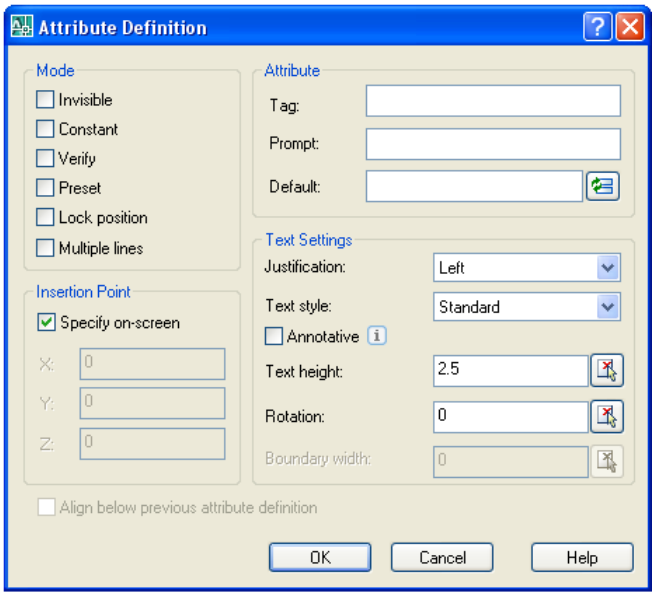
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw→Block→Define Attributes**	**attdef ან w**

ბლოკთან ერთად ხშირად საჭიროა იმ წარწერის შენახვა, რომელიც ბლოკის ჩასმისას შეიცვლის თავის მნიშვნელობას. ცვალებადი ატრიბუტების მქონე ბლოკის ჩასმის პროცესში სისტემა გვთავაზობს ამ ატრიბუტების მნიშვნელობის შეტანას, რომელიც შემდგომში ინახება ბლოკთან ერთად. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ დეტალის ნომრები, ტექნიკური მოთხოვნები, ფასი, კომენტარები და ა.შ. დასაშვებია ერთ ბლოკს დაუკავშირდეს ერთზე მეტი ატრიბუტი, რომელსაც ექნება განსხვავებული სახელი.

ატრიბუტები შეიძლება იყოს ფარული. ფარული ატრიბუტი არ ჩანს არც მონიტორის ეკრანზე და არც გამოხაზულ ნახაზზე. მიუხედავად ამისა, ატრიბუტები ინახება ნახაზის ფაილში და გამოიტანება საჭიროების შემთხვევაში. ატრიბუტის ფორმირებისას თავდაპირველად იქმნება მისი აღწერილობა, რომელშიც შედის მისი მახასიათებლები. ამისათვის **AutoCAD** სისტემაში არსებობს პრიმიტივი **ATTDEF.** მისი გამოძახების შემდეგ ეკრანზე გამოდის დიალოგური ფანჯარა სახელწოდებით **Attribute Definition,** რომელიც ნაჩვენებია ნახაზზე 12.31.

Mode არეში შესაძლებელია ატრიბუტის შემდეგი რეჟიმის დაყენება:

Invisible _ ფარული რეჟიმი. ბლოკის ჩასმისას ატრიბუტის მნიშვნელობა არ აისახება ნახაზზე. მისი გაუქმება შესაძლებელია **ATTDISP** ბრძანების დახმარებით.



ნახ. 12.31

- **Constant** _ მუდმივი რეჟიმი. ატრიბუტს აქვს ფიქსირებული (შეუცვლელი) მნიშვნელობა, რომელიც არ მოითხოვება ბლოკის ჩასმისას.
- **Verify** _ კონტროლირებული რეჟიმი. ეს არის რეჟიმი, რომელიც ბლოკის ჩასმის დროს ამოწმებს ატრიბუტის მნიშვნელობის სისწორეს და კონტროლისათვის ამ მნიშვნელობას ორჯერ ითხოვს.
- **Preset** _ დაყენებული რეჟიმი. ქმნის ატრიბუტს, რომლის მნიშვნელობა არ მოითხოვება ბლოკის ჩასმის დროს. ამ რეჟიმის ძირითადი მიზანი მოთხოვნათა რაოდენობის შემცირებაა. მისი შეცვლა შეიძლება ბრძანებით **EATTEDIT.**

- **Lock position** _ ფიქსირებული მდებარეობის რეჟიმი. ამ რეჟიმის ჩართვისას ატრიბუტი ხდება ბლოკზე მიმაგრებული და მისი დამოუკიდებლად გადაადგილება შეუძლებელია.
- **Multiple lines** _ მრავალსტრიქონიანი რეჟიმი. ქმნის ატრიბუტს, რომლის მნიშვნელობა შეიცავს ერთზე მეტ სტრიქონს.
- **Attribute** არეში შესაძლებელია ქვემოთ ჩამოთვლილი სამი პარამეტრის შეტანა:
- **Tag:** _ ატრიბუტის სახელი. სახელი შეიძლება იყოს ცარიელი და არ უნდა შეიცავდეს შუალედებს.
- **Prompt:** _ შეხსენება. ჩაიწერება ტექსტი, რომელიც ბლოკის ჩასმის დროს გამოდის საბრძანებო სტრიქონში და მოითხოვს ატრიბუტის მნიშვნელობის შეტანას.
- **Value:** _ გულისხმობის პრინციპით განსაზღვრული ატრიბუტის მნიშვნელობა. ეს ველი შეიძლება იყოს ცარიელი.

Insertion point არე საშუალებას იძლევა ნახაზში ატრიბუტის ჩასმის წერტილი მითითებულ იქნეს მაუსის საშუალებით, ამისათვის საჭიროა **Specify On-screen** ალმის ჩართვა.

Align below previous attribute definition (სწორება წინა ატრიბუტზე) რეჟიმის ჩართვისას (რომელიც განთავსებულია **Attribute Definition** ფანჯრის ქვედა მარცხენა ნაწილში) ატრიბუტის სახელი ავტომატურად მოთავსდება წინამდებარე ატრიბუტის ქვეშ. თუ წინამდებარე ატრიბუტი არ არსებობს, ოფცია რჩება მიუწვდომელი.

ფანჯრის **Text Options** არეში შესაძლებელია ატრიბუტის ტექსტის სწორების (**Justification**), ტექსტის სტილის **(Text style)**, ტექსტის სიმაღლისა **(Text height)** და დახრის კუთხის **(Rotation)** შერჩევა.

უკვე შექნილი ატრიბუტის მონიშვნა შესაძლებელია ბლოკის შექმნისას გეომეტრიულ ობიექტებთან ერთად.

12.3.11. რედაქტირების ბრძანებები

ობიექტების რედაქტირების ბრძანებების ღილაკები (კოპირება, გადაადგილება, დაგრძელება და ა.შ.) მოთავსებულია M**Modify** (რედაქტირება) ხელსაწყოთა პანელზე (ნახ. 32). რედაქტირების ბრძანების გამოძახება შეიძლება **Modify** პანელზე არსებული ხელსაწყოებით, კლავიატურიდან მისი სახელის აკრეფით, აგრეთვე **(Modify)** ჩამოშლადი მენიუს საშუალებით.



ნახ. 32

12.3.12. წაშლა ERASE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Modify →Erase	erase

ნახაზიდან ობიექტების წაშლა ხორციელდება ბრძანებით **ERASE** (წაშლა). ამ ბრძანების მოქმედების შედეგის გაუქმება, როგორც **AutoCAD** სისტემის ნებისმიერი ოპერაციისა, შესაძლებელია ღილაკით, რომელიც მოთავსებულია ხელსაწყოთა სტრიქონზე **Standard** ან ბრძანებით **U** (**Undo**).

Erase ბრძანება მოითხოვს წასაშლელი ობიექტების მონიშვნას

Select objects:

(ობიექტის მონიშვნა:)

რომელთა მონიშვნის შემდეგ საჭიროა <**Enter**> ღილაკზე დაჭერა, რათა ბრძანებამ დაასრულოს მუშაობა.

Erase ბრძანებით წაშლილი ობიექტების აღსადგენად გამოიყენება ბრძანება **OOPS**.

12.3.13. გადაადგილება MOVE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Move**	**move ან m**

ობიექტების გადაადგილება სრულდება ბრძანებით **MOVE** (გადაადგილება). ამ ბრძანებით შესაძლებელია მონიშნული ობიექტს ან ობიექტთა ჯგუფის გადატანა არსებული ადგილიდან მომხმარებლის მიერ მითითებულ ადგილზე.

თუ ბრძანების გამოძახებამდე არ არის მონიშნული გადასაადგილებელი ობიექტები, ბრძანების გამოძახების შემდეგ სისტემა **AutoCAD** გამოიტანს გადასატანი ობიექტების მონიშვნის მოთხოვნას

Select object(s)

(ობიექტების მონიშვნა:)

მონიშვნის შემდეგ, საჭიროა <**Enter**> კლავიშზე დაჭერა. ამის შემდეგ სისტემა მოითხოვს საბაზო წერტილის ან ოფციის სახით წანაცვლების მითითებას

Specify base point or [Displacement]<Displacement>:

(საბაზო წერტილი ან [წანაცვლება] <წანაცვლება>:)

საბაზო წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს გადაადგილების მეორე წერტილის კოორდინატებს ან ოფციის სახით წანაცვლებას

Specify second point of displacement or <use first point of displacement>:

(წანაცვლების მეორე წერტილი ან <ჩაითვალოს გადაადგილებად პირველი წერტილი>:)

გადაადგილების ვექტორის მეორე წერტილის მითითების და <**Enter**> კლავიშზე დაჭერის შემდეგ სრულდება გადატანა. მეორე წერტილის მითითების ნაცვლად, <**Enter**> კლავიშზე დაჭერის შემთხვევაში, სისტემა მითითებული საბაზო წერტილის კოორდინატებს ჩათვლის გადაადგილების ვექტორის კოორდინატებად.

12.3.14. კოპირება COPY

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →copy**	**copy ან cp**

ობიექტების კოპირება ხორციელდება ბრძანებით **COPY** (კოპირება). ეს ბრძანება მუშაობს **MOVE** (გადაადგილება) ბრძანების ანალოგიურად იმ განსხვავებით, რომ იძლევა ერთზე მეტი ასლის მიღების საშუალებას (ნახ. 12.33).

Copy ბრძანება თავდაპირველად მოითხოვს დასაკოპირებელი ობიექტების მონიშვნას

Select object:

(ობიექტის მონიშვნა:)

საჭირო ობიექტების მონიშვნისა და **<Enter>** კლავიშზე დაჭერის შემდეგ სისტემა მოითხოვს საბაზო წერტილის ან წანაცვლების მითითებას

Specify base point or [Displacement] <Displacement>:

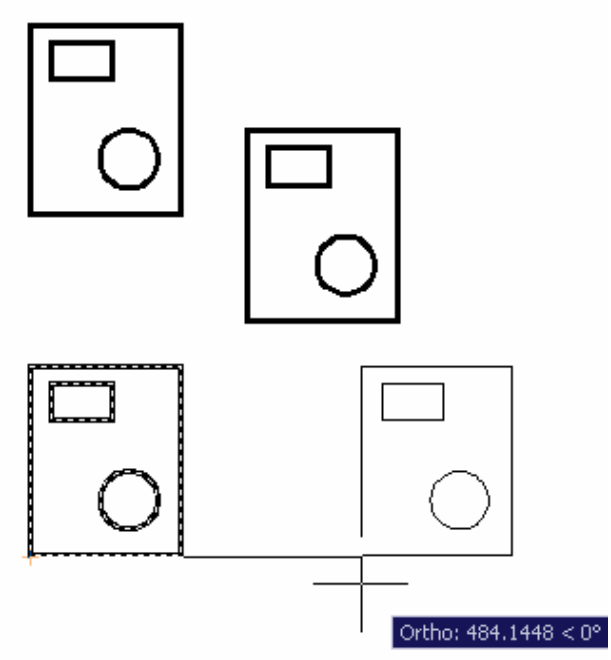
(საბაზო წერტილი ან [წანაცვლება] <წანაცვლება>:)

შემდეგ სისტემა მოითხოვს ჩასმის წერტილს

Specify second point or <use first point as displacement>:

(წანაცვლების მეორე წერტილი ან <ჩაითვალოს გადაადგილებად პირველი წერტილი>:)

ეს მოთხოვნა გრძელდება ციკლურად, რამდენიმე ასლის მისაღებად. ბრძანება დასრულდება **<Enter>** კლავიშზე დაჭერით.



ნახ. 12.33

12.3.15. სარკული ასახვა MIRROR

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Mirror**	**mirror ან mi**

MIRROR (სარკე) ბრძანება იძლევა ორი წერტილით განსაზღვრული ღერძის მიმართ მონიშნული ობიექტების სარკულად ასახვის საშუალებას.

Mirror ბრძანების გამოძახების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს ობიექტების მონიშვნას

Select object(s):

(ობიექტის(ების) მონიშვნა:)

მონიშვნის დასრულების შემდეგ საჭიროა **<Enter >** კლავიშზე დაჭერა.

შემდეგ სისტემა მოითხოვს სიმეტრიის ღერძის განსაზღვრას, მასზე მდებარე ორი წერტილის მითითებით

Specify first point of mirror line:

(პირველი წერტილი ღერძის ხაზზე:)

და

Specify second point of mirror line:

(მეორე წერტილი ღერძის ხაზზე:)

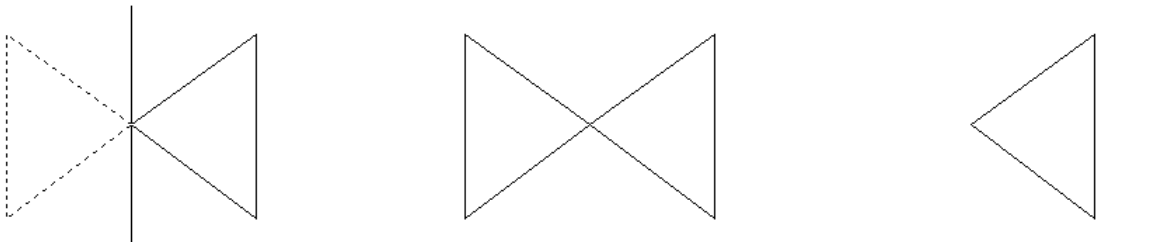
მითითებულ ორ წერტილზე გამავალი წრფე იქნება სარკული ასახვის (სიმეტრიის) ღერძი (ნახ. 6-16)

ამის შემდეგ სისტემა ინტერესდება, უნდა წაიშალოს თუ არა საწყისი ობიექტები

***Delete sourse objects? [Yes/No]*:**

(წაშალოს საწყისი ობიექტები? [კი/არა]:)

თუ საჭიროა საწყისი ობიექტის შენარჩუნება, უნდა აიკრიფოს **N** (არა), წინააღმდეგ შემთხვევაში - **Y** (კი).



ა) სარკული ასახვა

ბ) სარკული ასახვა საწყისი ობიექტის შენარჩუნებით

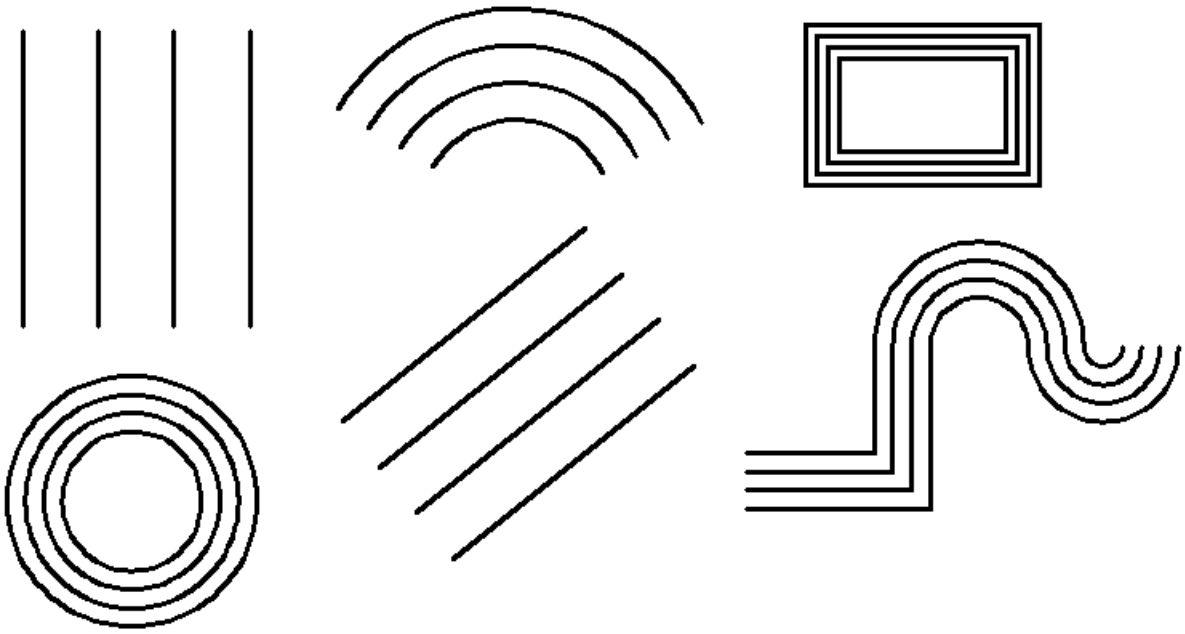
გ) სარკული ასახვა საწყისი ობიექტის წაშლით

ნახ. 34

12.3.16. ტირაჟირება OFFSET

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Offset**	**offset ან o**

OFFSET (tiraJირება) ბრძანება გამოიყენება მოცემული ობიექტის პარალელური ობიექტების დასახაზად და ეს ბრძანება **COPY** (კოპირება) ბრძანების მსგავსია, მაგრამ მისი გამოყენებისას პარალელური ასლები იქმნება ორიგინალი ობიექტიდან მითითებულ მანძილზე წანაცვლებით (ნახ. 12.35). ბრძანება **Offset** გამოიყენება კონცენტრული რკალებისა და წრეწირების, აგრეთვე პარალელური ხაზების ასაგებად.



ნახ. 12.35

Offser ბრძანების გააქტიურებისას სისტემა მოითხოვს საწყისი ობიექტიდან შესაქმნელი ობიექტის წანაცვლების მანძილის მითითებას

Specify offset distance or [Through/Eraze/Layer]:

(წანაცვლების მანძილი ან [გამავალი/წაშლა/ფენა]:)

წანაცვლების მანძილის მითითების შემდეგ სისტემა ციკლურად მოითხოვს ორიგინალი ობიექტის მონიშვნას

Select object to offset:

(წასანაცვლებელი ობიექტის მონიშვნა:)

შემდეგ მოითხოვს წანაცვლების მხარეს, რაც მიეთითება მაუსის საშუალებით

Specify point on side to offset [Exit/Multiple/Undo]:

(წანაცვლების მხარე [გამოსვლა/რამდენიმე/უკუ]:)

ბრძანება სრულდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით.

Multiple ოფციის არჩევის შემთხვევაში სისტემა ერთხელ მოითხოვს ობიექტის მითითებას, შემდეგ ციკლურად ითხოვს მხოლოდ იმის მითითებას, თუ ობიექტის რომელ მხარეს უნდა იქნეს განთავსებული ახალი ასლი.

12.3.17. მოკვეთა TRIM

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Trim**	**trim ან tr**

TRIM (მოკვეთა) ბრძანება გამოიყენება რამდენიმე ობიექტის თანაკვეთისას შექმნილი ნაწილების მოსაკვეთად (ნახ. 12.36).

Trim ბრძანების გამოძახების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს მოკვეთის ოპერაციაში მონაწილე ობიექტების ან ნახაზის ყველა ობიექტის მონიშვნას

Select object(s) or <Select all>:

(ობიექტის(ების) მონიშვნა ან <ყველას მონიშვნა>:)

მონიშვნა მთავრდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით.

ამის შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს თანაკვეთისას მიღებული იმ ნაწილების მონიშვნას, რომლებიც უნდა მოიკვეთოს

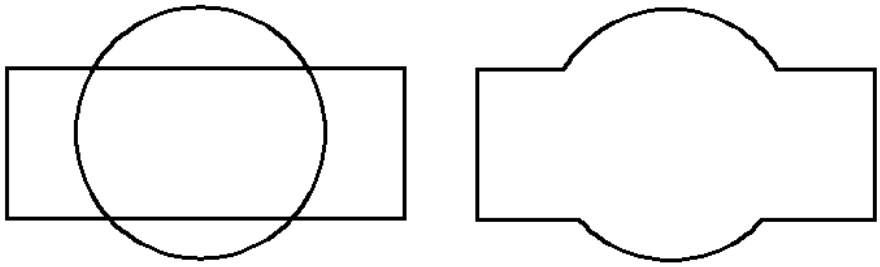
Select object to trim or shift-select to extend or

[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:

*(მოსაკვეთი ობიექტის მონიშვნა ან (+ **Shift** _ დასაგრძელებელი) ობიექტი ან*

[მონიშვნის ხაზი/გადაკვეთა/პროექცია/წიბო/წაშლა/გაუქმება]:)

ბრძანება მთავრდება <**Enter**> ღილაკზე დაჭერით.



ნახ. 12.36

Trim ბრძანების ოფციებით შესაძლებელია მკვეთი ობიექტების მონიშვნა დროებითი გადამკვეთი ტეხილით ან მკვეთი ჩარჩოს საშუალებით; მოკვეთა შესაძლებელია არა მხოლოდ ჩამომჭრელი წიბოთი, არამედ მისი პროექციითაც; განისაზღვრება, მონაწილეობს თუ არა მოკვეთის ოპერაციაში მხოლოდ ჩამომჭრელი წიბო, თუ მისი გაგრძელებაც; მოკვეთის ოპერაციისათვის საჭიროა გამოყენებული დროებითი ობიექტების წაშლა.

12.3.18. დაგრძელება თანაკვეთამდე EXTEND

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify → Extend**	**extend ან e**

ბრძანება **EXTEND** (დაგრძელება) გამოიყენება შემომფარგვლელ წიბომდე ობიექტის დასაგრძელებლად (ნახ. 12.37). არსებითია ობიექტების მითითების რიგითობა, ვინაიდან სისტემამ უნდა განასხვავოს შემომფარგვლელი და დასაგრძელებელი ობიექტები. თავდაპირველად სისტემა მოითხოვს შემომფარგვლელი წიბოების მონიშვნას

Select boundary edges:

(შემომფარგვლელი წიბოს მონიშვნა:)

<Enter> ღილაკზე დაჭერის შემდეგ სისტემა მოითხოვს დასაგრძელებელი ობიექტის მონიშვნას ან ოფციის არჩევას

Select object to extend or [Project/Edge/Undo]:

(დასაგრძელებელი ობიექტის მონიშვნა ან [პროექცია/წიბო/უკუ]:)

- **Project** (პროექცია) _ ობიექტის დაგრძელება შემომფარგვლელი წიბოს პროექციამდე.
- **Edge** (წიბო) _ შემომფარგვლელ წიბომდე ობიექტის დაგრძელების რეჟიმის ჩართვა.
- **Undo** (უკუ)



ნახ.12. 37

12.3.19.მობრუნება ROTATE

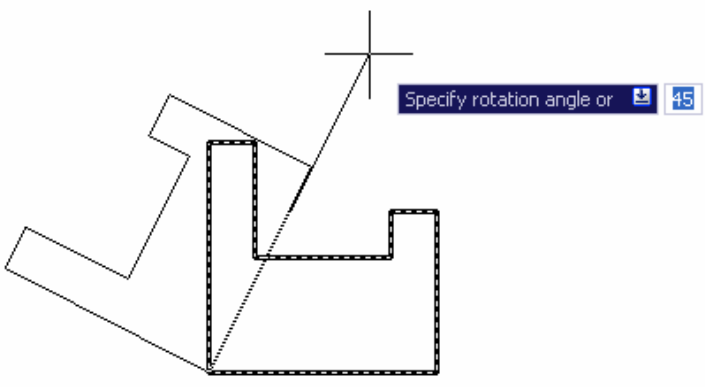
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Rotate**	**rotate ან ro**

ROTATE (მობრუნება) ბრძანება აბრუნებს ობიექტს ან ობიექტების ჯგუფს საბაზო წერტილის გარშემო მითითებული კუთხით.

Rotate ბრძანება თავდაპირველად მოითხოვს ობიექტების მონიშვნას

Select objects:

(ობიექტის მონიშვნა:)



ნახ. 12.38

მონიშვნის პროცესი სრულდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით. ამის შემდეგ სისტემა მოითხოვს საბაზო წერტილის მითითებას, რომლის გარშემოც უნდა მოხდეს მობრუნება

Specify base point:

(საბაზო წერტილი:)

საბაზო წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს მობრუნების კუთხის ან ოფციის სახით ორიგინალი ობიექტის ასლის მიღების საჭიროების ან საყრდენი კუთხის მითითებას

Specify rotate angle or [Copy/Reference]<0>:

(მობრუნების კუთხე ან [კოპირება/საყრდენი კუთხე] <0>:)

ობიექტის მობრუნების კუთხის მითითების შემდეგ, ბრძანების დასრულებისათვის, საჭიროა <**Enter**> ღილაკზე დაჭერა (ნახ. 38).

- ოფციის **Copy** (ასლი) გამოყენების შემთხვევაში ობიექტის მობრუნების შემდეგ შენარჩუნდება როგორც ასლი, ასევე ორიგინალიც.
- ოფციის **Reference** (საყრდენი კუთხე) გამოყენების შემთხვევაში მობრუნების კუთხის მითითება შეიძლება რაიმე საყრდენი კუთხის მიმართ. ამისათვის საჭიროა ჯერ საყრდენი კუთხის მითითება (მონაკვეთის ორი წერტილის მითითებით განისაზღვრება მისი X ღერძის მიმართ დახრის კუთხე), შემდეგ ამ საყრდენი კუთხის მიმართ მობრუნების კუთხის მითითება.

12.3.20. მასშტაბი SCALE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Scale**	**scale ან sc**

. ბრძანება **SCALE** (მასშტაბი) გამოიყენება ობიექტის მასშტაბირებისათვის საბაზო წერტილის მიმართ.

Scale ბრძანების გამოძახების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს ობიექტების მონიშვნას

Select object(s):

(ობიექტის(ების) მონიშვნა:)

მონიშვნის დასრულებისა და <**Enter**> ღილაკზე დაჭერის შემდეგ საჭიროა საბაზო წერტილის მითითება

Specify base point:

(საბაზო წერტილი:)

საბაზო არის წერტილი, რომლის მიმართ მასშტაბირდება მონიშნული ობიექტები. საბაზო წერტილის მითითების შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს მასშტაბირების კოეფიციენტის მითითებას

Specify scale factor or [Copy/Reference] <1.0000>:

(სამასშტაბო კოეფიციენტი ან [კოპირება/საყრდენი მონაკვეთი] <1.0000>:) 1-ზე მეტი რიცხვის შეტანისას ობიექტი იზრდება, ხოლო 1-ზე ნაკლების - მცირდება. მასშტაბის მითითება შეიძლება მაუსის საშუალებითაც. ოფცია **Copy (**კოპირება) იძლევა მასშტაბირებულ ობიექტებთან ერთად საწყისი ობიექტების შენარჩუნების საშუალებას (ამ ოფციის გარეშე საწყისი ობიექტები წაიშლება ნახაზიდან).

12.3.21. გაჭიმვა STRETCH

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Strech**	**strech**

ბრძანება **STRETCH** (გაჭიმვა) გამოიყენება გაჭიმვის მეთოდით ობიექტის ფორმის შესაცვლელად. ზოგადად, ბრძანება გამოიყენება პოლიხაზზე (აგრეთვე შესაძლებელია მონაკვეთების, რკალების, ელიფსური რკალებისა და მრუდების გაჭიმვაც), როდესაც საჭიროა რამდენიმე წვეროს გადაადგილება ვექტორის გასწვრივ, ხოლო დანარჩენი წვეროების დატოვება თავის ადგილზე. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ობიექტების მონიშვნა მკვეთი ჩარჩოთი ან მკვეთი მრავალკუთხედით.

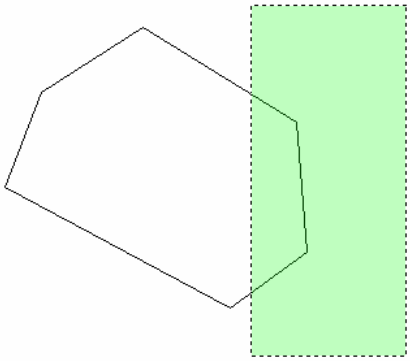
STRETCH ბრძანების შესრულებისას **AutoCAD** სისტემა თავდაპირველად მოითხოვს მკვეთი ჩარჩოთი ან მკვეთი მრავალკუთხედით გასაჭიმი ობიექტების მონიშვნას:

Select object to stretch by crossing-window or crossing-polygon...

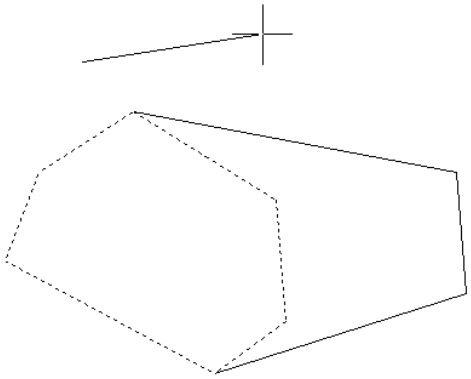
Select objects:

(მონიშნეთ გასაჭიმი ობიექტები მკვეთავი ჩარჩოთი ან მკვეთავი მართკუთხედით...
მონიშნეთ ობიექტები:)

ნახაზზე 39 ნაჩვენებია ექვსკუთხედის ფორმის პოლიხაზი.



ნახ. 12.39



ნახ. 12.40

ექვსკუთხედი მონიშნულია მკვეთი ჩარჩოთი ისე, რომ ჩარჩოს შიგნით (ჩარჩო უნდა იყოს წყვეტილი მწვანე ფონით!) მოთავსებულია მხოლოდ პოლიხაზის მარჯვენა წვეროები. მონიშვნა მთავრდება <**Enter**> ღილაკზე დაჭერით, რასაც მოჰყვება საბაზო წერტილის ან წანაცვლების მოთხოვნა

Specify base point or [Displacement]< Displacement>:

(საბაზო წერტილი ან [წანაცვლება] <წანაცვლება>:)

საბაზო წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს წანაცვლების მეორე წერტილის ან წანაცვლების წერტილად პირველი წერტილის გამოყენების მითითებას

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:

(წანაცვლების მეორე წერტილი ან <ჩაითვალოს გადაადგილებად პირველი წერტილი>:)

გადაადგილების მეორე წერტილის მითითების შემდეგ მიღებულ იქნება შემდეგი ნახაზი (ნახ. 12.40).

შედეგად, ის წვეროები, რომლებიც არ მოხვდა მკვეთ ჩარჩოში, დარჩა უცვლელი, ხოლო მონიშნულები - გადაადგილდა მოცემული ვექტორის პარალელურად.

- ბრძანება **STRETCH** ჭიმავს რკალებს, მონაკვეთებს და სხვა ობიექტებს, რომლებსაც კვეთს მონიშვნის ჩარჩო.
- ბრძანება **STRETCH** გადააადგილებს იმ ობიექტებს, რომლებიც მთლიანად მოთავსებულია მონიშვნის ჩარჩოში.

12.3.22. დანაწევრება EXPLODE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Explode**	**explode**

ბრძანება **EXPLODE** (დანაწევრება) უზრუნველყოფს შედგენილი სახის ობიექტების (მაგალითად, მართკუთხედი, მრავალკუთხედი, პოლიხაზი, ბლოკი და ა.შ.) დანაწევრებას შემადგენელ ნაწილებად.

ბრძანების შესასრულებლად სისტემა მოითხოვს ობიექტის მონიშვნას

Select object:

(ობიექტის მონიშვნა:)

12.3.23. შეუღლება FILLET

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify →Fillet**	**fillet**

ბრძანება **FILLET** (შეუღლება) გამოიყენება მითითებული რადიუსის რკალით ობიექტების (მონაკვეთების, რკალების და წრეწირების) შეუღლებისათვის. თავდაპირველად ბრძანებას გამოაქვს შეტყობინება პარამეტრების მიმდინარე მნიშვნელობების შესახებ

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

(მიმდინარე დაყენებები: რეჟიმი = მოკვეთა, რადიუსი = 0.000)

შემდეგ კი მოითხოვს პირველი ობიექტის მონიშვნას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim]

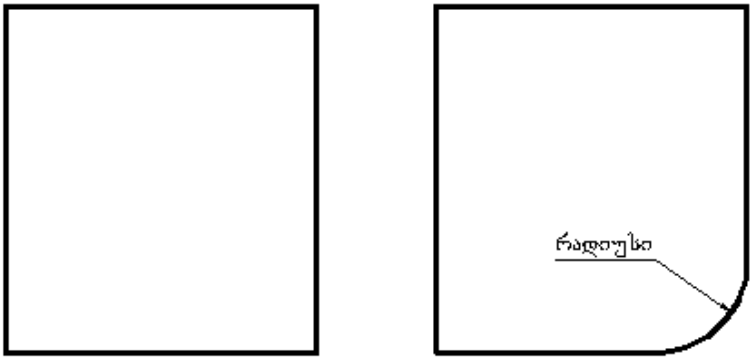
(მონიშნეთ პირველი ობიექტი ან [უკუ/პოლიხაზი/რადიუსი/მოკვეთა]:)

თუ საჭიროა შეუღლების გაკეთება რადიუსის განსხვავებული მნიშვნელობით, უნდა აიკრიფოს **r** და შემდეგ შესრულდეს <**Enter**>.

სისტემა მოითხოვს შეუღლების რადიუსის ახალი მნიშვნელობის შეტანას

Specify fillet radius:

(შეუღლების რადიუსი:)



ნახ. 12.41

ხოლო რადიუსის შეტანის შემდეგ მიმდევრობით მოითხოვს პირველი და მეორე ობიექტების მონიშვნას

Select first object or [polyline /Radius/Trim]

(მონიშნეთ პირველი ობიექტი ან [პოლიხაზი/ რადიუსი /მოკვეთა]:)

Select second object :

(მონიშნეთ მეორე ობიექტი:)

ნახაზზე 12.41 ნაჩვენებია მართკუთხედი შეუღლებამდე და შეუღლების შემდეგ.

12.3.24. ობიექტის თვისებები

AutoCAD-ის თითოეულ ობიექტს აქვს ოთხი ძირითადი თვისება: ფერი, ხაზის ტიპი, ხაზის სისქე და ფენა. ამ თვისებებით განისაზღვრება ობიექტის ეკრანზე ასახვის და საბეჭდ მოწყობილობაზე ნახაზის გამოტანის ფორმები.

პრიმიტივების თვისებებთან სამუშაოდ გამოიყენება ხელსაწყოთა პანელი **Properties** (თვისებები) (ნახ. 12.42).



ნახ. 12.42

ამ ხელსაწყოთა პანელზე მოთავსებულია ოთხი ჩამოშლადი სია (მარცხნიდან მარჯვნივ)

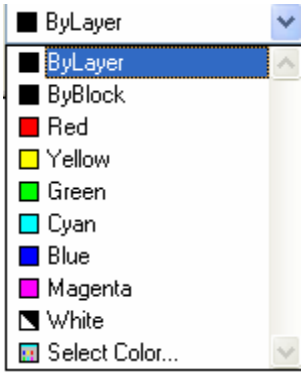
- **Color Control** _ ფერი.
- **Linetype Control** _ ხაზის ტიპი.
- **Lineweight Control** _ ხაზის წონა (სისქე).
- **Plot Style Control** _ ბეჭდვის სტილი.

სიებში მოცემული მნიშვნელობები წარმოადგენს მიმდინარე მნიშვნელობებს, რომლებიც მიენიჭება ახალ ობიექტებს.

12.3.25. ფერი

ხელსაწყოთა სტრიქონი	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
Select Color...	**Format→color**	**color an col**

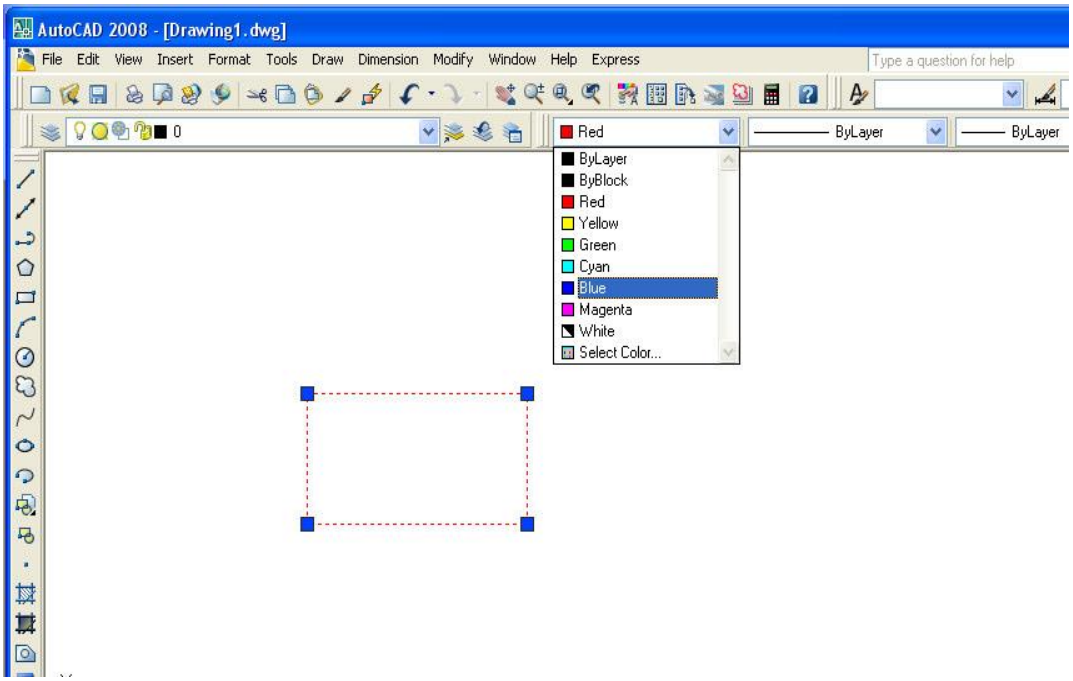
Properties (თვისებები) ხელსაწყოთა პანელზე პირველი (მარცხნიდან მარჯვნივ) ჩამოშლადი სიაა **Color Control** (ფერების მართვა) (ნახ. 12.10-2), მისი ძირითადი დანიშნულებაა ფერის მიმდინარე მნიშვნელობის დაყენება. გულისხმობის პრინციპით, მიმდინარე მნიშვნელობად აიღება **ByLayer** (ფენის მიხედვით), ე.ი. ობიექტების ფერი აიღება მიმდინარე ფენის თვისებიდან. კონკრეტული



ნახ. 12.43

ფერის მიმდინარე ფერად დაყენება, რომელიც არ იქნება დამოკიდებული ფენაზე, შეიძლება სიიდან **Color Control** (ნახ. 12.43).

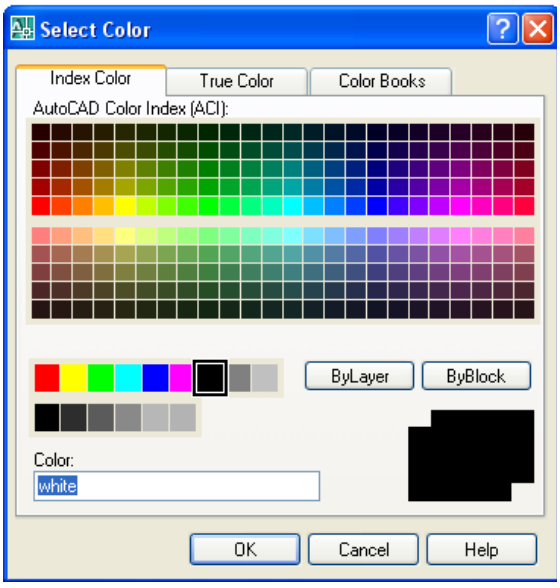
საჭირო ფერის არჩევის შემდეგ სია დაიხურება და მიმდინარე გახდება არჩეული ფერი. ჩამოშლადი სიის **Color Control** გამოყენება შეიძლება აგრეთვე არსებული ობიექტის ფერის შესაცვლელად. ამისათვის ჯერ უნდა მოინიშნოს შესაბამისი ობიექტი (მას გაუჩნდება სახელურები), ხოლო შემდეგ ჩამოშლად სიაში არჩეული



ნახ. 12.44

უნდა იქნეს სასურველი ფერი (მასზე დაწკაპუნებით). სია დაიხურება და პრიმიტივს ექნება ახალი ფერი (ნახ. 12.44). სანამ მონიშნულ ობიექტზე გამონათებულია სახელურები, **Color Control** სია აჩვენებს მონიშნული ობიექტის ფერს, ხოლო <**Esc**> ღილაკზე დაჭერის შემდეგ სახელურები გაქრება და სიაში აღდგება ფერის მიმდინარე მნიშვნელობა, რომლითაც გაგრძელდება ხაზვა.

ფერის განსხვავებული ტონის დასაყენებლად გამოიყენება **Select Color** (ფერის შერჩევა) პუნქტი, რომლითაც გაიხსნება **Select Color** ფანჯარა (ნახ. 12.45).

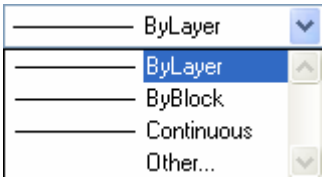


ნახ. 12.45

12.3.26. ხაზის ტიპი

ხელსაწყოთა სტრიქონი	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
Other...	**Format→ linetype...**	**linetype ან lt**

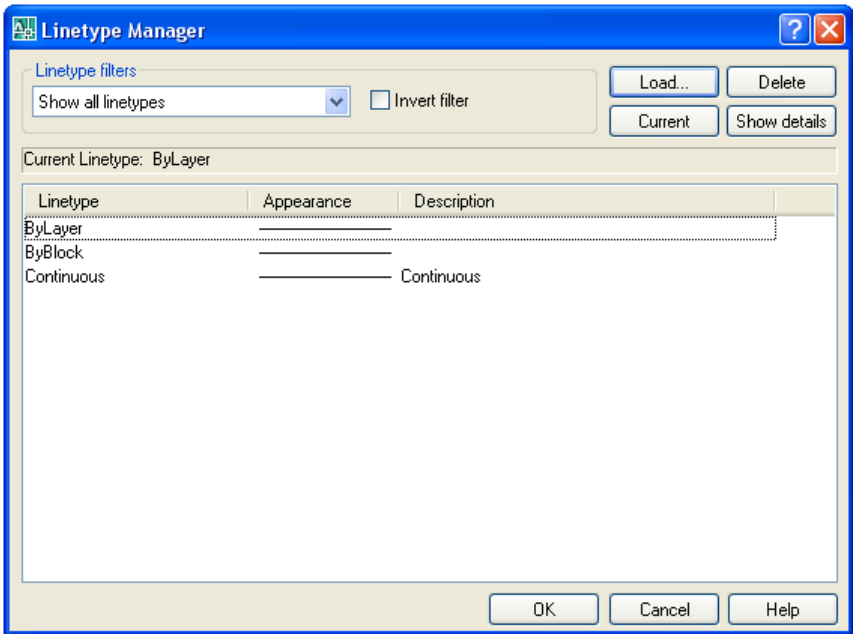
ხაზოვან ობიექტს აქვს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი თვისება - ხაზის ტიპი. **Properties** ხელსაწყოთა პანელზე მარცხნიდან მეორე სიაა **Linetype Control** (ხაზის ტიპის მართვა). მისი ჩამოშლისას ჩნდება ამ მომენტისათვის ხელმისაწვდომი ხაზის ტიპების ნიმუშები მათ სახელებთან ერთად (ნახ. 12.46).



ნახ. 12.46

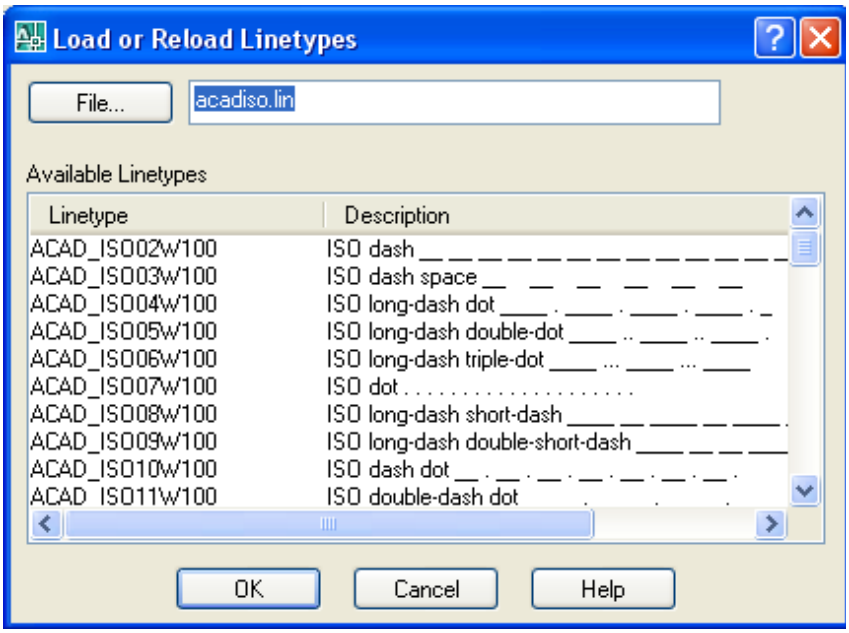
საწყის ეტაპზე მასში მხოლოდ ხაზის სამი ტიპია მოთავსებული _ **ByLayer** (ფენის მიხედვით), **ByBlock** (ბლოკის მიხედვით) და **Continuous (უწყვეტი),** რომელიც გამოიყენება ჩვეულებრივი სწორი ხაზისათვის. სხვა ხაზის ტიპების ჩატვირთვისათვის გამოიყენება **Linetype Manager** (ხაზის ტიპების მენეჯერი) დიალოგური ფანჯარა (ნახ. 12.47), რომლის ეკრანზე გამოძახება ხორციელდება **Other...** (სხვა) პუნქტზე დაჭერით.

ეს ფანჯარა იძლევა ახალი ხაზის ტიპის მიმდინარე დაყენების, არსებული ტიპებიდან რომელიმეს წაშლის, აგრეთვე ახალი ხაზის ტიპის ჩატვირთვის საშუალებას. ფანჯრის ცენტრალურ ნაწილში სიის სახით მოცემულია მიმდინარე ნახაზის ფაილში ჩატვირთული ხაზის ტიპების სახელები. ახალი ხაზის ტიპის ჩასატვირთად, **Load** (ჩატვირთვა) ღილაკზე დაჭერით, გაიხსნება **Load or Reload Linetype** (ხაზის ტიპების ჩატვირთვა/გადატვირთვა) (ნახ. 12.48) დიალოგის ფანჯარა. ფანჯრის ზედა ნაწილში ნაჩვენებია ფაილის სახელი **(acadiso.lin)**, რომელიც შეიცავს ფანჯრის ქვედა ნაწილში გამოტანილ ხაზის ტიპებს. ღილაკი **File** (ფაილი) გამოიყენება იმ ფაილის ასარჩევად, საიდანაც გადმოიტვირთება ხაზის ახალი ტიპების ნაკრები.



ვერტიკალური გადაფურცვლის ზოლით შესაძლებელია საჭირო ხაზის ტიპის, მაგალითად, **Acad_ISO02W100** (წყვეტილოვანი) მონახვა და მაუსის მარცხენა ღილაკზე დაჭერით მისი მონიშვნა. **OK** ღილაკზე დაჭერის შემდეგ არჩეული ხაზის ტიპი დაემატება **LineType Manager** ფანჯარაში მოცემული ხაზების ტიპების სიას.

Linetype Control ჩამოშლადი სიიდან შესაძლებელია მონიშნული ობიექტების ხაზის ტიპის შეცვლა. ეს მოქმედება მონიშნული ობიექტების ფერის შეცვლის ანალოგიურია.

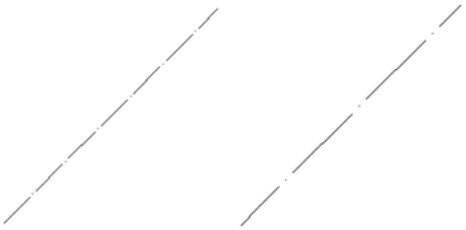


ნახ. 12.48

პრიმიტივის კიდევ ერთ თვისებას წარმოადგენს ხაზის ტიპის მასშტაბი. ხაზის ტიპის შემადგენელი ელემენტების ზომების (შტრიხების, წერტილების, დაშორებების და ა.შ.) შეცვლა

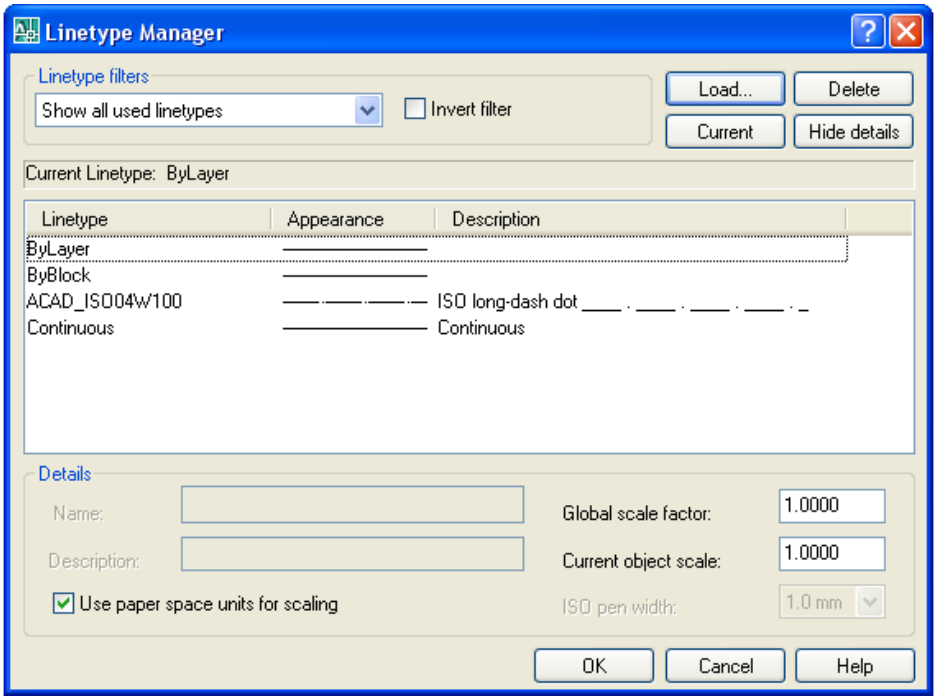
ხდება ობიექტის ხაზის ტიპის მასშტაბის შეცვლით. გულისხმობის პრინციპით ხაზის ტიპის მასშტაბი უდრის 1. ნახაზზე 12.49 ნაჩვენებია სხვადასხვა მასშტაბში დახაზული ერთი და იმავე ხაზის ტიპი.

ხაზის ტიპს აქვს ორი სახის მასშტაბი: გლობალური და ლოკალური. გლობალური მასშტაბი ვრცელდება ერთდროულად ნახაზის ყველა ობიექტზე, ხოლო მიმდინარე - კონკრეტულ ობიექტზე. მოქმედი მასშტაბის ნახვა შეიძლება **Linetype Manager** დიალოგური ფანჯრის **Show details** (დეტალების ნახვა) ღილაკზე დაჭერით. ამით ფანჯრის ქვედა ნაწილში გამონათდება დამატებითი ინფორმაცია ხაზის მოქმედი მასშტაბის შესახებ (ნახ. 12.50).

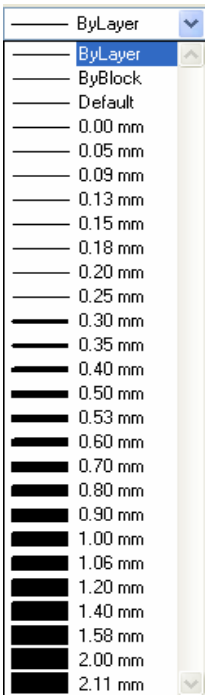


ნახ. 12.49

გლობალური მასშტაბის ცვლილება გავლენას ახდენს ნახაზის ყველა ელემენტზე. თუ მასშტაბის წინა მნიშნელობა იყო 1, ხოლო ახალი - 2, მაშინ ნახაზის ობიექტების ხაზის ტიპის ყველა ელემენტი მაშინვე გაზრდის თავის ზომებს 2-ჯერ.



ნახ. 12.50



ნახ. 12.51

პრიმიტივის კიდევ ერთ საინტერესო თვისებას წარმოადგენს ხაზის წონა (სისქე). ეს არის სისქე, რომლითაც ობიექტი გამოდის საბეჭდ მოწყობილობაზე.

ხაზის სისქის მიმდინარე მნიშვნელობის დაყენება შეიძლება **Lineweight** (სისქე) ჩამოშლადი სიის დახმარებით. ეს სია მოთავსებულია **Properties** (თვისებები) ხელსაწყოთა პანელზე (ნახ. 12.51).

Lineweight სიის გამოყენებით შეიძლება მონიშნული ობიექტების ხაზის სისქის შეცვლა. ეს მოქმედება ფერის და ხაზის ტიპის შეცვლის ანალოგიურია. გულისხმობის პრინციპით გრაფიკულ ეკრანზე ხაზები გამოისახება 0.25 მმ სისქით. ხაზის სისქის შეცვლილი მნიშვნელობა გრაფიკულ ეკრანზე აისახება იმ
შემთხვევაში, თუ ჩართულია ღილაკი **LWT** .

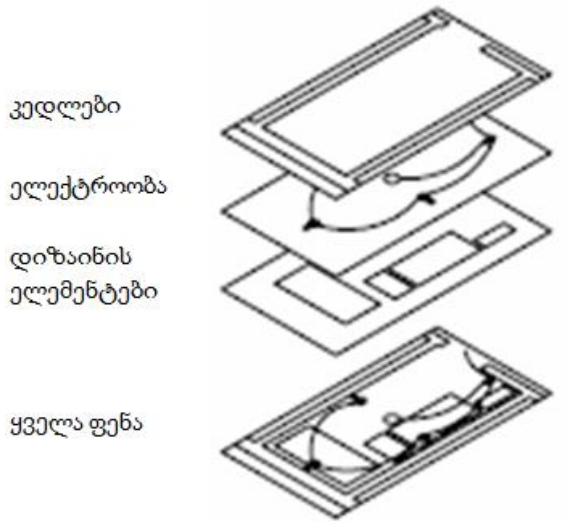
12.3.27. ფენები

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Format→Layer**	**layer ან la**

დატვირთული ნახაზების შექმნისას მოხერხებულია ცალკეული ობიექტის ან ობიექტთა ჯგუფის განთავსება დამოუკიდებელ ფენაზე, რომელიც წარმოადგენს პრიმიტივის ნაირსახეობას. ფენები წააგავს ერთმანეთზე დადებული კალკის გამჭირვალე ფურცლებს. ფენას მისი შექმნისასუნდა მიენიჭოს სახელი, რათა შესაძლებელი გახდეს მომავალში მასთან მუშაობა. ფენას, როგორც ნებისმიერ პრიმიტივს, აქვს ისეთი თვისებები, როგორიცაა: ფერი, ხაზის ტიპი და სისქე (წონა) და დაბეჭდვის სტილი. ამა თუ იმ ფენაზე გრაფიკული ობიექტის შექმნისას გამოიყენება ფენის თვისებების გულისხმობის პრინციპით არსებული მნიშვნელობები ან კონკრეტული ფენისათვის ახლად დაყენებული თვისებების განსხვავებული მნიშვნელობები. იმისდა მიუხედავად, თუ თვისებების როგორი მნიშვნელობები გააჩნია ფენას, საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელია ნებისმიერი ობიექტის თვისებების მნიშვნელობების შეცვლა.

AutoCAD სისტემა იძლევა ფენის გაყინვის/გალღობის და გამორთვა/ჩართვის საშუალებას. ფენის გაყინვის ან გამორთვის შემთხვევაში მასზე არსებული ობიექტები ხდება უხილავი, რაც იძლევა მოცემულ მომენტში ზოგიერთი მეორეხარისხოვანი ობიექტების წაუშლელად ნახაზის განტვირთვის საშუალებას. ეს გარემოება საგრძნობლად ამარტივებს ამა თუ იმ ფენაზე განთავსებული ობიექტების ჯგუფთან მუშაობის პროცესს.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მოხერხებულია რაიმე ნიშნით დაჯგუფებული ობიექტების ცალკე ფენაზე განთავსება. მაგალითად, ერთი ფენა შეიძლება შეიცავდეს მზიდ კონსტრუქციებს, კედლებს, ტიხრებს, მეორე - ელექტროგაყვანილობის სქემებს, მესამე - დიზაინის ელემენტებს და ა.შ. (ნახ. 52). ასე ხდება სხვადასხვა ფენის ერთმანეთთან შეთავსება და აუცილებელი საპროექტო დოკუმენტაციის დაკომპლექტება.



ნახ. 12.52

ხაზვის პროცესში შექმნილი ფენები, როგორც ცარიელი (რომელიც არ შეიცავს ობიექტებს), ასევე ნახაზის პრიმიტივების ნაწილის შემცველი, ინახება სპეციალურ შიგა ცხრილში. ახალი ნახაზის შექმნისას ავტომატურად იქმნება მხოლოდ ერთი ფენა სახელწოდებით 0, რომელსაც პარამეტრების სახით ენიჭება თეთრი ფერი, ხაზის ტიპი **Continuous** და სისქე **Default**, რომელიც

გულისხმობის პრინციპით შეესაბამება 0,25 მმ. **AutoCAD** სისტემა არ ითვალისწინებს **0** ფენის წაშლას ან მისთვის სახელის გადარქმევას.

ვინაიდან ფენასთან დაკავშირებულია მისთვის დაყენებული ან გულისხმობის პრინციპით არსებული პარამეტრების მნიშვნელობები - ფერი, ხაზის ტიპი, სისქე და ბეჭდვის სტილი, ობიექტთა სხვადასხვა ჯგუფის დამოუკიდებელ ფენაზე განთავსებით შესაძლებელი ხდება ნახაზის სტრუქტურირება. მაგალითად, შეიძლება შეიქმნას ცალკე ფენა ღერძის ხაზებისათვის, მიეცეს ლურჯი ფერი, ხოლო ხაზის ტიპი წყვეტილ-წერტილოვანი **CENTER.** შედეგად, თუ საჭირო გახდება ღერძის ხაზის დახაზვა, საკმარისი იქნება ამ ფენაზე გადასვლა და ხაზვის დაწყება. ამ შემთხვევაში, ყოველი ღერძის ხაზის აგებისას აღარ გახდება საჭირო ხელახლა ფერისა და ხაზის ტიპის შერჩევა. **AutoCAD** სისტემაში ფენების გამოყენების შესაძლებლობა ხაზვის ერთ-ერთი უმთავრესი უპირატესობაა, ფორმატზე ხაზვასთან შედარებით.

ფენებთან სამუშაოდ გამოიყენება ბრძანება **Layer** (ფენა). ბრძანების გამოძახების შემდეგ იხსნება დიალოგური ფანჯარა **Layer Properties Manager** (ფენის თვისებების მენეჯერი) (ნახ. 12.53). ფანჯარა დაყოფილია ორ ძირითად არედ. ფენების ფილტრი მოთავსებულია მარცხენა არეში, ხოლო მარჯვნივ _ ნახაზში შესაბამისი ფილტრით განსაზღვრული ფენათა სია. **All Used layers** გამოყენების შემთხვევაში ფანჯრის მარჯვენა მხარეს გამოტანილ იქნება მიმდინარე ნახაზში არსებული ყველა ფენა, მათი თვისებების ჩვენებით.

შესაძლებელია ცალკე ჯგუფად გარკვეული ფენების გაერთიანება. ყოველ ასეთ ჯგუფს ენიჭება სახელი. ამასთან, ერთი და იგივე ფენა შეიძლება იქნეს გაერთიანებული ერთზე მეტ ასეთ ჯგუფში. **Layer Properties Manager** დიალოგის ფანჯრის მარცხენა მხარეს არსებული ფილტრის საშუალებით ხდება ამა თუ იმ ჯგუფში გაერთიანებული ფენების გამონათება ფანჯრის მარჯვენა მხარეს.

ობიექტის ან ობიექტთა ჯგუფის რაიმე ერთი ფენიდან, რომელზეც იყო დახაზული ობიექტები, სხვა ფენაზე გადასატანად უნდა მოინიშნოს ფენაზე გადასატანი ობიექტები და შემდეგ მიმდინარე ფენად უნდა დაყენდეს საჭირო ფენა **Layers,** პანელის ჩამოშლად სიაში შესაბამისი ფენის სახელის არჩევით. ობიექტების სხვა ფენაზე გადატანა მთავრდება **Esc** ღილაკზე დაჭერით.

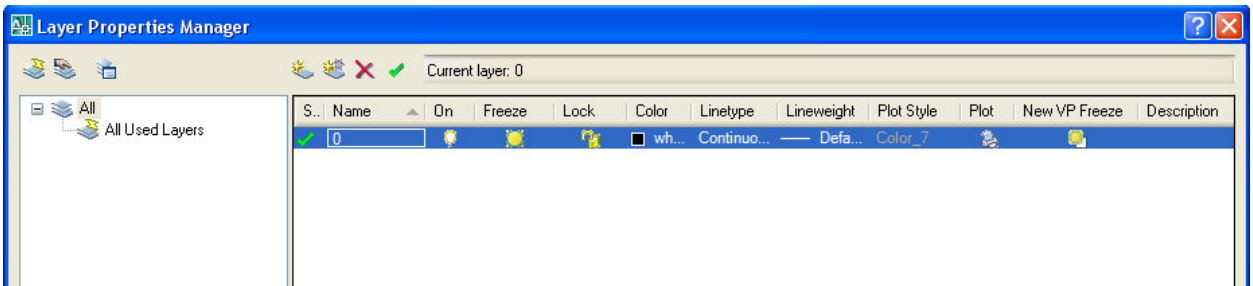
იმავეს გაკეთება შეიძლება სხვა გზით – ფენების შექმნის შემდეგ მიმდინარე ფენად უნდა დაყენდეს საჭირო ფენა და შემდეგ დაიხაზოს მასზე განსათავსებელი ობიექტები.

ფენის გამორთვა/ჩართვა და გაყინვა/გალღობა ოპერაციების შესასრულებლად **Layers** პანელის ჩამოშლად სიაში ან **Layers Properties Manager** დიალოგის ფანჯარაში უნდა დავაჭიროთ გასაყინი ან გამოსართავი ფენის სახელის გასწრივ მდებარე  ან  ღილაკს. განმეორებითი დაჭერა ამ ღილაკებზე შეცვლის ფენის მდგომარეობას საწინააღმდეგოზე. გაყინვა/გალღობა ოპერაციები ვერ სრულდება მიმდინარე ფენაზე. ე.ი თუ რაიმე გასაყინი ფენა წარმოადგენს მიმდინარე ფენას, ჯერ საჭიროა რაიმე სხვა ფენაზე გადასვლა, შემდეგ საჭირო ფენის გაყინვა. ხაზვის პროცესის ამა თუ იმ ეტაპზე ნახაზის მხოლოდ ერთი რომელიმე ფენა შეიძლება იყოს მიმდინარე (ხაზვა მიმდინარეობს ამ ფენაზე). მისი სახელი აისახება **Layer Properties Manager** ფანჯრის მარჯვენა ზედა კუთხეში. მაგალითად:

Current layer: 0

(მიმდინარე ფენა: 0)

მიმდინარე ის ფენაა, რომელზეც იქმნება ახალი ობიექტები.



ცხრილური ნაწილის თავზე მოთავსებულია ღილაკები:

 _ ახალი ფენის შექმნა.

 _ ახალი ფენა, რომელიც გაყინულია ხედის ყველა ეკრანზე (იხ. ქვემოთ).

 _ ნახაზიდან ფენის წაშლა (მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ფენა არ არის მიმდინარე და ამავდროულად მასზე არ არის მოთავსებული ობიექტები).

 _ მონიშნული ფენის მიმდინარედ დაყენება.

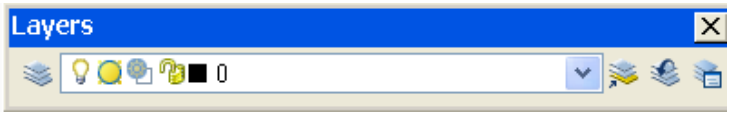
ფენების თვისებები:

- **Status** (მდგომარეობა) _ ფენის მდგომარეობა. ფენას ენიჭება მიმდინარე სტატუსი.
- **Name** (სახელი) _ ფენის სახელი სიგრძით 1 დან 255 სიმბოლო.
- **On** (ჩართვა/გამორთვა) _ ფენის ჩართვა ან გამორთვა.
- **Freeze** (გაყინვა/გალღობა) _ ფენის გაყინვა ან გალღობა. ნიშნავს ფენის გამორთვას ან ჩართვას ყველა ხედის ეკრანზე ერთდროულად.
- **Lock** (ბლოკირება) _ ფენის ბლოკირება. ბლოკირებულ ფენაზე არსებული პრიმიტივები ჩანს ეკრანზე, მაგრამ მათი რედაქტირება შეუძლებელია. ბლოკირებული ფენა შეიძლება გავხადოთ მიმდინარე ფენად, დავხაზოთ მასზე, გავყინოთ იგი ან გამოვიყენოთ ობიექტური მიბმის ბრძანებები.
- **Color (ფერი)** _ ფერი, რომელშიც ფენაზე გამოიხაზება პრიმიტივი. ფერის სახით მოიცემა **ByLayer** მნიშვნელობა.
- **Linetype** (ხაზის ტიპი) _ ხაზის ტიპი, რომლითაც ფენაზე იხაზება პრიმიტივი.
- **Lineweight** (ხაზის სისქე) _ წონა (სისქე), რომლითაც ფენაზე იხაზება პრიმიტივი.
- **Plot style** (ბეჭდვის სტილი) _ მოცემული ფენის ბეჭდვის სტილი.

- **Plot** (ბეჭდვა) _ ფენის ბეჭდვაზე გაშვება/აკრძალვა.
- **New VP Freeze** (ახალი ხედის ეკრანის გაყინვა/გალღობა) _ ქმნის ახალ ფენას, რომელიც იქნება გაყინული არსებულ ყველა ხედის ფანჯარაში.
- **Description** (აღწერა) _ ფენის აღწერა (ტექსტური კომენტარი).

ახალი ფენა იქმნება **Layer Properties Manager** (ფენის თვისებების მენეჯერი) დიალოგური ფანჯრის ზედა ნაწილში მოთავსებულ  ღილაკზე დაჭერით.მისი პირობითი სახელია **Layer1** (ფენა1). (შემდგომ ყოველი ახალი ფენა ავტომატურად მიიღებს სახელს **Layer2, Layer3** და ა.შ. _ მათი შექმნის თანამიმდევრობის შესაბამისად). ფენის სახელი ამ დროს გამოყოფილია, რაც ნიშნავს, რომ იგი მზადაა რედაქტირებისათვის. ფენის არსებული სახელის შესაცვლელად საჭიროა მაუსის მარცხენა ღილაკით ორჯერ დაწკაპუნება, რითაც ხორციელდება ფენის სახელის შეცვლის რეჟიმში გადასვლა. სახელი იკრიფება კლავიატურიდან და სრულდება **<Enter>** კლავიშზე დაჭერით.

ობიექტის ან ობიექტთა ჯგუფის ერთი ფენიდან მეორეზე გადასატანად უნდა მოინიშნოს გადასატანი ობიექტები და **Layers** პანელის ჩამოშლად სიაში შეირჩეს საჭირო ფენა (ნახ. 12.54).



ნახ. 12. 54

ფენის გამორთვა/ჩართვა და გაყინვა/გალღობა ოპერაციების შესასრულებლად **Layers** პანელის ჩამოშლად სიაში ან **Layers Properties Manager** დიალოგურ ფანჯარაში უნდა დავაჭიროთ გასაყინი ან გამოსართავი ფენის სახელის გასწრივ მდებარე  ან  ღილაკს. ამ ღილაკებზე განმეორებითი დაჭერა შეცვლის ფენის მდგომარეობას საწინააღმდეგოზე. გაყინვა/გალღობა ოპერაციები ვერ სრულდება მიმდინარე ფენაზე.

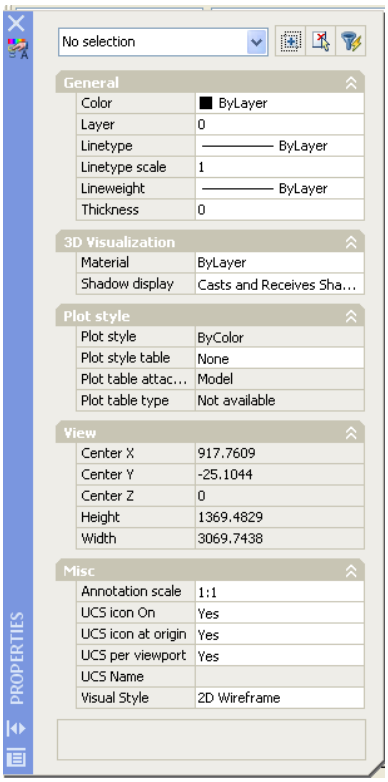
12.3.28. თვისებების რედაქტირება

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი	კლავიშების კომბინაცია
	**Tools→ Paletts→ Properties**		**Ctrl + 1**

ობიექტების რედაქტირების უნივერსალური ბრძანებაა **Properties** (თვისებები). იგი ობიექტების ნებისმიერი თვისების რედაქტირების საშუალებას იძლევა.

ბრძანების გამოძახების შემდეგ ეკრანზე იხსნება ობიექტის თვისებების ფანჯარა **Properties** (თვისებები) (ნახ. 12.55). ეს ფანჯარა გაიხსენება აგრეთვე ობიექტზე მაუსის ორჯერ დაწკაპუნებით.

Properties (თვისებები) ბრძანების ფანჯარის შედგენილობა მონიშნულ ობიექტზეა დამოკიდებული (იმაზე, თუ რა ობიექტია მონიშნული).

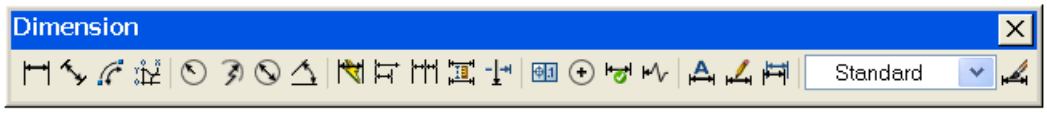


ნახ. 12.55

თუ არ არის მონიშნული ობიექტი, მაშინ ფანჯრის ზედა ნაწილში წერია **No Selection,** ხოლო თუ მონიშნულია ობიექტი, მაშინ ამავე ველში ჩანს ამ ობიექტის სახელი და ფანჯარაში აისახება მისი შესაბამისი თვისებები. რამდენიმე ობიექტის ერთად მონიშვნის შემთხვევაში, ფანჯარაში ჩანს ყველა მონიშნული ობიექტისათვის დამახასიათებელი თვისებები (მაგალითად, თუ რომელიმე მონიშნულ ობიექტს არ აქვს რადიუსი, მაშინ ეს თვისება ფანჯარაში არ აისახება).

12.3.29. ზომები

ნახაზზე ზომების გამოტანის ოპერაციები სრულდება ბრძანებებით, რომლებსაც შეესაბამება **Dimension** (ზომები) ჩამოშლადი მენიუს ბრძანებები, აგრეთვე **Dimension** პანელის ხელსაწყოები. განვიხილოთ ეს ოპერაციები იმ თანამიმდევრობით, როგორც განთავსებულია ისინი **Dimension** პანელში (მარცხნიდან მარჯვნივ) (ნახ. 12.56).



ნახ. 12.56

გულისხმობის პრიცნიპით ნახაზის ყველა ზომა ასოციაციურია, რაც ნიშნავს, რომ ობიექტის რედაქტირებისას ავტომატურად იცვლება მასთან დაკავშირებული ზომა.

12.3.30. ხაზოვანი და პარალელური ზომები

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension →Linear**	**dimlinear**

ნახაზზე ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზომების გამოსატანად განკუთვნილია ბრძანება **DIMLINEAR.**

DIMLINEAR ბრძანების შესრულება განვიხილოთ შემდეგ მაგალითზე: გამოვიტანოთ მართკუთხედის სახით წარმოდგენილი პოლიხაზის ზომები, ზედა ჰორიზონტალური ხაზიდან დაწყებული.

თავდაპირველად სისტემა მოითხოვს პირველი გამოსატანი ხაზის დასაწყისის მითითებას ან ობიექტის მონიშვნას

Specify first extension line origin or <select object>:

(პირველი გამოტანის ხაზის დასაწყისი ან <ობიექტის მონიშვნა>:)

მარცხენა ზედა კუთხის წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს მეორე გამოსატანი ხაზის დასაწყისის მითითებას

Specify second extension line origin:

(მეორე გამოტანის ხაზის დასაწყისი:)

მეორე მარჯვენა ზედა კუთხის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს ზომის ხაზის მდებარეობის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify dimension line location or

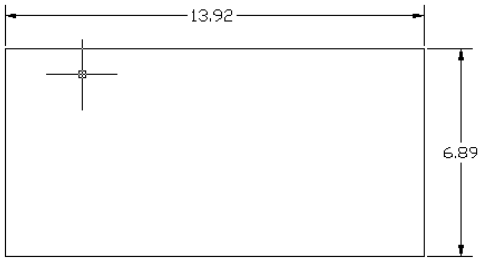
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

(შეარჩიეთ ზომის ხაზის მდებარეობა ან

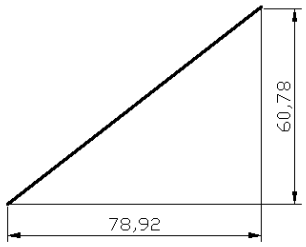
[მულტიტექსტი/ტექსტი/კუთხე/ჰორიზონტალური/ვერტიკალური/მობრუნებული]:)

ობიექტზე მითითებული წერტილების მიხედვით **AutoCAD** სისტემა განსაზღვრავს, თუ ზომის როგორი ტიპია (ჰორიზონტალური თუ ვერტიკალური) საჭირო. შემდეგ მაუსის დაწკაპუნებით, ნახაზზე მითითებული უნდა იქნეს წერტილი, რომლითაც განისაზღვრება ზომის განლაგების დონე (ნახ. 12.57).

ანალოგიურად ხდება მართკუთხედის ვერტიკალური ზომის გამოტანა. **AutoCAD** სისტემა ეცდება, მითითებული წერტილების მიხედვით, თვითონ დაადგინოს ზომის ჰორიზონტალური თუ ვერტიკალური ვარიანტია უფრო ხელსაყრელი (ნახ. 12.58). შესაძლებელია ხაზოვანი ზომის ტიპის შეცვლა, რისთვისაც ზომის ხაზის განთავსების წერტილის ნაცვლად არჩეულ იქნება ერთ-ერთი ოფცია.



ნახ. 12.57



ნახ. 12.58

select object (ობიექტის არჩევა) ოფციის არჩევის შემთხვევაში (რაც ხდება გამოსატანი ხაზის პირველი წერტილის ნაცვლად <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით), სისტემა მოითხოვს ობიექტის მონიშვნას

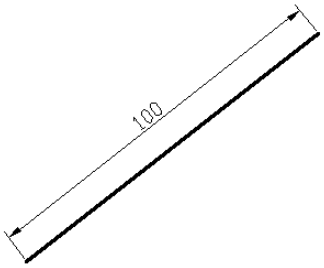
Select object to dimension:

(მონიშნეთ ობიექტი ზომის ხაზის გამოსატანად:)

AutoCAD სისტემა თვითონ დაადგენს განაპირა წერტილებს და მოითხოვს ზომის ხაზის მდებარეობის მითითებას.

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension →Aligned**	**dimaligned**

ბრძანება **DIMALIGNED** იძლევა არჩეული ობიექტის ან ორი მითითებული წერტილის პარალელურად ხაზოვანი ზომის მითითების საშუალებას (ნახ. 12.59).



ნახ. 12.59



ნახ. 12.60

12.3.31. რკალის სიგრძე DIMARC

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension →Arc Length**	**dimarc**

ნახაზზე რკალის ზომის გამოსატანად გამოიყენება ბრძანება **DIMARC** (ნახ. 12.60).

ბრძანების გამოძახების შემდეგ სისტემა მოითხოვს რკალის ან პოლიხაზის რკალური სეგმენტის მონიშვნას

Select arc or polyline arc segment:

(მონიშნეთ რკალი ან პოლიხაზის რკალური სეგმენტი:)

რკალის მონიშვნის შემდეგ სისტემა მოითხოვს რკალის ზომის მდებარეობის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას:

Specify arc length dimension location, or [Mtext /Text /Angle/ Partial/Leader]:

(რკალის ზომის მდებარეობა ან [მულტიტექსტი/ტექსტი/კუთხე/ნაწილი/ გამოტანა]:)

Mtext (მულტიტექსტი) და **Text** (ტექსტი) ოფციები შესაბამისად იძლევა ზომის ტექსტის მრავალსტრიქონიანი ან ერთსტრიქონიანი ტექსტის სახით წარმოდგენის საშუალებას.

Angle (კუთხე) ოფციის საშუალებით მიეთითება ზომის ტექსტის დახრის კუთხე.

Partial (ნაწილი) ოფცია გამოიყენება რკალის ნაწილის ზომის მისათითებლად (სისტემა მოითხოვს რკალზე მდებარე ორი წერტილის მითითებას).

ოფცია **Leader** (გამოტანა) გამოიყენება ზომის ტექსტის გარეთ გამოსატანად.

რადიუსი DIMRADIUS

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension →Radius**	**dimradius**

DIMRADIUS ბრძანება განკუთვნილია რადიუსის ზომის გამოსატანად.

DIMRADIUS ბრძანება თავდაპირველად მოითხოვს რკალის ან წრეწირის მითითებას

Select arc or circle:

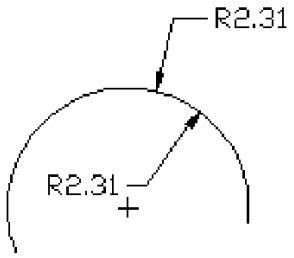
(მონიშნეთ რკალი ან წრეწირი:)

მომდევნო მოთხოვნით კი ზომის ხაზის ადგილმდებარეობას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

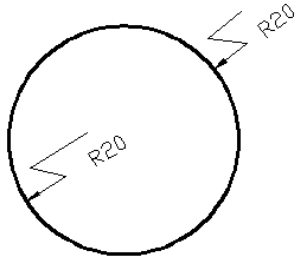
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

(შეარჩიეთ ზომის ხაზის მდებარეობა ან [მულტიტექსტი/ტექსტი/კუთხე]:)

ზომის ხაზის ადგილმდებარეობის წერტილის მითითებით განისაზღვრება, თუ სად – შიგნით თუ გარეთ იქნება განთავსებული იგი (ნახ. 12.61).



ნახ. 12.61



ნახ. 12.62

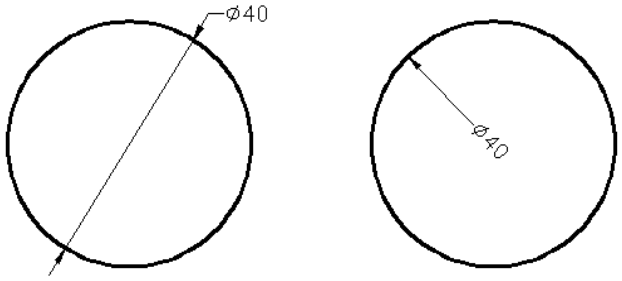
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Dimension → Jogged	dimjogged

AutoCAD-ში არსებობს აგრეთვე **DIMJOGGED** ბრძანება, რომლის საშუალებით ხდება ნახაზზე რკალის, წრეწირის ან პოლიხაზის რკალური სეგმენტის რადიუსის ზომის საფეხუროვანი ზომის სახით გამოტანა (ნახ. 12.62).

ზომის ხაზის მდებარეობის საწყისი წერტილის და მისი საფეხურის წერტილის მითითება მოითხოვება დამატებით.

12.3.33. დიამეტრი DIMDIAMETER

ნახაზზე დიამეტრის გამოსატანად განკუთვნილია ბრძანება **DIMDIAMETER**.
DIMDIAMETER ბრძანების შესრულების მაგალითები მოყვანილია ნახაზზე 63.



ნახ. 12.63

12.3.34. კუთხური ზომა DIMANGULAR

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Dimension → Angular	dimangular

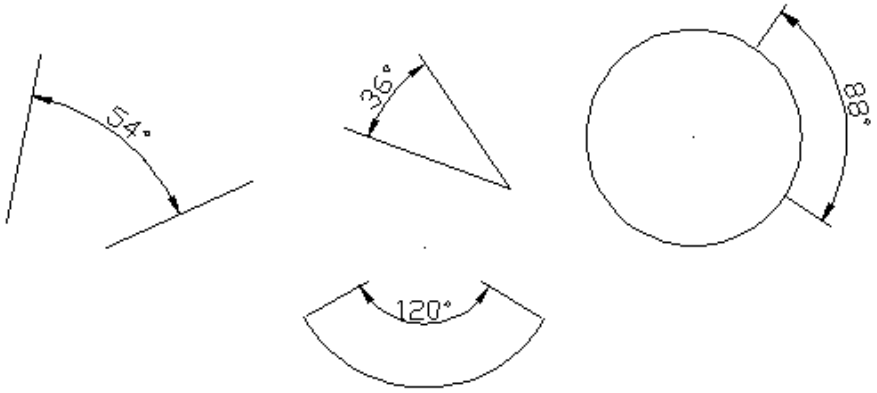
DIMANGULAR ბრძანება განკუთვნილია მონაკვეთებს შორის კუთხური ზომების ან რკალის (ან წრეწირის ნაწილის) კუთხური ზომის აღნიშვნისათვის. თავდაპირველად ბრძანება მოითხოვს რკალის, წრეწირის, ხაზის მონიშვნას ან ოფციის სახით კუთხის წვეროს მითითებას

Select arc, circle, line, or <specify vertex>:

(მონიშნეთ რკალი, წრეწირი, მონაკვეთი ან <მიუთითეთ წვერო>:)

ზომის აღნიშნისათვის შეიძლება რკალის ან წრეწირის (მასზე დადგინდება რკალის ზომა, მოთავსებული ორ მითითებულ წერტილს შორის), ან მონაკვეთის (შემდეგ სისტემა მოითხოვს კიდევ ერთ მონაკვეთს და გაზომავს მათ შორის კუთხეს) მონიშვნა. ობიექტის მონიშვნის გარეშე <**Enter**> კლავიშზე დაჭერის შემთხვევაში, **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს სამ წერტილს – კუთხის წვეროს, კუთხის პირველ და მეორე ბოლო წერტილებს.

ნახაზზე 12.64 ნაჩვენებია კუთხური ზომების სხვადასხვა ვარიანტი.



ნახ. 12.64

12.3.35. სწრაფი ზომები QDIM

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension → Quick Dimension**	**qdim**

AutoCAD სისტემას აქვს ბრძანება **QDIM**, რომელიც უზრუნველყოფს ერთი და იმავე ტიპის ზომათა ჯგუფის სწრაფად შექმნას ან საბაზო ზომების და ზომათა ჯაჭვის სწრაფად აგებას.

ბრძანება აცნობს მომხმარებელს, რომ ასოციაციურ ზომებში პრიორიტეტი აქვს ბოლო წერტილს და მოითხოვს გეომეტრიული ფორმის (კონფიგურაციის) მონიშვნას

Assotiative dimension priority = Endpoint

Select geometry to dimension:

(პრიორიტეტი ასოციაციურ ზომებში = ბოლო წერტილი

მონიშნეთ ობიექტები ზომების გამოსატანად:).

საჭიროა იმ ობიექტების მონიშვნა, რომლებზეც უნდა აღინიშნოს ერთი ტიპის ზომები. შემდეგ სისტემა ითხოვს ზომის ხაზის მდებარეობის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify dimension line position, or

[Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/seTtings] <Continuous>:

(ზომის ხაზის მდებარეობა ან

[ჯაჭვი/საფეხუროვანი/საბაზო/ორდინატული/რადიური/დიამეტრი/წერტილი/შეცვლა/პარამეტრები] <ჯაჭვი>:).

ზომის ხაზის ადგილმდებარეობის მითითების გარდა, შესაძლებელია შემდეგი ოფციების გამოყენება:

- **Continuous** (ჯაჭვი) – ზომათა ჯაჭვის გამოტანა;
- **Staggered** (საფეხუროვანი) – საფეხუროვანი ზომების გამოტანა;
- **Baseline** (საბაზო) – საბაზო ზომების გამოტანა;
- **Ordinate** (ორდინატული) – ორდინატული ზომების გამოტანა;
- **Radius** (რადიუსი) – რადიუსების აღნიშვნა;
- **Diameter** (დიამეტრი) – დიამეტრების აღნიშვნა;
- **Datum Point** (წერტილი) – ახალი საბაზო წერტილის არჩევა საბაზო ან ორდინატული ზომებისათვის.
- **Edit** (შეცვლა) – რამდენიმე ზომის შეცვლა (**AutoCAD** მოითხოვს მითითებას დაამატოს თუ წაშალოს ზომების მიბმის წერტილები);
- **seTtings** (პარამეტრები) – პრიორიტეტულად სხვა ობიექტური მიბმის ფუნქციის არჩევა.

12.3.36. საბაზო ზომა DIMBASELINE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Dimension → Baseline**	**dimbaseline**

DIMBASELINE ბრძანება იძლევა ერთი და იმავე საბაზო წერტილიდან რამდენიმე ხაზოვანი ზომის აგების საშუალებას (ნახ. 12.65).

ბრძანება არ მოითხოვს პირველი გამოტანის ხაზის მდებარეობის მითითებას, არამედ მოითხოვს მეორე გამოტანის ხაზის დასაწყისის მითითებას:

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:

(მეორე გამოტანის ხაზის დასაწყისი ან [უკუ/მონიშვნა] <მონიშვნა>:)

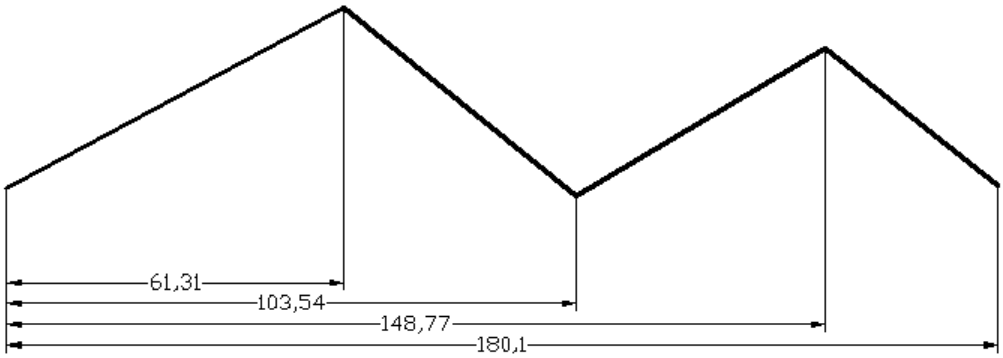
საბაზო ზომების ჯგუფის ბაზის სახით, როგორც წესი, სისტემა ირჩევს ბოლოს დატანილ ხაზოვან ზომას. მისი პირველი წერტილი მიიღება მომდევნო ხაზოვანი (საბაზო) ზომების პირველ წერტილად.

თუ სისტემა ვერ პოულობს ბოლო (ე.ი. წინა) ზომას, რომლის აღება მას შეუძლია საბაზო ზომად, მაშინ იგი მოითხოვს

Select base dimension:

(საბაზო ზომის მონიშვნა:).

Select (მონიშვნა) ოფცია იძლევა საბაზო ზომად სხვა რომელიმე, ხაზოვანი ზომის არჩევის საშუალებას.



ნახ. 12.65

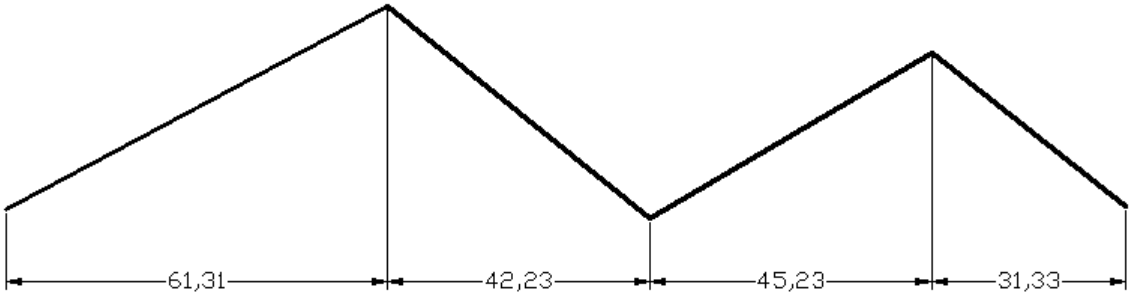
12.3.37. ზომათა ჯაჭვი DIMCONTINUE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Dimension → Continue	dimcontinue

DIMCONTINUE ბრძანება იძლევა მიმდევრობითი ხაზოვანი ზომების ჯგუფის შექმნის საშუალებას (ნახ. 66).

DIMCONTINUE ბრძანება თავდაპირველად ითხოვს მეორე გამოტანის ხაზის მდებარეობის მითითებას (ისევე, როგორც **DIMBASELINE** ბრძანებაში). გამოტანის ხაზების საწყისი წერტილები მიეთითება მიმდევრობით.

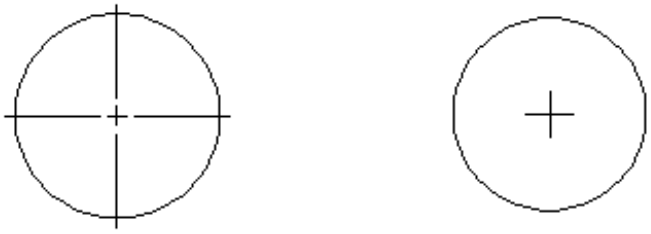
ოფციის **Select** (მონიშვნა) საშუალებით შესაძლებელია ზომათა ჯაჭვის აგებისათვის საჭირო ბაზად, ბოლოს აღნიშნული ხაზოვანი ზომის ნაცვლად, სხვა რომელიმე ხაზოვანი ზომის არჩევა.



ნახ. 12.66

12.3.38. ცენტრის მარკერი DIMCENTER

DIMCENTER ბრძანება იძლევა რკალის ან წრეწირის ცენტრის აღნიშვნის საშუალებას. მიმდინარე ზომის სტილის დაყენებების შესაბამისად, წრეწირის ცენტრის მარკერი შეიძლება აღნიშნული იყოს ორი ურთიერთგადამკვეთი მონაკვეთის სახით (ნახ. 67).

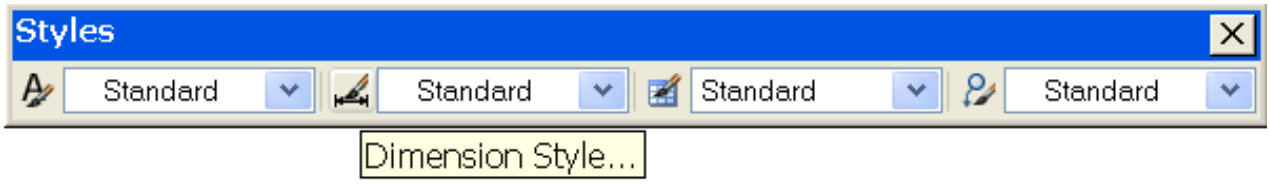


ნახ. 12.67

12.3.39. ზომების სტილის შერჩევა DIMENSION STYLE

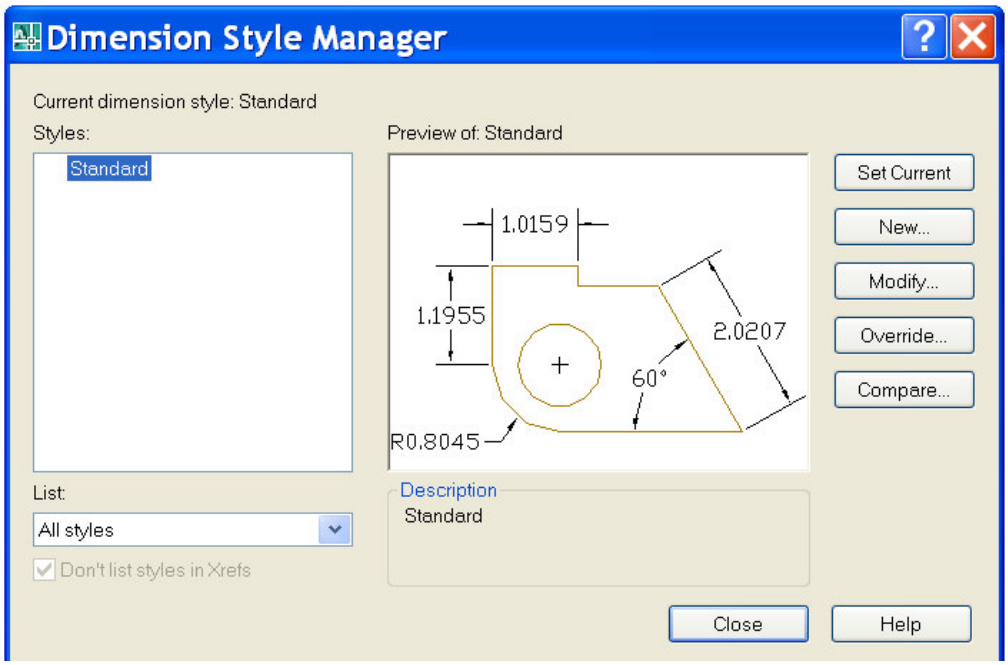
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Format → Dimension style...**	**dimstyle**

ყოველთვის მოხერხებული არაა **AutoCAD**-ის გულისხმობის პრინციპით შემოთავაზებული ზომების **Standard** სტილის გამოყენება, ამიტომ პროგრამა იძლევა ზომების საკუთარი სტილის შექმნის საშუალებას. ზომების სტილის შესაქმნელად საჭიროა **Dimension style...** (ზომების სტილი) ბრძანების შესრულება. ამ ბრძანების შესრულება შეიძლება აგრეთვე **Styles** (სტილები) ხელსაწყოთა პანელის შესაბამისი ღილაკით (ნახ. 68).



ნახ. 12.68

DIMSTYLE ბრძანების გამოძახების შედეგად ეკრანზე გამონათდება **Dimension Style Manager** (ზომის სტილების მენეჯერი) ფანჯარა (ნახ. 12.69).



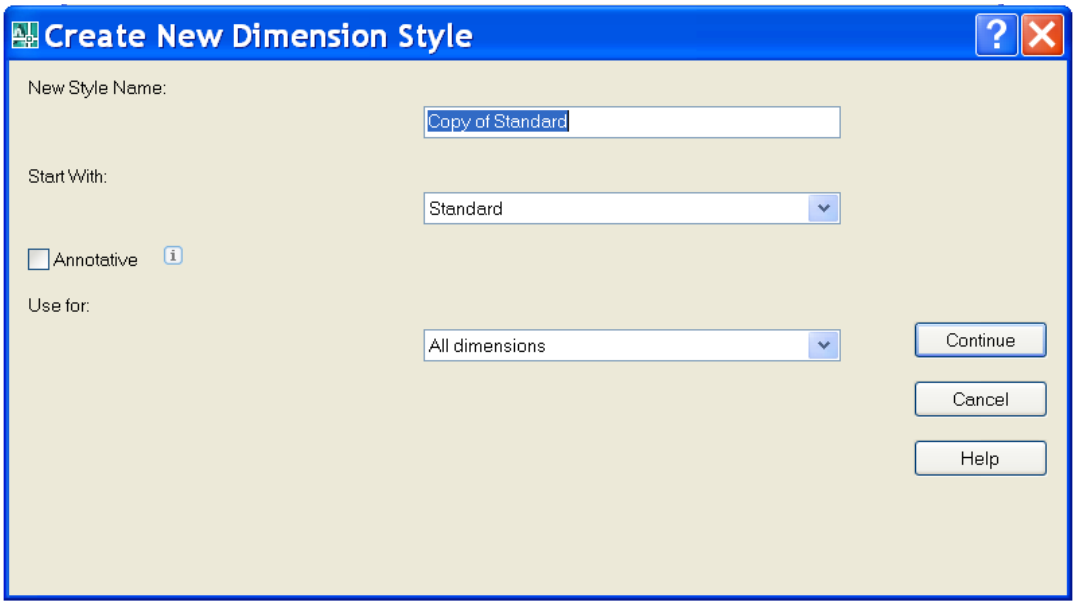
ნახ. 12.69

მიმდინარე სტილის სახელი ნაჩვენებია **Current Dimstyle** (ზომების მიმდინარე სტილი) სტრიქონში. არსებული სტილების სახელების ნუსხა მოყვანილია **Styles** არეში. მის ქვემოთ მდებარეობს სტილების ფილტრის ჩამოშლადი **List** სია, რომელშიც ჩამოთვლილია სისტემაში არსებული ყველა სტილი. დიალოგური ფანჯრის ცენტრალურ ნაწილში მდებარეობს **Preview of** (სტილის ნიმუში), რომელშიც ნაჩვენებია მონიშნული სტილის ზომების სახეობა. დიალოგის ფანჯრის მარჯვენა მხარეში მდებარეობს ღილაკები:

- **Set current** – მიმდინარე სტილად დაყენება;
- **New** – ახალი სტილის შექმნა;
- **Modify** – არსებული სტილის შეცვლა;
- **Override** – ხელახალი განსაზღვრა;
- **Compare** – შედარება.

მიმდინარე სტილის სხვა სტილით შესაცვლელად საჭიროა **Styles** სიაში არსებულ ნუსხაში საჭირო სტილის მონიშვნა.

New ღილაკზე, რომელიც გამოიყენება ახალი სტილის შესაქმნელად, დაჭერისას გაჩნდება **Create New Dimension style** (ზომის ახალი სტილის შექმნა) ფანჯარა (ნახ. 12.70).



ნახ. 12.70

ამ ფანჯრის **New Style Name** (ახალი სტილის სახელი) ველი განკუთვნილია ახალი სტილის სახელის შესატანად.

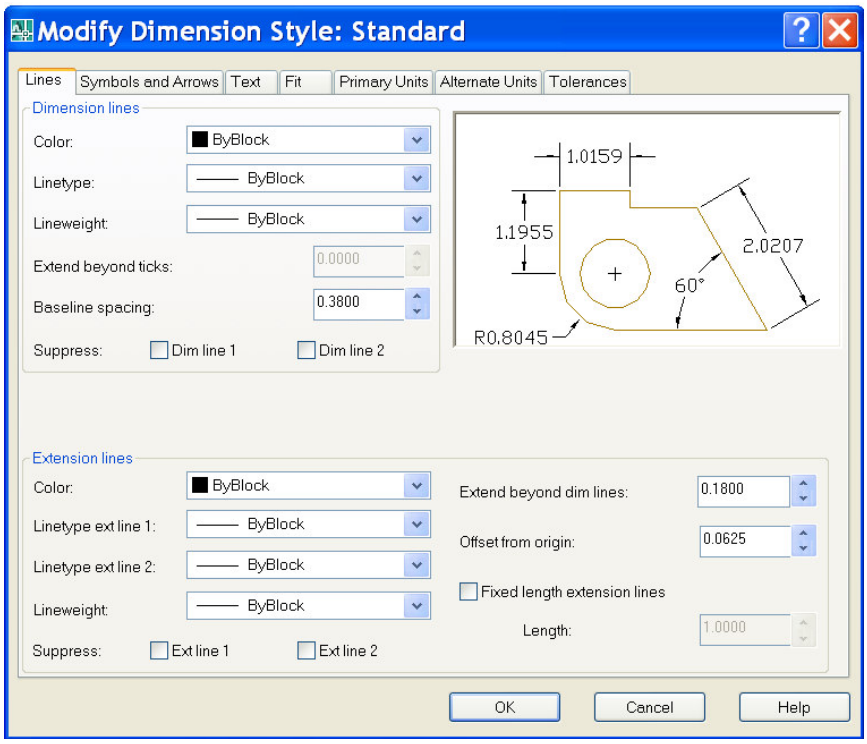
ახალი სტილის შექმნისას, ფაქტობრივად, ხდება არსებული სტილებიდან რომელიმეს საბაზო სტილად მიღება, რისთვისაც **Start With** (საფუძველზე) ჩამოშლად სიაში უნდა მოინიშნოს საჭირო სტილი და შემდეგ მასში არსებული დაყენებების შეცვლა. **Use for** (ზომები) გახსნადი სიიდან შეიძლება **All dimensions** (ყველა ზომა) ან რაიმე კონკრეტულის მონიშვნა. **Continue** (გაგრძელება) ღილაკზე დაჭერის შემდეგ გაიხსნება **New Dimension style** (ახალი ზომის სტილი) ფანჯარა, რომელსაც შვიდი ჩანართი აქვს (ნახ. 12.71).

Lines (ხაზები) ჩანართი შეიცავს ორ არეს: **Dimension lines** (ზომის ხაზები) და **Extension lines** (გამოტანის ხაზები), რომლებშიც ყენდება (სადაც შეირჩევა) შესაბამისი ხაზების ფერი, ტიპი, სისქე და აგრეთვე **Supress** (ჩახშობა) ალმების დაყენების შემთხვევაში გამოტანის ხაზების გაქრობა.

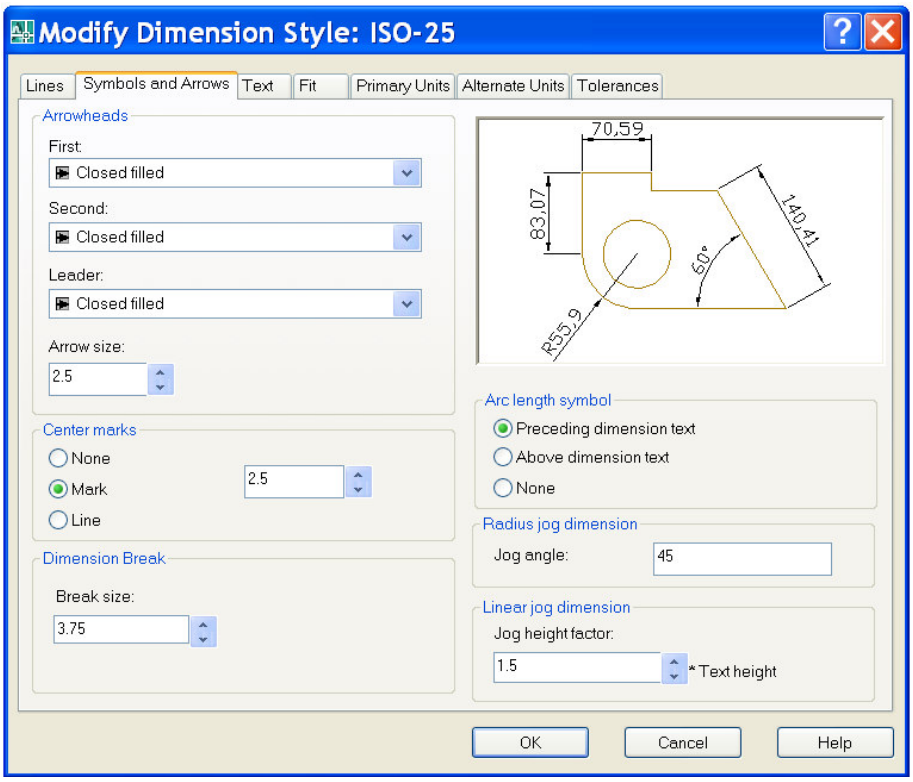
Symbols and Arrows (სიმბოლოები და ისრები) ჩანართი შეიცავს ოთხ არეს (ნახ. 12.72).

Arrowheads (ისრები) არე იძლევა ისრების ფორმის და მათი სიგრძის შერჩევის საშუალებას.

Center marks (ცენტრის აღნიშვნა) არე განსაზღვრავს წრეწირებისა და რკალების ცენტრების მარკერის და წრეწირის ღერძების ხაზებს.



ნახ. 12.71



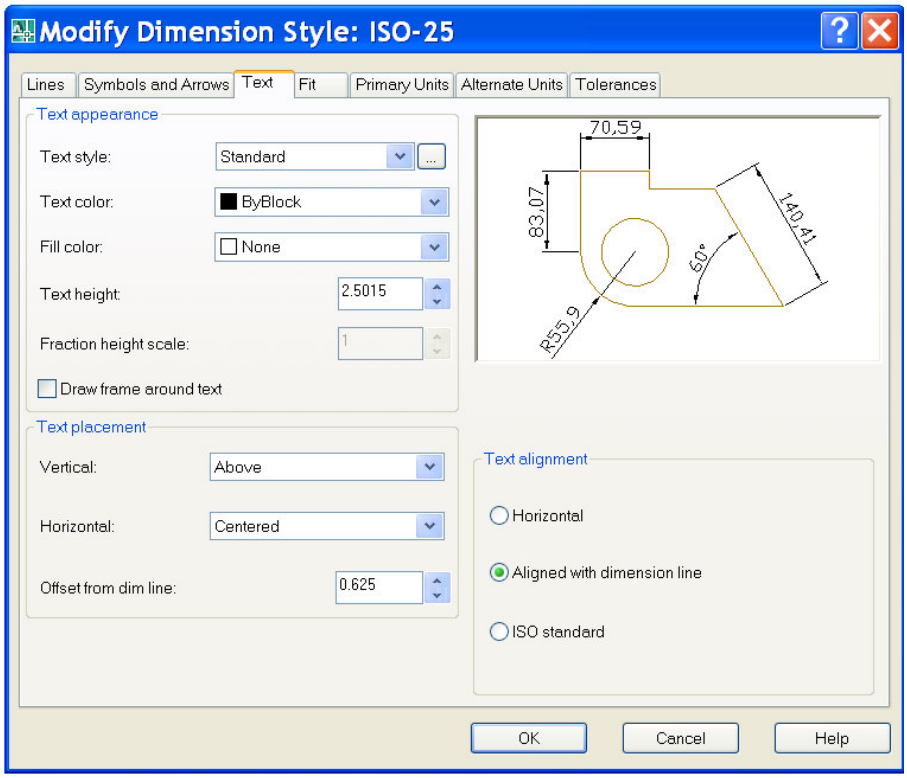
ნახ. 12.72

Arc length symbol (რკალის სიგრძის სიმბოლო) არეში მიეთითება, თუ სად (ზევით, წინ ან არ უნდა იქნეს გამოტანილი), რიცხვით მნიშვნელობასთან მიმართებით, უნდა განთავსდეს რკალის აღმნიშვნელი სიმბოლო.

Radius jog dimension (რადიუსის აღმნიშვნელი ტეხილი) და **Linear jog dimension** (ტეხილის მონაკვეთის სიგრძე) არეები იძლევა კუთხის და ტეხილი მონაკვეთების სიგრძის დაყენების საშუალებას.

Text (ტექსტი) ჩანართი შეიცავს სამ არეს (ნახ. 12.73). **Text appearance** (ტექსტის თვისებები) არეში ყენდება ტექსტის სტილი, ტექსტის ფერი, ტექსტის ველის (ჩარჩოს) შევსების ფერი, სიმბოლოთა სიმაღლე და წილადის სიმბოლოს სიმაღლე. **Draw frame around text** (ტექსტი ჩარჩოში) ალმის დაყენებით ტექსტი ჩაისმება ჩარჩოში.

Text placement (ტექსტის განლაგება) არეში განისაზღვრება ზომის ტექსტის მდებარეობა ტექსტის ზომის ხაზთან მიმართებით. დასაშვები მნიშვნელობებია: **Centered** (ცენტრში), **Above** (ზემოთ), **Outside** (გარედან), **JIS** (**JIS** სტანდარტი).



ნახ. 12.73

Text alignement (ტექსტის ორიენტაცია) არე შეიცავს სამ გადამრთველს, რომლებითაც მოიცემა ზომის ტექსტის ორიენტაციის ვარიანტები: **Horizontal** (ჰორიზონტალურად), **Aligned with dimension line** (ზომის ხაზის გასწვრივ) და **ISO standard** (**ISO** სტანდარტის შესაბამისად).

Fit (განთავსება) ჩანართი განსაზღვრავს ზომების გაფორმების ვარიანტებს იმ შემთხვევებში, როდესაც ტექსტი და ისრები არ ეტევა გამოტანის ხაზებს შორის (ნახ. 12.74).

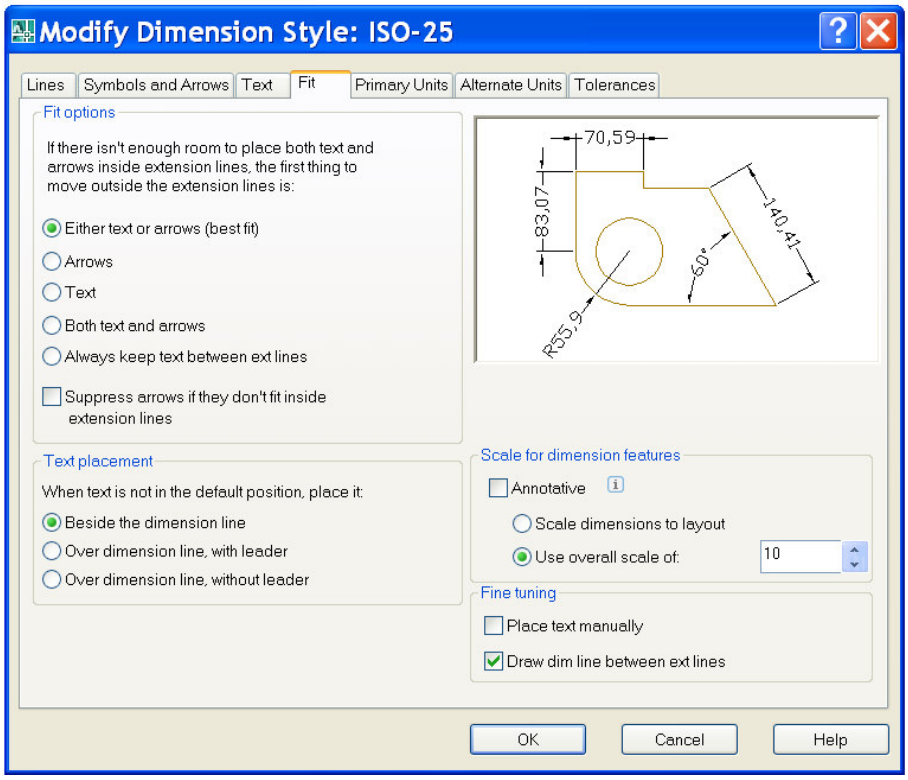
Fit options (განთავსების ოფციები) არეში მიეთითება, თუ რა უნდა იქნეს გატანილი ზომის გამოტანის ხაზებს გარეთ: ტექსტი ან ისრები, მხოლოდ ისრები, მხოლოდ ტექსტი, ორივე _

ტექსტიც და ისრებიც ან ის, რომ ტექსტი ნებისმიერ შემთხვევაში უნდა მდებარეობდეს გამოტანის ხაზებს შორის.

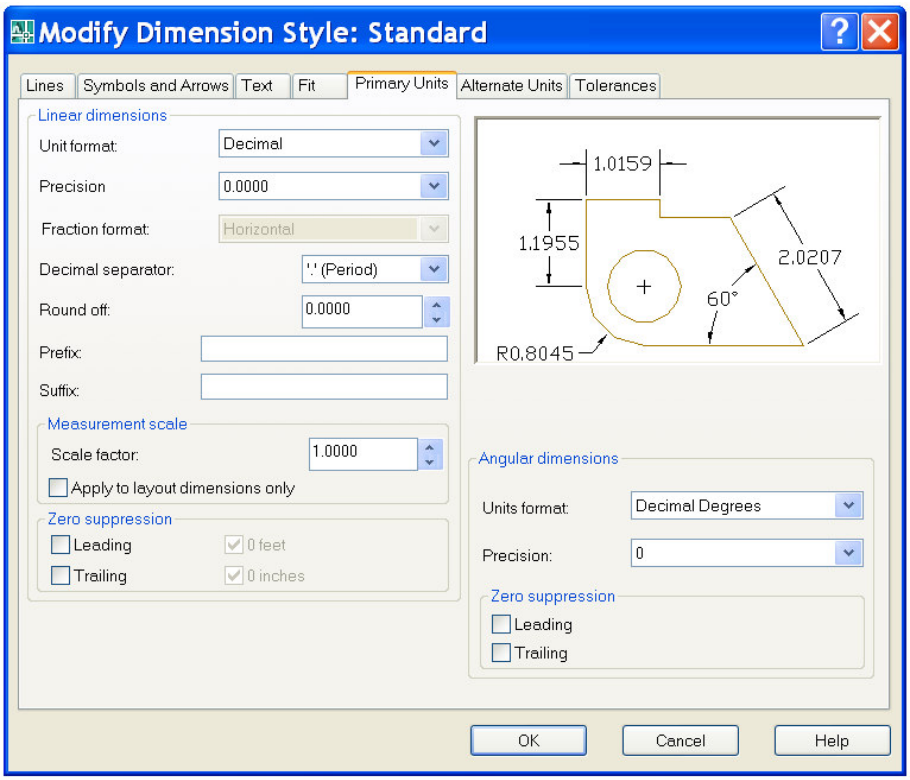
Text placement (ტექსტის მდებარეობა) არეში მიეთითება ტექსტის განთავსების ადგილი – ზომის ხაზის უკან, ზომის ხაზს ზემოთ, გამოტანის ხაზის დართვით ან გამოტანის ხაზის გარეშე.

Scale for dimension features (ზომის ელემენტების მასშტაბი) არე შეიცავს ორ გადამრთველს: **Use overall scale of** (გლობალური მასშტაბი), რომლის ჩართვის შემთხვევაში მითითებული მასშტაბი ვრცელდება ზომის ყველა ელემენტზე და **Scale dimensions to layout** (ზომის მასშტაბი ფურცლის სივრცეში), რომელიც აყენებს მასშტაბს ფურცლის ზომიდან გამომდინარე.

Primary Units (ძირითადი ერთეულები) ჩანართი იძლევა ერთეულების ფორმატის (**Units format** ჩამოშლადი სია), სიზუსტის (**Precision** ჩამოშლადი სია), წილადის ფორმატის (**Fraction format** ჩამოშლადი სია), მთელი და წილადი ნაწილების გამყოფის (**Decimal separator** ჩამოშლადი სია) მითითების საშუალებას. იგი ასევე იძლევა კუთხის ზომის ერთეულის და მისი სიზუსტის მითითების საშუალებას (ნახ. 12.75).



ნახ. 12.74



ნახ. 12.75

12.4. სამგანზომილებიანი აგებები
სამგანზომილებიანი კოორდინატების შეტანა

სამგანზომილებიანი კოორდინატების შეტანა ორგანზომილებიანი კოორდინატების ანალოგიურად ხორციელდება, მხოლოდ **X** და **Y** კოორდინატებს ემატება მესამე **Z** კოორდინატი _ **Z** ღერძის მიმართულებით. სამგანზომილებიან სივრცეში, ორგანზომილებიანი მოდელირების მსგავსად, შესაძლებელია აბსოლუტური და ფარდობითი კოორდინატებით სარგებლობა, აგრეთვე ცილინდრული და სფერული კოორდინატების გამოყენება, რომლებიც ორგანზომილებიანი სივრცეში არსებული პოლარული კოორდინატების მსგავსია.

სამგანზომილებიან სივრცეში მუშაობისას **X, Y** და **Z** მნიშვნელობა მიეთითება ან მსოფლიო კოორდინატთა სისტემაში **World Coordinate System (WCS),** ან სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემაში **User Coordinate System (UCS).**

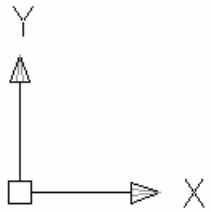
ქვემოთ ჩამოთვლილია კოორდინატების შეტანის ხერხები სამგანზომილებიანი სივრცეში მუშაობისას:

- **აბსოლუტური მართკუთხა კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება კოორდინატთა სისტემის სათავიდან. მაგალითად, 3.4,4.6,10; სადაც 3.4 _ **X** კოორდინატაა, 4.6 _ **Y**, ხოლო 10 _ **Z** კოორდინატი. Kკოორდინატები ერთმანეთისგან გამოიყოფა მძიმით.
- **ფარდობითი მართკუთხა კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები აითვლება წინამდებარე წერტილის მიმართ. მაგალითად, @3.4,4.6,10, სადაც 3.4 არის **X** კოორდინატა წინამდებარე წერტილის მიმართ, 4.6 _ **Y** კოორდინატა წინამდებარე წერტილის მიმართ და 10 _ **Z** კოორდინატა წინამდებარე წერტილის მიმართ.

- **ცილინდრული კოორდინატი** _ განისაზღვრება მანძილით კოორდინატთა სისტემის სათავიდან (ან წინამდებარე წერტილიდან ფარდობითი კოორდინატების შემთხვევაში) **XY** სიბრტყეზე მდებარე წერტილამდე, დახრის კუთხით **X** ღერძის მიმართულებით და მანძილით წერტილიდან **XY** სიბრტყემდე. მაგალითად, 1<30,5. ნიშნავს, რომ 1 არის მანძილი კოორდინატთა სათავიდან, 30 არის კუთხე X ღერძის დადებით მიმართულებასთან, ხოლო 5 მანძილი **XY** სიბრტყემდე.
- **სფერული კოორდინატები** _ წერტილის კოორდინატები განისაზღვრება მანძილით კოორდინატთა სათავიდან, კუთხით **X** ღერძის დადებით მიმართულებასთან (**XY** სიბრტყეზე) და კუთხით **X** სიბრტყესთან. ყველა კოორდინატი ერთმანეთისაგან გამოიყოფა < ნიშნით. მაგალითად, 10<30<45, ჩანაწერი ნიშნავს, რომ ეს წერტილი მდებარეობს კოორდინატთა სათავიდან 10 ერთეულის დაშორებით, ქმნის 30°-იან კუთხეს **X** ღერძთან **XY** სიბრტყეში და 60°-იან კუთხეს **XY** სიბრტყესთან.

12.4.1. საკოორდინატო სისტემები

AutoCAD სისტემა იძლევა პრიმიტივების აგების საშუალებას როგორც კოორდინატთა ძირითადი სისტემის **XY** სიბრტყეზე, რომელსაც მსოფლიო კოორდინატთა სისტემა (**World Coordinate System**) **WCS** ეწოდება, ასევე სამგანზომილებიანი სივრცის ნებისმიერ სიბრტყეზე. მსოფლიო კოორდინატთა სისტემის X ღერძი ჰორიზონტალურადაა მიმართული, **Y** _ ვერტიკალურად, ხოლო **Z** ღერძი გადის **XY** სიბრტყის პერპენდიკულარულად, ანუ ეკრანიდან მომხმარებლისკენაა მიმართული. მსოფლიო საკოორდინატო სისტემის ნიშანი _ ღერძთა პიქტოგრამა გადაკვეთის წერტილში შეიცავს მცირე ზომის მართკუთხედს (ნახ. 12.76).



ნახ. 12. 76

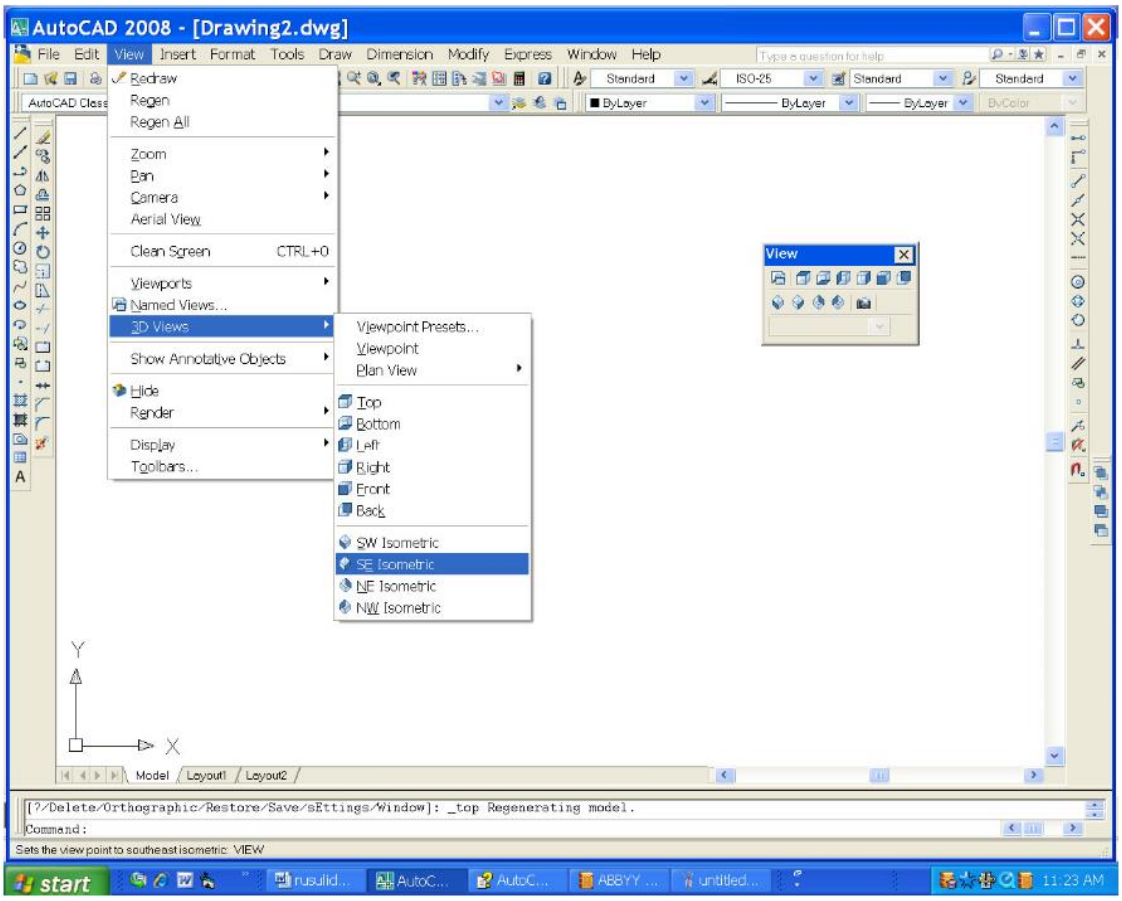
მსოფლიო კოორდინატთა სისტემის (**WCS**) ორიენტაციის შეცვლა შეიძლება ნახაზის ხედის შეცვლით, რაც ხორციელდება ტექსტური მენიუს **View**>**3D View** პუნქტით; საბრძანებო სტრიქონში **View** ბრძანების აკრეფითა და <**Enter**> ღილაკზე დაჭერით ან ხელსაწყოთა **View** პანელის გამოყენებით.

AutoCAD სისტემა იძლევა ობიექტის ექვსი სტანდარტული ორთოგონალური ხედის დაყენების საშუალებას – **Top** (ზედხედი), **Bottom** (ქვედხედი), **Left** –გვერდხედი (მარცხნიდან), **Right** – გვერდხედი (მარჯვნიდან), **Front** (წინხედი) და **Back** (უკანა ხედი). **AutoCAD** სისტემა იძლევა აგრეთვე ოთხი სტანდარტული იზომეტრიული ხედის დაყენების საშუალებას. ესენია: **SW Isometric** – სამხრეთ-დასავლეთის იზომეტრია, **SE Isometric** – სამხრეთ-აღმოსავლეთის იზომეტრია, **SE Isometric** – ჩრდილო-აღმოსავლეთის იზომეტრია და **SW Isometric** – ჩრდილო-დასავლეთის იზომეტრია. ამა თუ იმ ხედის დაყენება შეიძლება **View** ხელსაწყოთა პანელის ღილაკებით (ნახ. 12.77), **View** ჩამოშლადი მენიუს ან საბრძანებო სტრიქონიდან **View** ბრძანების შესრულებით.



ნახ. 12.77

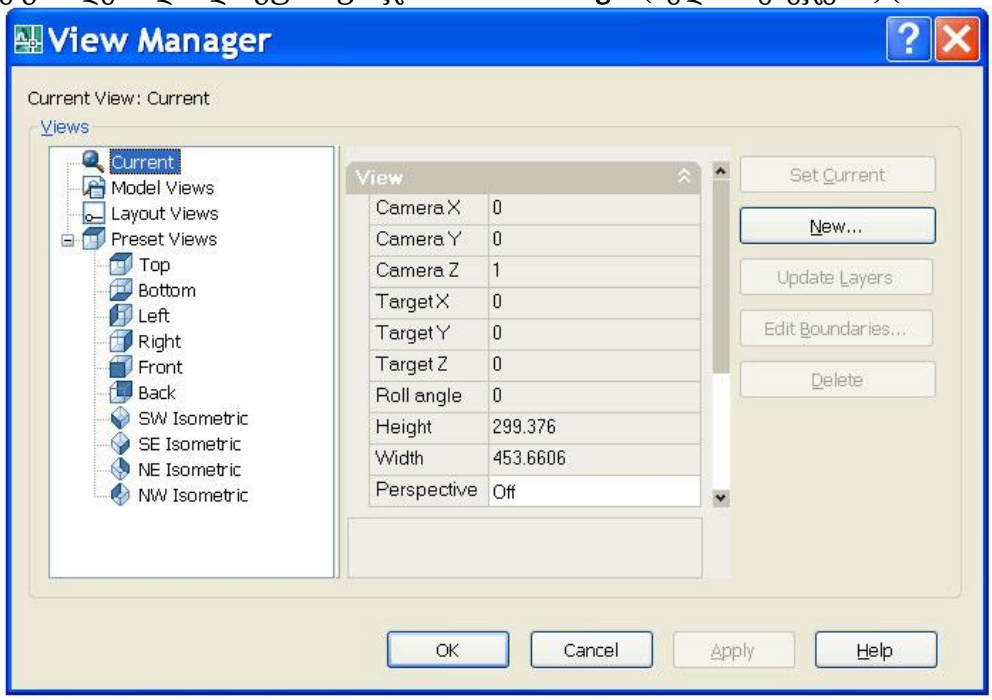
View ჩამოშლადი მენიუს გამოყენებით ხედის შესაცვლელად საჭიროა **View**>**3D Views**>**SE isometric** ბრძანების შესრულება (ნახ. 12.78). (**Se Isometric**-ის ნაცვლად შეიძლება არჩეული იყოს ნებისმიერი სხვა ორიენტაცია). საკოორდინატო სისტემის ორიენტაციის თვალსაჩინოდ წარმოდგენისათვის ეკრანზე გამოვიტანოთ ბადე.



ნახ. 12.78

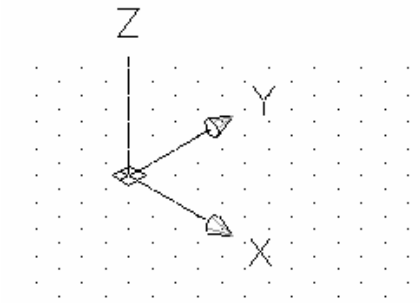
View ბრძანების გამოყენებით ხედის შეცვლა ხორციელდება საბრძანებო სტრიქონიდან **View** ბრძანების შესრულებით.

ეკრანზე გაჩნდება დიალოგური ფანჯარა **View manager** (ხედის მენეჯერი) (ნახ. 12.79).

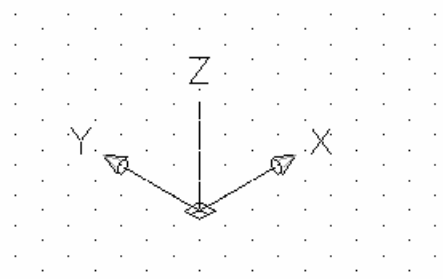


ნახ. 12. 79

გახსნილ დიალოგურ ფანჯარაში არჩეული უნდა იქნეს საჭირო ხედი. **SE Isometric** იზომეტრიული ხედის არჩევისას ნახაზი იქნება ორიენტირებული ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე 12.100ა, **SW Isometric** იზომეტრიული ხედის არჩევის შემთხვევაში კი – ნახაზზე 12.100ბ.

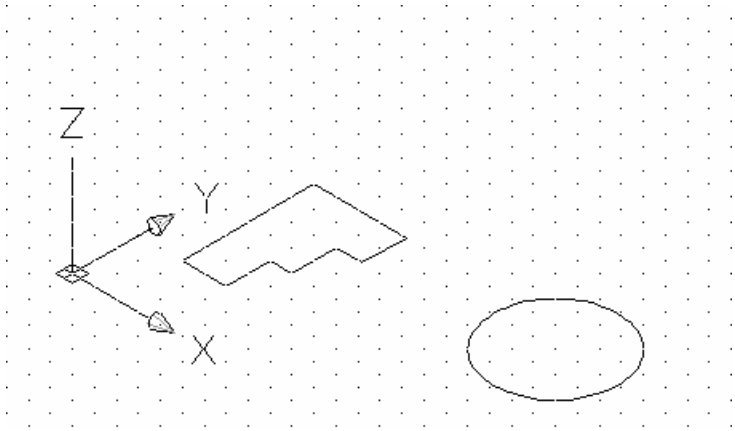


ნახ. 12.100ა



ნახ. 12.100ბ

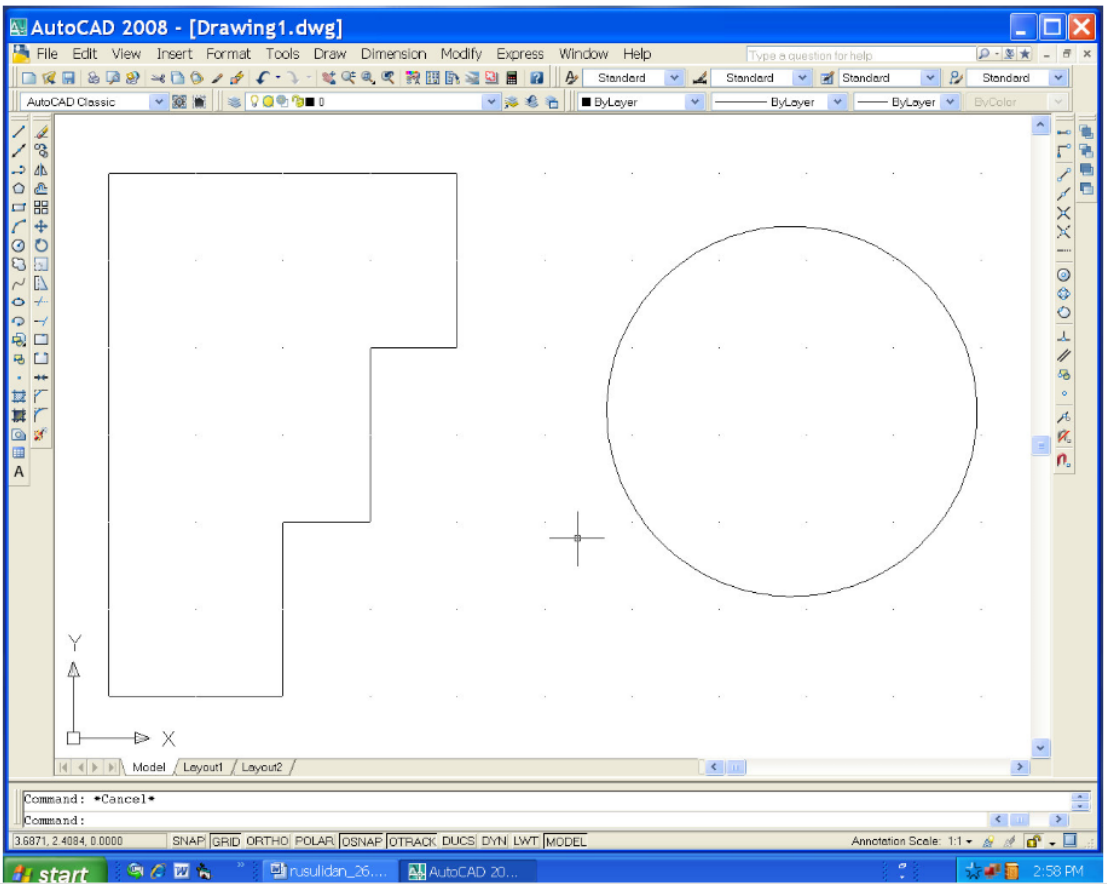
უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე ნახაზზე **WCS** არ არის შეცვლილი, შეცვლილია მხოლოდ ხედვის კუთხე. ამის შემოწმება შეიძლება რაიმე მარტივი ფიგურის დახაზვით. მაგალითად, ნახაზზე 12.101 ნაჩვენებია ორგანზომილებიანი ობიექტები, რომლებიც დახაზულია **WCS**-ში (**XY** სიბრტყეზე) **Line** და **Circle** ბრძანებების გამოყენებით.



ნახ. 12.101

WCS-ს საწყის ორიენტაციაში დასაბრუნებლად ტექსტური მენიუდან უნდა შესრულდეს **View**>**3D View**>>**Plan View**>**World Ucs** ბრძანება.

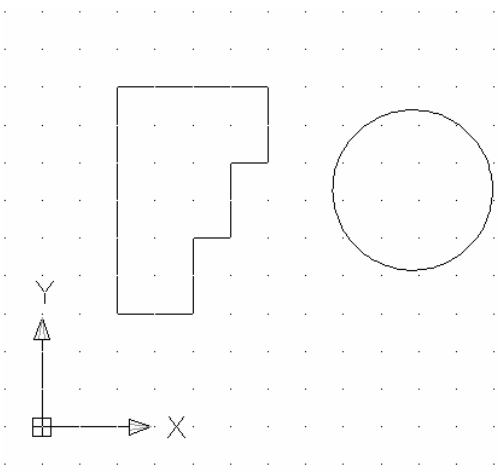
12.102 ნახაზზე ნაჩვენებია ხელახლა ჩატვირთული (რეგენერირებული) ნახაზი ავტომატურად შეცვლილი მასშტაბით. შემდეგ საჭირო ხდება **Zoom** ბრძანების შესრულება და მის მოთხოვნაზე პასუხად მასშტაბური კოეფიციენტის აკრეფა, მაგალითად, 0.75. ნახაზზე 12.103 ნაჩვენებია ნახაზი შეტანილი მასშტაბური კოეფიციენტის გათვალისწინებით.



ნახ. 12.102

მსოფლიო კოორდინატთა სისტემის მიმართებით მომხმარებლის მიერ განსაზღვრულ ნებისმიერ სხვა საკოორდინატო სისტემას სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემა **(User Coordinate System) UCS** ეწოდება.

ნებისმიერ დროს აქტიურია მხოლოდ ერთი საკოორდინატო სისტემა, რომელსაც მიმდინარე საკოორდინატო სისტემა ეწოდება. მასში კოორდინატები განისაზღვრება ნებისმიერი ხელმისაწვდომი ხერხით.



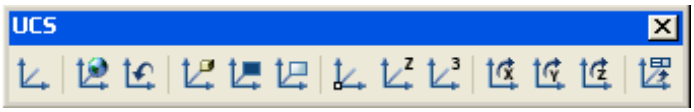
ნახ. 12.103

მსოფლიოს კოორდინატთა სისტემის ძირითადი განსხვავება სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემისაგან ისაა, რომ მსოფლიო კოორდინატთა სისტემა შეიძლება იყოს მხოლოდ ერთი და ის უძრავია. სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემას პრაქტიკულად არა აქვს არანაირი შეზღუდვა. მისი განთავსება შეიძლება სივრცის ნებისმიერ წერტილში, დახრილი მსოფლიო კოორდინატთა სისტემის მიმართ ნებისმიერი კუთხით.

კოორდინატთა სისტემის გასწორება უკვე არსებულ გეომეტრიულ ობიექტებთან გაცილებით მარტივია, ვიდრე სამგანზომილებიანი წერტილის ზუსტი მდებარეობის განსაზღვრა. **UCS**-ის

მობრუნება ამარტივებს წერტილის მითითებას სამგანზომილებიან სივრცეში. **SNAP** მიბმით, **GRID** ბადითა და **ORTHO** ორთოგონალური რეჟიმით განსაზღვრული საკვანძო წერტილები და საბაზო მიმართულებები ბრუნავს სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემასთან ერთად. სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემის პიქტოგრამა საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მიმდინარე **UCS**-ის მდგომარეობასა და ორიენტაციაზე. პიქტოგრამა ყოველთვის გამოისახება მიმდინარე სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემის **XY** სიბრტყეში და მიუთითებს **X** და **Y** ღერძების დადებით მიმართულებებს. თვითონ პიქტოგრამა შეიძლება განთავსდეს როგორც სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემის სათავეში, ისე სხვა ადგილას.

UCS სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემის განთავსება, გადაადგილება, მობრუნება და ეკრანზე ასახვა ხორციელდება ბრძანებით **UCS. UCS** ბრძანების ან მისი გამოყენების ვარიანტების გამოძახება შესაძლებელია საბრძანებო სტრიქონიდან ან **Tools** ჩამოშლადი მენიუდან. თუმცა ყველაზე მოხერხებულია **UCS** ხელსაწყოთა პანელით სარგებლობა, რომელიც მოცემული ნახაზზე 12.104.



ნახ. 12.104

ქვემოთ ჩამოთვლილია **UCS** ხელსაწყოთა პანელზე არსებული ბრძანებები და ფუნქციები.

 _ ბრძანება **UCS** _ განსაზღვრავს ახალ სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემას. ბრძანება მოითხოვს სასურველი ოფციის შეტანას:
Enter an option
[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/World] <Wor1d>:
მიუთითეთ ოფცია [ახალი/გადაადგილება/ორთოგონალური/წინა/აღდგენა/ შენახვა /წაშლა/მისადაგება/მსოფლიო] <მსოფლიო>:

 _ **World UCS** _ მსოფლიო საკოორდინატო სისტემაზე გადასვლა.

 _ **UCS Previous** _ აღადგენს წინა **UCS** სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემას. ამავდროულად, ინახება ბოლო ათი განსაზღვრული **UCS** .

 _ **Face UCS** _ განსაზღვრავს სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემას წახნაგზე მითითების გზით.

 _ **Object UCS** _ შეუთავსებს საკოორდინატო სისტემას არსებულ ობიექტს, ანუ განსაზღვრავს სამოხმარებლო კოორდინატთა სისტემას ობიექტზე მითითების გზით.

 _ **View UCS** _ ასწორებს სამომხმარებლო კოორდინატთა სისტემას მიმდინარე ხედის მიმართულებით, ანუ განსაზღვრავს ახალ საკოორდინატო სისტემას **XY** სიბრტყით და ხედის მიმართულების პერპენდიკულარულად (ეკრანის პარალელურად).

 _ **Origin UCS** - **UCS**-ის განთავსება კოორდინატთა სათავეში.

 _ **ZAxis Vector UCS** _ განსაზღვრავს ღერძის ახალ დადებით მიმართულებას.

 _ **SPoint UCS** _ განსაზღვრავს ახალ კოორდინატთა სათავეს, აგრეთვე **X** და **Y** ღერძების მიმართულებას სამი წერტილით.

 _ **X Axis Rotate UCS** _ საკოორდინატო სისტემის მობრუნება **X** ღერძის გარშემო.

 _ **Axis Rotate UCS** _ საკოორდინატო სისტემის მობრუნება **Y** ღერძის გარშემო.

 _ **Z Axis Rotate UCS** _ საკოორდინატო სისტემის მობრუნება **Z** ღერძის გარშემო.

 _ **Apply UCS** _ მიუსადაგებს მიმდინარე **UCS** მითითებულ ხედის ეკრანს (ხედისეკრანი განხილულია გაკვეთილში).

12.4.2. ვიზუალიზაციის სტილი

ვიზუალიზაციის სტილი აქვს ყველა ხედის ეკრანს. ეს არის სხეულების გამოსახვის საშუალება, ანუ, გარკვეულწილად, სხეულების გაფერადების საშუალება. ვიზუალიზაციის სტილებთან სამუშაოდ გამოიყენება ხელსაწყოთა პანელი **Visual Style** (ვიზუალიზაციის სტილი) (ნახ. 12.105).



ნახ. 12.105

რომელიც შეიცავს შემდეგ ღილაკებს:

 _ ორგანზომილებიანი კარკასი;

 _ სამგანზომილებიანი კარკასი;

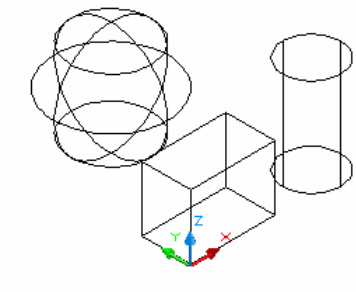
 _ უხილავი ხაზების დამალვა;

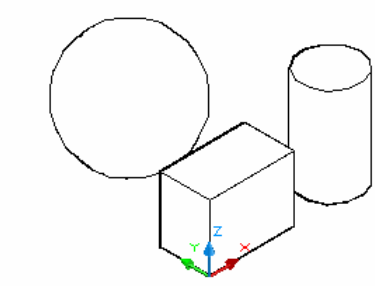
 _ რეალური სტილი;

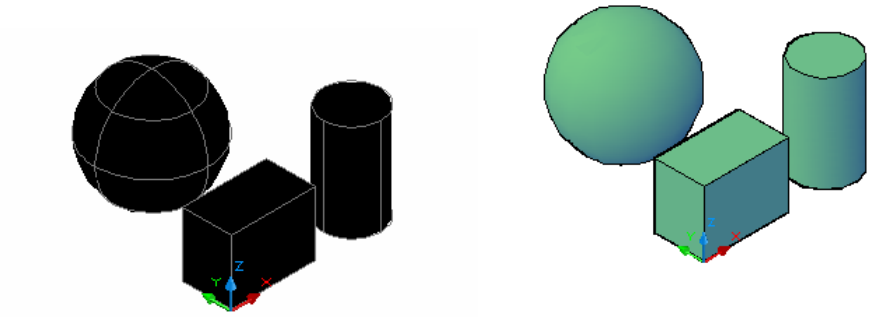
 _ კონცეპტუალური სტილი;

 _ ვიზუალიზაციის სტილის დისპეტჩერის (მმართველის) გამოძახება.

ნახაზზე 12.106 მოცემულია პარალელეპიპედის, ცილინდრისა და სფეროს ვიზუალიზაციის რამდენიმე მაგალითი.





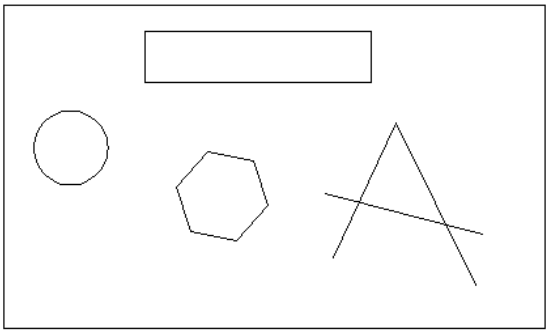


ნახ. 12.106

12.4.3. არე REGION

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw→ Region**	**Region**

არე ეწოდება ბრტყელ ობიექტს, რომელიც შემოხაზულია ჩაკეტილი კონტურით. არე შეიძლება შეიცავდეს ნახვრეტებს. შესაძლებელია არეების გაერთიანება და გამოკლება. ისინი გაუმჭვირნია (გარდა იმ უბნებისა, რომლებიც წარმოადგენენ ნახვრეტებს). შესაძლებელია არეების გამოყენება რთული ფორმის სხეულების ასაგებად. ნებისმიერი ბრტყელი ჩაკეტილი კონტური (წრეწირი, ჩაკეტილი პოლიხაზი და სხვა) შეიძლება გარდაქმნილ იქნეს არედ, რისთვისაც გამოიყენება ბრძანება **REGION**.



ნახ. 12.107

REGION ბრძანების შესრულება, თავის მხრივ, მოითხოვს არეებად გარდასაქმნელი ობიექტების მონიშვნას

Select objects:

(ობიექტის მონიშვნა:)

ობიექტების მონიშვნის შემდეგ გაიცემა ინფორმაცია შექმნილი არეების რაოდენობის შესახებ. ნახ. 12.107 მოყვანილია სამი კონტურის მაგალითი, რომელთა არედ გარდაქმნაც არის შესაძლებელი. ამასთან, გრაფიკული ეკრანის მარჯვენა ნაწილში ნაჩვენებია სამი მონაკვეთი, რომლებიც ვერ გარდაიქმნება არედ, რადგან ისინი არ ქმნიან ერთიან ჩაკეტილ კონტურს (საჭიროა წინასწარ მათი ბოლოების ჩამოჭრა).

არეებზე, როგორც სხეულებზე (იხ. ქვემოთ), შეიძლება გაერთიანების, გამოკლების და თანაკვეთის ოპერაციების შესრულება. ამ ოპერაციების შესრულება შესაძლებელია **Solid Editing** (სხეულების რედაქტირება) ხელსაწყოთა პანელის პირველი სამი ღილაკით (ნახ. 12.108), აგრეთვე **Modeling** (მოდელირება) პანელზე არსებული ღილაკებით (ნახ. 12.109)



ნახ. 12.108



ნახ. 12.109

12.4.4. გაერთიანება UNION

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify→Solid Editing→Union**	**Union**

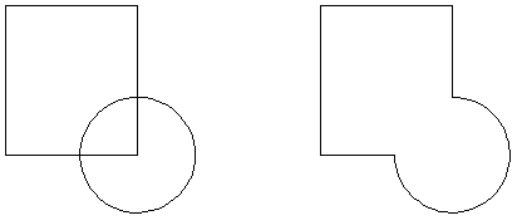
არეებისა და სხეულების გაერთიანება ხორციელდება **UNION** (გაერთიანება) ბრძანებით.

UNION ბრძანების შესასრულებლად სისტემა მოითხოვს გასაერთიანებელი ობიექტების მონიშვნას

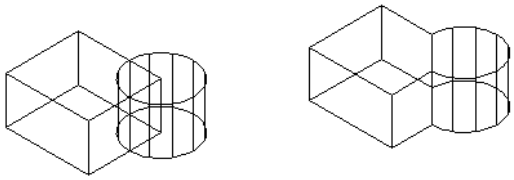
Select objects:

(ობიექტის მონიშვნა:)

ნახაზზე 12.110 ნაჩვენებია ორი არის გაერთიანების მაგალითი, ხოლო ნახაზზე 12.111 _ ორი სხეულის გაერთიანების მაგალითი (მარცხენა მხარეს ნაჩვენებია არეები და სხეულები გაერთიანებამდე, მარჯვნივ _ გაერთიანების ოპერაციის შესრულების შედეგად მიღებული არე და სხეული).



ნახ. 12.110



ნახ. 12.111

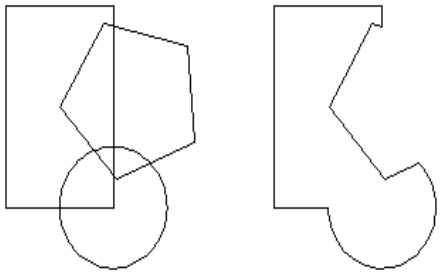
12.4.5. გამოკლება SUBTRACT

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Modify→Solid Editing→ Subtract	Subtract

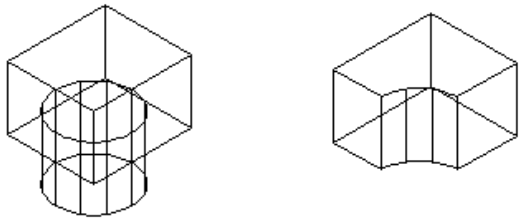
არეებსა და სხეულებზე გამოკლების ოპერაციის შესასრულებლად გამოიყენება ბრძანება **SUBTRACT** (გამოკლება).

SUBTRACT ბრძანების შესასრულებლად სისტემა მოითხოვს იმ არეების ან სხეულების მონიშვნას, რომელთაც უნდა გამოაკლდეს სხვა ობიექტები. მათი მონიშვნა მთავრდება <**Enter**> კლავიშზე დაჭერით. შემდეგ სისტემა ისევ ითხოვს ობიექტების მონიშვნას. ამჯერად უნდა მოინიშნოს ის ობიექტები, რომლებიც უნდა გამოაკლდეს ადრე მონიშნულ ობიექტებს. <**Enter**>-ზე დაჭერით მთავრდება ბრძანების შესრულება.

ნახაზზე 12.112 მოყვანილია არეების გამოკლების მაგალითი, ხოლო ნახაზზე 12.113 _ სხეულების გამოკლების მაგალითი.



ნახ. 12.112



ნახ. 12.113

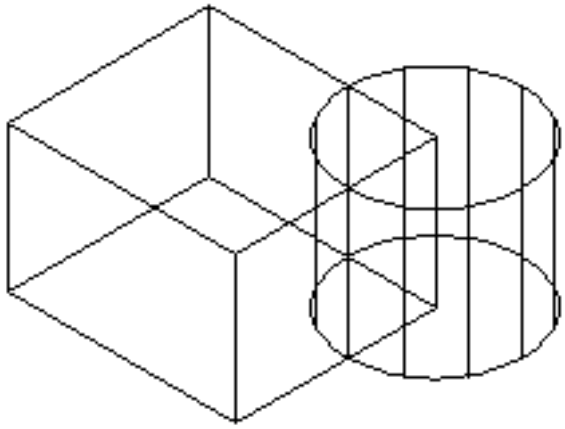
12.4.6. თანაკვეთა INTERSECT

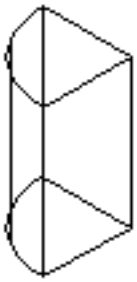
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	Modify→Solid Editing→ Intersect	Intersect

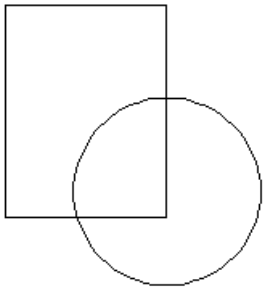
არეებისა და სხეულების თანაკვეთის მისაღებად გამოიყენება **INTERSECT** (თანაკვეთა) ბრძანება.

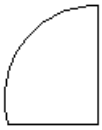
ბრძანების შესასრულებლად სისტემა მოითხოვს იმ ობიექტების მონიშვნას, რომელთა თანაკვეთაც უნდა იქნეს მიღებული.

ნახაზზე 12.114 მოყვანილია არეების თანაკვეთის ბრძანების შესრულების მაგალითი, ხოლო ნახაზზე 12.115 _ სხეულების თანაკვეთისა.









ნახ. 12.114

ნახ. 12.115

12.4.7. ამოწევა EXTRUDE

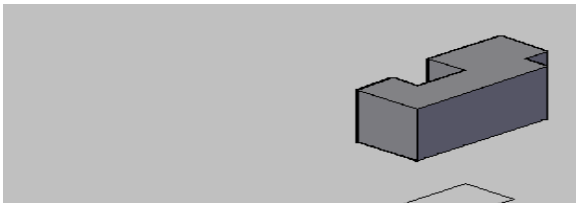
პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Modify→Solid Editing → Extrude Faces**	**Extrude**

ორგანზომილებიანი პოლიხაზის სხეულად გარდაქმნისათვის გამოიყენება ბრძანება **EXTRUDE** (ამოწევა).

Extrude ბრძანების გამოყენება შეიძლება მხოლოდ ჩაკეტილ პოლიხაზებზე. ნახაზზე 12.116 მოყვანილია ექვსკუთხედი დახაზული **Polygon** (წესიერი მრავალკუთხედი) ბრძანებით, რომელიც **EXTRUDE** ბრძანებით გარდაქმნილია პრიზმად.

ნახაზზე 12.117 მოყვანილია ჩაკეტილი ტეხილი, რომელიც **PEDIT** (პოლიხაზის რედაქტირება) ბრძანებით ჯერ გარდაქმნილ იქნა პოლიხაზად, შემდეგ **EXTRUDE** ბრძანებით გარდაიქმნა სამგანზომილებიან ფიგურად.





EXTRUDE ბრძანება თავდაპირველად მოითხოვს ამოსაწევი ობიექტების მონიშვნას

Select objects to extrude:

(ობიექტის მონიშვნა ამოწევისათვის:)

შემდეგ, სიმაღლის ან ოფციის სახით მიმართულების, ტრაექტორიის ან კონუსის აგების შემთხვევაში, კონუსობის კუთხის მითითებას

Specify height of extrusion or Direction/Path/Taper angle] <25.0000>:

(ამოწევის სიმაღლე ან მიმართულება/ტრაექტორია/კონუსურობის კუთხე <25.000>:)

12.4.8. სხეულები

სხეულებს აქვს მოცულობა. შესაძლებელია სხეულებზე გაერთიანების, გამოკლებისა და თანაკვეთის ოპერაციების შესრულება. სხეულები მიიღება სტანდარტული სხეულების (პარალელეპიპედები, კონუსები, სფეროები და სხვა) აგების ბრძანებებით. არეების მობრუნებით ან ამოწევით შესაძლებელია სხეულების ნაწილებად გაჭრა ამა თუ იმ სიბრტყით და სხვადასხვა კვეთების მიღება.

სხეულების აგება

Modeling (რედაქტირება) ხელსაწყოთა პანელში განთავსებულია სხეულების აგების ღილაკები (ნახ. 12.13-1).



ნახ. 12.118

ამ პანელის პირველი ექვსი ღილაკი განკუთვნილია სტანდარტული ფორმის მყარი სხეულების ასაგებად. ამ ღილაკებს შეესაბამება **AutoCAD** სისტემის შემდეგი ბრძანებები: **BOX** (პარალელეპიპედი), **WEDGE** (სოლი), **CONE** (კონუსი), **SPHERE** (სფერო), **CYLINDER** (ცილინდრი), და **TORUS** (რგოლი). განვიხილოთ ეს ბრძანებები:

12.4.9. კედელი POLYSOLID

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw→ Modeling→ Polysolid**	**Polysolid**

Modeling ხელსაწყოთა პანელის პირველი ღილაკს შეესაბამება ბრძანება **POLISOLID** (პოლისხეული), რომელიც საშუალებას იძლევა აგებულ იქნეს ორგანზომილებიანი ღერძული პოლიხაზი და, ამავდროულად, ეს პოლიხაზი სიგანისა და სიმაღლის მითითებით გარდაიქმნას

სხეულად. სხეულს მოცულობა ენიჭება **XY** სიბრტყეზე ღერძის ხაზის სიგანის მითითების ხარჯზე, ხოლო სიმაღლე **Z** ღერძზე ამოწევით (ნახ. 12.119).

ამ ბრძანების გამოყენება მიზანშეწონილია კედლების დასახაზად. **Mline** (მულტიხაზის) ბრძანებისაგან განსხვავებით, იგი რკალურ სეგმენტებსაც შეიცავს. ბრძანების გააქტიურების შემდეგ სისტემა პირველი საბრძანებო სტრიქონის პირველ ველში (ხაზში) გამოიტანს მიმდინარე პარამეტრებს, ანუ ინფორმაციას მიმდინარე სიმაღლის, სიგანისა და განლაგების შესახებ

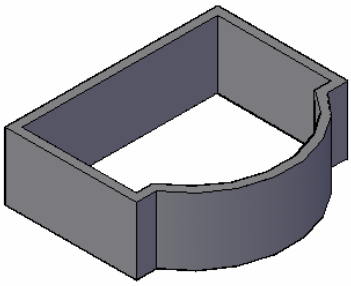
Height = 80.0000, Width = 5.0000, Justification = Center

(სიმაღლე = 80.0000, სიგანე = 5.0000, განლაგება = ცენტრი)

ხოლო მეორე სტრიქონში მოთხოვნას, პირველი წერტილის მითითების ან ოფციების გააქტიურებას

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>:

(შემოიტანეთ საწყისი წერტილი ან [ობიექტი/ სიმაღლე/სიგანე/სწორება]<ობიექტი>:)



ნახ. 12.119

Object (ობიექტი) ოფციის არჩევის შემთხვევაში, შესაძლებელია ნახაზზე არსებული ორგანზომილებიანი ობიექტის (პოლიხაზის, მონაკვეთის ან რკალის) გარდაქმნა სხეულად.

Height (სიმაღლე) ოფციის გამოყენებისას საჭიროა სხეულის (კედლის) სიმაღლის მითითება;

Width (სიგანე) ოფცია საშუალებას იძლევა მივუთითოთ სხეულის (კედლის) სიგანე;

Justify (სწორება) ოფციით განისაზღვრება ღერძული ობიექტის მიმართ სიგანის განაწილების ფორმა. შესაძლებელია ვარიანტები: **Left** _ მარცხნივ, **Center** _ ცენტრი და **Right** _ მარჯვნივ.

კედლის სიმაღლის, სიგანისა და სწორების შემდეგ სისტემა გამოიტანს მორიგ მოთხოვნას, მომდევნო წერტილის ან რკალის აგების ოფციის მითითების შესახებ

Specify next point or [Arc/Undo]:

(მომდევნო წერტილი ან [რკალი/გაუქმება]:)

მომდევნო წერტილის მოთხოვნა გაგრძელდება ციკლურად და დასრულდება **<Enter>** ღილაკზე დაჭერით, თუ არ იქნა გამოყენებული ოფცია **Arc.** ოფცია იმავე მოთხოვნებს პასუხობს, რომლებსაც ბრძანება **ARC**.

12.4.10. პარალელეპიპედი BOX

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw→ Modeling→ Box**	**Box**

პარალელეპიპედი აიგება ბრძანებით **BOX** (პარალელეპიპედი).

მაგალითის სახით ქვემოთ ნაჩვენებია პარალელეპიპედის აგება **WCS**-ში. თვალსაჩინოებისათვის ხედად აღებულია **SE isometric** (სამხრეთ-აღმოსავლეთი) იზომეტრიული ხედი.

თავდაპირველად ბრძანება მოითხოვს პარალელეპიპედის კუთხის ან ოფციის სახით ცენტრის მითითებას

Specify first corner or [Center]:

(პირველი კუთხე ან [ცენტრი]:)

პირველი წერტილის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს მეორე (მოპირდაპირე) კუთხის მითითებას ან ერთ-ერთი ოფციის არჩევას

Specify other corner or [Cube/Length]:

(მოპირდაპირე კუთხე ან [კუბი/სიგრძე]:)

პარალელეპიპედის მეორე კუთხის მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს სიმაღლის მითითებას

Specify height or [2Point]:

(სიმაღლე ან [2 წერტილი]:)

რომლის მითითების შემდეგ ხდება პარალელეპიპედის აგება.

პირველი კუთხის მითითების ნაცვლად, თუ იქნა არჩეული **CEnter** ოფცია, განხორციელდება პარალელეპიპედის აგება მისი ცენტრის დაფიქსირებით.

მეორე კუთხის მითითების ნაცვლად, თუ იქნება არჩეული **Cube** ოფცია, განხორციელდება კუბის აგება.

Length (სიგრძე) ოფციის არჩევის შემთხვევაში, სისტემა მოითხოვს ჯერ სიგრძის მითითებას

Specify length:

(სიგრძის შეტანა:)

შემდეგ პარალელეპიპედის სიგანის მითითებას

Specify width:

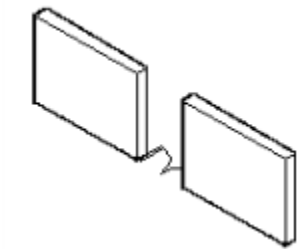
(სიგანის შეტანა:)

შემდგომ განხორციელდება პარალელეპიპედის აგება.

მაგალითი. დავუშვათ, რომ გვაქვს რაიმე ნაგებობის გეგმის ფრაგმენტი, რომელიც შეიცავს კედელს, კარების ღიობთან ერთად (ნახ. 12.120).



ნახ. 12.120

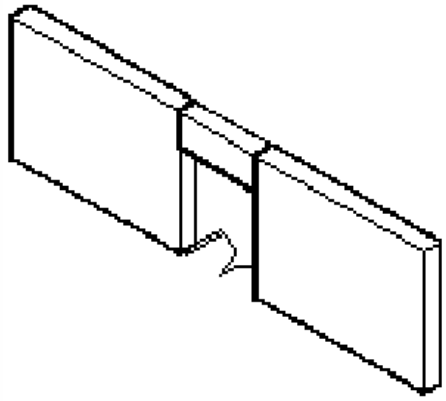


ნახ. 12.121

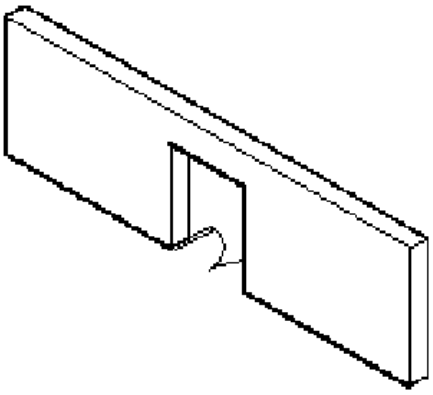
კედ ვის სიმ ვა).

შედეგად მიიღება ნახ. 12.121.

მომდევნო ეტაპზე ღიობის ზედა ნაწილი შეავსეთ 700 ერთეულის ტოლი სიმაღლის მქონე შესაკრავით, რისთვისაც გამოვიყენეთ ბრძანება **Box** (პარალელეპიპედი). მიღებულ ნახაზზე (ნახ. 12.122) გამოჩდება ამ ელემენტთა შეერთების ნაკერები. მიზანშეწონილია მათი მოცილება, რაც ხორციელდება კედლის ნაწილებისა და შესაკრავის ერთ ობიექტად გაერთიანებით, რისთვისაც გამოიყენეთ ბრძანება **Union** (გაერთიანება). შედეგად მიიღებთ ნახაზს 12.123.



ნახ. 12.122



ნახ. 12.123

12.4.11. სოლი WEDGE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
	**Draw→ Modeling→ Wedge**	**Wedge**

Wedge ბრძანებით აიგება სოლი.

Wedge ბრძანების შესრულებისას სისტემა თავდაპირველად მოითხოვს პირველი კუთხის ან ოფციის სახით ცენტრის მითითებას.

Specify first corner or [Center]:

(პირველი კუთხე ან [ცენტრი]:)

და შემდეგ

Specify other corner or [Cube/Length]:

(მოპირდაპირე კუთხე ან [კუბი/სიგრძე]:)

კუთხეების წერტილების მითითების შემდეგ სისტემა მოითხოვს სიმაღლის ან ოფციის სახით ორი წერტილის (**2Point**) მითითებას

Specify height or [2Point] :

(სიმაღლე ან [2 წერტილი]:)

სიმაღლის მითითების შემდეგ აიგება სოლი.

2Point (2 წერტილი) ოფციის არჩევის შემთხვევაში სისტემა მიმდევრობით მოითხოვს ორი წერტილის მითითებას, რომელთა საშუალებით თავადვე განსაზღვრავს სიმაღლეს.

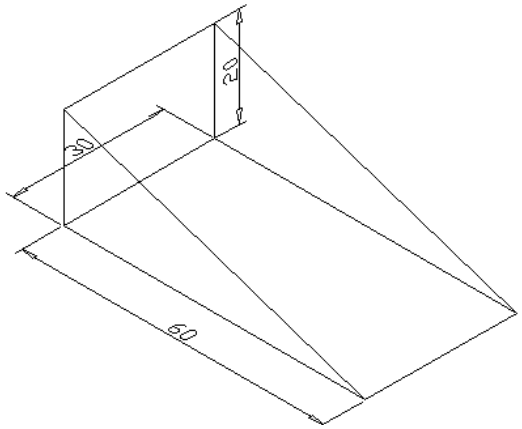
მაგალითი. ააგეთ ნახაზზე 12.124 ნაჩვენები სოლი. გამოიძახეთ ბრძანება **WEDGE (**ხედად აიღეთ **SE isometric).** უპასუხეთ სისტემის მოთხოვნებს:

_wedge

Specify first corner or [Center]: 50,50 _ წერტილი 1

Specify other corner or [Cube/Length]: @60,30 _ წერტილი 2 (გადაადგილება წერტილი 1-დან X ღერძის დადებითი მიმართულებით 60 ერთეული, **Y** ღერძის დადებითი მიმართულებით _ 30 ერთეული).

pecify height or [2Point] <0.000>: 20 _ სიმაღლე.



ნახ. 12.124

12.4.12. ჭრა SLICE

პიქტოგრამა	ტექსტური მენიუ	საბრძანებო სტრიქონი
არა აქვს	Modify→ 3D operations→ Slice	Slice ან sl

SLICE ბრძანება გამოიყენება მკვეთი სიბრტყით სხეულის ორ ნაწილად გაყოფისათვის. **Slice** ბრძანება თავდაპირველად ითხოვს საჭირო ობიექტის მონიშვნას

Select object to slice:

(გასაჭრელი ობიექტის მონიშვნა:)

ობიექტის მონიშვნისა და <**Enter**> კლავიშზე დაჭერის შემდეგ **AutoCAD** სისტემა მოითხოვს მკვეთი სიბრტყის ერთ-ერთი წერტილის მითითებას ან ოფციის არჩევას

Specify start point of slicing plane or [planar object/Surface/Aaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:

(მკვეთი სიბრტყის საწყისი წერტილი ან

*[მკვეთი ობიექტი/ღერძი/ხედი/**XY/YZ/ZX/ 3**წერტილი] <3წერტილი>:)*

თუ შერჩეული იქნება **3points** (3 წერტილი) ოფცია (რომელიც მიმდინარეა ამ ეტაპისათვის), მაშინ სისტემა მიმდევრობით მოითხოვს მკვეთი სიბრტყის განმსაზღვრელი სამი წერტილის მითითებას. და ბოლოს, მოითხოვს ორად გაყოფილი ობიექტის იმ ნაწილის მონიშვნას, რომელიც უნდა იქნეს შენარჩუნებული ეკრანზე ან ოფციის არჩევას, რომლითაც ეკრანზე შენარჩუნებულ იქნება ორივე ნაწილი

Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:

(*წერტილი შენარჩუნებული ნაწილის მხარეს ან [ორივე მხარის შენახვა] <ორივე>:)*

ამ მოთხოვნაში გულისხმობის პრინციპით გამოიყენება ორივე ნაწილის შენარჩუნების ოფცია.

ძირითადი მოთხოვნის შესაბამისად, დასატოვებელი ნაწილის წერტილის მითითების შემდეგ ეკრანზე რჩება მითითებული ნაწილი და ამით მთავრდება ბრძანების შესრულება.

თუ დატოვებულ იქნა გაჭრილი სხეულის ორივე ნაწილი, სისტემა იძლევა ერთ-ერთი ნაწილის მონიშვნის შემდეგ მისი წაშლის ან გადატანის საშუალებას.

მაგალითი. 100x100x100 ზომის კუბს ჩამოაჭერით ერთი მეოთხედი ნაწილი (ნახ. 12.125). ამ მაგალითის შესასრულებლად საჭირო იქნება **Slice** ბრძანების ორჯერ გამოყენება. პირველად კუბი

უნდა გაიჭრას ორ ნაწილად, შემდეგ მიღებული ორი პარალელეპიპედიდან ერთ-ერთი ისევ **slice** ბრძანებით გაიჭრება ორად და მოცილდება ერთ-ერთი ახლად მიღებული პარალელეპიპედი. ბოლოს საჭირო იქნება დარჩენილი ორი ნაწილის (კუბის ნახევრის და მეოთხედის) ერთ ობიექტად გაერთიანება, რისთვისაც გამოიყენებთ **Union** ბრძანებას.

ბრძანებათა თანამიმდევრობა და სისტემის მოთხოვნები:

დააყენეთ **SW isometric** ხედი

Box <Enter>

Specify first corner or [Center]: მიუთითეთ წერტილი;

Specify other corner or[Cube/Length]: C (აირჩიეთ **Cube** ოფცია**);**

Specify length: აკრიფეთ კუბის წიბოს სიგრძე **(**ეკრანზე მიიღება კუბი**);**

Slice<Enter>

Select objects to slice: მონიშნეთ კუბი; **<Enter>**

Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Aaxis/View/XY/ YZ/ZX/3points]<3points>: დააჭირეთ **<Enter>**

Specify first point on plane: მიუთითეთ ერთ-ერთი წიბოს შუა წერტილი;

Specify second point on plane: მიუთითეთ მეორე წიბოს შუა წერტილი;

Specify third point on plane: მიუთითეთ მესამე წიბოს შუა წერტილი;

Specify a point on desired side or [keep Both sides]<both>: დააჭირეთ **<Enter>;**

მითითებული სამი წერტილით განსაზღვრული სიბრტყით კუბი გაიყო ორ ნაწილად.

Slise ბრძანება დასრულებულია.

ისევ შეასრულეთ **Slice** ბრძანება. ამჯერად მიღებული ორი პარალელეპიპედიდან ერთ-ერთზე.

Slice<Enter>

Select objects to slice: მონიშნეთ მიღებული ორი პარალელეპიპედიდან ერთ-ერთი**; <Enter>**

Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Aaxis/View/XY/YZ/ZX /3points]<3points>: დააჭირეთ **<Enter>**

Specify first point on plane: მიუთითეთ ერთ-ერთი წიბოს შუა წერტილი;

Specify second point on plane: მიუთითეთ მეორე წიბოს შუა წერტილი;

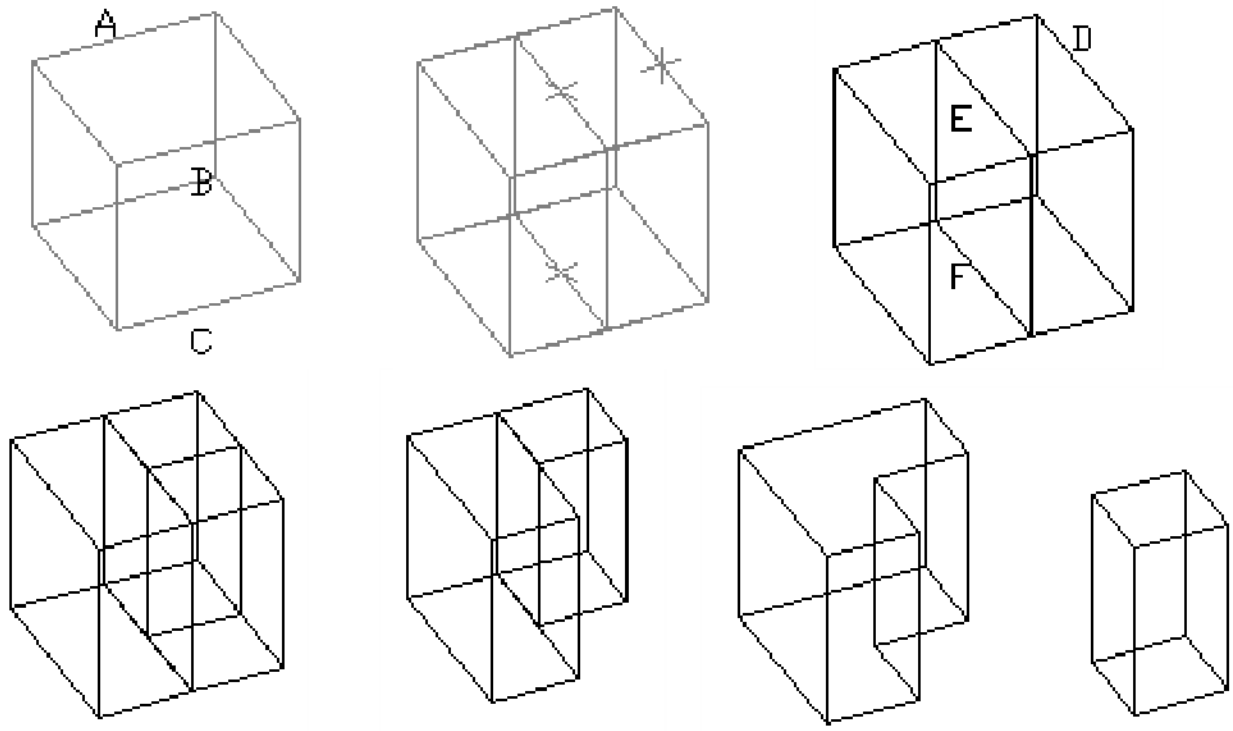
Specify third point on plane: მიუთითეთ მესამე წიბოს შუა წერტილი**;**

Specify a point on desired side or [keep Both sides]<both>: მიუთითეთ ერთ-ერთი მხარე;

გაყოფის შედეგად მიღებული ორი პარალელეპიპედიდან ეკრანზე დარჩება მხოლოდ მითითებული.

Union:<Enter>

Select objects: მონიშნეთ ორივე ობიექტი; <**Enter**>.



ნახ. 125

12.4.13. ფურცლის სივრცე

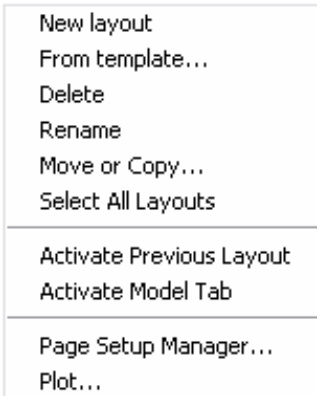
ნახაზი იხაზება **Model** (მოდელი) სივრცეში მასშტაბის წინასწარი შერჩევის გარეშე, ანუ რეალურ ერთეულებში. ამ სივრცეს შეესაბამება გრაფიკული ზონის მარცხენა ქვედა კუთხეში მდებარე ჩანართი სახელწოდებით **Model** (მოდელი), ხოლო მასშტაბისა და ფორმატის შერჩევა, ანუ ნახაზის მომზადება ფურცელზე დასაბეჭდად ხორციელდება ფურცლის სივრცეში. ფურცლის სივრცეს შეესაბამება ჩანართი **Layout** (ფურცელი), რომელიც გრაფიკული ზონის მარცხენა ქვედა კუთხეში, **Model** ჩანართის მარჯვნივაა მოთავსებული.

საწყის ეტაპზე ეკრანზე ორი ფურცლის ჩანართია ასახული: **Layout1** და **Layout2**. თუმცა შესაძლებელია ფურცლების დამატება, წაშლა, სისტემის მიერ შემოთავაზებული პარამეტრების შეცვლა და ა.შ. ამ ოპერაციების შესრულება მოხერხებულია კონტექსტური მენიუდან ნახ. (12.126).

Layout... ჩანართის კონტექსტური მენიუ შეიცავს შემდეგ პუნქტებს:

- **New Layout** (ახალი ფურცელი) _ ახალი ფურცლის დამატება სისტემის მიერ დაყენებული პარამეტრებით;
- **From template** ... (შაბლონით) _ ახალი ფურცელის დამატება შაბლონით;
- **Delete** (წაშლა) _ მიმდინარე ფურცელის წაშლა;
- **Rename** (სახელის გადარქმევა) _ მიმდინარე ფურცლის სახელის გადარქმევა;
- **Move or Copy** _ (გადატანა ან კოპირება) _ ჩანართების სიაში მიმდინარე ფურცლის გადატანა ან მისი ასლის შექმნა;
- **Select all Layout** (ყველა ფურცლის მონიშვნა) _ ფაილში შემავალი ყველა ფურცლის მონიშვნა წასაშლელად ან დასაბეჭდად;
- **Activate Previous Layout** (ბოლო ფურცლის გააქტიურება) _ იმ ფურცლის გააქ-ტიურება, რომელიც ახალ ფურცელზე გადასვლამდე იყო მიმდინარე;
- **Activate Model Tab** (მოდელის გააქტიურება) _ მოდელ რეჟიმი გადასვლა;

- **Page Setup manager...** (ფურცლის პარამეტრების დაყენება) _ ამ პუნქტით გააქტიურდება ფანჯარა **Page Setup manager**, რომელშიც შესაძლებელია სისტემის მიერ დაყენებული ფურცლის პარამეტრების შეცვლა;
- **Plot**...(ბეჭდვა) _ ნახაზის ბეჭდვაზე გაშვება.



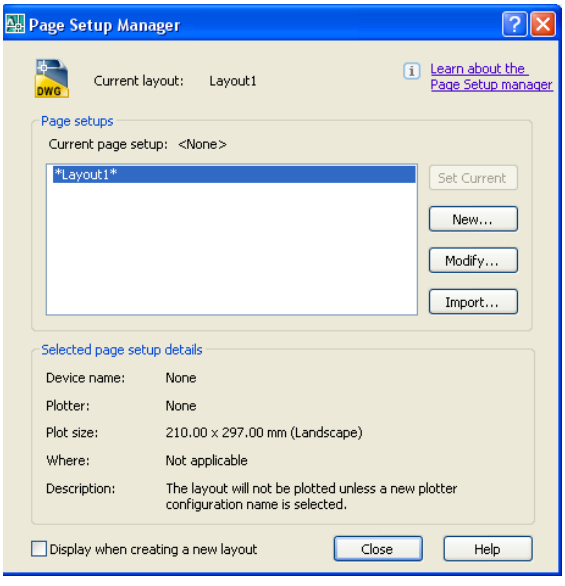
ნახ. 12.126

12.4.14. ფურცლის პარამეტრების დაყენება

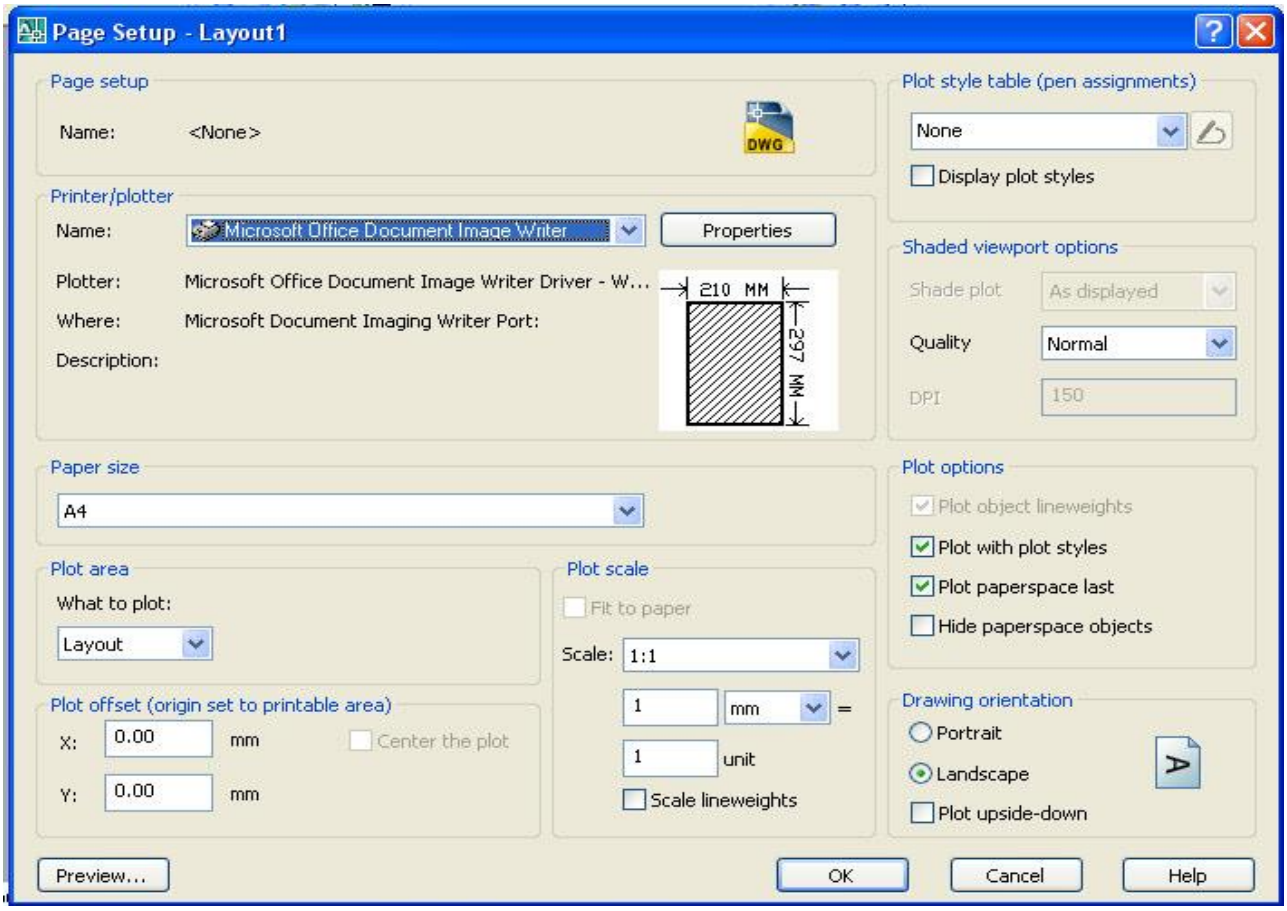
ფურცლის პარამეტრების დასაყენებლად **Layout...** ჩანართის კონტექსტური მენიუდან არჩეული უნდა იქნეს **Page Setup Manager** (ფურცლის პარამეტრების დაყენება) პუნქტი. გამონათდება **Page Setup Manager** ფანჯარა (ნახ. 12.127).

Modify (რედაქტირება) ღილაკზე დაჭერის შემდეგ გამონათდება ფანჯარა (ნახ. 12.128), **Name** ჩამოშლადი სიიდან შეირჩევა მოწყობილობა, რომლითაც უნდა დაიბეჭდოს ნახაზი.

Paper size (ფურცლის ზომები) სიიდან _ ფურცლის ფორმატი, ხოლო **Scale** (მასშტაბი) სიიდან არჩეული უნდა იქნეს მასშტაბი. თუ ამ სიაში გააქტიურებულია 1:1 შეფარდება, ეს ნიშნავს, რომ 1 მმ შეესაბამება განზომილების 1 ერთეულს, ანუ ნახაზი შესრულებულია მილიმეტრებში.

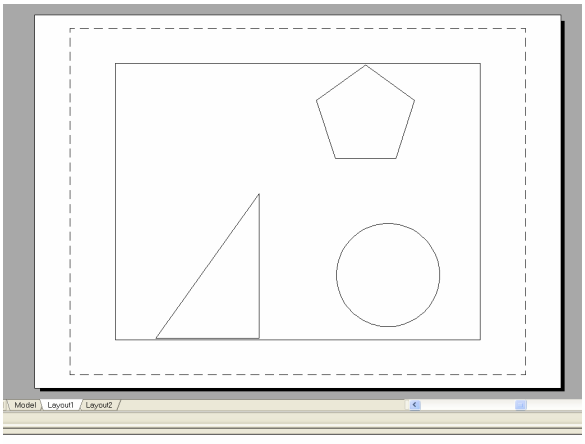


ნახ. 12.127



ნახ. 12.128

12.4.15. ნახაზის ხედი



ფურცლის ჩანართის გააქტიურების შემდეგ, რაც ხორციელდება **Layout**... ღილაკზე დაჭერით, რეჟიმების სტრიქონში არსებული **Model** ღილაკი შეიცვლის მდგომარეობას **PAPER**-ზე. ნახაზი გადავა ფურცლის სივრცეში, რომელშიც სისტემის მიერ ფურცელზე გულისხმობის

ნახ. 12.129

პრინციპით იქმნება ხედის მხოლოდ ერთი ეკრანი. ხედის ამ ეკრანზე გაჩნდება მოდელის სივრცეში დახაზული ნახაზის ასლი (ნახ. 12.129).

წყვეტილი ხაზით შემოფარგლული არე წარმოადგენს ფურცლის ე.წ. სამუშაო არეს. ხედის ეკრანი (**Viewport**) შემოფარგლულია უწყვეტი ხაზით. ფურცელზე შესაძლებელია არაერთი სხვადასხვა ფორმის ხედის ეკრანის შექმნა და მათთვის განსხვავებული მასშტაბის დაყენება. ხედის ეკრანი წარმოადგენს **AutoCAD** სისტემის პრიმიტივს, რომელიც მხოლოდ ფურცლის სივრცეში არსებობს და, როგორც წესი, მას აქვს მართკუთხედის ფორმა. **Viewport**-ში ყენდება მოდელის სივრცეში აგებული ობიექტების ესა თუ ის ხედი. შესაძლებელია ხედის ეკრანის რედაქტირება. ხედის ეკრანის მოსანიშნად საჭიროა მის საზღვარზე დაწკაპუნება. აგრეთვე, შესაძლებელია მონიშნული ხედის ეკრანის ზომების შეცვლა, მისი გადაადგილება, წაშლა, კოპირება და ა.შ. ხედების ახალი ეკრანების შექმნა ხორციელდება **ViewPorts** ხელსაწყოთა პანელის გამოყენებით (ნახ. 12.130).

ამ ხელსაწყოთა პანელზე ხუთი ღილაკია:

 _ ღილაკს ეკრანზე გამოაქვს **Viewport** დიალოგური ფანჯარა (ნახ. 12.131);



ნახ. 12.130

 _ ფურცლის სივრცეში ქმნის ახალი მართკუთხა კონტურის მქონე ხედს;

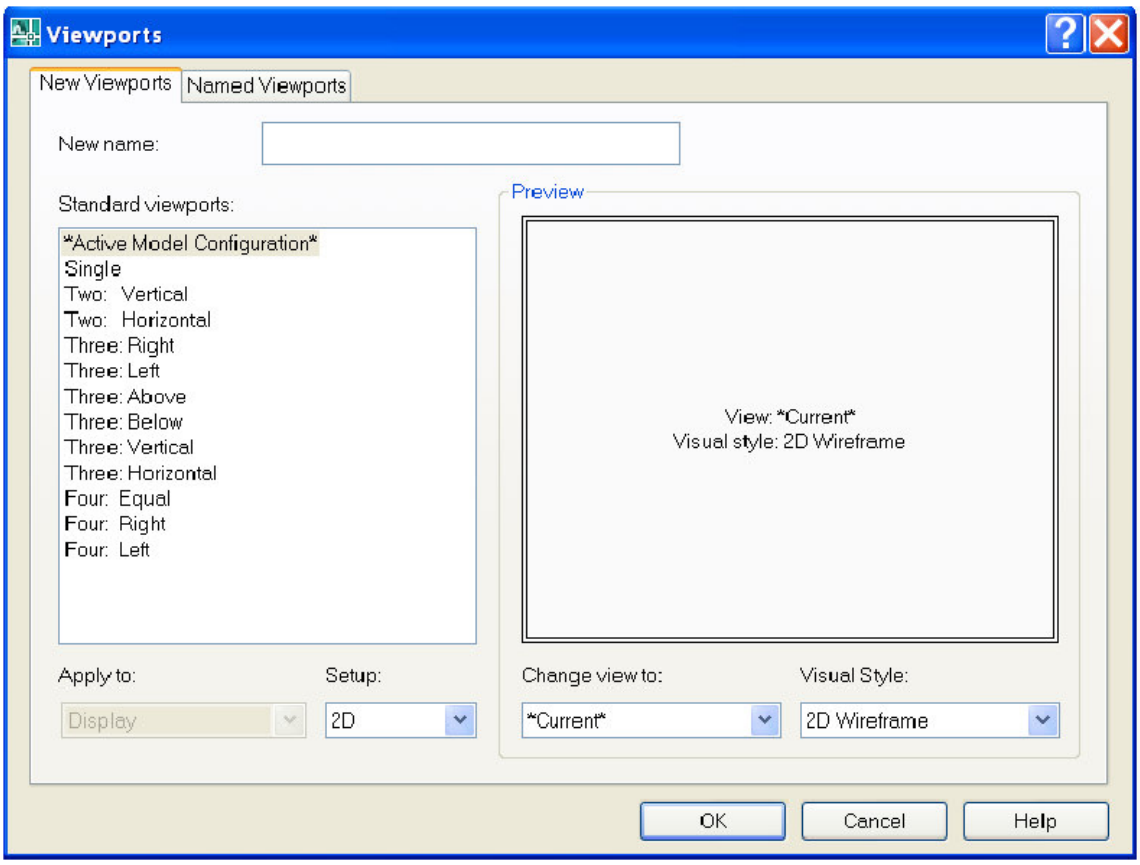
 _ ფურცლის სივრცეში ქმნის მრავალკუთხედის ფორმის ხედს;

 _ ფურცლის სივრცეში დახაზული შეკრული კონტურის მქონე ობიექტს გარდაქმნის არასტანდარტული ფორმის ხედად;

 _ ფურცლის სივრცეში ჩამოჭრის არსებული ხედის ნაწილს.



_ ამ ველში მიეთითება ხედის მასშტაბი.



ნახ. 12.131

Viewports ფანჯარა იძლევა ფურცლის არეში 1-დან 4-მდე სხვადასხვა სტანდარტული ზომის ხედის ეკრანის შექმნის და ამა თუ იმ სტანდარტული ფორმით მათი განთავსების საშუალებას. ეკრანების ზომები დამოკიდებულია ხედების ეკრანების რაოდენობასა და ასევე მათი განლაგების ფორმაზე.

ხედის ეკრანის შექმნა ხორციელდება ღილაკზე დაჭერით. საბრძანებო სტრიქონში მიმდევრობით გაჩნდება სისტემის მოთხოვნა ხედის ეკრანის ორი დიაგონალური კუთხის წერტილების მითითების შესახებ

Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal /Restore /2/3/4]<Fit>:

Specify opposite corner:

(ხედის ეკრანის წერტილი ან [ოფციები]:

მოპირდაპირე კუთხის წერტილი:)

მათი მითითების შემდეგ მიმდინარე ფურცლის სივრცეში იქმნება მითითებული ზომის ხედის ეკრანი. ანალოგიურად იმავე ფურცლის სივრცეში იქმნება ხედის სხვა, ახალი ეკრანი (ნახ. 12.132).

ზემოთ მოყვანილი სისტემის მოთხოვნაში არსებული ოფციებიდან უფრო ხშირად გამოიყენება შემდეგი ოფციები:

Fit (მისადაგება) _ ქმნის ხედის ეკრანს, რომლის ზომები ფურცლის სამუშაო არის ტოლია;

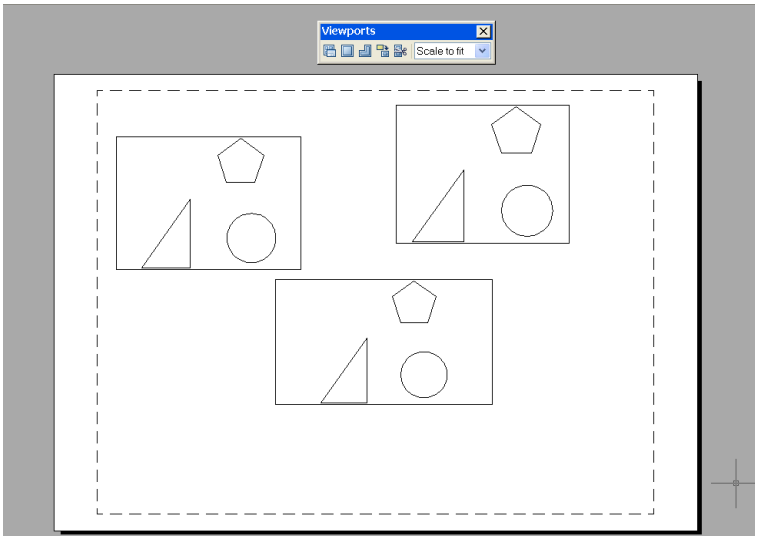
Lock (ბლოკირება) _ ჩართავს ან გამორთავს ხედის ეკრანის მასშტაბის შემდგომში შეცვლის ბლოკირების რეჟიმს;

2 _ ყოფს მართკუთხა ზონას 2 ხედის ეკრანად;

3 _ ყოფს მართკუთხა ზონას 3 ხედის ეკრანად;

4 _ ყოფს მართკუთხა ზონას 4 ხედის ეკრანად.

ფურცელთან შემდგომი მუშაობისას საჭირო იქნება: ხედის ყოველ ეკრანში ნახაზის ამა თუ იმ ხედის და მასშტაბის დაყენება; ხედის ეკრანების ჩარჩოების უხილავ ჩარჩოებად გარდაქმნა; ფურცლის სივრცეში გაფორმების ელემენტების დამატება.



ნახ. 12.132

რეჟიმების პანელზე არსებულ **PAPER** ღილაკზე დაწკაპუნების შედეგად მასზე არსებული წარწერა შეიცვლება **MODEL** წარწერით. გარდა ამისა, ერთ-ერთ ეკრანს გაუჩნდება სქელი ჩარჩო (იგი გახდება აქტიური), ხოლო ამ ფანჯრის არეში კურსორის განთავსებისას იგი მიიღებს ჯვრის ფორმას, როგორც მოდელის სივრცეში, რაც იმას ნიშნავს, რომ მხოლოდ ხედის ეს ეკრანი არის ხელმისაწვდომი მუშაობისათვის. კურსორი ფურცლის არის სხვა ნებისმიერ წერტილში იღებსბს ისრის ფორმას. **MODEL** რეჟიმში გადასვლა შეიძლება აგრეთვე მაუსის კურსორის ორმაგი დაწკაპუნებით ხედის ეკრანის არეში. **MODEL** რეჟიმში ყოფნისას ფურცლის არის თავისუფალ ადგილზე ორმაგი დაწკაპუნებით განხორციელდება **PAPER** რეჟიმში გადასვლა. **MODEL** რეჟიმში გააქტიურებული შეიძლება იყოს ხედის მხოლოდ ერთი ეკრანი და მასთან მუშაობა მიმდინარეობს ზუსტად ისევე, როგორც მოდელის სივრცეში. არსებული ნახაზის რედაქტირების შედეგი ასევე აისახება **MODEL** სივრცეში.

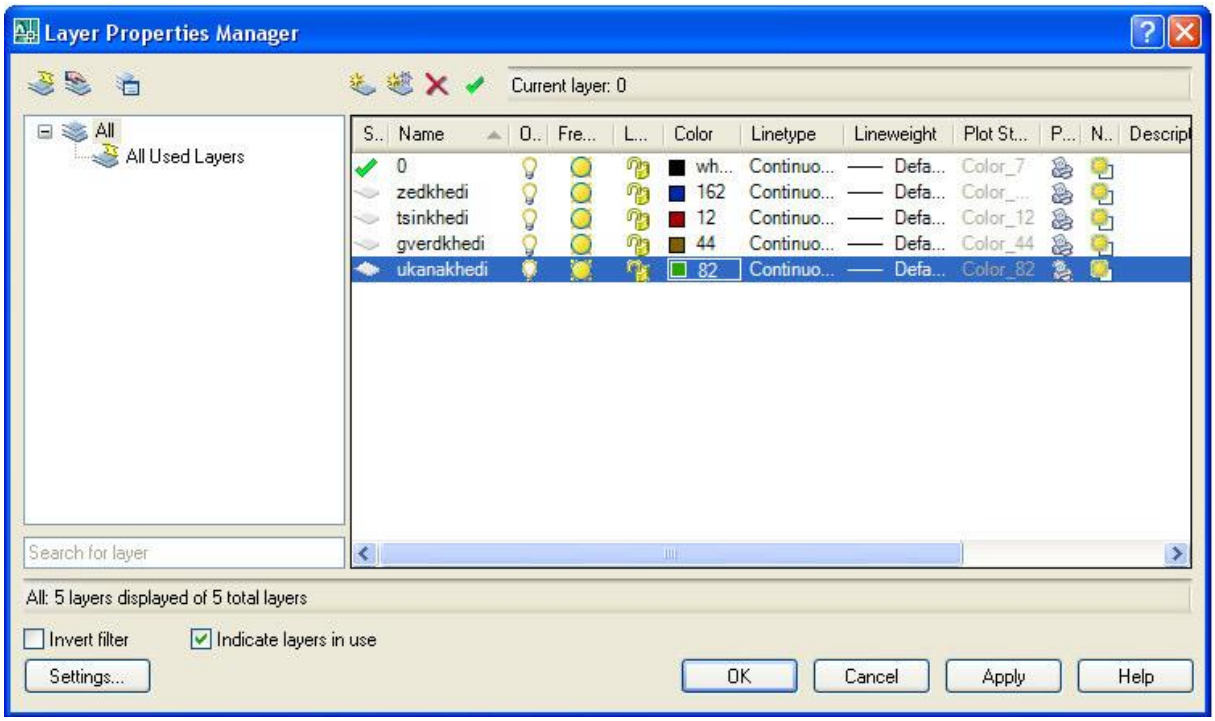
ფურცლის სივრცის **PAPER** რეჟიმშიც შესაძლებელია ნებისმიერი პრიმიტივის აგება (მონაკვეთები, წარწერები, ზომები და ა.შ.), მაგრამ ისინი წარმოადგენს ფურცლის კუთვნილებას და არ აისახება მოდელის სივრცეში.

მაგალითი. ხედების ეკრანების გაფორმების მაგალითისათვის დახაზეთ ერთსართულიანი სახლის მარტივი გეგმა და ფასადები (ნახ. 12.133). მოათავსეთ გეგმა ცალკე ფურცელზე (**layout1)** მასშტაბით 1:50 მ, ხოლო ფასადები მეორე ფურცელზე (**Layout2)** მასშტაბით 1:100 მ, ამისათვის



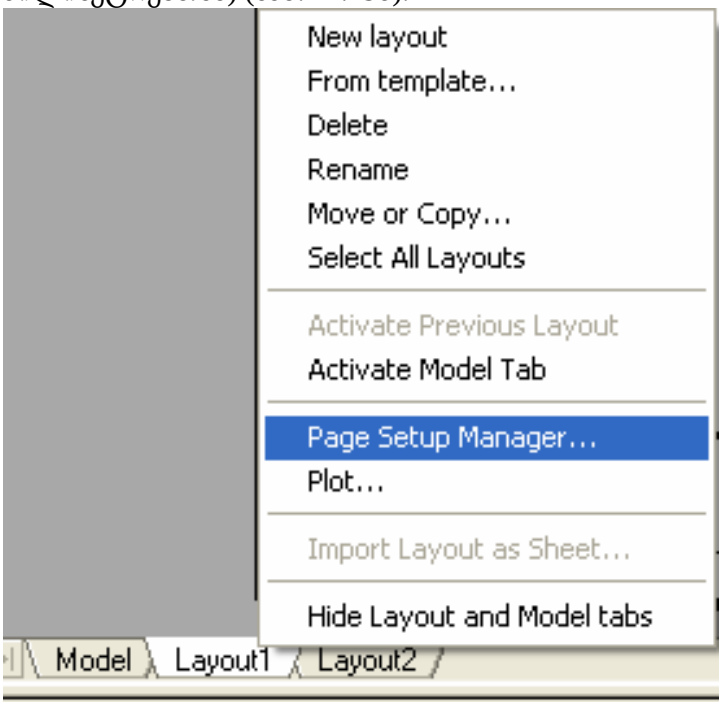
ნახ. 12.133

ა) დახაზეთ გეგმა და ფასადები სივრცეში (მითითებული ან თქვენთვის მისაღები ზომებით) და განათავსეთ ისინი დამოუკიდებელ ფენებზე. გეგმა მოათავსეთ ფენაზე **Zedkhedi,** ფასადები, შესაბამისად, ფენებზე სახელწოდებით **Tsinkhedi, Gverdkhedi, Ukanakhedi** (ნახ. 12.134).

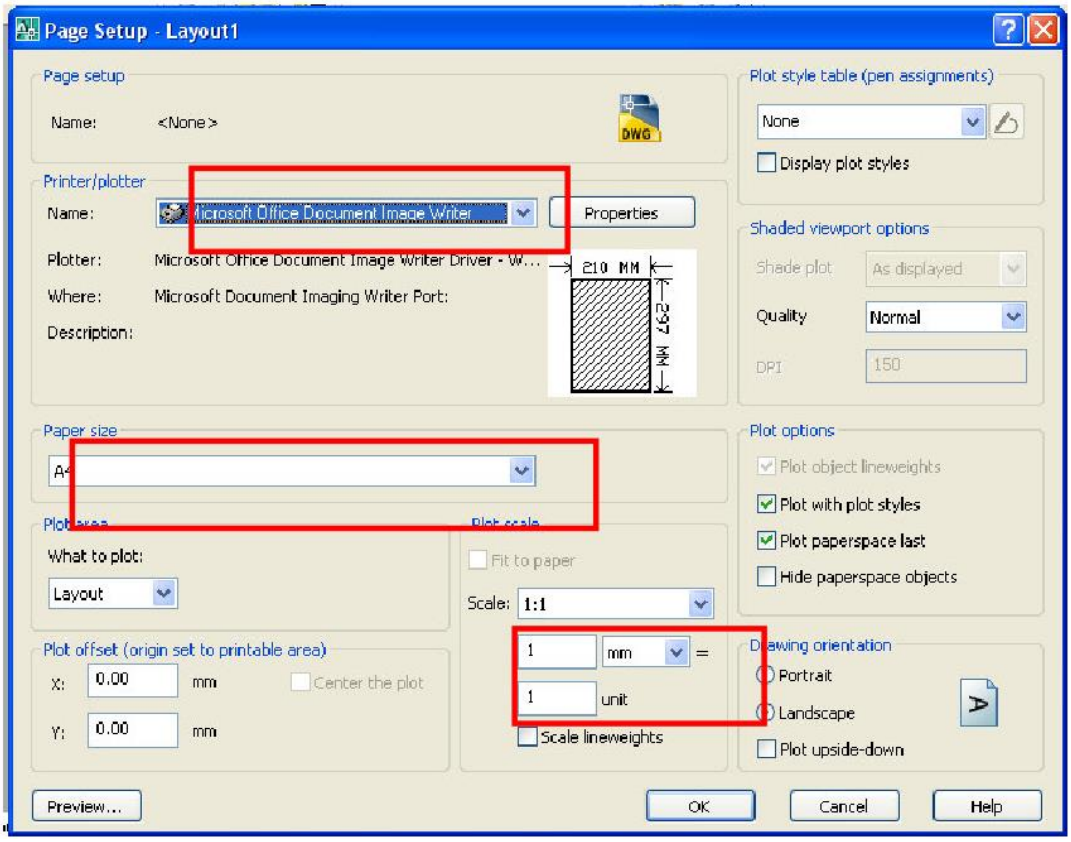


ნახ. 12.134

ბ) გადადით **layout 1** ფურცლის სივრცეში. მაუსის მარჯვენა ღილაკი დააწკაპუნეთ ფურცლის სახელწოდებაზე და აირჩიეთ ბრძანება **Page Setup Manager** (ნახ. 12.135) და გამონათებულ ფანჯარაში **Modify** ღილაკით შეცვალეთ გულისხმობის პრინციპით დაყენებული საბეჭდი მოწყობილობა, ფურცლის საჭირო ფორმატი და საზომის ერთეულები (დააკავშირეთ საზომის პირობითი ერთეულები მილიმეტრებთან) (ნახ. 12.136).

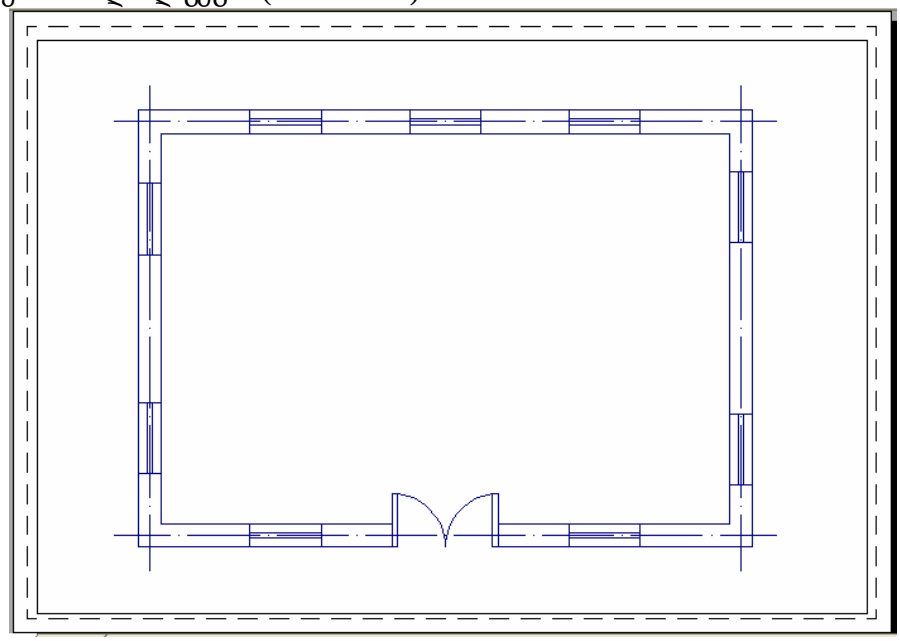


ნახ. 12.135.



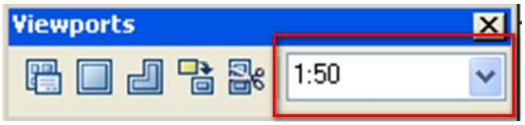
ნახ. 12.136

გ) ვინაიდან მოცემულ ფურცელში უნდა მოთავსდეს მხოლოდ გეგმა, საჭიროა ფენების მართვის ფანჯარაში (**Layer properties manager)** იმ ფენების გაყინვა, რომელზეც მოთავსებულია ფასადები, ამას ახორციელებს ღილაკი **VP Freeze** ხედის ეკრანზე გაყინვა). ამის შემდეგ ხედის ეკრანზე გამოჩნდება მხოლოდ გეგმა (ნახ. 12.137).



ნახ. 12.137

დ) ეკრანზე გამოანათეთ ხელსაწყოთა პანელი და შეარჩიეთ ზუსტი მასშტაბი (ნახ. 138).



ნახ. 12.138

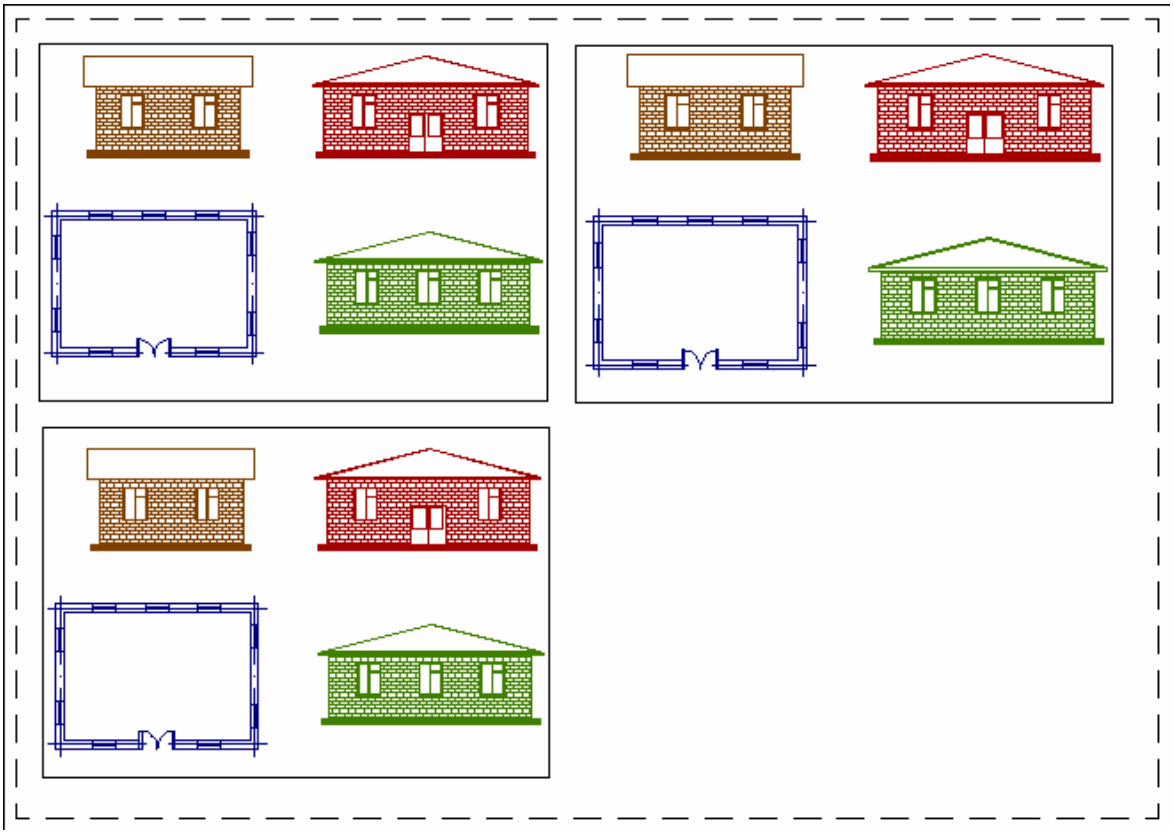
სახლის გეგმა მზადაა საბეჭდ მოწყობილობაზე გამოსატანად, ფასადების ცალკე ფურცელზე მოსათავსებლად:

ა) გადადით **layout2** ფურცლის სივრცეში და გეგმის შემთხვევის ანალოგიურად შეარჩიეთ საბეჭდი მოწყობილობა, ფორმატი და დაადგინეთ საზომის ერთეულები.

ბ) ფურცლის სივრცეში გადასვლისას სისტემა ერთი ეკრანის ხედს აჩვენებს, რომელშიც მოთავსებულია გეგმაც და ფასადებიც. ვინაიდან საჭიროა თითოეული ფასადის ცალ-ცალკე ხედის ეკრანზე მოთავსება, უნდა წაიშალოს ხედის ეკრანი და **Viewport** ხელსაწყოთა პანელის  ღილაკით დახაზეთ სამი საჭირო ზომის ხედის ეკრანი ისე, როგორც ეს არის ნაჩვენები ნახაზზე 139 (მარჯვენა ქვედა კუთხე დატოვეთ შტამპის განსათავსებლად). თითოეულ ამ ეკრანზე გამოჩნდება **MODEL** სივრცეში დახაზული როგორც გეგმა, ასევე ფასადებიც.

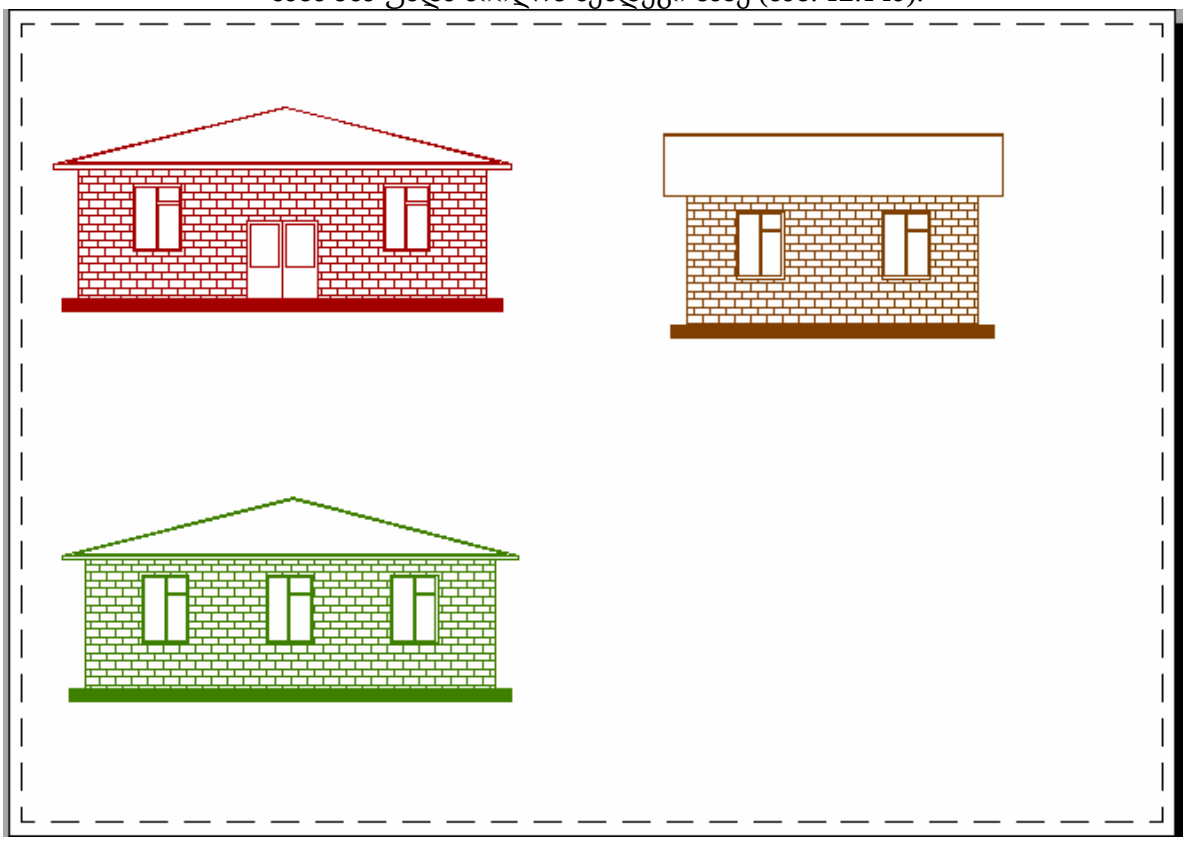
გ) ყოველი ხედის ეკრანზე **VP Freeze** ღილაკით გაყინეთ ფენები, რომლებიც არ უნდა ჩანდეს შესაბამის ეკრანზე და შეარჩიეთ თითოეულისათვის მასშტაბი.

დ) ხედის ეკრანის ჩარჩოების ფურცლიდან მოსაცილებლად შექმენით ახალი ფენა (მაგალითად, **Charcho)**, ფურცლის სივრცის **PAPER** რეჟიმში მონიშნეთ ხედის ეკრანის ჩარჩოები და გადაიტანეთ ისინი ახლად შექმნილ ფენაზე, ხოლო შემდეგ ეს ფენა გამორთეთ ან გაყინეთ.



ნახ. 12.139

ნახაზმა უნდა მიიღოს შემდეგი სახე (ნახ. 12.140):

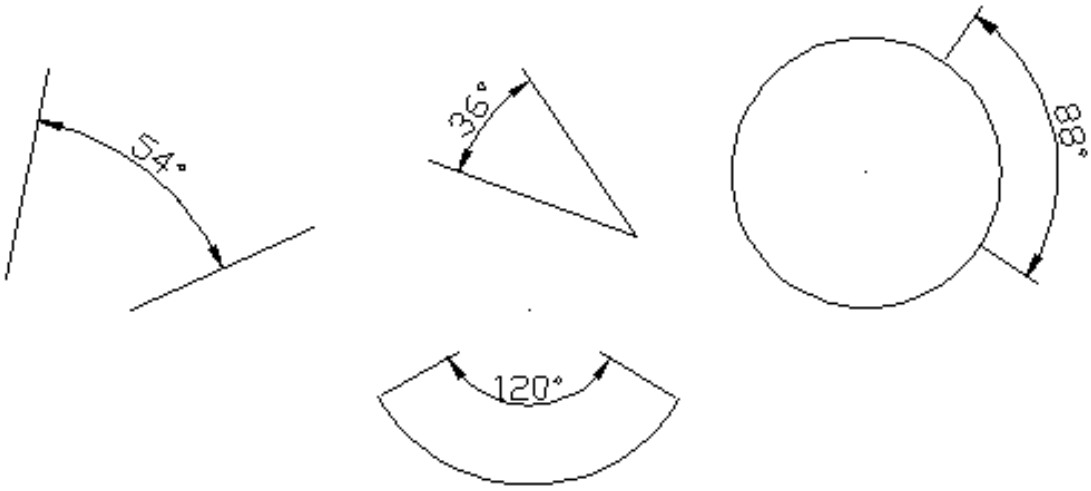


ნახ. 12.140



კითხვები თვითშეფასებისთვის
1. ჩამოთვალეთ კომპიუტერული ხაზვის პროგრამა AutoCAD-ის ინტერფეისის მართვის ელემენტები; 2. ჩამოთვლეთ საკოორდინატო სისტემები; 3. აღწერეთ საკოორდინატო სისტემებისა და ვიზუალიზაციის სტილი; 4. ჩამოთვლეთ სხეულების რედაქტირების მეთოდები.

დავალება: გამოხაზეთ კუთხური ზომების სხვადასხვა ვარიანტები.



განმარტებითი ლექსიკონი

ა

აირი - ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა, რომელშიც მისი ნაწილაკების (მოლეკულების, ატომების, იონების) თბური მოძრაობის კინეტიკური ენერგია ბევრად აღემატება ამ ნაწილაკებს შორის ურთიერთკავშირის პოტენციურ ენერგიას, რის გამოც ნაწილაკები მოძრაობს თავისუფლად, თანაბრად ავსებს რა მოცემულ მოცულობას.

არქიტექტურა - ბერძ. „arch“- დაწყება, „tecnh“- ხელოსნობა; „ვიწყებ ხელოსნობას“- შენობა-ნაგებობათა, სამშენებლო კომპლექსის, ინტერიერისა და ავეჯის შექმნის ჩათვლით. მათ შესაქმნელად საჭირო ყველა სამუშაოს შესრულებას, ესთეტიკური და ფუნქციური მნიშვნელობის გათვალისწინებით.

არმირება - ბეტონში ლითონის ღეროების განთავსება გარკვეული კანონზომიერების დაცვით, რომელიც გათვალისწინებულია პროექტირების დროს ბეტონისათვის დრეკადობის თვისების მისანიჭებლად და მასში სიხისტის შესამცირებლად.

ატრაქციონი - 1. საცირკო პროგრამის ეფექტური ნომერი, რომელიც განსაკუთრებით ბევრ მაყურებელს იზიდავს; 2. სახალხო სეირნობის ადგილებში გასართობი აპარატები: კარუსელი, საქანელა, ტირი, სპორტულ გამაჯანსაღებელი ინვენტარი, პარკებში გადაადგილების საშუალებები, ველოსიპედი, თვითქანდი, ელექტრომანქანები.

ანკერი - ტექნ. ლითონის ჭანჭიკი ან კავი, რომლითაც ერთმანეთზე ამაგრებენ ქვის, ბეტონის ან სხვა მასალის კედლის ან სხვა დეტალების ნაწილებს.

არმატურა - სამშ. ფოლადის (ან სხვა მასალის) სხვადასხვა მარკისგან დამზადებული პროფილიანი ან გლუვი ზედაპირის მქონე სხვადასხვა დიამეტრის ღერო, რომელიც გამოიყენება რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ლითონის (ან სხვა მასალის) ღეროებით შექმნილი კარკასის სახით, ბეტონისათვის დრეკადობის ამაღლების მიზნით. არმირების შემდგომ ბეტონის თვისობრივი მზიდუნარიანობა რამდენადმე იზრდება გამჭიმავ და მკუმშავ ძაბვებზე.

ა.დარსი - ფრანგი ინჟინერი (1803—1858 წ.წ.), რომელიც იკვლევდა სითხის დანაკარგებს და ფილტრაციას.

ა. შეზი - ფრანგი ინჟინერ-ჰიდრავლიკოსი (1718-1798 წ.წ.).

ატრიბუტი - რისამე დამახასიათებელი ნიშანი, თვისება, კუთვნილება.

ალტერნატივა - ორი ერთმანეთის საპირისპირო შესაძლებლობიდან ერთ-ერთის არჩევის აუცილებლობა.

ადჰეზია - მოსაპირკეთებელი მასალების და სხვა დეტალების შეწებების, დამაგრების უნარი საბაზისო ზედაპირზე.

აკუსტიკა - [ბერძ. akustikos სმენისა] 1. ფიზიკის დარგი, რომელიც შეისწავლის ბგერას. 2.სმენადობის ხარისხი ამა თუ იმ შენობაში.

ანკერი - (გერმ., ღუზა) - 1. შენობის ცალკეული ელემენტების კედელთან დამაკავშირებელი (კედლის წყობაში ცალი ბოლოთი დატანებული) ლითონის საბმური; 2. რკინის ჭანჭიკი ან კავი, რომლითაც ერთმანეთზე ამაგრებენ ქვის კედლის ნაწილებს; 3. ანკერი - რკ.ბ.-ის კონსტრუქციებში დამჭერი მოწყობილობა წინასწარ დაძაბული არმატურის ბეტონში (ან ბეტონზე) დასამაგრებლად.

ალუმინის შენადნობები – მთავარი ღირსებაა უმნიშვნელო მასა, მაღალი კოროზიამედეგობა, კარგად მუშაობს დაბალ (უარყოფით) ტემპერატურისას, ანტიმაგნიტურობა, არ წარმოშობს ნაპერწკალს დარტყმისას, ხანმედეგობა და კარგი გარეგნული ფაქტურა, რაც მისი გამოყენების ფართო არეს განსაზღვრავს.

არტეფაქტი - (ლათ.*artefactum* от *arte* — ხელოვნურად + *factus* — შექმნილი) ნებისმიერი ხელოვნურად შექმნილი ობიექტი. ადამიანის საქმიანობის პროდუქტი.

გ

ბიუქსი - ალუმინის მცირე ზომის ჭურჭელი გრუნტის თერმოსტატში გამოსაშრობად.

ბუნებრივი ფუძე – ბუნებრივი განლაგების პირობებში მყოფი ფუძე-გრუნტები.

ბორდიური-შემომზღუდავი დეტალი, ლანდშაფტულ დიზაინში გამოიყენება ბილიკების, გაზონების, ხე-ბუჩქოვანი ნარგავების დასაცავად-გამოსაყოფად სხვა ზონებიდან, მზადდება ხისგან ფიცრის სახით (დროებით 5-20 წელი), პოლიმერული მასალებისა და ბეტონისაგან (დეკორატიული ან უბრალო ფორმის 10-50 წელი ექსპლუატაციის ვადა).

ბეტონი - ხელოვნური ქვა, რომელიც მიიღება რაციონალურად შერჩეული და დოზირებული შემკვრელი ნივთიერების, წყლის, წვრილი და მსხვილი ინერტული შემვსებების, სპეციალური დანამატების ერთად არევის, დაყალიბების და შემდგომი გამყარებით.

ბიეფი - წყალსატევის, მდინარის ან არხის მიმდებარე მონაკვეთი, რომელიც ეკვრის წყალსატბორავ ნაგებობას.

ბეტონის ნარევი - წინასწარ შერჩეული და სათანადოდ დოზირებული მასალების ნარევს გამყარებამდე ბეტონის ნარევს უწოდებენ.

ბრტყელი ბადე – ბეტონის ნარევში არმატურის ნაკეთობების განთავსებისათვის გამოიყენება არმატურის როგორც ცალკეული, ასევე ღეროთა ერთობლიობა, რომელიც მიიღება ლითონის მოქნილი გრძივი და განივი ღეროების ხელით შეკვრით ან შედუღებით.

ბრიგადა - რამდენიმე რგოლის გაერთიანებით მიღებული ჯგუფი, რომელიც ერთსა და იმავე სახის სამუშაოს ასრულებს.

გ

გაჯირჯვა - გრუნტის თვისებაა გატენიანებისას მოიმატოს მოცულობაში.

გეგმა - დედამიწის მცირე ნაწილის შემცირებული გამოსახულება სიბრტყეზე, დედამიწის სიმრუდის მხედველობაში მიუღებლად.

გეოლოგიური ჭრილი - ესაა მიწის ქერქის ვერტიკალური ჭრილი, რომელზეც დატანილია სხვადასხვა სამთო ქანების პლასტებისა და გრუნტული წყლების ჰორიზონტების ურთიერთგანლაგება. იგება შურფებიდან და ჭაბურღილებიდან ამოღებული მასალის საფუძველზე.

გეოცენტრული სისტემა - მზის სისტემის შესახებ მოძღვრება, რომლის მიხედვითაც უძრავი დედამიწა იყო სამყაროს ცენტრი, რომლის გარშემოც ბრუნავდა არა მარტო მთვარე, არამედ მზე და ვარსკვლავებიც.

გრანულომეტრიული შედგენილობა - გრუნტში სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების (ფრაქციების) შეფარდებითი შემცველობა.

გრუნტი - (საფუძველი, ნიადაგი) - ნებისმიერი ქანი, რომელიც ძირითადად განლაგებულია გამოფიტვის ზონაში (ნიადაგის ჩათვლით) და წარმოადგენს ადამიანის საინჟინრო-სამშენებლო საქმიანობის ობიექტს. გრუნტი შეიძლება იყოს ნაგებობის საფუძველი, გარემო, რომელშიც ნაგებობაა მოთავსებული (გვირაბი, მილსადენი) და მასალა (გზის, ჯებირის, მიწაყრილის).

გრუნტის კუთრი წონა - γ (ნ/სმ^3, კნ/სმ^3) არის გრუნტის წონა შეფარდებული მის მოცულობასთან.

გრუნტის ნაწილაკების (ჩონჩხის) სიმკვრივე - არის მშრალი ნაწილაკების მასის შეფარდება მის მოცულობასთან.

გრუნტის ტენიანობა - გრუნტში არსებული წყლის მასა შეფარდებული მშრალი გრუნტის მასასთან, გამოსახული პროცენტებში. ტენიანობა იძლევა წარმოდგენას გრუნტში წყლის

რაოდენობაზე.

გრუნტის ძვრისადმი წინაღობა - გრუნტის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს მასზე მოქმედ ძვრის ძალას. ამ უკანასკნელს კი წინააღმდეგობას უწევს გრუნტში არსებული ხახუნისა φ და შეჭიდულობის C ძალები, რომლებსაც გრუნტის შიდა ძალებს უწოდებენ.

გაზონი - ბალახის საფარით დაფარული მონაკვეთი, სადაც ბალახის საფარი შექმნილია ხელოვნურად ბაღის, სკვერის ან სარეკრიაციო ზონის გასალამაზებლად.

გრუნტი - პოლონ.grunt; გერმ.grund; საფუძველი, ნიადაგი - ნებისმიერი ქანი, რომელიც ძირითადად განლაგებულია გამოფიტვის ზონაში (ნიადაგის ჩათვლით) და წარმოადგენს ადამიანის საინჟინრო-სამშენებლო საქმიანობის ობიექტს, გრუნტი შეიძლება იყოს ნაგებობის საფუძველი, გარემო, რომელშიც ნაგებობაა მოთავსებული (გვირაბი, მილსადენი და სხვა) და მასალა (გზის, ჯებირის, მიწაყრილის).

გაბარიტები - ნივთის ან საგნის მოხაზულობა, რომელიც განსაზღვრავს მის ზომას, ანუ რითიც დგინდება მისი ზომა, სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე.

გაბარიტი - (ფრანგ.) - საგნების, მოწყობილობების და ნაგებობების ზღვრული გარშემოწერილობა - ზომები. შეიძლება განვიხილოთ საკუთრივ კონსტრუქციის, ელემენტის, მანქანის, რომლებიც ყოველთვის მუდმივია.

განივი არმატურა ბეტონში ეწყობა ელემენტის გრძივი ღერძის მართობულად. ცალკეული ღეროებით დაარმატურების შემთხვევაში მათ „საკიდი“ ეწოდება.

გენერალური გეგმა - ქალაქთმშენებლობითი დოკუმენტია, რომელიც განსაზღვრავს დასახლებათა ტერიტორიების გამოყენების და განაშენიანების ძირითად პარამეტრებს კეთილმოწყობის, გარემოსა და უძრავი კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის სივრცით ტერიტორიულ პირობებს, სატრანსპორტო, საინჟინრო და სოციალური ინფრასტრუქტურის ასევე ეკონომიკური განვითარების სივრცით ასპექტებს და განსახლების ტერიტორიულ საკითხებს).

გ. კორიოლისი - ფრანგი მექანიკოსი და ფიზიკოსი(1792-1843წ.წ.).

გლუვ ზედაპირიანი არმატურა - A-I, A240c, B-I და B-II კლასის საარმატურე ფოლადი. მისი წრიული განივკვეთის ღერო გლუვზედაპირიანია.

გრძივი მუშა არმატურა – A-III, A500 c და ა.შ. პერიოდული პროფილის ფოლადის მოქნილი ღეროები, რომლებიც იღებს რკინაბეტონის ელემენტების კვეთებში აღძრულ გამჭიმავ ძალებს.

დ

დაჯდომა – ვერტიკალურად ძირს მიმართული კუმშვითი დეფორმაცია, რომლის დროსაც გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები უმნიშვნელოდ იცვლება.

დენადობის მაჩვენებელი– I_l თიხოვანი გრუნტის ფიზიკურ მდგომარეობას ახასიათებს.

დიზაინი - სახვითი ხელოვნების ნაირსახეობა. პროცესი ან საბოლოო პროდუქტი და ნიშნავს რაიმე ობიექტის მონახაზის, მოდელის ან თვით ობიექტის შექმნის, დამუშავების გეგმას. დიზაინი მოითხოვს ობიექტის ესთეტიკურ, ფუნქციურ და სხვა ასპექტთა გათვალისწინებას.

დრენაჟი - სამელიორაციო დანიშნულების ნაგებობა. ძირითადად გამოიყენება ტერიტორიიდან ზედმეტი წყლის მოსაცილებლად ან შესაძლებელია წყლის თანაბარი უზრუნველყოფის და მისი გაწმენდის მიზნით გამოყენება. არსებობს როგორც დრენაჟი, ასევე უკუდრენაჟი. დრენაჟი შედგება ხრეშის ფრაქციის ცვლადობით (ფრაქციაში შემავალი ელემენტების დიამეტრის შემცირებით ქვიშის ფრაქციამდე) მათი შრეობრივად განლაგების გზით, დრენაჟის შიგნიდან გარე პერიმეტრისკენ. უკუდრენაჟის მოწყობის დროს ფრაქცია ეწყობა პირიქითა თანმიმდევრობით.

დეკორატიული - გასაფორმებელი მცირე ელემენტები, ფრაგმენტები, გამოიყენება სხვადასხვა დარგში, მაგ., არქიტექტურაში, ფლორისტიკაში, ლანდშაფტურ დიზაინში და ა.შ..

დამონტაჟება - დეტალის ან კონსტრუქციის ჩასმა და ჩამაგრება მისთვის წინასწარ განსაზღვრულ ადგილზე დამხმარე მექანიზმების, მოწყობილობების და ხელსაწყოების გამოყენებით.

დაბეტონების ზამთრის პირობები - როცა ჰაერის საშუალო სადღეღამისო ტემპერატურა 5°C-ზე ნაკლებია და მინიმალური სადღეღამისო ტემპერატურა 0° C დაბლაა.

დაკომპლექტება - სპეციალური საყალიბე სამუშაოსათვის საჭირო მასალებით გეგმაზომიერი და სისტემატური შევსება

დახრილი (აღუნული) არმატურა განლაგდება ელემენტის გრძივი ღერძისადმი დახრილად, 45^0-იანი კუთხით.

დანიელ ბერნული - შვეიცარელი მეცნიერი, მათემატიკოსი და ფიზიკოსი (1700-1782წ.წ.) აქვს ფუნდამენტური ნაშრომები ჰიდროდინამიკაში.

დემონტაჟი - [ფრან. démontage] კონსტრუქციის ნაწილებად დაშლა ან მოხსნა იმ ადგილიდან, სადაც გამართულია.

დეფორმაცია - (ლათ.) - მყარი სხეულის წერტილების ურთიერთგანლაგების შეცვლა გარეშე ძალების ზემოქმედებით, რომლის დროსაც იცვლება მანძილი მათ შორის. დეფორმაციას უწოდებენ დრეკადს, თუ იგი ქრება დატვირთვის მოხსნის შემდეგ, ხოლო პლასტიკურს, თუ მთლიანად არ ქრება. დეფორმაციისყველაზე მარტივი და გავრცელებული სახეებია გაჭიმვა, კუმშვა, ღუნვა, გრეხა, თელვა, ახლეჩა.

ე

ეკვატორი - წარმოსახვითი გადაკვეთის ხაზი დედამიწის ზედაპირის სიბრტყეზე, პლანეტის ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულად, რომელიც მის ცენტრს ჭრის.

ექსიკატორი - მინის სქელკედლიანი ხელსაწყო ისეთ ნივთიერებათა გასაშრობად ან შესანახად, რომლებიც ადვილად იღებენ ჰაერიდან სინესტეს; იყენებენ ლაბორატორიებში.

ესტაკადა - ქვის, ლითონის, რკინაბეტონის ან ხის სახიდე ნაგებობა, რომელიც უზრუნველყოფს გზის გატარებას მიწის (წყლის) დონიდან რაღაც სიმაღლეზე, სხვადასხვა კომუნიკაციების გაყვანას, დასატვირთ-განსატვირთ სამუშაოებს.

ეროზია - წყლის ნაკადის დამანგრეველი ზემოქმედება კალაპოტის ამგებელ ქანებსა და ნიადაგზე.

ელიფსური ფორმა - იგივე ოვალი ორღერძიანი პროპორციის მქონე, რომელიც გარკვეული პროპორციითა და კანონზომიერებითაა შექმნილი.

ექსპლუატაცია - ტექნიკაში გამოიყენება როგორც რაიმე მოწყობილობის, ხელსაწყოს ან მანქანა-მექანიზმის და დანადგარის გამოყენებას მისი შესაძლებლობის და დანიშნულების მიხედვით.

ესკიზი - ინჟინრული დეტალის ხელით, სახაზავი ხელსაწყოების გარეშე შესრულებული ნახაზი, რომელზეც მოცემულია მის დასამზადებლად აუცილებელი ინფორმაცია: ზომები, მასალა, დაშვებები და სხვა. არქიტექტურული პროექტის მონახაზი, გრაფიკული ან ფერწერული ჩანახატი, რომელშიც გამოხატულია ავტორის აზრი, მომავალი ნამუშევრის მნიშვნელოვანი მხარეები, კომპოზიცია პროპორციები კოლორიტი და სხვა. ფართო მნიშვნელობით ხელოვნების დაუმთავრებელი ნაწარმოები.

ევროპული სტანდარტის EN-ის შესაბამისად მშენებლობაში გამოიყენება – S275, S275IR, S275IO, S275I2, S355, S355IR , S355IO, S355I2 და სხვ ფოლადები. აღნიშვნებში ,,S“ ნიშნავს ,,ფოლადს“ (STEEL).

ესტაკადა - ხიდის ტიპის ნაგებობა, რომელიც განკუთვნილია ადამიანების, ტრანსპორტისა და კომუნიკაციების გასატარებლად.

ელექტროდი - ცვლადი და მუდმივი დენის აპარატურისათვის, სტანდარტული, ლეგირებული ფოლადისათვის, ცვეთამედეგი ზედაპირის დადუღებისათვის, უჟანგავი ფოლადის, თუჯის და ალუმინის დადუღებისათვის.

ეპიურა - ობიექტზე დატვირთვის განაწილების ამსახველი გრაფიკული გამოსახულება

3

ვასილევის კონუსი - ხელსაწყო დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის.

ვიბროხელსაწყო - ქვიშოვანი გრუნტის საცრული მეთოდით გამოცდისათვის საჭირო დანადგარი.

ვიზიტორი - ინგ.vizitor, სტუმარი, პერსონა, რომელსაც ნებაყოფლობით ან მოწვევით იღებს ფიზიკური ან იურიდიული პირი.

ვაკუუმირება - ახალჩაწყობილი ბეტონის ნარევიდან თავისუფალი წყლის მოშორება გაიშვიათებული ჰაერის საშუალებით.

ვანტუზი - (ფრანგ.) - 1. მოწყობილობა წყალსადენის მილებში დაგროვებული ჰაერის ავტომატურად გამოსადევნად; 2. დანაგვიანებული სველი წერტილის ჰაერით ჩასაწმენდი ხელსაწყო.

ვერტიკალი - (ლათ. verticalis)1. შვეულა, შვეული ხაზი.

ვიზუალიზაცია - არის ერთგვარი დამხმარე საშუალებები, რომლებიც აადვილებენ ინფორმაციის გააზრებას, გაგებასა და დამახსოვრებას.

ზ

ზნამენსკის ხელსაწყო - ქვიშოვანი გრუნტის ბუნებრივი დაფერდების განმსაზღვრელი ხელსაწყო.

ზღუდარი - 1. ზღუდე; ქალაქის ან სხვა დასახლების, ეზოსი და მისთ. გარშემო შემოვლებული კედელი (ღობე, გალავანი და ა.შ.); 2. ბარიერი, ნაგებობა, რომელიც აფერხებს თავისუფალ გასვლას; 3. სათავანი ჯებირი; წყლის დასაგუბებლად დინების განივად ამოყვანილი კედელი.

ზღუდარი - წყალგაუმტარი ნაგებობა, რომელიც იცავს ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს ან სამშენებლო მოედანს წყლისგან მშენებლობის ან რემონტის დროს.

თ

თერმოსტატი - საშრობი კარადა, გრუნტის ტენიანობის განსაზღვრისათვის.

თარაზო - ხელსაწყო ხის ან სხვა მასალის ღეროში ჩამონტაჟებული, მოღუნული მინის მილი, გამოიყენება ხელოსნების მიერ მცირე სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების დროს დატალების ჰორიზონტალობის ლოკალურად დაცვის მიზნით.

თხემი - კაშხლის ყველაზე მაღალი ნაწილი.

ი

ინტერპოლაცია - მოქმედება, როცა ნიშნულების მქონე ორ წერტილს შორის მოვძებნით წერტილებს, რომლებშიც გაივლიან მოცემული კვეთსიმაღლის შესაბამისი ჰორიზონტალები.

იარუსი - ლანდშაფტში ბუნებრივად ან ხელოვნურად მოწყობილი სართულების ან საფეხურების რიგი, წყება.

იდეალური სითხე - წარმოსახვითი სითხე, რომელსაც არ აქვს სიბლანტე და თბოგამტარობა.

ი. ვეისბახი - გერმანელი მათემატიკოსი (1806-1871 წ.წ.) , აგრეთვე ჰიდრავლიკოსი.

ი. ნიკურაძე - ქართველი ინჟინერი, ფიზიკოსი (1894-1979 წ.წ.), მოღვაწეობდა გერმანიაში.

კ

კაშხალი - მდინარის გადამღობი ნაგებობა, რომლის შედეგად ხდება წყლის დონის აწევა დინების ზემო ნაწილში.

კუმშვადობა - გრუნტის დამახასიათებელი მექანიკური თვისებაა შეიცვალოს აგებულება მასივში ფორების შემცირების ხარჯზე.

კომპენსატორი - მოწყობილობა, რომელიც აწონასწორებს სხვადასხვა ფაქტორის (წონის, წნევის, ტემპერატურისა და მისთ.) გავლენას აპარატების, ხელსაწყოების მოქმედებაზე.

კლუმბა - იგივე ყვავილნარი, ეწყობა სკვერებში, ბაღებში, პარკებში მათი გალამაზების მიზნით, სხვადასხვა ჯიშის ყვავილებისგან, რომლებიც ფერებით და ყვავილობის პერიოდით გარკვეული კანონზომიერებით არის შეთანწყობილი ფლორისტების მიერ.

კესონი - ზღვის ან მდინარის ფსკერთან მჭიდროდ დაკავშირებული წყალშეუვალი

მოწყობილობა წყალქვეშა სამუშაოებისთვის.

კონსტრუქცია - დეტალების კომპლექსი, რომლებიც შეერთებულია და ასრულებს გარკვეულ ფუნქციებს, მაგ., აქვს მზიდი ფუნქცია, მამოძრავებელი ან რაიმე მუშაობის შესასრულებელი.

კონფიგურაცია - ნაგებობის, კონსტრუქციის ფორმის ზოგადი ან ზუსტი განმარტება განსაზღვრების დამატებით, მაგ. ოვალური ან რთული კონფიგურაციის.

კომუნიკაცია - ლათ. Communico - საერთოს ვხდი. ფართო გაგებით, ინფორმაციის გაცვლა სხვადასხვა მეთოდით. გამოარჩევენ ვერბალურ და არავერბალურ კომუნიკაციას.

კუტიკარი - ერთფრთიანი საბაღე კარი, ჩამოკიდებული ძელზე ერთი მხრით, მეორე მხარეს შემაკავებელი ძელი, რომელშიც შედის კუტიკარის ჩამკეტი ენა.

კონექტორი - სარწყავი გადასატანი თავაკი, უერთდება სარწყავ მილს.

კომპლექსური - კომპლექსი. რამდენიმე ნაგებობისგან შემდგარი ერთი დანიშნულების მქონე ობიექტი ან კომპლექსური დანიშნულების. ინჟ. მრავალფუნქციური საინჟინრო ნაგებობა.

კალაპოტი - ხეობის ნაწილი, რომელიც წყლის ნაკადს უკავია.

კოროზია - მეტალებისა და სხვა მასალების განადგურება გარემოსთან ქიმიური ურთიერთქმედების შედეგად.

კომპოზიტური - ხელოვნურად შექმნილი მყარი მასალა, რომელიც შედგება ორი ან მეტი კომპონენტისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან არის დაკავშირებული. კონსტრუქციული დანიშნულების კომპოზიტის ელემენტები ერთად უზრუნველყოფს ტექნიკური ხასიათის მაჩვენებლების გაუმჯობესებას (სიმტკიცე გამძლეობა).

კერამიკა – [ბერძ. keramikos თიხისა] გამომწვარი თიხის ნაკეთობანი.

კიბის მარში - კიბის ნაწილი ორ მეზობელ ბაქანს შორის.

კლამერი - ქანობიანი სახურავის ბურულისათვის გამოყენებული ფოლადის ფურცლები, ხოლო მათ დასამაგრებლად მოლარტყვაზე გამოიყენება სპეციალურად დამზადებული სახურავის ლითონის ნაჭერი - კლამერი, რომლის ერთი ბოლო მაგრდება ფურცლების პირაპირში, ხოლო მეორე ბოლოთი ემაგრება ლარტყას.

კლასიფიკაცია – [ლათ. classificatio .] კლასებად, ჯგუფებად დაყოფა, დაჯგუფება საგნებისა, მოვლენებისა, ცნებებისა მსგავს ნიშან-თვისებათა მიხედვით.

კომბინირებული მასალა – (ლათ.) - შეერთება, შეხამება, ურთიერთგანლაგება, შეთანწყობა. აქ სხვადასხვა მასალის შეხამებით, თანწყობით მიღებული მასალა.

კომპოზიტური არმატურა, რომელიც მზადდება პოლიმერული მინის, ბაზალტის ბოჭკოს და სხვა მინაპლასტიკის და თერმორეაქტიული ფისებისაგან.

კონსისტენცია - (ლათ. consistentia მდგომარეობა) ნივთიერების მდგომარეობა (გაზისებრი, თხევადი, მყარი).

კონსოლი - (ფრანგ.) - კოჭი, წამწე ან სხვა მზიდი კონსტრუქცია, რომელიც ერთი ბოლოთი ხისტადაა ჩამაგრებული, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალია . კონსტრუქციის ის ნაწილი, რომელიც საყრდენსაა გადაცილებული.

კონსტრუირება - კონსტრუქციის შექმნა სათანადო გაანგარიშებისა და ნახაზების მეშვეობით.

კონფიგურაცია - [ლათ. configuratio .] 1. რისამე გარეგანი მოხაზულობა.

კოროზია – მეტალთა განადგურება ქიმიური ან ელექტროქიმიური ზემოქმედების გამო. კოროზიის პროცესისთვის უნდა გამოვიყენოთ ტერმინი „კოროზიული პროცესი“.

ლ

ლანდშაფტი-გერმ.Landschaft, „Land“-მიწა , ,,schaft’’- სახე, იერი, ტერიტორიის იერსახე. ბუნებრივ-გეოგრაფიული კომპლექსი, რომლის ფარგლებში ყველა ძირითადი კომპონენტი: რელიეფი, ჰავა, წყლები, ნიადაგები, მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო არის რთულ ურთიერთკავშირში, მორგებულია ერთმანეთზე და ქმნიან ერთიან განუყოფელ სისტემას, რომელიც განვითარების ერთგვაროვანი პირობებით ხასიათდება.

ლეგირებული ფოლადი – საექსპლუატაციო და ტექნოლოგიური თვისებების გაუმჯობესება, დანამატების გამოყენებით.

ლეგირება – (გერმ. Legierung - შედნობა; ლათ.: ligo - ვაკავშირებ), რაიმე ლითონში სხვა ლითონის შეყვანა.

ლითონები - (ტერმინი „ლითონი“ ბერძნული წარმოშობისაა (lithos — ქვა; გერმანული ტერმინი– ,,მეტალები“) მაღალი თბო და ელექტროგამტარი, წყალ და აირშეუღწევადი, მტკიცე, ხანგამძლე და საიმედო მასალაა.

ლიფტის შახტი - წყვეტილი მოქმედების სტაციონალური საწეველა კაბინის ან პლატფორმის შვეული გადაადგილებისათვის განკუთვნილი ვერტიკალური კონსტრუქცია.

მ

მაგმა -(ბერძნ. magma – სქელი საცხი) — სილიკატური (ზოგჯერ სულფიდური) შედგენილობის გამდნარი მასა, რომელიც წარმოიქმნება დედამიწის ქერქსა ან ზედა მანტიაში. ზოგჯერ საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს ადვილადქროლად კომპონენტებს, გაცივების შედეგად მაგმა წარმოქმნის მაგმურ ქანებს.

მასშტაბი - რუკის, გეგმის ან ნახაზის მანძილებისა და ზომების შეფარდება ნამდვილ მანძილებსა და ზომებთან. მასშტაბი: მაგ: 1 სანტიმეტრში 10 კილომეტრია.

მონტაჟი - [ფრან. montage] 1. ტექ. მანქანის, ნაგებობის ან მთელი საწარმოს აწყობა და დადგმა გარკვეული გეგმის, პროექტის ან ნახაზის მიხედვით.

მუშა ნაკერი - უკვე გამაგრებულ ბეტონსა და ახლად ჩაწყობილი ბეტონის ნარევის კონტაქტის ადგილები.
მცირე ნახშირბადიანი (σ_y<290მპა) – C235; ამაღლებული 290≤ σ_y < 400 მპა – C345; მაღალი სიმტკიცის – C 590 და სხვა.

მერიდიანი - დედამიწის პოლუსების შემაერთებელი წრეხაზები.
მოაჯირი - საყრდენ-გადამღობი ნაგებობა, გამოიყენება დასაყრდნობად ან ადგილის შემოსაზღუდად საფრთხისაგან თავის ასარიდებლად.

მონოლითური - მონოლითი ბერძ. monos და lithos - „ერთი“ და „ქვა“. მთლიანი ქვის ლოდი ბეტონის ან სხვა მასალის ჩამოსხმული კონსტრუქცია ან ნამზადი.

მოზაიკა - სხვადასხვა ფერისა და მასალისგან შექმნილი ზედაპირული ნახატი, რომელიც მხატვრულ ესთეტიკური მნიშვნელობისაა და გამოიყენება ზედაპირის გასალამაზებლად, მოსართავად.

მ. ბლაზიური (1723-1794 წ.წ.) - გერმანელი ინჟინერ-ჰიდრავლიკოსი.

ნ

ნატანი - მდინარის მიერ გამოტანილი მყარი მასალა (ქვიშა, ღორღი და ა.შ.).

ნომენკლატურა - ტერმინთა და სახელწოდებათა სია, რომელიც იხმარება მეცნიერების, ხელოვნების, წარმოების და სხვა ამა თუ იმ დარგში.

ნაკლებად მობილური - აქ გამოიყენება ინვალიდების, ხანშიშესული ადამიანების, ბავშვების

აღსანიშნავად, რომელთა ფეხით მოძრაობა შეზღუდულია ჯანმრთელობის და სხვა პრობლემის გამო.

ნიველირი - გეოდეზიური ხელსაწყო, გამოიყენება ტერიტორიის აგეგმვის დროს. ოპტიკური ხელსაწყო, ზომავს ჰორიზონტზე კუთხეებს და ლარტყის გამოყენებით ჰორიზონტთან ამა თუ იმ ადგილის განლაგებას (სიმაღლეს, ანუ დონეს) ზღვის დონიდან ნულოვან დონედ მიჩნეული წერტილის ჰორიზონტიდან. წერტილი უნდა იყოს მაქსიმალურად უძრავი, რომელიც მოწმდება სხვა იმავე დანიშნულების წერტილებთან მიმართებით.

ნიველირება - 1. დედამიწის ზედაპირის წერტილების სიმაღლეთა განსაზღვრა ზოგიერთ ამორჩეულ წერტილსა ან ზღვის დონესთან შედარებით; 2. ნიველირება - მოქმედებათა ერთობლიობა, ადგილზე წერტილთა შორის არსებული სიმაღლეთა სხვაობების განსაზღვრისათვის რაიმე პირობითი დონის მიმართ. აწარმოებენ ნიველირით.

ნიშნული - აბსოლუტური ნიშნული – სიმაღლის ზომა ზღვის დონიდან.

ფარდობითი ნიშნული – სიმაღლის ზომა პირობითი ნულიდან.

შავი ნიშნული – არსებული მიწის ნიშნული.

წითელი ნიშნული – საპროექტო ნიშნული.

ო

ოდომეტრი - ქვიშოვანი და მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების კუმშვადობის ლაბორატორიულად განსაზღვრის ხელსაწყო

ობიექტი - (ლათ.objectum-საგანი) - საწარმო, მშენებლობა, რისამე ცალკეული უბანი და მისთ., როგორც სამეურნეო ან თავდაცვითი მნიშვნელობის ერთეული.

ოპტიმალური - ყველაზე ხელსაყრელი, ყველაზე კარგი.

პ

პლასტიკურობის რიცხვი - თიხოვანი გრუნტის სახასიათო ტენიანობების (ტენიანობა დენადობის ზღვარზე და ტენიანობა აგორების ზღვარზე) სხვაობას ეწოდება პლასტიკურობის რიცხვი, რომლის მიხედვითაც ხდება მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ტიპის დადგენა.

პოლიგონომეტრი – გეოდეზიურ გაზომვათა ერთ-ერთი მეთოდი.

პრიორიტეტული - პირველობა, უპირველესი მნიშვნელობა, უპირატესი.

პერიმეტრი - გეომეტრიული ფიგურის ან ტერიტორიის გარშემოწერილობა.

პანორამული - პანორამა - რაიმე ვრცელი მიდამოს ხედი, შემაღლებული ადგილიდან ან ზევიდან.

პლინტუსი - ბერძ. ლათ.plintus, ფილა - დეკორატიული დამცავი ელემენტი შენობის მოსაპირკეთებლად და ღრეჩოების დასაფარად იატაკსა და კედელს შორის.

პანელი - გარკვეული ფართობის, სპეციალური ზედაპირის მქონე ფილა, ფუნქციურობას განსაზღვრავს მისი კონსტრუქცია. არის გადახურვის მოსაპირკეთებელი და სამშენებლო პანელები.

პალო - ხის ტოტისგან ან მორის დახერხვის (შესაძლებელია ნაპობისგან) შედეგად დამზადებული 4X4X40 სმ ზომის ღერო, გამოიყენება მონიშვნების გასაკეთებლად მიწაში ჩარჭობის გზით სამშენებლო, აგრონომიული და სხვა სამუშაოების ჩატარების დროს.

პლატფორმა – ბაქანი წინასწარ მოსამზადებელი სამუშაო, რომელზეც განთავსდება რაიმე ნაგებობა. მის მოპირკეთებას ახდენენ მოხრეშვით, დაბეტონებით ან სულაც მიწის გადასწორებული მოედნის მოტკეპვნით. კლდოვანი ზედაპირის მოხვეწა დაბეტონებით.

პიეზომეტრი - ჰიდროსტატიკური წნევის გამზომი ხელსაწყო.

პანდუსი - დაბალი ქანობის მქონე დახრილი ზედაპირის ასასვლელი, რომელიც მცირესაფეხურიანი კიბეების ალტერნატივაა. მისი მოწყობა მომგებიანია ეკონომიურად, დიზაინის თვალსაზრისით და არ საჭიროებს დამატებით ნაგებობებს, თუ არ არის სპეციალური დანიშნულების მაგ., ინვალიდებისათვის. დაბალი მობილობის ჯგუფებისათვის გასათვალისწინებელია მოაჯირების, ზღურბლის მოწყობა, ქანობის დაცვა, პანდუსის ზედაპირის მასალის ხაოიანობის დაცვა და სხვა.

ჟ

ჟ. ბორდა - ფრანგი ფიზიკოსი, ჰიდრავლიკოსი (1733-1799წ.წ.).

რ

რულონი – ქაღალდის, ქსოვილის, ლინოლეუმის და მისთ. გრაგნილი. დრეკადი ზედაპირი, რომელიც იხვევა მისი კომპაქტურად შენახვის ან გადატანის დროს მთლიანობის

შენარჩუნების მიზნით.

რეკრეაცია - შრომის პროცესში დახარჯული ძალების აღდგენა.

რელიეფი - ზედაპირის უსწორმასწორობა, ფრანგულად relief, ლათინურად relevo - მაღლა ვწევ. გამოიყენება, როგორც გეოლოგიაში დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობის დასახასიათებლად. აქ გამოიყენება მოსაპირკეთებელი მასალების და არქიტექტურული ფორმების დასახასიათებლად.

რადიოაქტიური გამოსხივება არის მაიონებელი გამოსხივება, რომელიც წარმოიქმნება რადიოაქტიური ნივთიერებებისგან.

რადიოაქტიური აქტივობა არის დროის ერთეულში დაშლილი ატომების რაოდენობა.

რგოლი - 2-5 კაცისაგან შემდგარი ერთნაირი პროფესიის მუშათა ჯგუფი, რომელიც ერთსა და იმავე სახის სამუშაოს ასრულებს.

რეგლამენტი - [ფრან. réglement განკარგულება, ლათ. regula-დან წესი] აქ. ტექნოლოგიის წესების კრებული.

რიგელი - (გერმ.) - 1. მწკოჭი; შემკვრელი კოჭი, მზიდი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური ელემენტი - სვეტების შემაერთებელი ძელი. კარკასულ შენობებში წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად მზიდ ელემენტს, რომელზეც ეყრდნობა სართულშუა გადახურვის ფილები, კედლები, ტიხრები, დიაფრაგმები და სხვ.

რკინაბეტონი - რკინისა (ფოლადის არმატურის) და ბეტონის გარკვეული წესით შეერთებით მიღებული საშენი მასალა, რომელიც, როგორც ერთიანი, მთლიანი სხეული განკუთვნილია გარე დატვირთვისა და ზემოქმედების ასატანად.

როსტვერკი - ხიმინჯების ერთ სისტემად გამაერთიანებელი ბალიში ფილის ან კოჭის სახით, რომელიც შენობიდან გადმოცემულ დატვირთვებს თანაბრად გადასცემს საფუძველს.

ს

სახანძრო უსაფრთხოება – ფიზიკური პირის სიცოცხლის, ჯანმრთელობისა და ქონების, აგრეთვე სახელმწიფო, მუნიციპალიტეტისა და იურიდიული პირების ქონების ხანძრისაგან დაცვა.

სახანძრო დაცვა – დადგენილი წესით შექმნილი სახანძრო უსაფრთხოების სუბიექტების ერთობლიობა, რომლის დანიშნულებაა ხანძრის პროფილაქტიკის ორგანიზება, მისი ჩაქრობა

და საავარიო სამაშველო სამუშაოების ჩატარება .

სახანძრო უსაფრთხოების ზომები – სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად (მათ შორის, სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნების შესასრულებლად) განხორციელებული მოქმედებები.

სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნები – სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი, სოციალური ან/და ტექნიკური ხასიათის სპეციალური პირობები.

სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნების დარღვევა – სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნების შეუსრულებლობა ან არასათანადოდ შესრულება.

სარჭი - (რუს. Шпилька) - ლითონის სამაგრი ნაკეთობა ღეროს სახით გარე ხრახნით, რომელიც ქმნის შეერთებას ქანჩსაან ხრახნულ ნახვრეტთან ერთად.

სასაქონლო ბეტონი - ბეტონის ქარხანაში დამზადებული ბეტონის ნარევი.

საძირკველი - ნაგებობის მიწისქვეშა საყრდენი ნაწილი, რომელიც შენობის დატვირთვებს ფუძეს გადასცემს გამოყენებული მასალის მიხედვით საძირკველი შეიძლება იყოს: ყორული წყობის, ბეტონის, რკინაბეტონის და ხის. ეს უკანასკნელი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ საძირკველი მუდმივად წყლის დონის ქვევითაა. ჩაღრმავების სიდიდის მიხედვით - მცირე და ღრმა ჩაღრმავების; კონსტრუქციის მიხედვით - ლენტური, წერტილოვანი, მთლიანი (მონოლითური) და ხიმინჯოვანი; ფორმის მიხედვით - მართკუთხა, ტრაპეციული, საფეხურებიანი, არასიმეტრიული, წრიული; დამზადების მიხედვით - ასაწყობი და მონოლითური; მუშაობის მიხედვით - ხისტი და ასაწყობი. არსებობს აგრეთვე გუმბათოვანი, გარსოვანი, გობისებრი, კესონური, ნაბურღ-ნატენი და სხვ.

სატაკელაჟო მოწყობილობა - იგულისხმება კონსტრუქციის და მისი ცალკეული კვანძების გადაადგილებისა და დანიშნულების ადგილზე დაყენებისათვის საჭირო ჩასაბმელი მოწყობილობა. ტაკელაჟი მონტაჟის საწყისი და მნიშვნელოვანი ნაწილია, ამიტომ დიდი ყურადღება ეთმობა ტაკელაჟის საშუალებების სწორ შერჩევასა და გამოყენებას.

საპირაპირე კონტაქტური შედუღება – გამოიყენება ღეროების ერთმანეთთან შესადუღებლად. როდესაც საჭიროა მათი დაგრძელება, აგრეთვე ჩამონაჭრების ერთმანეთთან შესაერთებლად.

საპოხი - საცხები, ზეთი.

საყელური - ბრტყელი რგოლის ფორმის საფენი (სადები) ქანჩის ან ჭანჭიკის თავის ქვეშ. იცავს დეტალის ზედაპირს ქანჩის მოჭერისას და ზრდის საყრდენ ზედაპირს.

სახელმწიფო სტანდარტი - სახელმწიფოს მიერ დაწესებული სტანდარტი.

სიმბოლო - [ბერძ. symbolon პირობითი ნიშანი] პირობითი ნიშანი (საგანი ან მოქმედება), რომელიც რაიმე ცნებას, იდეას გამოხატავს.

სიტუაციური გეგმა - ადგილმდებარეობის გრაფიკული გამოსახულება საგანგებო პირობითი ნიშნების საშუალებით.

სპეციფიკაცია - სპეციფიკურ თავისებურებათა განსაზღვრა. ამ თავისებურებათა მიხედვით ჯგუფებად განაწილება, კლასიფიკაცია. სპეციფიკაცია არის მშენებლობის პროცესში საჭირო მასალათა ნუსხა. სპეციფიკაციაში ჩვეულებრივ ჩამოთვლილია ნაკეთობა, საიდენტიფიკაციო ნიშანი, ზომა, წონა, საჭირო რაოდენობა და სხვა ინფორმაცია.

სტანდარტი - 1. რაიმე ნაწარმის ტიპობრივი სახე, ნიმუში, რომელიც გარკვეულ მოთხოვნილებებს აკმაყოფილებს ხარისხის, ქიმიური შემადგენლობის, ზომის, წონისა და სხვ. თვალსაზრისით. 2. რისამე საზომი, ნიმუში, ნორმა.

სკვერი - დასახლებულ ან ქალაქის ზონაში მოწყობილი მომცრო სარეკრეაციო ობიექტი, განკუთვნილია ფეხით მოსიარულეთათვის დროებითი შესვენების მიზნით, სავალი ნაწილის მიმდებარედ და გამოყოფილია მისგან ბუჩქნარით, გაზონის ზოლით ან დაბალი ღობით.

სარეკრეაციო ზონა - ადგილი, სადაც ადამიანები შრომის პროცესში დახარჯულ ძალებს აღიდგენენ.

სიკვრივე - ρ (გრ/სმ^3, ტ/მ^3) არის გრუნტის მასის შეფარდება მის მოცულობასთან

სუფოზია - (ლათინური სიტყვაა – ძირის გამოთხრა) — ქანებში ჩაჟონილი წყლის მიერ წვრილი მინერალური ნაწილაკებისა (მექანიკური სუფოზია) და ხსნადი ნივთიერებების გამოტანა (გამოტუტვა). სუფოზია არღვევს გრუნტების მიკროაგრეგატულ სტრუქტურას, წარმოქმნის მიწისქვეშა სიღრუეებს და იწვევს ზემოთ მდებარე შრეების ჩაწოლას, რის გამოც ხმელეთის ზედაპირზე ჩნდება 10 მ და ზოგჯერ მეტი დიამეტრის დუბები და ძაბრები.

ტ

ტაქეომეტრი - გეოდეზიური ხელსაწყო, რომლითაც სწრაფად არკვევენ ჰორიზონტალურ მანძილებს და სიმაღლეებს.

ტენიანობა აგორების ზღვარზე - ტენიანობა, რომლის გაზრდითაც გრუნტი მყარი

მდგომარეობიდან გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში.

ტენიანობა დენადობის ზღვარზე - ტენიანობა, რომლის გაზრდის შედეგადაც თიხოვანი გრუნტი პლასტიკური მდგომარეობიდან გადადის დენად მდგომარეობაში.

ტენიანობის ხარისხი - S_r გამოხატავს გრუნტის ფორების წყლით შევსების ხარისხს.

ტექნოგენური კატასტროფები - ადამიანის ქმედების შედეგად (ქარხნები, ატომური ელექტრო სადგურები, ტყის ჩეხა და სხვა.) მომხდარი კატასტროფები. ტექნოგენურ კატასტროფებად ითვლება რადიოაქტიური აფეთქება (ატომური ელექტროსადგური, ატომური ბომბის აფეთქება და ა.შ), ოკეანის დაბინძურება , სმოგი, მჟავური წვიმები, ტყის ჩეხა.

ტოპოგრაფია - ადგილმდებარეობის აღწერა.

ტრანსპორტირი - ნახაზებზე კუთხეების ასაგები და გასაზომი ხელსაწყო, რომელიც შედგება სახაზავისა და გრადუსებად დაყოფილი ნახევარწრისგან; საკუთხარი.

ტრიანგულიაცია - საყრდენი წერტილების მდგომარეობის განსაზღვრა დედამიწის ზედაპირზე.

ტუმბო - მექანიკური ან ელექტროამძრავი მოქმედების მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება წყლის ან სხვა ნივთიერების ტრანსპორტირების მიზნით, დაბალი ნიშნულიდან მაღალ ნიშნულზე.

ტოპოგრაფია - დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობის შემსწავლელი მეცნიერება, რომელიც უზრუნველყოფს ზედაპირის უსწორმასწორობის სიბრტყეზე ასახვას (ორკოორდინატიან სისტემაში).

ტექნოლოგიური - ტექნოლოგიისათვის განკუთვნილი, ტექნოლოგიის დამახასიათებელი.

ტოპოგრაფიული გეგმა - გეგმა ჰორიზონტალების, ნიადაგების სხვაობათა და სხვა თავისებურებათა აღნიშვნით.

ტორკრეტირება - ტექნოლოგიური პროცესია, როდესაც ბეტონის ან სხვა ზედაპირზე ჰაერის წნევით დაიტანება ცემენტ-ქვიშის დუღაბი ან წვრილმარცვლოვანი ბეტონი.

ტრანსპორტირება - საქონლის, ტვირთის ერთი ადგილიდან მეორეზე გადატანა, გადაზიდვა.

უ

უსაფრთხოების ტექნიკა - ორგანიზაციული ღონისძიებების და ტექნიკური საშუალებების სისტემა, რომლის მიზანია საშიში საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების თავიდან აცილება. იგულისხმება: საწარმოო მოწყობილობების, პროცესების უსაფრთხოება; საწარმოში ახალი მანქანების, მექანიზმების, ინსტრუმენტების, შემოღობვითი და მაბლოკირებელი სისტემების,

ავტომატური სიგნალიზაციის, კომპიუტერული სისტემების დანერგვა.

ფ

ფენის საფარი - ზედაპირი, რომლითაც დაფარულია ფენა ზევიდან.

ფენის ძირი- ზედაპირი, რომლითაც შემოსაზღვრულია ფენა ქვემოდან.

ფილტრაცია - ფრანგული სიტყვაა და ნიშნავს სითხის გაჟონვას ფოროვან გარემოში.

ფორიანობა - n წარმოადგენს გრუნტის ფორების მოცულობის შეფარდებას მის მთლიან მოცულობასთან. იგი განყენებული სიდიდეა, გამოისახება პროცენტებში.

ფორიანობის კოეფიციენტი - e არის გრუნტის ფორების მოცულობის შეფარდება მყარი ნაწილაკების მოცულობასთან.

ფრაქცია - გრუნტის სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები.

ფუძე – გრუნტის შემოსაზღვრული ნაწილი, სადაც საძირკველთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება დაძაბული მდგომარეობა და ადგილი აქვს დეფორმაციას.

ფრაგმენტი - რაიმეს ნაწილი, ნაწყვეტი.

ფანჩატური - საბაღე დეკორატიული, ფუნქციონალური დასასვენებელი, გადახურული ღია ნაგებობა. გადახურვა არის როგორც წვიმის, ასევე მზის სხივებისგან დასაცავად.

ფლორისტიკა - მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის მცენარეებს.

ფუტშტოკი - დანაყოფებიანი ლარტყა დაყენებული ნაპირთან ზღვაში, მდინარესა ან ტბაში წყლის დონის შესამოწმებლად.

ფოლადი – რკინის შენადნობია ნახშირბადსა (2,14%–მდე) და სხვა ელემენტებთან.

ფოლადისა და რკინის ნაკეთობების ატმოსფერული კოროზიისაგან დასაცავად მიმართავენ ლითონის ზედაპირის თუთიით დაფარვას.

ფუნქციური დანიშნულება - რისამე ფუნქციასთან დაკავშირებული, დამოკიდებული არა რისამე სტრუქტურასა ან ძირითად თვისებებზე, არამედ მოქმედებაზე.

ქ

ქარგილი - ბეტონის ჩასასხმელად წინასწარ მომზადებულ ფორმა „რეზერვუარი“, რომელიც მზადდება ხის ფიცრებით, ფანერის დაფებით ან ფოლადის ფურცლებით.

ქვაბული - გეოლ. დედამიწის ზედაპირის უარყოფითი ფორმა, რომელსაც აქვს მეტ-ნაკლებად იზომეტრიული ან ოდნავ წაგრძელებული მოხაზულობა. მორფოლოგიურად შეიძლება იყოს ბრტყელძირიანი, ჯამისებრი და სხვა. წარმოშობით - ტექტონიკური, ვულკანური, ეროზიული, მყინვარული, კარსტული და სხვა. აქ გამოიყენება, როგორც ხელოვნურად მოწყობილი თხრილი საძირკვლის განსათავსებლად.

ქვის ბანკეტი - ქვის ყრილი რაიმე ნაგებობის წყლისგან დასაცავად.

შ

შურფი - ვერტიკალური სამთო გამონამუშევარი, კვადრატული, მართკუთხა ან წრიული ფორმის, გაყვანილი მიწის ზედაპირიდან.

შვერილი - აქ. ეს ტერმინი გამოიყენება სარწყავი სისტემის დგარის აღსანიშნავად, რომელიც წარმოადგენს მიწაში განთავსებულ მილზე მიერთებულ ნაკლები დიამეტრის მილს. დგარი უზრუნველყოფილია ონკანით ან საკეტით და წყლის ატმოსფეროში გამოსასვლელ ნაწილში თავაკით (საქშენით), რომელიც უზრუნველყოფს წყლის გამოფრქვევას თანაბრად მისთვის წინასწარ გათვლილ ფართობზე, ნიადაგის დაუზიანებლად.

შვეული - კონსტრუქციის ვერტიკალობის დასაცავად საჭირო ხელსაწყო, მუშაობს დედამიწის მიზიდულობის კანონის პრინციპით, თოკზე მობმული სიმძიმე ჭიმავს თოკს, რომელიც ჰორიზონტალური სიბრტყის ვერტიკალური მდგენელია.

შეჭიდულობის ძალები – გამაგრებისას არმატურის ღეროსა და ბეტონს შორის წარმოშობილი ძალები, რომლებიც ხელს უშლის ღეროების თავისუფალ გადაადგილებას.

ჩ

ჩაჯდომა – ვერტიკალურად ძირს მიმართული კუმშვითი დეფორმაცია, როგორც შედეგი ლიოსისებრ გრუნტების დასველებისა, რომლის დროსაც გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მკვეთრად იცვლება.

ჩუქურთმა - დეკორატიულ-მოსართავი ელემენტი, რომლის განთავსება შესაძლებელია კედელზე, ავეჯზე. სკულპტურული ელემენტი, რომელიც შინაარსობრივად სხვადასხვაგვარია და გამოიყენება გასალამაზებელ ობიექტებზე მათი ესთეტიკური მნიშვნელობის გაზრდის მიზნით.

ძ

ძაბვა – საანგარიშო კვეთის ფართობის ერთეულზე მოსული ძალა კპა (კგძ/სმ^2).

წ

წნევა – ფართობის ერთეულზე მოსული დატვირთვა კპა (კგძ/სმ^2).
წყალჟონადობა - გრუნტის თვისება გაატაროს ფორებში წყალი.

წყლის დონე - ჭაბურღილის გაჭრის ზედაპირიდან აბსოლუტური ნიშნული ან სიღრმე მეტრებში, რა დონეზეც დაფიქსირდა ბურღვის დროს წყალი.

წყლის მინერალიზაცია - რაოდენობრივი მახასიათებელია, რომელიც იძლევა მარილების კონცეტრაციას სითხეში.

წერტილოვანი კონტაქტური შედუღება – გამოიყენება ურთიერთგადაკვეთის ადგილებში, ღეროების შესადუღებლად ბადეებსა და კარკასებში.
წყალქვეშა დაბეტონება - ბეტონის ნარევის ჩაწყობა წყალქვეშ, წყალქცევის სამუშაოების ჩატარების გარეშე.

ყ

ყალიბი - [არაბ. კალიბ «ფორმა», «მოდელი»] ამა თუ იმ მოყვანილობის სათავსი, რაშიც ასხამენ რაიმე მასას სათანადო ფორმის მისაცემად.

ჭ

ჭაბურღილი - ცილინდრული გამონამუშევარი, რომელიც გაჭყავთ ქანებში საბურღი მოწყობილობის საშუალებით.

ჭავლი - წყლის ნაკადი რომელიც თავისუფლად გამოიტყორცნება ატმოსფეროში მილიდან, გარსაცმიდან ან ღარიდან.

ჭანჭიკი - მანქანათა ნაწილებისა და ნაგებობების გასართი შეერთებისათვის განკუთვნილი დეტალი. ჭანჭიკი ღეროა, რომლსაც ერთ ბოლოზე აქვს კუთხვილი, მეორეზე კი - სხვადასხვა ფორმის ექვსკუთხა ან ოთხკუთხა თავი. ჭანჭიკს ამზადებენ ნახშირბადიანი, დაბალლეგირებული ან სპეციალური ფოლადისგან, თითბრისგან და სხვა.

ჭიგო - იგივე პალო, ფართო დანიშნულების და სიგრძით უფრო მეტი, ძირითადად გამოიყენება ნერგების და მცენარეების დასამაგრებლად მონიშვნითი სამუშაოების ჩატარების დროს.

ხ

ხელოვნური ფუძე - სპეციალური მეთოდებით შემკვრივებული ან გამაგრებული ფუძე-

გრუნტები.

ხანძარი – უკონტროლო წვის პროცესი, რომელიც იწვევს მატერიალურ ზიანს, საფრთხეს უქმნის ადამიანის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობას, ზიანს აყენებს საზოგადოებრივ და სახელმწიფო ინტერესებს.

ხანძრის ლოკალიზაცია – მოქმედებები, რომლებიც მიმართულია არსებული ძალებითა და საშუალებებით წვის შემდგომი გავრცელების შესაძლებლობის თავიდან აცილებისა და მისი ლიკვიდაციისათვის პირობების შექმნისაკენ.

ხანძრის პროფილაქტიკა – ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობის თავიდან აცილებისა და მისი შედეგების შემცირებისაკენ მიმართული პრევენციული ზომების ერთობლიობა.

ხეივანი - საფეხმავლო ბილიკის ან საავტომობილო გზის ორივე მხარეს განთავსებული ხეების მწკრივი, რომელიც ქმნის ერთგვარ თაღს. ხეების მწკივი შეიძლება იყოს ერთმწკრივიანი ან მრავალმწკრივიანი, დანიშნულებიდან გამომდინარე.

ხარაჩო - შენობა-ნაგებობის კედლებთან და სხვა ადგილას მოწყობილი ან მასზე დამაგრებული დროებითი კონსტრუქცია სამშენებლო-სარემონტო სამუშაოების შესასრულებლად უსაფრთხოების ნორმების დაცვით შესრულებული. მასალა: ხე, რკინა და სხვა.

ხარისხის ოპერატიული კონტროლი - პროდუქციისა და საიმედოობის მაჩვენებელი. წარმოებაში შექმნილი პროდუქციის ან მისი ნაწილების ხ.ო.კ. ტარდება ტექნიკური განყოფილების მიერ შესაბამისი დოკუმენტების გაფორმებით.

ხარჯთაღრიცხვა - არის სპეციალური დოკუმენტი, რომელიც გამოიყენება ფასის განსაზღვრისთვის რთული სამუშაოების შესრულებისას.

ხისტი არმატურა – მიიღება ფოლადის გაგლინვით (ფურცლოვანი ფოლადი, ფასონური გლინული), დაწნეხვით (ალუმინის შენადნობებისაგან) ან ცივნადუღი (ფურცლის ცივი გადაღუნვით) პროფილებით. ხისტი არმატურის ღირსება ისაა, რომ კონსტრუქციული ელემენტის დასაბეტონებლად საჭირო ყალიბები შესაძლებელია მასზე იქნეს დაკიდებული.

ხუფი - წარმოადგენს მილებისაგან დამზადებულ კარკასს, რომელზეც გადაკრულია ჰაერგაუმტარი აფსკი.

ჰ

ჰალოგენური - ლითონის სივარვარის პრინციპზე მომუშავე ნათურა, რომლის ბალონში ათავსებენ ბუფერულ გაზს: ჰალოგენის აირები (ბრომი ან იოდი). ბუფერული გაზი ზრდის ნათურის მომსახურების ვადას 2000-4000 საათამდე და ზრდის სპირალის ტემპერატურას, რაც შეადგენს 3000 კელვინს. მასიური წარმოების ჰალოგენური ნათურების განათების ხარისხი 15-

22 ლიუმენ/ვატი.

ჰელიოცენტრული სისტემა - მზის სისტემის შესახებ მოძღვრება, რომლის მიხედვითაც მზე წარმოადგენს ცენტრს და მის გარშემო მოძრაობენ პლანეტები.

ჰელიო-ბერძ. helios-მზე, დაკავშირებულია მზესთან, მზის სხივებთან. მაგ. ჰელიოფიზიკა. ჰელიონათურა.

ჰერბიციდი - სარეველა მცენარეებთან ბრძოლის ქიმიური ნივთიერება.

ჰიდროიზოლაცია - ნაგებობის ან რაიმეს დაცვა წყლის ზემოქმედებისაგან სპეციალური მასალებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით.

ჰუმუსის ფენა - მიწის შრე, რომელზეც მიმდინარეობს ნიადაგის მაფორმირებელი ბაქტერიული ცხოველმოქმედების პროცესები.

ჰორიზონტალი - [ფრან. horisontale] 1. ჰორიზონტის პარალელური სწორი ხაზი (საპირისპ. ვერტიკალი). 2. გეოგრ. მრუდი ხაზი რუკაზე, რომელიც აერთებს ერთსა და იმავე სიმაღლეზე მდებარე წერტილებს.

ჰიგროსკოპიულ–ი [ბერძ. hygros ტენიანი და skopeō ვუყურებ] – რაც ადვილად შთანთქავს ტენს, სინოტივეს.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. წულეისკირი გ., არაბიძე მ., „საინჟინრო გრაფიკა“, თბილისი, 2009.
2. ბაციკაძე ი., წულეისკირი გ., კვინიკაძე ზ., არაბიძე მ., „საიჟინრო გრაფიკის კურსი“, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2008.
3. თევზაძე ნ., „საინჟინრო გეოდეზია“, ათტომეული, თბილისი, განათლება, 1977.
4. ბაციკაძე ი., „საიჟინრო გრაფიკის კურსი“, ნაწილი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2008.
5. ბაახია გ., მარგველაშვილი ა., „სამშენებლო ხაზვა“, დამხმარე სახელმძღვანელო, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 1071.
6. თევზაძე მ., „თანამედროვე გეოდეზიური ხელსაწყოები“, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2004.
7. მათურელი ი., „გეოდეზია მიწათმოწყობის საფუძვლებით“, თბილისი, განათლება, 1976.
8. სანადირაძე ნ., „გეოდეზია“, თბილისი, განათლება, 1973.
9. ხუნჯუა გრ., „ზოგადი და საინჟინრო გეოდეზია“, თბილისი, თსუ, 1977.
10. ჯაფარიძე ირ., „გეოდეზია“, თბილისი, განათლება, 1988.
11. კერესელიძე დ., „გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები“, თბილისი, განათლება, 1977.
12. ლომთაძე ვ., „ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის მეთოდები“, თბილისი, 1977.
13. ჭოხონელიძე გ., ვაჭარაძე ვ., კვაჭაძე დ., „გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები “, 2009.
14. ჭოხონელიძე გ., კვაჭაძე დ., ლუტიძე გ., მშვიდობაძე ი., „საინჟინრო ნაგებობები“, გამომცემლობა „ლეთა“, 2011.
15. Долматов Б.И. „Механика грунтов, основания и фундаменты“ . М.2008.
16. გორგიძე ა., შარანგია ა., „თეორიული მექანიკის მოკლე კურსი“, თბილლისი, 1979.
17. კვიციანი ტ., „თეორიული მექანიკის კურსი“, თბილისი, 2011.
18. შარმაზანაშვილი ა., ჭკუასელი ა., მუხაძე მ., ქადარია კ., „მასალათა გამძლეობა“, I ნაწილი, თბილისი , 1961.
19. ნამორაძე ნ., „მასალატა გამძლეობის მოკლე კურსი“, I ნაწილი, 1982.
20. მიქელაძე მ., „ სამშენებლო მექანიკის მოკლე კურსი“, თბილისი, 1977.
21. კაკუტაშვილი ი., ქაჯაია ლ., „სამშენებლო მექანიკის ამოცანათა კრებული“, თბილისი, 2012.
22. მოწონელიძე ნ., „ჰიდროტექნიკური ნაგებობები“, II ნაწილი, თბილისი, განათლება, 1982წ.
23. მოწონელიძე ნ., „ჰიდროტექნიკური ნაგებობები“, I ნაწილი, თბილისი, განათლება, 1977წ.
24. ქუთათელაძე ნ., „ჰიდრავლიკის საფუძვლები“, თბილისი, განათლება, 1981წ.
25. ქუთათელაძე ნ., პაპაშვილი ა., ჯგერენაია რ. მეთოდური მითითებები საშინაო დავალებების შესასრულებლად ჰიდრავლიკის საფუძვლებში. თბილისი, 1985წ.
26. ფრანგიშვილი ა., ბოჭორიშვილი ნ., გასიტაშვილი ზ., კლიმიაშვილი ლ., ბოჭორიშვილი ი., „საინჟინრო სამუშაოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის უსაფრთხოების წესები, ცნებები და განმარტებები“, I ნაწილი, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2014.

27. ფრანგიშვილი ა., ბოჭორიშვილი ნ., გასიტაშვილი ზ., კლიმიაშვილი ლ., ბოჭორიშვილი ი., „საინჟინრო სამუშაოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის უსაფრთხოების წესები, ცნებები და განმარტებები“, II ნაწილი, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2014.
28. მაჭავარიანი ნ., რაზმაზე ნ., „ტექნოლოგიური პროცესების ხანძარუსაფრთხოება“, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2014.
29. ჟორდანია თ., რაზმაძე ნ., თევზაძე დ., „შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში“, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006.
30. ჟორდანია თ., ეზუგბაია ზ., ბაქანიძე შ., „ ტექნიკური ზედამხედველობა და შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაზე“, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009.
31. ღარიბაშვილი ი., ბალანჩივაძე ლ., დოლიძე შ., ნარეკლიშვილი თ., დოლიძე გ., „რკინაბეტონის სამუშაოთა შემსრულებელი (მეყალიბე, მეარმატურე, მებეტონე)“, საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი, 2015. http://vet.ge/jump_profession/educational-resources/
32. ფიდელევი ა., ჩუბუკი ი., „სამშებებლო მანქანები“, თბილისი, განათლება, 1989.
33. ესაძე ე., „ლითონის კონსტრუქციები“, სტუ, თბილისი, 2008.
34. საქართველოს სამშენებლო ნორმები და წესები ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები პნ 03.01-07 თბილისი, 2007.
35. ჯაფარიძე გ., „რკინაბეტონის და ქვის კონსტრუქციები“, სტუ, თბილისი 2008.
36. საყვარელიძე ა., „მაღალი სიმტკიცის ბეტონის ტენგამტარობის პარამეტრების დადგენა“, სამეცნიერო–ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, თბილისი 2015.
37. საყვარელიძე ა., სამშენებლო ინდუსტრია, წიგნში საქართველოს განვითარების სტრატეგია,
თავი 3.5. „მერიდიანი“, თბილისი 2015წ;,
38. საყვარელიძე ა., ღუდუშაური ნ., ნარიმანიძე ნ., „სხვადასხვა ასაკის ბაზალტფობრობეტონის სიმტკიცის მახასიათებლები კუმშვისას“, „ენერგია“ №3(75), თბილისი, 2015.
39. ხმელიძე თ., „ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციები“, თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2008.
40. შრომის ჰიგიენა, შრომის პირობები და მათი გაუმჯობესება, ჰელსინკის მედიცინის და ჰიგიენის ინსტიტუტი, 1992.
41. საქართველოს შრომის კოდექსი, 2010.
42. საქართველოს შინაგან საქმეთა მინისტრის ბრძანება №449 „საქართველოში მოქმედი სახანძრო უსაფრთხოების წესების დამტკიცების შესახებ“, ქ. თბილისი, 2007 წლის 27 მარტი.
43. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №450 „კარიერების უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“, ქ.თბილისი, 2013 წლის 31 დეკემბერი.
44. ტექნიკური რეგლამენტი სახანძრო უსაფრთხოების წესების და პირობების შესახებ, თავი I,
45. სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საერთო პრინციპები.
46. საქართველოს კანონი „სამოქალაქო უსაფრთხოების შესახებ“.
47. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/251“

48. საქართველოს ტერიტორიაზე ტექნიკური ზედამხედველობისა და სამშენებლო სფეროში
49. 1992 წლამდე მოქმედი ნორმების, წესების და ტექნიკური რეგულირების სხვა დოკუმენტების გამოყენების შესახებ“, ქ. თბილისი, 2011 წლის 18 თებერვალი.
50. კუბლაშვილი მ., ფილფანი ნ., ჭანკოტაძევ ., “კომპიუტერული გრაფიკის საფუძვლები” (AutoCAD 2008 ბაზაზე), სტუ-ის ელექტრონული სახელმძღვანელო.
51. ველიჯანაშვილი ა., კარბელაშვილი ნ., “AutoCAD 2006”, პრაქტიკული კურსი, მეთოდური მითითებები, თბილისი, 2006.
38. http://cadvideotutorials.com/autocad-lessons/
52. https://www.youtube.com/playlist?list=PL970B66C256FA05E1
53. "სამშენებლო განმარტებითი ლექსიკონი“, (პროფესორ თამაზ ხმელიძის რედაქციით), სტუ, 2015.
54. თევზაძე ე., “ლანდშაფტური არქიტექტურა” სტუ, თბილისი, 2006.
55. ხმალაძე ი., “ლანდშაფტური ხელოვნება”, ხელოვნება, თბილისი, 1985.
56. მოსულიშვილი ჰ., “არქიტექტურული გრაფიკისა და დაპროექტების საწყისები”, დამხმარე სახელმძღვანელო, თბილისი, 2003.
57. კრინსკი გ.ფ. კოლბინი ვ.ს., და სხვ. :შესავალი არქიტექტურულ გეგმარებაში“, სახელმძღვანელო, თ. დად. კომახიძეების თარგმანი, ბათუმი, 1999.
58. Вергунов А.П., Денисов М.Ф., Ожегов С.С. Ландшафтное проэктирование, учебное пособие «Москва» Высшая Школа 1991 г.
59. https://ru.wikipedia.org/wiki/ ландшафтный дизаин
60. http://www.7dach.ru/Alensel/azy-proektirovaniya-dachnogo-uchastka-3097.html
61. უცხო სიტყვათა ლექსიკონი 1989
62. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია თბ. 1986 წელი.
63. ჩხეიძე დ., ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია 1978 წელი
64. http://elima.ru/books/index.php?id=1091
65. http://elima.ru/books/index.php?id=1130
66. http://recn.ru/texnologiya-montazha-opalubki ;
67. http://opalubok.ru/shhitovaya-opalubka-dlya-fundamenta-vidy-i-poryadok-krepleniya.html
68. https://www.youtube.com/watch?v=9qZJochqyUI ;
69. https://www.youtube.com/watch?v=UR_8Nn7ReTo;
70. Воробьев В. А.Комсер А.Г. Строительные материалы нз-2, переработанное и дополненное, М. Стройиздат 1976.
71. Домокаев А. Г. Строительные материалы. учебник 2-е из-ние М. высшая школа 1989
72. Микульский и др. Строительные материалы. часть I и II М. 2004
ыбьев И. А. Строительное материаловеденик 2-из М. высшая школа 2004 с.
73. Горчаков Г. И. Баженов Ю. М. . Строительные материалы. М. Из-во Медиа 2012.
74. Сакварелидзе А. В. Некоторые задачи механика цтроительных композиционных материалов. Из-во «Мецниереба» Тбилиси 1998
75. A. Sakvarelidze Self-compacting concrete 2-d International Scientefic and technical Conference “Arcutecture and Constraction comtemporory problem”, 30.09.-3.10.2010, Yrevan-Jermik,

Conference proceduing;
76. СНиП II-25-80 Нормы проектирования. Деревянные конструкции. М Стройиздат 2001
77. ГоСТ 4795-68 бетон гидротеханический Технические Тебования.
78. ГоСТ 82691-97 Щебень и гравий из плотных горных пород методы их химического анализа
79. ГоСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.
80. ГоСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
81. ГоСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
82. ГоСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава.
83. ГоСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения пористости.
84. ГоСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
85. ГоСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
86. ГоСТ 10181-2000 Смеси Бетонные. Методы испытаний.
87. ГоСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности.
88. ГоСТ 12730.-78 Бетоны. Методы определения влажности.
89. ГоСТ 12730.3-278Бетоны. Методы определения водопоглощения.
90. ГоСТ 12730.4-78Бетоны. Методы определения пористости.
91. ГоСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
92. ГоСТ 13015-2012 Изделия бетоные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.
93. ГоСТ 13087-81 Бетоны. Методы определения истираемости.
94. ГоСТ 17624-2012 Бетоны. Ультрвзвуковой метод определения прочности.33. ГоСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
95. ГоСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическим методом неразрущающего контроля.
96. ГоСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам отобранным из конструкций.
97. ГоСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия.
98. ГоСТ 22783-77 Бетоны. Методы ускоренного определения прочности на сжатие.
99. ГоСТ 24452-80 Призменная прочность, модуль упругости и коэффициентПуасссона-бетона.
100. ГоСТ 25820-2014 Бетоны легкие. Технические условия.
101. ГоСТ 32802-2014 Бетоны напрягающие Технические условия.
102. ГоСТ 25881-83 Бетоны химически стойкие. Методы испытаний.
103. ГоСТ Р5241-2006 Бетоны огнеупорные.
104. ГоСТ 100060-87 Морозостойкость бетона.
105. ГоСТ 23732-2011 Вода для бетона и строительного раствора. Технические условия.
106. ГоСТ 23422-87 Строительные материалы. Неитронный методы определения влажности.
107. ГоСТ ГоСТ 24211-2008 Добавка для бетонов и строительных расствоов. Общие технические условия.
108. ГоСт 24316-80 Бетоны. Методы определения тепловиделенния при твердении.
109. ГоСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усдки и ползучести.
110. ГоСТ 24545-81 Бетоны. Методы испытаний на выносливость.

111. ГоСТ 27677-88 Защита от корозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведеннию испытаний.
112. ГоСТ 29167-91 Бетоны. Методы определения характеристик трещиностой кости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.
113. ГоСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Определеение и оценки эффективности.
114. ГоСТ 30515-97 Цементы общестроительные Технические условия.
115. ГоСТ 31383-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний.
116. ГоСТ 31384-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие техническкие требования.