

# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ვ. ჯაფარიძე, დ. ჯაფარიძე, ტ. გარსევანიშვილი

შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების და ზედნაშენის გამაგრება-  
გაძლიერება სხვადასხვა გრუნტის პირობებში

დამტკიცებულია სტუ-ის  
სარედაქციო-საგამომცემლო  
საბჭოს მიერ  
ოქმი №

2012 წ.

## შესავალი

თანამედროვე ინტენსიური მშენებლობის საკითხები მჭიდროდაა დაკავშირებული მის ეკონომიურ მაჩვენებლებთან, ვაშენოთ მაღალხარისხოვანი მტკიცე და მდგრადი თანამედროვე სამშენებლო ტექნიკის ჩქარი ტემპით და ინდუსტრიული მეთოდების მთლიანად გამოყენებით – რაც მოითხოვს მეტად მნიშვნელოვან თავისებურ გადაწყვეტას.

საძირკველმშენებლობის საკითხი მჭიდროდაა დაკავშირებული საინჟინრო გეოლოგიასა და გრუნტის გარემოსთან, ამდენად აღნიშნული სამშენებლო, საინჟინრო-ტექნიკური კვლევის საკითხი მეტად საპასუხიმგებლოა და გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების არასრულყოფილმა შეფასებამ შეიძლება გამოიწვიოს მეტად მძიმე შედეგი.

ცნობილია, რომ საძირკველმშენებლობაზე იხარჯება შრომითი რესურსის 15-20% – და დროის ბიუჯეტის – 40%. მკვლევართა მიერ აღნიშნულია მთელი რიგი შემთხვევა ნაგებობათა არათანაბარი დაჯდომისა, შენობის დეფორმაციისა და რღვევისა, რაც უმეტესწილად გამოწვეულია გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების არასრულყოფილი შესწავლის შედეგად.

ნორმალური ექსპლუატაციისა და მოვლის შედეგადაც კი ხშირად შეიმჩნევა შენობა-ნაგებობის არათანაბარი დაჯდომა, რაც ხშირად გეოლოგიური პროცესების შედეგია. შედარებით დიდი მასშტაბის ავარიებს ვხვდებით ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში.

როგორც ექსპერტები ამტკიცებენ მიზეზი ამისა, არის გრუნტის ზიდვის უნარის შემცირება (დაკარგვა), გამოწვეული მასში ფილტრაციული წყლის გავლით ფუძეში.

აღნიშნული მაგალითი გვიჩვენებს, რომ ნორმალური ექსპლუატაციის რეჟიმში ირღვევა შედარებით ნაკლები დეფორმაციის დროსაც კი, ასეთი დეფორმაციები შეიმჩნევა განსაკუთრებით ლიოსებსა და ლიოსისებრ გრუნტებსა და დაჯდომად თისნარებზე აგებულ შენობა-ნაგებობებში.

შესაბამისი ორგანიზაციების: მეცნიერებათა აკადემიის სეისმომედეგობის ინსტიტუტის; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გრუნტის მექანიკისა და ფუძე-საძირკვლების კათედრის; სამეცნიერო საპროექტო-სამშენებლო ფირმა „დარბაზის“ და სხვა შესაბამისი ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოები ცხადყოფენ, რომ მარტო თბილისში ოფიციალური მონაცემებით (ცხრილი 1) 81 473 სახლია დაზიანებული; აქედან 3000

დანგრევის პირასაა მისული, მათში ცხოვრება არ შეიძლება, 800 კი დასანგრევია. თბილისის მერიის მონაცემებით 12 809 ინდივიდუალური მიშენება (ლოჯია) უმეტესწილად აგებულია ყოველგვარი სამშენებლო ნორმების და წესების გაუთვალისწინებლად.

აღნიშნული ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური კვლევითი სამუშაოების შედეგად მიღებული შედეგები ცხადყოფენ, რომ აღნიშნული შენობების ფუძე-საძირკვლები უმეტეს შემთხვევაში აშენებულია აღმოსავლეთ საქართველოს თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი დაჯდომად გრუნტებზე, ხოლო დასავლეთ საქართველოს რეგიონში დატორფილ გრუნტებზე. ნაგებობათა დეფორმაციის მთავარ მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს ფუძის ზიდვის უნარის დაკარგვა, რაც რიგ შემთხვევაში გამოწვეულია როგორც ფილტრაციული წყლების ზეგავლენის, აგრეთვე უპასუხისმგებლო დაპროექტება-მშენებლობის შედეგად. ამის მკაფიო მაგალითია გაზეთში მერიის ზედამხედველობის საქალაქო სამსახურის უფროსის წერილი.

მონაცემები ქალაქ თბილისში არსებული საცხოვრებელი სახლების შესახებ 1999 წლის 1 იანვრისათვის

№	რაიონები	ავარიული სახლების რაოდენ. სულ	მათ შორის ავარიულობის ხარისხის მიხედვით				ავარიული სახლების რაოდენობა სართულიანობისა და ავარიულობის ხარისხის მიხედვით														საცხოვ. უსაფრთხ. მდგომარ. მოსაყვ. საჭირო საორიენტ. თანხა (ათას დოლარებში)	
			I ხარ	II ხარ	III ხარ	ეკვ. დაშ	1,2,3 სართ-იანი	მათ შორის				4,5,6 სართ-იანი	მათ შორის				7 და მეტი სართ	მათ შორის				
								I ხარ	II ხარ	III ხარ	ეკვ. დაშ		I ხარ	II ხარ	III ხარ	ეკვ. დაშ		I ხარ	II ხარ	III ხარ		ეკვ. დაშ
1	მთაწმინდა	666	410	136	110	10	608	384	125	89	10	57	25	11	21	-	1	1	-	-	-	21315
2	კრწანისი	270	23	136	86	25	264	23	134	82	25	3	-	-	3	-	3	-	2	1	-	12710
3	საბურთალო	64	22	27	14	1	7	2	3	1	1	17	8	9	-	-	40	12	15	13	-	10470
4	ჩუღურეთი	207	16	158	11	22	199	12	154	11	22	7	3	4	-	-	1	1	-	-	-	3531
5	ისანი	97	18	64	11	4	71	17	47	3	4	10	1	5	4	-	16	-	12	4	-	4580
6	სამგორი	133	56	24	22	31	5	-	2	3	-	116	56	12	17	31	12	-	10	2	-	10891
7	დიდუბე	150	26	93	31	-	145	26	90	29	-	5	-	3	2	-	-	-	-	-	-	1697
8	ვაკე	27	4	22	-	1	3	1	1	-	1	11	2	9	-	-	13	1	12	-	-	10564
9	ნაძალადევი	211	3	13	3	2	11	-	6	3	2	7	-	7	-	-	3	3	-	-	-	1730
10	გლდანი	16	7	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7	5	3	1	1985
	სულ	1651	585	678	291	97	1313	465	562	221	65	233	95	60	47	31	105	25	56	23	1	81473

მონაცემები აღებულია თბილისის მერიასთან არსებულ შენობათა დეფორმაციის დამდგენი კომისიის მიერ.

ამონაბეჭდი მერიის ზედამხედველობის საქალაქო სამსახურის უფროსის ზვიად კერვალიშვილის სტატიიდან: „თბილისში მთელი სიმწვავეთ დგას მიშენებების პრობლემა, რასაც ჩამონგრეული აივნების სიმრავლე და ხალხის დაზიანების თუ დაღუპვის ფაქტებიც ადასტურებს. სულ დედაქალაქში 15 344 მიშენების ფაქტია დაფიქსირებული. აქედან კარკასული მიშენება მხოლოდ 2541-ია, ინდივიდუალური მიშენება, ე.წ. „კამიკაძე“ ლოჯიები და აივნები კი – 12 803. ასე რომ, თბილისელთათვის დღემდე მტკივნეულ თემად რჩება მიშენებების და ავტოფარეხების პრობლემა. თბილისის მერიის ინიციატივით 2010 წლიდან მოსახლეობის ნება-სურვილით დაიწყო მშენებლობის ნორმების დარღვევით განხორციელებული მიშენებების დემონტაჟი, რომელსაც მერია საკუთარი ხარჯებით განახორციელებს, რადგან ჩვენთვის ძალიან მნიშვნელოვანია როგორც საკუთარი მოქალაქეების უსაფრთხოება, ასევე ქალაქის იერსახის შენარჩუნება. მიშენებები თავად ადამიანების სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას უქმნის საფრთხეს და ამიტომაც ეს საკითხი ჩვენი მხრიდან მკაცრად კონტროლდება. დღესდღეობით თბილისში კანონიერი მიშენებები არ არსებობს. საბედნიეროდ, ბოლო პერიოდში არ ყოფილა მიშენებების ჩამონგრევის შემთხვევა, მაგრამ რადგან თბილისში არსებობს 12 803 ინდივიდუალური მიშენება და მათი ჩამონგრევის საფრთხე, მერიამ შესთავაზა მოსახლეობას მათი მიშენებების შესწავლა და ჩამონგრევის საფრთხის კოეფიციენტის განსაზღვრა. ამ მომსახურების 70 პროცენტს მერია იხდის, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ მიშენება საშიში აღმოჩნდება, მის დემონტაჟს მთლიანად მერია დააფინანსებს“.

## I თავი

# შენობის დეფორმაცია მის მახლობლად არაღრმა საძირკვლის მშენებლობისას

### §1 შენობისა და მისი ფუძის დეფორმაციის ბუნება

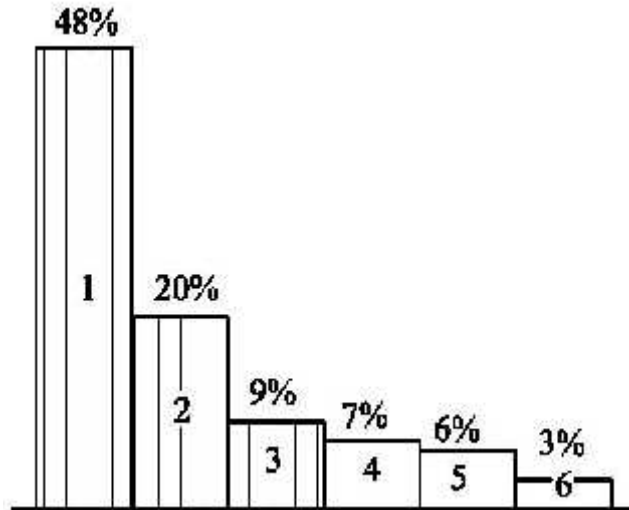
შენობა-ნაგებობათა აგარიისა და დაზიანების მიზეზთა შესწავლამ მიგვიყვანა დასკვნამდე, რომ შესაძლებლობის ფარგლებში დაგვედგინა ფუძისა და კონსტრუქციის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზების კანონზომიერება სხვადასხვა გრუნტის პირობებში, რაც აუცილებლად უნდა იცოდნენ მკვლევარებმა და პროექტანტებმა, ასევე მშენებლებმა, რათა მათ მიერ შექმნილმა ობიექტებმა მომავალში არ განიცადოს საშიში დეფორმაციები. შენობა-ნაგებობის აგარია და დეფორმაცია უმრავლეს შემთხვევაში გამოწვეულია არა იმდენად მიწისზედა კონსტრუქციის საინჟინრო გაანგარიშებისას დაშვებული შეცდომებით, არამედ ძირითადად ფუძე-საძირკვლების დაპროექტებისა დაშვებული ცდომილებებით. ჯერ კიდევ 1570 წელს გამოჩენილი იტალიელი არქიტექტორი და მშენებელი თავის წიგნში „ოთხი წიგნი არქიტექტურაზე“ წერდა, რომ „მშენებლობაზე დაშვებულ შეცდომათაგან ყველაზე მომაკვდონებელი და დამღუპველია, რომელიც ეხება საძირკვლებს, ვინაიდან ისინი წარიტაცებენ მთელ შენობას და იწყება ნგრევა და მათი აღდგენა შესაძლებელია უდიდესი შრომის ხარჯზე“.

საძირკვლის კონსტრუქციას გარკვეულწილად ადგენენ გრუნტის თვისებებიდან (ფიზიკურ-მექანიკური პირობიდან) გამომდინარე. ამიტომ აუცილებელია ფუძე-საძირკველი და მიწისზედა კონსტრუქციები განიხილებოდეს, როგორც ერთობლივი სისტემა და ერთობლივად მოხდეს მათი გაანგარიშება.

შენობა-ნაგებობათა მშენებლობა-ექსპლუატაციის პერიოდში იცვლება გრუნტში ბუნებრივი პროცესების მიმდინარეობა, განსაკუთრებით იმ გრუნტის სიზრქეში, რომელსაც ეყრდნობა შენობა-ნაგებობის საძირკველი (მზიდი სიზრქე), ე.ი. ყველაზე დაძაბული ზონა.

გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ შენობის კონსტრუქციის დაზიანება ან აგარია იშვიათადაა გამოწვეული ერთი რომელიმე მიზეზით. ჩვეულებრივ, ეს მრავალი ფაქტორის ერთობლივი მოქმედების შედეგია და მათ შორის ერთ-ერთი შეიძლება

გადამწვევები იყოს. მისი დადგენა საკმაოდ რთული ამოცანაა, ამისათვის სპეციალისტებმა უნდა გაითვალსწინონ შენობის კონსტრუქციების და ფუძე-გრუნტის ერთობლივი მუშაობის ყოველმხრივი პირობები. ასევე საჭიროა გულდასმით იქნეს შესწავლილი გარემოება, რომელმაც გამოიწვია დეფორმაციის განვითარება (სურ. 1.1)



სურ. 1.1. შენობა-ნაგებობათა და სამშენებლო კონსტრუქციების ავარიების დიაგრამა

1 - მშენებარე; 2 - აშენებული, მაგრამ ექსპლუატაციაში არა ჩაბარებული; 3 - ექსპლუატაციაში მყოფი არაუმეტეს 1 წელი; 4 - იგივე 15 წლამდე; 5 - იგივე 15 წელზე მეტი; 6 - იგივე კაპიტალური რემონტის შემდეგ.

წარმოდგენილი დიაგრამიდან ნათლად ჩანს, რომ შენობა-ნაგებობათა ავარიები და სამშენებლო კონსტრუქციების ყველა ავარიის 50% ხდება მშენებარე ობიექტებზე, 20% - დამთავრებულზე, მაგრამ ექსპლუატაციაში არ შესულზე, ავარიების 9% - მოდის ობიექტებზე, რომლებიც ექსპლუატაციაში იყო მხოლოდ ერთ წელს: ე. ი. დეფორმაციების დაახლოებით 80% პრაქტიკულად ხდება ექსპლუატაციამდე (სურათზე დაშტრიხული ნაწილი). რამდენადაც შენობა-ნაგებობათა ავარიების უმეტესი ნაწილი დაკავშირებულია ფუძე-საძირკვლებთან, შეიძლება გააკეთდეს შემდეგი დასკვნა: 1) ყველაზე საშიშია საძირკვლის დატვირთვის პერიოდი (მშენებლობა, დანადგართა მონტაჟი, დამატებითი სამშენებლო დატვირთვა); 2) დროთა განმავლობაში ფუძის სტაბილიზების შემდეგ ავარიის ალბათობა მცირდება. აღნიშნული მართებულია ძირითადად ცალკე მდარი შენობა-ნაგებობებისთვის.

ცალკეული შენობა-ნაგებობა სხვადასხვაგვარად რეაგირებს არსებული შენობის მახლობლად ან გვერდით აგების ფაქტზე, ამის ძირითადი მიზეზებია:

1. შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციების მგრძობიარობა არათანაბარი დაჯდომის მიმართ (განისაზღვრება კონსტრუქციული სქემით და მზიდი კონსტრუქციების მდგომარეობით, დამოკიდებული ხანმედევობაზე და ფიზიკურ ცვეთაზე);
2. საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე (განისაზღვრება ფუძის დეფორმირებიდან გამომდინარე).
3. მიწის სამუშაოთა წარმართვის ტექნოლოგიაზე.

მშენებლობის სამუშაოთა პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ თუ აღნიშნული სამი მიზეზიდან გათვალისწინებული არ იქნა ერთი ფაქტორი მაინც, ეს უარყოფითად იმოქმედებს არსებული შენობის მდგომარეობაზე და შეიძლება დაირღვეს მასში განლაგებულ დანადგართა მუშაობის რეჟიმი, საინჟინრო კომუნიკაციები და სხვ.

აღნიშნული უარყოფითი მიზეზები განპირობებულია: ტექნოლოგიური ზემოქმედებით არსებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძეებსა და კონსტრუქციებზე სამუშაოთა წარმოების დროს (ქვაბულის დამუშავებისას ირღვევა გრუნტის სტრუქტურა და მზიდი ფენის სიზრქის მდგრადობა, რომლის რღვევისას იწყება სუფოზიური პროცესი და გრუნტის მასიდან ნაწილაკების გამოტანა, გრუნტის მზიდი ფენის გაყინვა და სხვ.); ახალი ობიექტის დატვირთვების გავლენით არსებულ შენობა-ნაგებობებზე ძაბვების ცვალებადობა.

ახალაგებული შენობის დატვირთვის გავლენით არსებულ შენობაზე ძაბვის შეცვლამ მოსალოდნელია გამოიწვიოს ახალი შენობის დეფორმირება: თუ იგი ეყრდნობა არაერთგვაროვნად გამკვრივებულ ფუძეს; ახალი შენობის ირგვლივ მიწის ზედაპირის არათანაბარმა დაჯდომამ; კომუნიკაციებმა; ზედაპირულმა მოშანდაკებამ; სავალი გზების საპროექტო ქანობის თვითნებურად შეცვლამ და სხვა.

ამიტომ ახალი შენობის აგებისას, თუ პროექტში არ იქნა გათვალისწინებული ეფექტური ღონისძიებები, რომელიც შეზღუდავს არსებულ შენობათა კონსტრუქციების დეფორმაციას, მაშინ არ შეიძლება პროექტის რეალიზება და უნდა შეფასდეს, როგორც დაუშვებელი.

როგორც მკვლევარები მიუთითებენ, მიზეზი შენობათა დაზიანებისა არის პროექტის საინჟინრო-გეოლოგიურ დასკვნებში დაშვებული შეცდომები. აღნიშნული შეცდომების გამო უარესდება როგორც პროექტის, ისე მშენებლობის ხარისხი და შენობა-ნაგებობათა საიმედოობა. ამიტომ არსებულ შენობაზე ახალი შენობის მიბჯენა-აგებისას საჭიროა მკვლევარების, მაძიებლების, პროექტანტების და მშენებლების განსაკუთრებული ყურადღება.



§2. შენობის დეფორმაცია მის მახლობლად სამშენებლო ქვაბულებისა და  
თხრილების დამუშავებისას

შენობა-ნაგებობის მშენებლობისას გრუნტი წარმოადგენს მის ფუძეს ან გარემოს და მშენებლობა-ექსპლუატაციის პერიოდში მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები შესაძლებელია შეიცვალოს, გარემო პირობების შეცვლასთან დაკავშირებით. ამიტომ უნდა შეგვეძლოს წინასწარ გავითვალისწინოთ სხვადასხვა გრუნტის თვისების შეცვლასთან დაკავშირებული მოსალოდნელი ზემოქმედების უარყოფითი შედეგები. განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც საძირკველი ამოგვეყავს ადრე აშენებულ შენობა-ნაგებობის სიახლოვეს.

მაგალითად, ნორმატიული მასალების ( 2.02.01-83) და (პნ.02.01-08) – იხილეთ დანართი) მონაცემების საფუძველზე ფუძის დაპროექტებისთვის (E, C და ) მონაცემები განისაზღვრება, როგორც წესი, ბუნებრივი პირობებისთვის. ამიტომ ფუძის დაპროექტებისას რთულ, ნაწილობრივ წყალნაჯერ თიხა-გრუნტსა და მტვეროვან ქვიშებში გათვალისწინებული უნდა იქნეს მშენებლობის პროცესში მათი სიმტკიცის და სადერფომაციო მახასიათებლების კარგვის თვისება (განუმტკიცებლობა) და გრუნტის ტენიანობის გაზრდა. ანგარიშგასასწევია აგრეთვე ფუძეზე დატვირთვის სწრაფი ზრდა, როდესაც ისინი შედგენილი არიან სუსტი თიხოვანი გრუნტებით, რომლებიც იმყოფება არასრულ კონსოლიდაციაში და გააჩნია დაბალი ძვრისადმი წინაღობით.

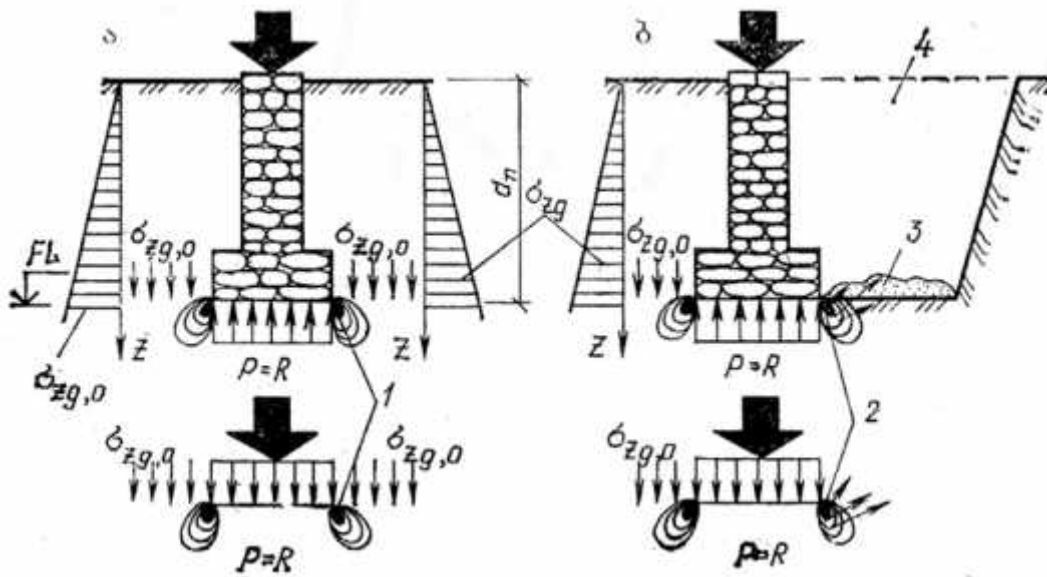
დღევანდელ პირობებში შენობა-ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის ამოყვანისას უმრავლეს შემთხვევაში გამოიყენება მაღალმექანიზებული პროცესები. შენობის მიწისქვეშა ნაწილის, პირველ რიგში კი საძირკველის მოწყობა დაკავშირებულია ბევრ სიძნელესთან და ძვირადღირებულ სამუშაოებთან, როგორცაა ქვაბულის და თხრილების კედლების გამაგრება, საძირკველის უბებში გრუნტის უკუჩაყრა, ქვაბულის გახსნა, რაც ასევე უშუალოდ უკავშირდება მასში წყლის დაგროვების ბუნებრივ პროცესს, ეს, ერთი მხრივ, გამოწვეულია ატმოსფერული დანალექებით, ხოლო, მეორე მხრივ, გრუნტის წყლის გაჟონვით. ატმოსფერული წყლის ჩამონადვრებიდან ქვაბულს იცავენ მის ირგვლივ მიწაყრილის მოწყობით, ხოლო ქვაბულიდან გრუნტის წყალს იღებენ ღია ამოტუმბვით ან ისეთი ღონისძიებებით, რომლებიც გამორიცხავს ან ძლიერ ამცირებს მის ქვაბულში გაჟონვას. ასეთებია:

გრუნტის წყლის დონის ხელოვნური დაწვევა; ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდების მოწყობა; გრუნტის ხელოვნური გაყინვა და სხვ.

გარდა ამისა, შენობა-ნაგებობათა მიწისქვეშა ნაწილის ამოყვანას გააჩნია თავისი სპეციფიკა – აღნიშნული სამუშაოები ხშირად ტარდება (შეთავსებადია) საინჟინრო კომუნიკაციების მოწყობასთან ერთად; სამუშაოთა ეფექტურობა ამ შემთხვევაში ბევრადაა დამოკიდებული ატმოსფერულ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე. ბუნებრივია, რომ სამუშაოს წარმოებისას ყოველთვის შეიძლება წარმოიქმნას გრუნტის ბუნებრივი სტრუქტურის რღვევის პირობები. მოყვანილი ფაქტორების უმეტესობა უარყოფითად მოქმედებს და აუარესებს გრუნტის თვისებებს. სხვადასხვა გვარი გრუნტის პირობებში საძირკვლის ამოყვანის გამოცდილებით ვრწმუნდებით, რომ აღნიშნულ სამუშაოთა წარმოება უარყოფითად მოქმედებს შენობა-ნაგებობათა შერჩეულ კონსტრუქციებზე, ღირებულებასა და გარკვეულწილად საძირკვლის მზიდუნარიანობაზე, ფუძე-გრუნტების დეფორმაციასა და შესაბამისად, მთელ შენობაზე.

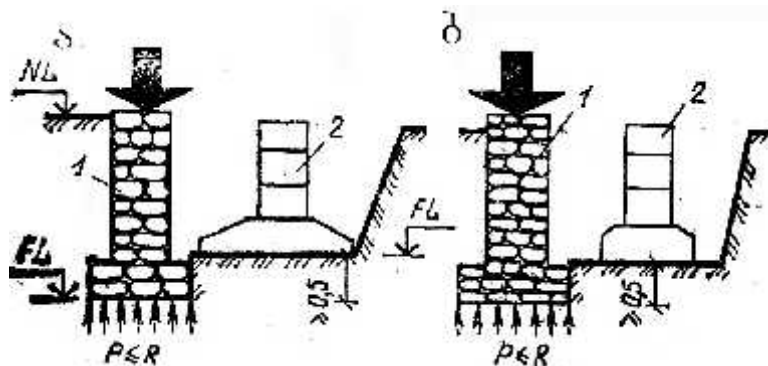
არსებული საძირკვლების მახლობლად ქვაბულის ჩაღრმავება-დამუშავებისას მცირდება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ძაბვა გრუნტის მასივში, ქვაბულის ძირის ქვემოთ და მის გვერდით (სურ. 12), რაც აუარესებს ფუძის მზიდუნარიანობის თვისებებს, შესაბამისად მთლიანად ან ნაწილობრივ გამორიცხავს გვერდით დატვირთვებს. [2] ღრმა ქვაბულებისა და არსებული შენობის ღრმა საძირკვლის შემთხვევაში შესაძლოა წარმოიქმნას დამატებით უარყოფითი ხახუნის მოვლენები: გრუნტის აქტიური წნევის განვითარება არსებული შენობის საძირკველზე (უსარდაფო შენობებში) დამავალი ქანობის წარმოქმნით, რომლის მდგრადობა შეზღუდულია, ჰიდროდინამიკური ძალების ზემოქმედებით, რომლებიც განპირობებულია გრუნტის მასივში, მიწისქვეშა (გრუნტის) წყლის დონის დაწვევით და ა. შ.

აღნიშნული მოვლენები ხშირად იწვევს ქვაბულის ძირის არათანაბარ აწევას (სურ. 12). გრუნტის მასივში არსებული ძაბვის ცვალებადობამ შეიძლება გამოიწვიოს საძირკვლის ირგვლივ გრუნტების შრეების მდგრადობის კარგვა მთელი საძირკვლის თუ არა იმ ნაწილის მაინც, რომელიც დასამუშავებელი ქვაბულის გვერდითაა. ამის გამო შესაძლებელია განვითარდეს გრუნტის პლასტიკური დეფორმაციები მისი საძირკვლის ძირიდან ქვაბულისკენ გამოძევებით, რაც განსაკუთრებით საშიშია.



სურ. 12. ვერტიკალური დატვირთვა-ნაგებობათა ფუძეში:

- ა - მეზობელი ქვაბულის დამუშავებამდე;
- ბ - მისი დამუშავების შემდეგ;
- 1 - გრუნტის პლასტიკური დეფორმაციის ზონა;
- 2 - გრუნტის გამოძევების შესაძლო ზონები;
- 3 - ქვაბულის ძირის აწვევა;
- 4 - ქვაბული ამოღებული საძირკვლის გვერდითი.



სურ. 13. არსებული (1) და დასაპროექტებელი (2) საძირკვლების ისეთი განლაგება, როდესაც გამორიცხულია გრუნტის გამოძახვა:

- ა - უშუალოდ მიბჯენილი საძირკველი;
- ბ - მიბჯენილი საძირკველი დაცილებული მცირე მანძილით.

აღნიშნული დეფორმაციების ინტენსიური განვითარება გარკვეულწილად დაკავშირებულია ადრე აგებული საძირკვლისა და დასამუშავებელი ქვაბულის ურთიერთგანლაგებასთან.

თუ საშუალო წნევა არსებული, ადრე აგებული შენობის საძირკვლის ძირზე (როდესაც უშუალოდ მიბჯენილია)  $P < R$  (სადაც  $R$  არის ფუძე-გრუნტის საანგარიშო წინაღობა). როდესაც ქვაბულის ძირი სულ მცირე 0.5 მეტრით ან უფრო მაღლაა

არსებული, გვერდით მდგომი შენობის საძირკვლის ძირზე (სურ. 13), ამ შემთხვევაში, როგორც წესი, გრუნტის გამოძევება საძირკვლის ძირიდან არ ხდება. ამასთან, აუცილებელია იმის გათვალისწინება, რომ მისაშენებელი შენობის ფუძე შეიძლება აღმოჩნდეს არასაკმარისად შემკვრივებული, ადრე აშენებული შენობის საძირკვლის გვერდით უკუჩაყრილ გრუნტთან შედარებით. სწორედ ამიტომაც, რომ მის გვერდით ან მის სიახლოვეს ამოყვანილი საძირკვლები უფრო მეტად ჩაჯდება, ვიდრე დანარჩენი საძირკვლები.

### §3. ქვაბულიდან წყალდაწვევითი სამუშაოებით გამოწვეულ შენობათა დეფორმაცია

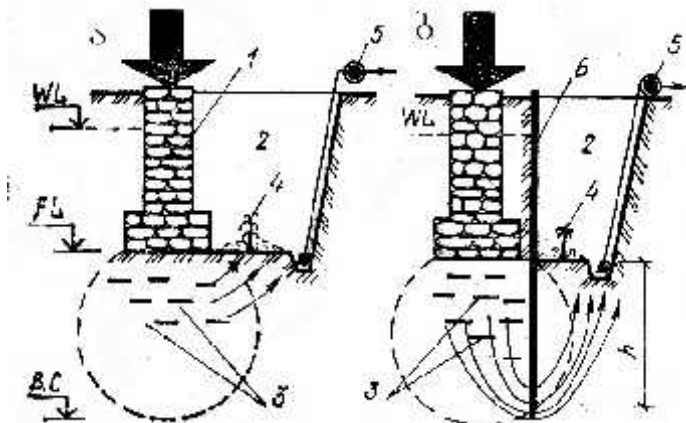
ქვაბულის გახსნა ხშირად უშუალოდ უკავშირდება ქვაბულში წყლის დაგროვების ბუნებრივ პროცესს, განსაკუთრებით კი, თუ მშენებლობა მიმდინარეობს გრუნტის წყლების მაღალი დონის რეგიონებში, როგორცაა დასავლეთ საქართველოს ზოგიერთი რეგიონი, ასევე ატმოსფერული ნალექის ჩანაღვრებით და გრუნტის წყლებით გაჟონვით გაჟღენთის ხარჯზე, რაც მკვეთრად ამცირებს გრუნტის სიმტკიცის და სადეფარმაციულ მახასიათებლებს.

გაზაფხულისა და შემოდგომის წყალუხვობის დროს წარმოიქმნება ზედაპირული წყლები. ამიტომ მიწის სამუშაოებისა და საძირკვლების ამოყვანისას თითქმის ყოველთვის იქმნება ქვაბულიდან წყლის მოცილების აუცილებლობა ან წყლის დონის დაწევა. საერთოდ გრუნტის წყლის გამონაჟონის ქვაბულიდან აცილება შესაძლებელია გრუნტის წყლის დონის ხელოვნური დაწევით; ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდების მოწყობით; გრუნტის ხელოვნური გაყინვით და სხვ.

საძირკვლის ძირიდან წყლის ხანგრძლივი ფილტრაციის შედეგად შეიძლება დასუსტდეს გრუნტი, რაც განსაკუთრებით საშიშია ღია წყალქცევისას, ასევე წყლის ხანგრძლივი ფილტრაციისას შესაძლებელია წარმოიქმნას გრუნტის მექანიკური სუფოზია – ფილტრაციული ნაკადით გრუნტის მასივიდან წვრილი ნაწილაკების გამოტანით (სურ. 14). მექანიკური სუფოზია ძირითადად დამახასიათებელია ფხვიერ არაერთგვაროვან გრანულომეტრიული სედგენილობის გრუნტებისთვის, თუ ქვიშა ერთგვაროვანია, მაშინ სუფოზიური გამონატანი არ ვითარდება, რაც უფრო არაერთგვაროვანია, მით მეტია სუფოზიის წარმოქმნის საშიშროება. მექანიკური

სუფოზია შეიმჩნევა ბმულ გრუნტებშიც. სუფოზიის განვითარების ინტენსივობა დამოკიდებულია ფილტრაციის ნაკადის  $i$ -გრადიენტის ინტენსივობაზე, ე. ი. მიწისქვეშა წყლების დონის დაწევაზე, რომლებიც განსაკუთრებით საშიში ხდება, თუ წნევის გრადიენტი  $i > 0.6$ .

მასივიდან გრუნტის წვრილი ნაწილაკების გამოტანა ზრდის წყლის ფილტრაციის სიჩქარეს და დაწეებული სუფოზიური პროცესი იზრდება უეცრად, ვითარდება წყლის ჰიდროდინამიკური დაწევა გრუნტის ნაწილაკებზე, რის შედეგადაც ძაბვა, გამოწვეული გრუნტის საკუთარი წონით საგრძნობლად იკლებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია და საშიშად მიმდინარეობს ძაბვის შემცირება შპუნტების მახლობლად (სურ. 14), რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად კლებულობს შპუნტის და საძირკვლის მდგრადობა, რაც ხელს უწყობს მათ ჩაჯდომას.

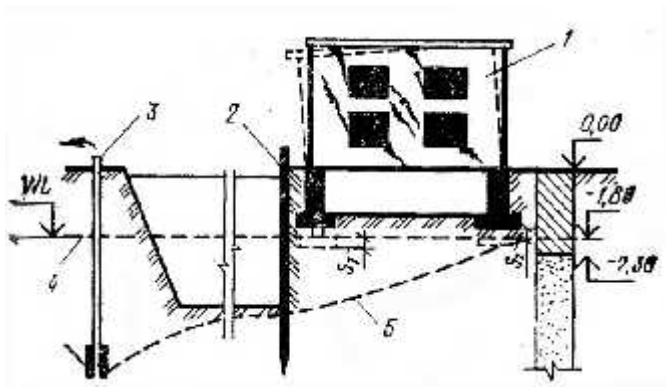


სურ. 14. არსებული საძირკვლის ქვეშ გრუნტის სუფოზიური რღვევა ღია წყალქვეშის დროს:

- ა - დამცავი შპუნტების გარეშე;
- ბ - შპუნტები არაა ჩასული წყალუფონად ან არასაკმარის სიღრმეზეა ქვაბულის ძირის ქვემოთ;
- 1 - არსებული შენობის ქვაბული;
- 2 - ასაშენებელი შენობის ქვაბული;
- 3 - არეალი, სადაც შესაძლოა განვითარდეს სიცარიელე;
- 4 - გრიფონი;
- 5 - ტუმბო;
- 6 - შპუნტი;
- h - შპუნტის ჩაღრმავების სიღრმე ქვაბულის ძირიდან.

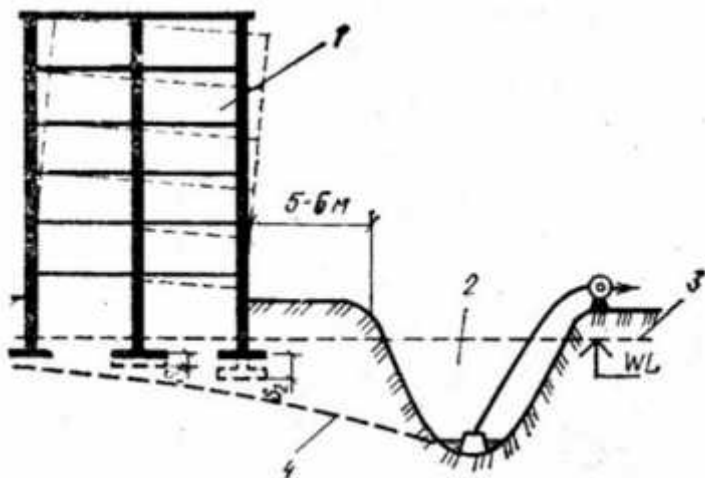
ასევე არსებულ შენობებში ცოტა ხნით მიწისქვეშა წყლის დონის დაწევამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული დეფორმაციები, რაც ხშირად მშრალ გრუნტში მუშაობის აუცილებლობითაა გამოწვეული. ამ შემთხვევაში მიწისქვეშა წყლებს არ აქვს შეტივტივების შეწონის უნარი (წვრილ და მტვეროვან ქვიშებსა და თიხნარებში). ამ შემთხვევაში გრუნტის კუთრი წონა შეიძლება გაიზარდოს დაახლოებით ორჯერ

და არსებული შენობის ფუძემ განიცადოს დამატებითი გამკვრივება და გამოიწვიოს შენობის ჩაჯდომა (სურ. 1.5). რამდენადაც მიწისქვეშა წყლების დეპრესიული ზედაპირი სწრაფად გადაიბრცება ჭის ან ნემსაფილტრის მანძილის ზრდის პარალელურად, ფუძის უბნები, რომლებიც განიცდის გრუნტის თვითგამკვრივებას, სიღრმის მიხედვით იცვლება, შესაძლოა შენობის მიერ დაკავებული ფართობის ფარგლებშიც კი. ამიტომ შენობა დაიხრება ნემსაფილტრების მხარეს (სურ. 1.5). ასეთივე მოვლენა შეიძლება შეიმჩნეს ქვაბულიდან ან თხრილიდან წყალქცევისას გარკვეულ მანძილზე მდგარ შენობაში (სურ 1.6).



სურ. 1.5. შენობათა დეფორმაცია გამოწვეული ნემსაფილტრების დანადგარებით წყლის დონის დაწვეის დროს:

- 1 - შენობა;
- 2 - ფუძე;
- 3 - ნემსაფილტრები;
- 4 - მიწისქვეშა წყლის დონე მისი დონის დაწვეამდე;
- 5 - იგივე წყლის დაწვეის შემდეგ.



სურ. 1.6. საცხოვრებელი სახლის დეფორმაცია, გამოწვეული მისი მოსაზღვრე (მომიჯნავე) თხრილიდან ღია წყალქცევის დროს:

- 1 - საცხოვრებელი სახლი;
- 2 - თხრილი;
- 3 - მიწისქვეშა წყლის ამოტუმბვამდე;
- 4 - იგივე ამოტუმბვის შემდეგ.

მშენებლობა სიღრმითი წყალქვევისას უნდა წარიმართოს შემჭიდროებულ ვადებში. ამოტუმბვისას საჭიროა კონტროლი გაეწიოს ამოტუმბული წყლის სიმღვრიეს – მღვრიე წყალი ნიშანია იმისა, რომ იწყება მექანიკური სუფოზიის განვითარება. ასეთი სიტუაციის შემთხვევაში საჭიროა მიღებული იქნეს სასწრაფო ღონისძიებები: უნდა დაზუსტდეს ჩანაყრი ფილტრატის შედგენილობა, შეწყდეს ამოტუმბვა და გამოვიყენოთ მშენებლობისთვის ქვაბულის ამოღების სხვა მეთოდი, მაგალითად, ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდის მოწყობა, წრიულად შეკრული შპუნტოვანი შემოღობვა, კონსტრუქცია „კედელი გრუნტში“ და სხვ.

შენობის ფუძის სუფოზიური მოვლენებისაგან დაცვის ღონისძიებას წარმოადგენს დაწნევის გრადიენტის დაწვეა და ამოტუმბვის ხანგრძლივობის შემცირება, რისთვისაც საჭიროა შემცირდეს დასამუშავებელი ქვაბულის სიღრმე. თუ ქვაბულის სიღრმის შეცვლა შეუძლებელია, აუცილებელია გამოყენებული იქნეს შპუნტები, რომლებიც ჩაესობა წყალნაჯერი გრუნტის ქვეგებულში, რომელიც გეგმაში წარმოქმნის შეკრულ კონტურს.

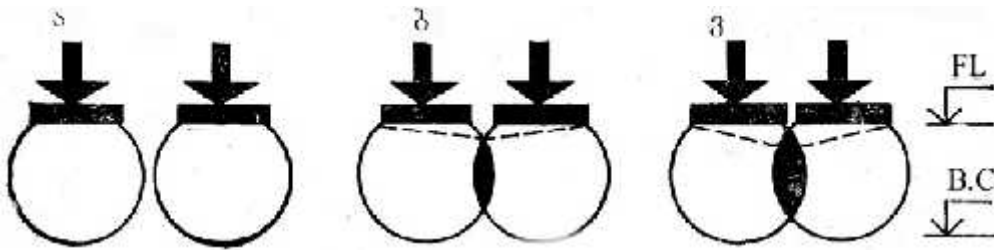
ასევე შესაძლებელია შევზღუდოთ შედარებით მოკლე შპუნტების გამოყენება დაწნევის გრადიენტის შესამცირებლად, მშენებარე ქვაბულისკენ მიმართული ფილტრაციული ნაკადის მანძილის გასაზრდელად. შპუნტის სიგრძე ამ შემთხვევაში უნდა იყოს ისეთი, რომ დაწნევის გრადიენტი შემცირდეს  $i > 0.6$ -მდე.

მცურავი გრუნტის (გრუნტისა, რომელიც იღებს ბლანტი სითხის თვისებას, იდინოს და დაკარგოს მდგრადობის თვისება) განვითარებისას გათხვევადებული ქვიშა წყლის აღმავალი ნაკადით შეადწვეს ქვაბულში შემოფარგლული უბნებიდან და შენობის ქვაბულის მახლობლად არსებული საძირკველის ძირიდანაც, რაც იწვევს შენობის დეფორმაციას და მიყვავართ შესაძლო ავარიამდე. საგულისხმოა, რომ აღნიშნულმა მოვლენებმა შეიძლება გარკვეულწილად იმოქმედოს რამდენიმე ათეული მეტრით დაშორებულ შენობა-ნაგებობაზეც.

#### §4 შენობის დეფორმაცია მეზობელი უბნის დატვირთვის შემთხვევაში

ცნობილია, რომ ახალი მშენებლობა არსებული შენობის გვერდით ან მახლობლად იწვევს ფუძის დამატებით შემკვრივებას, რის გამოც გრუნტში იზრდება ძაბვა (სურ. 1.7). დამატებითი ჩაჯდომა დამოკიდებულია: გრუნტის დეფორმადობაზე, მკუმშავი გრუნტის სიზრქის სიმძლავრეზე, დატვირთვის გადაცემის დროსა და სხვა

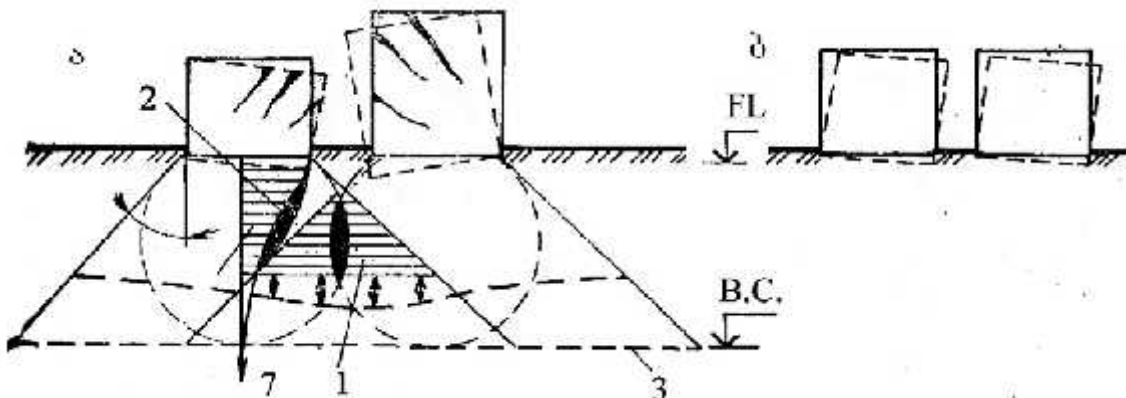
ფაქტორებზე. ფუძის ცალმხრივმა დატვირთვამ შეიძლება გამოიწვიოს არასასურველი შედეგები: გადახრა, არათანაბარი ჩაჯდომა, გამრუდება, შენობის კონსტრუქციების დაზიანება გადახრის შედეგად და სხვ.



სურ. 1.7. ორი შენობის საძირკვლების ურთიერთზეგავლენა:

- ა) დაძაბულობის ზონები არ იკვეთება;
- ბ) დაძაბულობის ზონები იკვეთება.

დეფორმაციის ხასიათი (ჩაჯდომა და დახრა) საძირკვლების ურთიერთზეგავლენისას დამოკიდებულია საძირკვლების დატვირთვების პირობებზე, ე.ი. მათზე დატვირთვის გადაცემის დროზე. მაგალითად, თუ ორი საძირკვლის დატვირთვა მიმდინარეობს ერთდროულად, მაშინ შენობები ან ნაგებობები ისრებიან ერთმანეთისკენ (სურ. 1.8ა). იმ შემთხვევაში, როდესაც საძირკვლების ამოყვანა და მასზე დატვირთვის გადაცემა მიმდინარეობს თანდათანობით, შენობა, რომლის საძირკველი ამოიყვანება მეორე რიგში (ერთსა და იმავე პირობებში), ნაკლებად დაჯდება, ვიდრე ერთდროულად ამოყვანისას. ამ შემთხვევაში შენობები გადაიხრება ერთსა და იმავე მხარეს (სურ. 1.8ბ). რაც დაპროექტებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს.

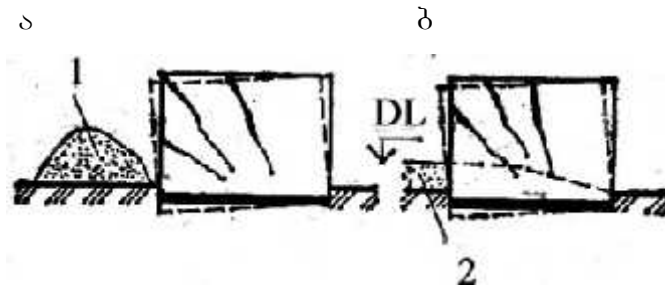


სურ. 1.8. ერთმანეთის მახლობლად მდგარი შენობების ურთიერთგავლენის ზონები მათი ფუძის დროში დატვირთვისასთან დაკავშირებით:

- ა - ერთდროულად; ბ - მიმდევრობით; 1 - ძაბვათა ზონის ზეგავლენა; 2 - დამატებით ნორმალური ვერტიკალური ძაბვა; 3 - მკუმშავი ზონის ძირა ზონა;
- FL - საძირკვლის ძირის ნიშნული;
- BC - მკუმშავი სიზრქის ქვედა ზღვარი.

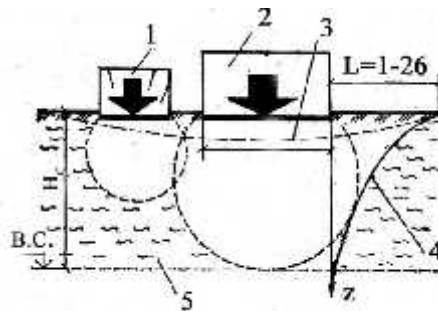


სამასალო საწყობის მოწყობისას (სურ. 19 ა) ან ტერიტორიის ხელოვნური ინერტული მასალის მიყრისას (სურ. 19 ბ), ასევე იქმნება ანალოგიური მოვლენები.



სურ. 19. დამატებითი ჯდენის განვითარება მასალის დასაწყობებისას (ა) და ხელოვნური ნაყრის მოწყობისას (ბ)  
1 - მასალა; 2 - ნაყარი

აღნიშნულის გათვალისწინებით არსებული შენობის გვერდით ახალი საძირკვლების დაპროექტებისას გაანგარიშების საფუძველზე უნდა განისაზღვროს მოსალოდნელი ჩაჯდომა არა მარტო შენობის, რომელიც მომავალში აშენდება, არამედ არსებული შენობების, რომლებიც იმყოფება ჩაჯდომის ძაბრის არეალში. გრუნტის ზედაპირი, რომელიც უშუალოდ საძირკვლის განაპირა კიდეზეა, ჩაჯდება დაახლოებით საძირკვლის ჩაჯდომის ტოლად (ნახ. 1.10) და საძირკვლის ძირის კიდიდან (ნაპირიდან) დაშორებისას ინტენსიურად კლებულობს.



ნახ. 1.10. გრუნტის ზედაპირული ჩაჯდომა:

- 1 - არსებული შენობა; 2 - ასაშენებელი შენობა;
- 3 - ძაბრისებრი ჩაწევა; 4 - გრუნტის ზედაპირული ჩაჯდომის ეპიურა; 5 - ძლიერ მკუმშავი გრუნტი

ძაბრის ჩაჯდომის (L) შენობის მახლობლად დაახლოებით მკუმშავი გრუნტის ჯამური სიზრქის (Hc) ტოლია. გრუნტის ზედაპირის გამრუდებაზე გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს მიწისზედა კონსტრუქციების სიხისტე; საძირკვლები; გრუნტის კუმშვადობა და რიგი სხვა ფაქტორი.

გრუნტის ზედაპირული ძაბრისებრი ჩაგარდნის განვითარება შედარებით მძიმე შენობების აგებისას იწვევს მის მახლობლად არსებული ნაგებობის და

კომუნიკაციების დეფორმაციას და დაზიანებას, ამიტომ არსებული შენობის შემაჯავლი და გამომავალი კომუნიკაციები, განლაგებული ძაბრისმაგვარი ჩავარდნის მახლობლად უნდა გადავიტანოთ, ხოლო არსებული შენობისა და მშენებარისთვის უნდა დაპროექტდეს ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად. შენობათა ჯდენის გაანგარიშება ძაბრისებრი ჩავარდნების მახლობლად.

შენობათა ჯდენის ანგარიში ძაბრისებრი ჩავარდნების მახლობლად ჩვეულებრივი ტრადიციული მეთოდებით ითხოვს დიდ დროს და ყოველთვის როდი იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს. მკუმშავი შეყურსული სიზრქის მეთოდი შემოთავაზებული ბ. ი. დაღმატოვის მიერ იძლევა საშუალებას წრიული (იზობარების) გრაფიკების დახმარებით გათვალისწინებული იქნეს დეტალურად ყველა ერთდროული ამოსაყვანი საძირკვლების ზეგავლენა.

#### §5. შენობა-ნაგებობების დეფორმაცია, გრუნტის დაჯდომით გამოწვეული

შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქცია, გამაგრებას და გაძლიერებას ყოველთვის წინ უსწრებს კვლევითი სამუშაოები, რომლებითაც უნდა გაირკვეს არა მარტო გრუნტებისა და საძირკვლების მდგომარეობა, არამედ მიწისზედა კონსტრუქციების დაზიანების ხარისხიც; მათი ჩაჯდომა შენობა-ნაგებობების მთელი ექსპლუატაციის პერიოდში. იმ შემთხვევებში, როდესაც შენობის არათანაბარი საერთო ჩაჯდომა დასაშვებს საგრძნობლად აღემატება, საჭიროა და აუცილებელიც გაირკვეს მათი გამომწვევი მიზეზი, რაზედაც მომავალში დამოკიდებული იქნება დეფორმირებული ან სარეკონსტრუქციო შენობა-ნაგებობათა ფუძის მუშაობა.

საქართველოს პირობებში შენობა-ნაგებობათა დეფორმაცია, მათი გაძლიერება-გამაგრების გამოცდილება და ანალიზი უფლებას გვაძლევს აღვნიშნოთ რომ შენობა-ნაგებობების დეფორმაციის განვითარების კანონზომიერება შეიძლება დაყვანილ იქნეს შემდეგზე:

- 1) შენობა-ნაგებობების ჩაჯდომის (რღვევის) მიზეზი შესაძლოა გახდეს ფუძე-გრუნტზე მოქმედი დატვირთვებით გამოწვეული გრუნტის გამკვრივება, მისი სტაბილიზაციის დრო კი დამოკიდებულია ფუძე-გრუნტის მდგომარეობასა და მშენებლობის პერიოდში წნევის ზრდის ტემპზე. შენობა-ნაგებობათა ფუძის დეფორმაციები ქვიშოვანი და მკვრივი კონსისტენციის თიხოვანი გრუნტებისათვის

პრაქტიკულად შეიძლება დამთავრებულად ჩაითვალოს მშენებლობის პერიოდში, როდესაც დენადობა  $I_1 \neq 0$ . აღნიშნული გრუნტებისათვის სტაბილიზაციის პროცესი ხანგრძლივია, ამიტომ დასაშვებია ჩაჯდომის სიდიდედ მშენებლობის პერიოდისათვის მივიღოთ მოსალოდნელი მთლიანი ჩაჯდომის 50%-ი.

- 2) ჩაჯდომა მშენებლობის პერიოდში დატვირთვების ზედასთან პარალელურად მცირდება.
- 3) შენობა-ნაგებობათა არათანაბარი ჩაჯდომა ძირითადად მოსალოდნელია მშენებლობის პერიოდში და მისი მაქსიმალური სიდიდე დამოკიდებულია საშუალო ჩაჯდომაზე. ჩაჯდომის საშუალო სიდიდის ზრდასთან დაკავშირებით სხვაობა იზრდება და ცდილობს მიაღწიოს თავის ზღვრულ სიდიდეს, რომელიც დამოკიდებულია შენობის სიხისტეზე.
- 4) შენობა-ნაგებობათა ფაქტობრივი ჩაჯდომა საერთოდ შეადგენს საანგარიშო წნევის 25-30%-ს, მხოლოდ ცალკეულ შემთხვევებში აღწევს 70-80%. გამონაკლისია შემთხვევა, როდესაც შენობა-ნაგებობა დგას სუსტი წყალგამტარი სისრქის გრუნტებზე. ამიტომ აღნიშნული ტიპის გრუნტებზე მშენებლობისას, როდესაც გამკვრივება ჩამორჩება წნევის ზრდას, საჭიროა გავითვალისწინოთ დეფორმაციის შესაძლო ზრდა.

შენობა-ნაგებობების საგრძნობი დეფორმაციების მიზეზი, რომლებშიც ითხოვენ შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების გაძლიერებას, საჭიროა არა მარტო დეფორმირებული და რეკონსტრუირებული შენობებისათვის, არამედ ექსპლუატაციაში მყოფი შენობებისათვისაც, რაც რიგ შემთხვევაში არის შეცდომები დაშვებული ძიება-პროექტირებისას და ასევე მშენებლობა-ექსპლუატაციის დროს, ასევე ობიექტური ფაქტორები (გეოლოგიური პირობების ცვლილებები, დინამიკური და სეისმური ზემოქმედება და სხვა). მისი მოცულობის საძიებო სამუშაოების ახალ მიკრორაიონებში ტიპური შენობების მასიური განაშენიანებისას მიყვავართ მოედნის დაჩქარების და არასრულფასოვან საინჟინრო-გეოლოგიურ, ჰიდროგეოლოგიურ ძიებასა და გრუნტების არასაკმარისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლამდე და მათი შევსება ხდება სხვადასხვა ცნობარებისა და ცხრილების მონაცემების გამოყენებაზე. ასეთ პრაქტიკას მიყვავართ ხშირ შემთხვევაში გამოუსწორებელ შედეგებამდე.

§6 შენობის დეფორმაცია, გამოწვეული გრუნტის ბუნებრივი  
სტრუქტურის დარღვევით

გრუნტების მრავალსახეობებს შორის ხშირად გვხვდება ისეთი გრუნტებიც, რომელთაც ახასიათებთ მიწის სამუშაოების შესრულების დროს სიმტკიცის თანდათანობით კარგვა (განუმტკიცებლობა). მაგალითად, ლენტური გრუნტები (თიხები, თიხნარები, ქვიშნარები), იოლდური თიხები, მტვეროვანი და წვრილი ქვიშები, ასევე ბიოგენური გრუნტები (ტორფი, დატორფილი გრუნტები, საპროპელები) მიწისქვეშა წყლების მაღალი დონის დროს. აღნიშნული გრუნტების განუმტკიცებლობის (გაუმაგრებლობის) ერთ-ერთი სერიოზული მიზეზია არსებული საძირკვლის მახლობლად დამუშავებულ ქვაბულებში გრუნტის გაყინვა. გაყინული გრუნტი გაღლობისას ექვემდებარება ყინვითი გამოზურცვა-გამობერვას, და მიმდინარეობს მისი ინტენსიური გამკვრივება (ჩაჯდომა), ხოლო მზიდუნარიანობა მკვეთრად მცირდება, რამდენადაც გრუნტი ამ დროს იძენს დენად კონსისტენციას იმასთან დაკავშირებით, რომ გრუნტის არათანაბარი გაყინვა-გაღლობისას მიმდინარეობს შენობის ჩაჯდომა და რამდენადაც მეტია გრუნტის გამოზურცვა, მით უფრო არათანაბრად წარმართება ჩაჯდომა და შენობა დეფორმირდება.

გამომდინარე აქედან, მიწის სამუშაოები და შენობათა ქვაბულების ამოყვანა არსებული შენობების საძირკვლების მახლობლად შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში არარეკომენდებულია, ვინაიდან თიხოვანი გრუნტები ატმოსფერული ნალექებისა და გრუნტის წყლების ზეგავლენით ხდება ბურცვადი. ამდენად ზაფხულსა და შემოდგომაზე ამოთხრილი ქვაბულები უნდა შეივსოს ყინვების დადგომამდე.

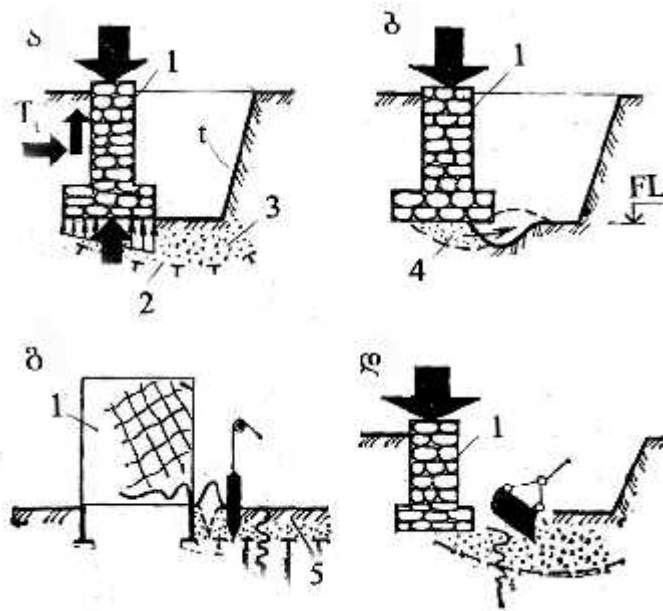
ფუძე-გრუნტის გაყინვა და ამობურცვამდე მიყვანა სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. გრუნტის გაყინვის ძირითადი მიზეზი ქვაბულის დამუშავებისას არსებული საძირკვლებისთვის არის მიწის სამუშაოთა წარმართვის წესების დარღვევა. მიწის სამუშაოთა წარმართვა ყინვის პერიოდში დაუშვებელია [1, 6, 24]. ე.ი. არსებული ფუძე-საძირკვლების არასაკმარისი თბოიზოლაციის გამო ზამთრის პერიოდში ქვაბულის ძირის დათბუნების გარეშე დატოვებას (სურ. 1.11ა) მიყვავართ არსებული საძირკვლის ქვეშ გრუნტის გაყინვამდე, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ქვაბულში საძირკვლის ძირიდან გრუნტის გამოზურცვა. დამუშავებული საპროექტო ნიშნულის ქვემოთ (სურ. 1.11ბ) გაყინული გრუნტის გაფხვიერებისთვის და ძველი

საძირკვლების დაშლისთვის მძიმე დარტყმითი მექანიზმებით მუშაობისას დინამიკური ზეგავლენა უარყოფითად მოქმედებს გრუნტის მდგომარეობაზე, რაც დამოკიდებულია გრუნტის სახესა და მანძილზე დაშორება უნდა იყოს (სურ. 1.11ბ) არანაკლები 20 მეტრისა.

ქვაბულის დამუშავებისას და დაშლილი ძველი კედლებისა და საძირკვლების მოშორებისას ექსკავატორის დრაგლაინის კოვშით, გრუნტზე კოვშით ინტენსიური დარტყმისას იწვევს გრუნტზე დინამიკურ ზემოქმედებას (სურ. 1.11).

არასაკმარისად შემკვრივებული ახალ და ძველ საძირკვლებს შორის უკანჩაყრილი გრუნტი შემდგომ გაწყლოვანდება და თვითმკვრივებადია.

პროექტის სამუშაოთა წარმოების მოთხოვნათა გათვალისწინებით ქვაბულის დამუშავებისას მისი კედლების გამაგრება და საძირკვლების ამოყვანა სასურველია შპუნტების ამოყვანის შემდეგ, რათა დავიცვათ მეზობელი შენობის გრუნტის სტრუქტურა.



სურ. 1.11. საძირკვლების მოწყობისას გრუნტის ბუნებრივი მდგომარეობის რღვევა:

- ა - გრუნტის გაყინვა;
- ბ - გრუნტის გადაადგილება;
- გ - მექანიზმით დინამიკური ზემოქმედება;
  - 1 - არსებული საძირკველი;
  - 2 - გრუნტის სეზონური გაყინვის ზღვარი;
  - 3 - გაყინული გრუნტი;
  - 4 - გრუნტის გამობურცვა;
- გ და ზ - ძაბვა საძირკვლის გვერდით პირეულზე და საძირკვლის ძირზე;
- $T_c$  - ნაშვერებზე გამობურცვის ჯამური მხები ძალა.

§7. დეფორმაცია გამოწვეული საძირკვლის სხვადასხვა დონეზე ჩაღრმავებით

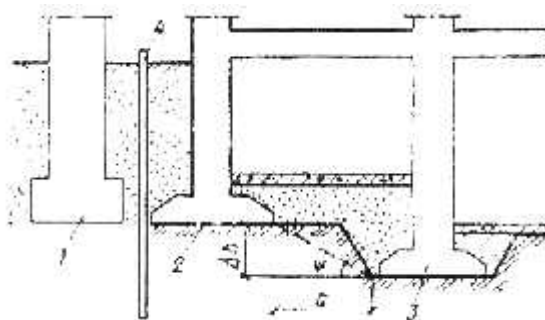
შენობის საძირკველი ან მისი ნაწილი, როგორც წესი, უნდა განლაგდეს ერთ დონეზე, რათა უზრუნველყოფილი იყოს ფუძის მზიდუნარიანობა და ავიცილოთ შენობის დეფორმაცია. როდესაც საძირკვლის ერთნაირი სიღრმე ტექნიკურად და ეკონომიკური თალსაზრისით შეუძლებელია, ისინი განლაგდებიან სხვადასხვა დონეზე ისეთნაირად, რომ მათ შორის მანძილის შეფარდება დონეთა სხვაობასთან იყოს არანაკლები ორისა. ადგილის რთული რელიეფისა და განსხვავებული დატვირთვის შემთხვევაში აუცილებელია, რომ საძირკვლები განთავსდეს სხვადასხვა დონეზე და ერთი დონიდან მეორეზე გადასვლა განხორციელდეს საფეხურებად. საფეხურის სიმაღლე არ უნდა აღემატებოდეს 0,6 მეტრს, ხოლო სიგრძე 1.0-1.2 მ. (სურ. 1.12) წარმოდგენილია სხვადასხვა ნიშნულზე არსებული წერტილოვანი საძირკვლის ჩაღრმავება ზოლოვანი საძირკვლის მიმართ, რაც განსაზღვრულია ფარდობით  $\Delta h/a=12$ , ხოლო ზოლოვანი საძირკვლის ჩაღრმავების ცვალებადობისას 0,6/1,2 ფარდობით

$$\Delta h \leq a(\operatorname{tg} \varphi_1 + c/p)$$

სადაც  $a$  საძირკვლებს შორის დაშორებაა;

$\varphi$  და  $c$  – გრუნტის მახასიათებლები, შიგა ხახუნის კუთხე და გრუნტის შეჭიდულობა;

$p$  – საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე, გამოწვეული საძირკვლის ზემოთ საანგარიშო დატვირთვებით (ფუძის მზიდუნარიანობის გაანგარიშებისას).



სურ. 1.12. არსებული შენობის დამატებით ჩაჯდომისაგან დაცვის სქემა მის გვერდით ახალი შენობის დიდ სიღრმეზე ჩაღრმავებისას (ჩაყურსვა)

- 1 – არსებული შენობის საძირკველი;
- 2 – ახალი შენობის საძირკველი;
- 3 – ღრმა საძირკველი;
- 4 – შპუნტის კედელი.

გარდა ზემოაღნიშნული ფაქტორებისა საძირკვლის სიღრმე დამოკიდებულია ისეთ საწარმოო ხასიათის პირობებზე, როგორცაა, ქვაბულის გამაგრების კონსტრუქციები, რომლებიც ღრმა ქვაბულებისათვის გამოირჩევიან მეტი სირთულით; სამშენებლო ორგანიზაციის მანქანებით აღჭურვილობაზე, საძირკვლის ასაგებად გამოყენებულ მასალაზე და სხვა.

ამგვარად, საძირკვლის სიღრმის შერჩევა საკმაოდ რთული კომპლექსური ხასიათის ამოცანაა, მხოლოდ ყველა აღნიშნული ფაქტორის ერთობლივი განხილვით შეგვიძლია მივიღოთ ტექნიკურად და ეკონომიკურად გამართლებული წინასწარი გადაწყვეტილება საძირკვლის ჩადრმაგების შესახებ, რომელიც რიგ შემთხვევაში, კიდევ მოითხოვს დაზუსტებას ფუძე-საძირკვლების გაანგარიშების პროცესში.

## II ოპ30

### შენობის დეფორმაცია მის მახლობლად შპუნტის და ხიმინჯის ჩასობისას

#### §1 გრუნტში მიმდინარე პროცესები. ხიმინჯისა და შპუნტის ჩასობა ვიბროჩაყურსვისას

როდესაც საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში შედარებით ეფექტურია ხიმინჯოვანი საძირკვლები. განსაკუთრებით არსებული შენობის მახლობლად ხიმინჯების დასობისა და შპუნტების ჩასობა-ჩაფვლისას აღძრული რხევების გავლენით ხდება შენობის დამატებითი ჩაჯდომა, ხოლო შენობათა კონსტრუქციები ზიანდება ინერციული ძალების ზემოქმედებით.

შესაბამისად არსებული შენობების მახლობლად ახალი შენობის ხიმინჯებიან საძირკველზე აგებისას აუცილებელია მკაფიო წარმოდგენა გეკონდეს სხვადასხვა ტიპის გრუნტებში ხიმინჯების და შპუნტების ჩასობისას მიმდინარე პროცესების ფიზიკურ არსზე, რამდენადაც ეს პროცესები გავლენას ახდენს შენობის ქვაბულის მომიჯნავე შენობების მდგრადობაზე. ამის გათვალისწინებით განისაზღვრება ხიმინჯის კონსტრუქცია და შესაბამის სამუშაოთა წარმოების მიმდევრობა.

ხიმინჯის გრუნტში დასობამ, უნდა გამოაძევეს ხიმინჯის განივკვეთის შესაბამისი მოცულობის გრუნტი, ამავდროულად მისი გრუნტში ჩაფვლისას მიმდინარეობს შედარებით რთული მოვლენები, რაც დაკავშირებულია გრუნტის გამკვრივებასთან ერთი მოცულობის მეორის მიმართ დამოკიდებულებაში. აღნიშნული დეფორმაციების ინტენსიური განვითარება სხვადასხვა მასივის გრუნტის სხვადასხვა წერტილში სხვადასხვა დროს დაკავშირებულია გრუნტის სახეობაზე, გრუნტის მდგომარეობასა და ხიმინჯის ჩასობა-ჩაყურსვის მეთოდზე, ასევე მის ზომებზე. ხიმინჯების დასობისას ინერციული ძალების ზემოქმედებისას წარმოქმნილმა გრუნტის რხევამ შესაძლოა განავითაროს დამატებითი ჩაჯდომა ან გრუნტის გამობურცვა ხიმინჯის გარშემო, რამაც არსებულ შენობებში შესაძლოა წარმოქმნას საშიში დეფორმაციები.



ამიტომ ახალი შენობის დაპროექტება-მშენებლობისას აუცილებელია წინასწარ დადგინდეს არსებულ შენობათა კონსტრუქციისათვის ხიმინჯის დასობის საშიშროების ხარისხი და შეირჩეს ისეთი ტიპის ხიმინჯი, რომლის დასობა არ გამოიწვევს დაუშვებელ ვიბრაციებს. თანამედროვე მეთოდებით ხიმინჯის დასობა მიმდინარეობს სწრაფად. არადა გრუნტის შემკვრივება დაკავშირებულია გრუნტის ფორებიდან წყლის გამოწურვასთან. თან ითხოვს გარკვეულ დროს. რამდენადაც გრუნტში წყლის მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია ფორების სიდიდეზე, ამდენად შემკვრივება სხვადასხვა შედგენილობის გრუნტებში წარიმართება სხვადასხვანაირად და გრუნტების შემკვრივების ხარისხიც სხვადასხვანაირია. ხიმინჯების დასობისას შემკვრივების ხარისხის მიხედვით გრუნტი შეიძლება იყოს [17]:

შემკვრივებადი (ქვიშოვანი, თიხაქვიშოვანი);

ნაწილობრივ შემკვრივებადი (მცირეტანიანი ბმული);

პრაქტიკულად არაშემკვრივებადი (წყალნაჯერი ბმული გრუნტები).

ქვიშოვან გრუნტებში ხიმინჯის დასობის საწყის მომენტში ხიმინჯის წვერი გრუნტთან შეხებისას წარიტაცებს გრუნტის შრეს, გადაადგილებს ქვევითკენ და ამავედროულად შეამკვრივებს. როდესაც შემკვრივებული გრუნტი ხიმინჯის წვერთან აღწევს გარკვეულ ზღვარს, იწყება გრუნტის გამოწნეხვა გვერდებში და ზევით – ხიმინჯის თავის მიმართულებით, გრუნტის ჰორიზონტალური მიმართულებით გადაადგილება კი იწყება ხიმინჯის მინიმალური ჩაღრმავებისას, მისი შემდგომი ჩაღრმავებისას მიმდინარეობს გრუნტის ზედაპირისკენ გამოძევება.

გრუნტის ნაწილების უდიდესი გადაადგილება შეიმჩნევა ხიმინჯის წვერთან, ხიმინჯის განივკვეთის 1.5 (ერთნახევარ) დიამეტრის მანძილზე. მცირეტანიან ქვიშოვან, თიხაქვიშოვან და საშუალო სიმკვრივის და მკვრივ ხრეშოვან გრუნტებში შესაძლოა ხიმინჯის უარის სწრაფი შემცირება.

“შესვენების“ (რამდენიმე დღით სამუშაოთა წყვეტისას) შემდეგ ხიმინჯის ჩასობა შეიძლება წარმატებით გაგრძელდეს, ამასთან, უარი იზრდება. აღნიშნული მოვლენები იმით აიხსნება, რომ ხიმინჯის დასობისას მის გარშემო გრუნტი სწრაფად მკვრივდება, განსაკუთრებით წვერთან, რაც ეწინააღმდეგება ხიმინჯის დასობას, რის გამოც შეიძლება ძალიან გაიზარდოს გრუნტის რხევის ხარისხი.

გარკვეული დროის შემდეგ მიმდინარეობს გრუნტის წინაღობის ნაწილობრივი კარგვა (რელაქსაცია – შესუსტება) და ხიმინჯის უარი იზრდება.

წყლით გაჟღენთილ სუფთა ქვიშასა და ქვიშახრეშოვან გრუნტში, რომლებიც ხასიათდება მნიშვნელოვანი ფორიანობით, წყალი მალე გამოიწურება, რაც ხელს უწყობს ნაწილაკების გადაადგილებას ქვედა ზონისკენ, ხიმინჯის წვერისკენ და ამიტომ ადგილობრივი შემკვერთების ზონა არ იქმნება. რაც აიხსნება იმით, რომ მათში თიხის და მტვეროვანი ნაწილაკების არარსებობა გამორიცხავს ტიქსოტროპული ხასიათის გამჟობის აპსის წარმოქმნას, რაც ამცირებს ხიმინჯების გრუნტთან წინაღობას და ამიტომ „შესვენება“ არ მოქმედებს უარის სიდიდეზე.

თიხოვან გრუნტში ხიმინჯის ჩასობისას წარმოიქმნება უფრო რთული პროცესები. გრუნტში ხიმინჯის ჩასობისას იგი გადაადგილებს გრუნტს ნაწილაკების გვერდით და ძირს. გრუნტში ხიმინჯის ირგვლივ წარმოიქმნება ზედაპირული სრიალა არე და გადახედილი გრუნტი. აღნიშნულია, რომ განივი ზომები იზრდება ხიმინჯის გარკვეულ სიღრმემდე, რის შემდეგაც სიდიდის ზრდა წყდება და ხიმინჯის შემდგომი ჩასობა-ჩაყურსვისას ზომები რჩება უცვლელი. დეფორმაციის რადიუსი დამოკიდებულია გრუნტის სახეზე (თვისებებზე), ხიმინჯის განივკვეთსა და მისი ჩასობის პირობებზე. რაც ნაკლებია გრუნტის სიმტკიცე, მით ნაკლებია არე, სადაც მიმდინარეობს დეფორმაციები.

თუ თიხოვანი გრუნტი არაწყალნაჯერია, ხიმინჯის დასობისას გრუნტი ძირითადად მკვერთდება მის ფორებში არსებული ჰაერის მოცულობის შემცირების ხარჯზე, მაგრამ თუ თიხოვანი გრუნტი შეიცავს მცირე თიხოვან კოლოიდურ ნაწილაკებს, განუმტკიცებულობა ანუ სიმტკიცის კარგვა გადახელისა და დინამიკური ზემოქმედებისას უმნიშვნელოა.

ლენტური გრუნტები, იოლდისებრი თიხის და ლამის (მტვეროვან-თიხოვანი გრუნტებია, რომლებიც იმყოფებიან მისი წარმოქმნის საწყის სტადიაში) გრუნტები, რომლის ტენიანობა დენადობის ზღვრის შესაბამის ტენიანობაზე მეტია და ხასიათდება ფორიანობის მაღალი კოეფიციენტით, ხიმინჯების დასობისას ხარისხი იზრდება, ამიტომ გამოძევებული გრუნტი ზევით გადაადგილებისას განიცდის ნაკლებ წინააღმდეგობას დაშლილი გრუნტის ხარჯზე. გამომდინარე აქედან, ხიმინჯის დასობის პროცესში

დეფორმაციის განივი ზომები და გრუნტის შემკვრივების ხარისხი იქნება მცირე, სამაგიეროდ იზრდება ზევით გამოძევებული გრუნტის რაოდენობა.

გრუნტის ინტენსიური გამოძევება მიმდინარეობს ხიმინჯის დასობის საწყის ეტაპზე, რაც ნაკლებია გრუნტის შემკვრივება, მით მეტად გამოიბურცება. დეფორმირებული გრუნტის მოცულობამ შეიძლება მიაღწიოს 100%-ს, რაც დამოკიდებულია ჩასასობი ხიმინჯის განივკვეთზე. ე.ი. მის მოცულობაზე, გრუნტის თვისებებსა და დასობის მეთოდზე. ხიმინჯის დასობის დამთავრებისას ან შესვენებისას გრუნტის გამოძევება წყდება და იწყება მისი დაჯდომა კონსოლიდაციის შედეგად. მაშასადამე, დეფორმაციის განვითარების ზონები დამოკიდებულია ხიმინჯის განივკვეთსა და სიგრძეზე, გრუნტის მორიგეობათა სახეობაზე და დასობის თანმიმდევრობაზე.

ხიმინჯების რბილპლასტიკურ თიხოვან გრუნტში ჩასობისას წყალი ვერ ასწრებს გრუნტის სიზრქიდან გასვლას და წარმოქმნის ხიმინჯის ზედაპირზე თავისებურ გამპოს საშუალებას, რაც საგრძნობლად ამცირებს გრუნტის წინაღობას (ხახუნს) მის ზედაპირზე. გარდა ამისა, დინამიკური ზემოქმედება იწვევს გრუნტის გათხევადებას ხიმინჯის გარშემო. გათხევადებული გრუნტი ამავედროულად არის გამპოხი საშუალება და უადვილებს ხიმინჯს გრუნტში ჩასვლას. ამიტომ უწყვეტი ჩასობისას ხიმინჯის ჩასობის უარი მცირდება და ხიმინჯი იწყებს ადვილად ჩასვლას გრუნტში. „შესვენების“ შემდეგ მიმდინარეობს ტრანსფორმაცია თავისუფალი წყლის ფიზიკურ ბმულში. ამიტომ ხიმინჯი ძნელად ექვემდებარება დასობას. აღნიშნული მოვლენა „შეწოვა“ აუცილებლად გასათვალისწინებელია განსაკუთრებით კი შედგენილი ხიმინჯის დასობისას. ამიტომ, დიდი ხნით ხიმინჯის დასობა-ჩაყურსვის შესვენება აძნელებს გვერდით ჩასასობი ხიმინჯის დასობას და შეუძლებელი ხდება ხიმინჯის საპროექტო ნიშნულამდე დაყვანა, ვინაიდან უარი მცირდება რამდენჯერმე, რაც ზრდის დინამიკურ ინტენსივობას და შესაბამისად იწვევს მეზობელი შენობების დაზიანებას.

სუსტ წყალნაჯერ თიხოვან გრუნტში ხიმინჯების დასობისას პრაქტიკულად გრუნტის შემკვრივება არ მიმდინარეობს წყლის დაბალი ფილტრაციის სიჩქარის გამო, ხიმინჯის დასობის სიჩქარესთან შედარებით ასეთი გრუნტები, როგორც წესი, ძალიან მგრძობიარეა ხიმინჯის დასობისადმი. ხიმინჯის გარე სივრცეში წარმოიქმნება დენადი მასა, რომელიც

მთლიანად არ მკვრივდება და ადვილად ამოიბურცება ხიმინჯის თავისკენ და არ არღვევს გრუნტის გარესივრცის მასივს.

არსებულ შენობებზე განსაკუთრებით დიდ ზეგავლენას ახდენს ინერციული ძალები, წარმოქმნილი გრუნტის რხევისგან. დინამიკური ზეგავლენისას განსაკუთრებით მგრძობიარეა შემკვრივების მიმართ ფხვიერი ქვიშოვანი წყალნაჯერი გრუნტი. განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც არსებული შენობა ეყრდნობა ხიმინჯოვან საძირკველს, აუცილებლად გასათვალისწინებელია დინამიკური ზემოქმედებისას მათ მახლობლად გრუნტების შემკვრივება და უარყოფითი ხახუნის განვითარება. ფუძე-გრუნტებზე დინამიკური ზემოქმედება იზრდება რხევის წყაროს რიცხვის გაზრდით.

## §2. შენობა-ნაგებობათა დეფორმაცია მათ მახლობლად ხიმინჯის ან შპუნტის დასობისას

შენობის მახლობლად შპუნტის ან ხიმინჯის დასობისას ხიმინჯდასასობი უროების გამოყენებით გარემომცველ გრუნტში წარმოიქმნება რხევა. აღნიშნული რხევის ზეგავლენამ შეიძლება ახლოს განლაგებულ შენობა-ნაგებობაში გამოწვიოს კონსტრუქციების დაზიანება და რღვევა კი, რაც გამოწვეული იქნება: ფუძის არათანაბარი დაჯდომით, გრუნტის გამოძევებით მისი სიმკიცის კარგვისას და კონსტრუქციებზე ვიბრაციის ზგავლენით, ასევე მათი გადაღლის გამო სიმტკიცის კარგვით და ა. შ.

თიხოვანი გრუნტი ნაკლებად რეაგირებს ვიბრაციაზე, ვიდრე ქვიშა. თიხოვან გრუნტებში დეფორმაციის განვითარებისთვის საჭიროა ვიბრაციის ხანგრძლივი ზემოქმედება, ამიტომ ხიმინჯების და შპუნტების დასობისას არსებული საძირკველი არ კარგავს თავის მდგრადობას, თუ მათი ჩასობა განსორციელდება ქვაბულის დამუშავებამდე. სხვაგვარად რეაგირებს დინამიკურ ზემოქმედებაზე წყალნაჯერი წვრილი ქვიშა და ქვიშნარი ფხვიერ მდგომარეობაში ( $e > 0.70$ ) ან საშუალო სიმკვრივის მდგომარეობაში. ასეთ გრუნტებში არსებულმა საძირკველმა შეიძლება განიცადოს საგრძობი არათანაბარი დაჯდომა გრუნტის შემკვრივებისას, ან საძირკველის ძირიდან მისი გამოძევების შედეგად. გრუნტის შესაძლო შემკვრივების, პროგნოზირებისათვის, აუცილებელია ვიცოდეთ რხევის რომელ დონეზე

იწვევს გრუნტი შემკვრივებას. საერთოდ ეს ფასდება რხევის აჩქარების შეპირაპირებით. წარმოქმნილი ხიმინჯების (შპუნტების) ჩასობა ან ვიბრო ჩაყურსვა იწვევს გრუნტის ხარისხის მკვეთრ ცვლილებას, რისი განსაზღვრაც აუცილებელია ექსპერიმენტულად. ხიმინჯების დასობისას რხევის საშიშროების დონე, რომელიც იწვევს შენობის დაჯდომას, ფაქტობრივად დამოკიდებულია გრუნტის სახეობაზე, ხიმინჯის ჩაღრმავებაზე, ხიმინჯებსა და არსებულ შენობას შორის მანძილზე (დაშორებაზე), ასევე ხიმინჯის ზომებსა (განივკვეთსა) და სხვა ფაქტორებზე. როგორც 2.1 ა სურათიდან ჩანს, ამპლიტუდის გადაადგილების მანძილი ზრდასთან მიმართებაში სწრაფქრობადია და როგორც მკვლევარები [4] აღნიშნავენ, მისი ზეგავლენა არსებითად შესამჩნევია  $L=20$  მეტრ მანძილამდე. როგორც სურათიდან ჩანს, ამპლიტუდის გადაადგილების განმსაზღვრელი მნიშვნელოვანი ფაქტორია გრუნტოვანი გარემო. მცირე წონის უროებით ხიმინჯების ყუმბარებით დასობას ასევე მიყვაროთ გრუნტის ამპლიტუდის გადაადგილების სწრაფქრობამდე და შესაბამისად მათი ზონის ზეგავლენისკენ.

ხიმინჯის ჩასობის სიღრმის (H) ზრდასთან მიმართებაში შესაძლებელია ამპლიტუდის გადაადგილება იცვლებოდეს 1.5–2-ჯერ – ზონა ა და ბ (სურ. 2.1 ბ).

ამპლიტუდის უდიდესი მნიშვნელობა შეიმჩნევა ხიმინჯის 3–6 მ-ზე ჩასობისას (ზონა ა – კრიტიკული სიღრმე). ასევე ამპლიტუდის სიღრმეზე ზრდა შესაძლოა დაკავშირებული იყოს მოედნის გეოლოგიური შედგენილობის თავისებურებასთან, შესაძლოა ტიქსოტროპულ გრუნტებში ხიმინჯების ჩასობის წყვეტადობით (ზონა გ) (შეწოვის მოვლენა გრუნტის ნაწილაკებს შორის და სტრუქტურული კავშირის სწრაფი აღდგენა ან მათი წარმოქმნა გრუნტს და ხიმინჯს შორის დასობის პროცესის შეწყვეტის შემდეგ).

რხევის სიდიდის შესამცირებლად მიზანშეწონილია, შემცირდეს უროს დარტყმის სიხშირე, გაიზარდოს უროს ვარდნის სიმაღლე, ან გაიზარდოს მისი წონა, ასევე შემცირდეს ხიმინჯის დასობისას „შესვენების“ დრო. რხევის ხარისხის შემცირების ეფექტური მეთოდებია: სალიდერო ბურღილებში ხიმინჯების ჩაძირვა (ჩაყურსვა), ტიქსოტროპული პერანგით ბურღილში ხიმინჯის ჩაწნეხვით და სხვა. ხიმინჯის თიხოვან გრუნტში ჩასობისას ხშირად ხდება გრუნტის ამოწევა ამობურცვა ადრე ჩასობილი ხიმინჯების

არეალის მახლობლად. ეს საკმარისად გავრცელებული მოვლენაა და ძირითადად შეიმჩნევა არსებული შენობიდან საკმაოდ შორ მანძილზე, როდესაც ხიმინჯები ისობა არსებული შენობის გრძივი მიმართულებით, რის შედეგადაც ხშირად ამოიბურცება იატაკი (დაგებული გრუნტზე) სარდაფში ან შენობის პირველ სართულზე (უსარდაფო შენობებში).

არაღრმა და ხიმინჯოვანი საძირკვლების შემთხვევაში შენობის მხიდ კონსტრუქციებში ვითარდება დეფორმაციები და არარსასურველი მოვლენები (სურ. 2.2).

ადრე დასობილი ჩაყურსული ხიმინჯის მხიდუნარიანობა დამოკიდებულია მის ამოწვევასთან მომდევნო ხიმინჯის დასობის გამო. რაც აიხსნება იმით, რომ ხიმინჯი გრუნტში ჩასობისას (ჩაყურსვისას) გამოაძეგებს მას იქითკენ, საითკენაც ნაკლებია წინააღმდეგობა. გრუნტის გვერდითი გადაადგილების წინააღმდეგობა რიგ შემთხვევაში მეტია, ვიდრე ზევითკენ გადაადგილებისა, ამდენად გრუნტს აძეგებს ზევით და გრუნტი წარიტაცებს ადრე დასობილ ხიმინჯსაც (სურ. 2.2). გრუნტთან ერთად აწეული ხიმინჯის წვერის კონტაქტი გრუნტთან ირღვევა. ხიმინჯის აწევასთან დაკავშირებით ხიმინჯის წვერსა და გრუნტს შორის გაჩენილი სიცარიელე (სურ. 2.2 ბ S-ღრუ), როგორც ჩანს, S-ღრუ ივსება დარღვეული სტრუქტურის გრუნტით, რომლის კუმშვადიბა გაცილებით მეტია, ვიდრე ბუნებრივ მდგომარეობაში მყოფი გრუნტისა.

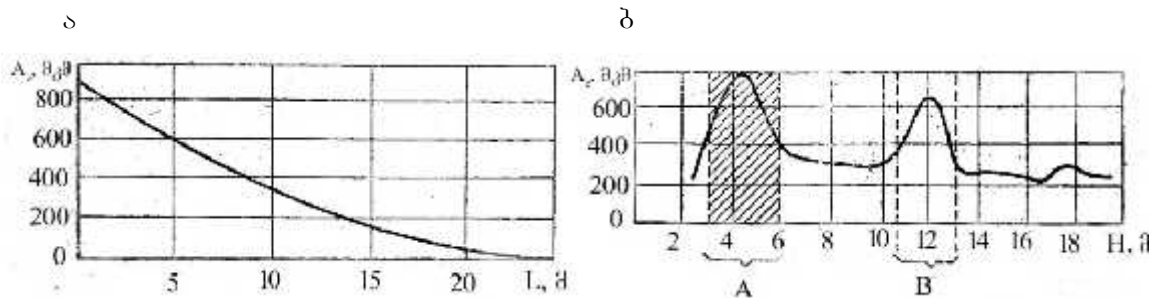
ადრე ჩასობილი ხიმინჯების აწვევის (ამოწვევის) სიდიდე დაკავშირებულია: გრუნტის დენადობის მაჩვენებელზე; ჩასობილი ხიმინჯის ზომებზე; ხიმინჯოვანი ველის სიმჭიდროვეზე; გრუნტის გარემოს პირობებზე; ჩასობის მეთოდზე; დასობის სიჩქარესა და სხვა ფაქტორებზე. ზონის სიდიდის ზემოქმედება ადრე ჩასობილი ხიმინჯების ქვაბულიდან ამოწვევის სიმაღლე ძირითადად დამოკიდებულია თიხოვანი გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე (მკვრივი და დენადი მდგომარეობა), ხიმინჯებს შორის ბიჯზე და ხიმინჯების დასობის რიგითობაზე. რაც ნაკლებია თიხოვანი გრუნტების დენადობის მაჩვენებელი, მით მეტია ადრე დასობილის აწვევის ინტენსივობა მომდევნო ხიმინჯის დასობისას. ხიმინჯი, რომელიც ქვაბულის კიდის მახლობლად საბოლოოდ ნაკლებად აიწვეს, ვიდრე ხიმინჯი, რომელიც ქვაბულის შუაგულშია. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ყოველივე ეს გამოწვეულია იმით, რომ ხიმინჯების მიმდევრობით დასობისას ყოველი მომდევნო ხიმინჯის

დასასობი გრუნტის სიმკვრივე იზრდება. ამიტომ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ერთსა და იმავე მანძილზე ყოველი შემდგომი ხიმინჯის ჩასობა წინა ხიმინჯთან შედარებით იწვევს მეტ გამობურცვას.

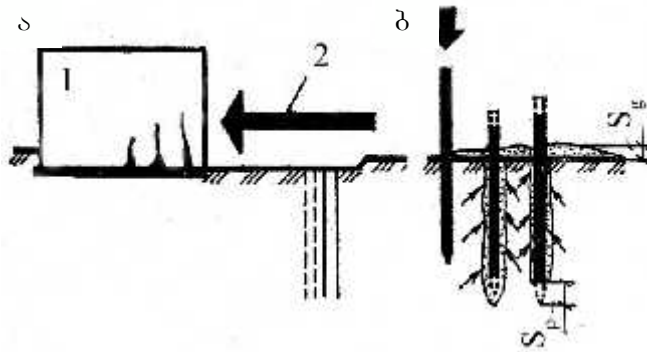
ზემოთქმულიდან გამომდინარე, რიგ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ჩასატენი ხიმინჯების გამოყენება. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთი სახის გრუნტში (იოდიზებული თიხები, გვიანგამყინვარებული ლენტური თიხები და სხვა) ასევე ხიმინჯის ჩასობის პროცესში გადაზელილი თიხები საგრძნობლად აუარესებს სამშენებლო თვისებებს (მცირდება ძვრაზე წინაღობა და იზრდება კუმშვადობა). ამიტომ შენობის დეფორმაციის შემცირების მიზნით რეკომენდებულია ხიმინჯის და შპუნტის ჩარჭობა-ჩაფვლა დაიწყოს არსებული შენობა-ნაგებობის საძირკვლის მხრიდან და გამოყენებული იქნეს მცირე განიკვეთის ხიმინჯები.

საყრდენი კედლის მახლობლად ხიმინჯების დასობისას აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს კედლის უკან ჩაყრილი გრუნტის შედგენილობა.

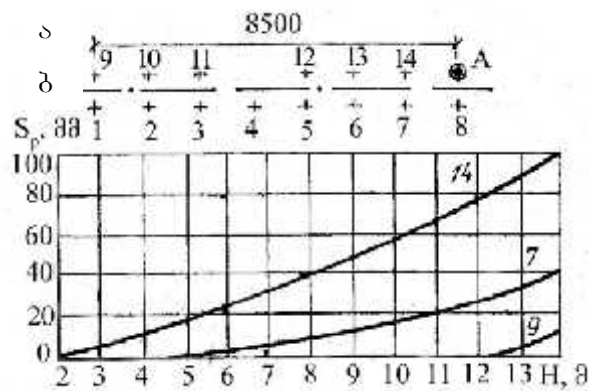
თუ აღნიშნული გრუნტი რხევისას დაიწყებს დაჯდომას, შესაძლებელია კედლებზე წნევა საგრძნობლად გაიზარდოს, ასევე, თუ გრუნტი მცირეტენიანია, ის შეიძლება დაიდრას კედლისკენ და საგრძნობლად გაზარდოს გადამყირავებელი მომენტი.



სურ. 2.1 რხევის ამპლიტუდის ცვალებადობა.  
 $A_z$  – (ა) ხიმინჯიდან დაშორების მანძილის მიხედვით  
 (ბ) ხიმინჯის ჩასობის სიღრმის მიხედვით



სურ. 2.2 (ა) ხიმინჯის დასობის ზეგაველენა არსებული შენობის ტექნიკურ მდგომარეობაზე  
 (ბ) ადრე ჩასობილი ხიმინჯების ამოწვევა მომდევნო ხიმინჯის ჩასობისას.



სურ. 2.3 ადრე ჩასობილი ხიმინჯების ამოწვევა მომდევნო ხიმინჯის ჩასობისას.  
 (ა) ხიმინჯების განლაგების სქემა;  
 (ბ) ხიმინჯის ამოწვევა A – ხიმინჯების ჩასობა; 1-14 ხიმინჯების ნუმერაცია.

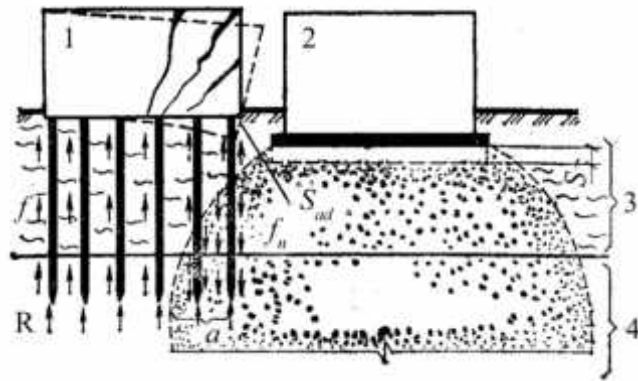
### §3 ხახუნის უარყოფითი ზეგაველენა

შენობის არაღრმა საძირკველზე აგებისას შესაძლოა განვითარდეს ხიმინჯოვან საძირკველზე აგებული მახლობლად მდგომი შენობების საგრძნობლად არათანაბარი დაჯდომა. ეს გამოწვეულია უარყოფითი ხახუნის წარმოქმნით ხიმინჯსა და გარემომცველ გრუნტს შორის (სურ. 2.4).

კიდული ხიმინჯი, მომუშავე ხახუნის ძალის პრინციპით დატვირთვის ნაწილს, გადმოცემულს შენობიდან, გადასცემს გრუნტს ხიმინჯის გვერდის ზედაპირით. ამ დროს ხახუნის  $f$  ძალა, წარმოქმნილი ხიმინჯის გვერდის ზედაპირსა და გრუნტს შორის, მიმართულია ზევით. მცირე ჩაღრმავების საძირკველებზე მეზობელი შენობის კედლების თანდათან აყვანისას გრუნტი მკვრივდება და იწყებს ვერტიკალურად ქვევით გადაადგილებას არა მარტო



ახალი საძირკველის ქვეშ, არამედ მეზობელ უბნებზედაც, მათ შორის არსებული უახლოესი ხიმინჯის მახლობლადაც. აღნიშნულ უბნებზე გრუნტი ეცდება გადაადგილდეს ქვემოთ ხიმინჯის წვერის მიმართულებით (სურ. 2.4 ა). ხიმინჯის გრუნტთან ხახუნი იქნება მოხსნილი და შენობიდან გადაცემული მთლიანი წნევა აღნიშნულ არეალში გადაეცემა ხიმინჯის ძირა ნაწილით. შემდგომ გარემომცველი გრუნტის ძირს მიმართულ გადაადგილებისას ხიმინჯი ღებულობს ძირს მიმართული ძალის გამო დამატებით დატვირთვას – ხიმინჯზე გრუნტის ხახუნის უარყოფით მიმართულებას –  $f_n$  (სურ. 2.4 ა). ამან შეიძლება გამოიწვიოს ხიმინჯის არათანაბარი ჯდენა ( $S_s$  არეალი ა), განსაკუთრებით კი როდესაც ხიმინჯის წვერის ქვემოთ არასაკმარისად მკვრივი გრუნტია, რომელსაც აქვს მიდრეკილება შემკვრივდეს ძაბვის ზემოქმედებით დატვირთვის გაზრდით გამოწვეული ხიმინჯით გადაცემული ახალი შენობიდან [2]. შესაბამისად, აუცილებელია შეფასდეს ხიმინჯოვანი საძირკველის დამატებითი არათანაბარი დაჯდომა წარმოქმნილი დამატებითი ძაბვით ახალი შენობის აგებისას, ხიმინჯის გვერდით ზედაპირზე გრუნტის წინაღობის შემცირებით და ხიმინჯის წვერზე გადაცემული დატვირთვების გაზრდით, აგრეთვე, უარყოფითი ხახუნით.



სურ. 2.4. ხიმინჯოვან საძირკველზე აგებული შენობის დეფორმაცია, მის მახლობლად არაღრმა საძირკველზე (ფილაზე) შენობის აგებისას.  
 1-ხიმინჯზე არსებული შენობა; 2- შენობა ფილაზე;  
 3- სუსტი გრუნტი; 4- შემკვრივებული გრუნტი.

ძნელია განისაზღვროს დამატებითი დაჯდომის გამომწვევი თითოეული მიზეზის როლი, ამიტომ უნდა ვერიდოთ ხიმინჯის დამატებით დატვირთვას.

თუ ხიმინჯი ჩაღრმავდება მკვრივ გრუნტში სულ მცირე განივკვეთის 3-4 დიამეტრის სიღრმეზე და გრუნტს აქვს მზიდუნარიანობის გარკვეული მარაგი,

მაშინ დამატებითი დაჯდომა უარყოფითი ხახუნის ზეგავლენით არ შეიძლება მოხდეს [6].

#### §4. ხიმინჯოვანი საძირკვლის დეფორმაცია მის მახლობლად ქვაბულის დამუშავებისას

არსებული შენობა-ნაგებობის ხიმინჯოვანი საძირკვლის უშუალო სიახლოვეს ქვაბულის დამუშავებისას, არსებული როსტვერკის ჩაღრმავების დონის ქვემოთ, შესაძლებელია ხიმინჯის გაშიშვლებისას მოხდეს გრუნტის ჩამოცვენა ხიმინჯშორისი სივრციდან, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს:

ხიმინჯის მზიდუნარიანობის შემცირება და, როგორც შედეგი, მოხდეს შენობა-ნაგებობის არათანაბარი დაჯდომა;

ხიმინჯის დახრა ჰორიზონტალური ძალების ზეგავლენით, ასევე როსტვერკის კოჭის დაზიანება ან დაშლა;

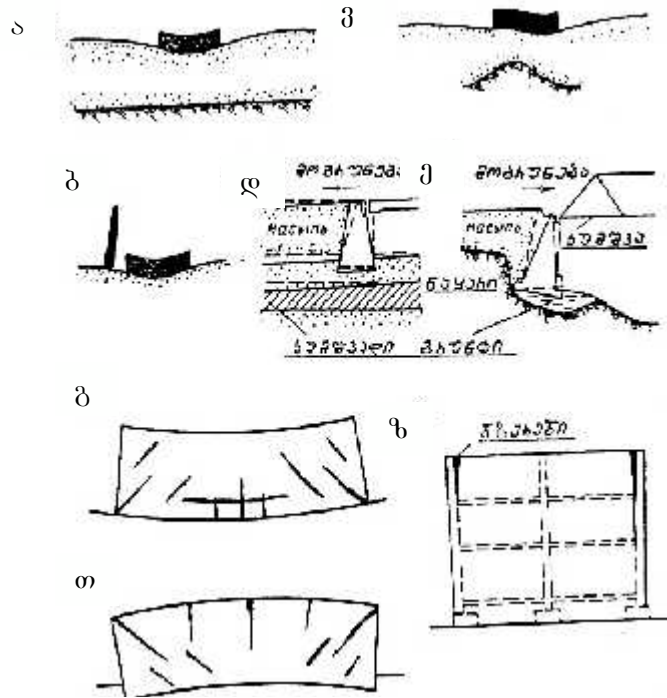
გრუნტზე დაგებული იატაკის დაშლა მახლობელ უბანზე;

შემაჯავლი და გამომავალი სანტექნიკური კვანძების დაშლა და სხვა უარყოფითი მოვლენები.

ამიტომ აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად პროექტის დამუშავებისას დეტალურად უნდა გაანალიზდეს მშენებლობის სამუშაოების თანმიმდევრობა.

#### §5. გრუნტის დაჯდომის ზეგავლენა საძირკვლის მდგრადობაზე

ხშირად მძლავრი ერთგვაროვანი კუმშვადი გრუნტოვანი სიზრქის შემთხვევაში დატვირთვების შედეგად წარმოიქმნება ზედაპირის თეფშისმაგვარი ჩაგრდნა (სურ. 2.5 ა).



სურ. 2.5. გრუნტის დაჯდომის ზეგავლენა შენობა-ნაგებობაზე.

თუ თეფშისებრი ჩავარდნის შუა ნაწილი ჩაზნექილია, ნაგებობა იხრება დატვირთული მოედნის ცენტრისკენ.

თეფშის განაპირას მრუდს აქვს საწინააღმდეგო ნიშანი და გრუნტის ზედაპირს აქვს ამოზნექილი მოხაზულობა. აღნიშნული სქემატური პროფილი შეიძლება არსებითად იცვლებოდეს დატვირთვების არათანაბარი გადანაწილებისას და გრუნტის პირობებიდან გამომდინარე (სურ. 2.5 ბ). თუ დატვირთული მოედანი ძალიან ფართოა ჩაღრმავებისა და დანალექი ფენის სიგრძესთან შედარებით, ამ შემთხვევაში დეპრესიის ცენტრალური ნაწილი იქნება შედარებით დამრეცი (დაქანებული).

ნაგებობაზე დაჯდომის ზეგავლენა დამოკიდებულია იმაზე, თუ დეპრესიის რომელ უბანზეა ნაგებობა და როგორ იტანს იგი დეფორმაციას.

განიხილება ნაგებობის დაჯდომის სამი დამახასიათებელი მომენტი:

1. დაჯდომის მაქსიმალური სიდიდე;
2. შენობის მეზობელ ნაწილებს (ელემენტებს) შორის დაჯდომათა სხვაობა, რაც იწვევს მათ ურთიერთმობრუნებას;

3. დაჯდომის სხვაობა, რომელიც იწვევს კონსტრუქციის დეფორმაციას და შენობების დამახინჯებას.

შენობის ხასიათიდან გამომდინარე, აღნიშნულ ნებისმიერ სიდიდეებს შეიძლება მოჰყვეს სერიოზული შედეგები. იმ შემთხვევაში, როდესაც დაჯდომა თანაბარია, ნაგებობის კონსტრუქციაში დეფორმაცია არ წარმოიშობა და ინარჩუნებს ძირითად საექსპლუატაციო თვისებებს. მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ მეხიკო-სიტში ხელოვნების ნაციონალური მუზეუმი, შენობა აგებული 909 წელს, დაჯდა 3.6 მეტრით ისე, რომ შენობის კონსტრუქციებში დეფორმაციის არავითარი ნიშნები არ შეიმჩნეოდა, როცა სხვა შემთხვევაში თანაბარმა დაჯდომამ შეიძლება გამოიწვიოს მრავალნაირი გართულება: დამჯდარი შენობა არასასურველად გამოიყურებოდეს; შეიძლება დაზიანებული აღმოჩნდეს სადარბაზო შესასვლელები და საჭირო შეიქნეს მიწის ზედაპირიდან ჩასასვლელის (კიბის) გაკეთება პირველი სართულის იატაკის დონემდე, ვინაიდან ზიანდება სანტექნიკური კომუნიკაციები ისე, როგორც მოხდა ქ. თბილისში გოთუას ქუჩის №20 დეფორმირებულ 9-სართულიან მსხვილპანელოვან ავარიულ შენობაში, სადაც ავარიის ძირითად მიზეზად მიჩნეული იქნა გრუნტის სუფიზია, გამოწვეული ზედაპირული და სანტექნიკური კომუნიკაციების დაზიანებით, რამაც თავისთავად გამოიწვია საძირკვლის არათანაბარი დაჯდომა („კრენი“). შენობის მკვეთრი გადახრის მიზეზად მიჩნეული იქნა ფუძე-გრუნტის გამორეცხვა შენობიდან გამომავალი საკანალიზაციო ქსელიდან, რომელიც თავის დროზე ჩაიდო უფრო ღრმად, ვიდრე მიძღები ჭები. წლების განმავლობაში ფეკალური წყლები იღვრებოდა (ჩაედინებოდა) შენობის ფუძეში, მათი ხშირი დაზიანების გამო, წყლებმა გამოიწვია ფუძის თაბაშირშემცველი გრუნტებიდან თაბაშირის გამოძევება. ქიმიური და მექანიკური სუფოზიის შედეგად ფორები გაიზარდა და ფუძე დაჯდა.

გეოდეზიური დაკვირვების თანახმად, საძირკვლის არათანაბარი დაჯდომის შედეგად, შენობამ მიიღო ზენორმატიული გადახრა, მაქსიმალური აბსოლუტური და ფარდობითი გადახრები ათჯერ აღემატებოდა დასაშვებს, ხოლო ფარდობითი გრეხვის კუთხე ექვსჯერ.

ზემოთ აღნიშნული მდგომარეობის გამო, დაუშვებელი იყო შენობის ექსპლუატაცია, თუ არ იქნებოდა მიღებული ექსტრემალური ღონისძიებები მისი საექსპლუატაციო საიმედოობის აღსადგენად. მიზანშეწონილად

ჩაითვალა შენობის ნორმისზედა გადახრის აღმოფხვრა და შენობის საექსპლუატაციო მდგომარეობაში დაბრუნება (მისი გადაჭრისა და დომგრატივის მეშვეობით გასწორების გზით). შენობის გამაგრება-გაძლიერების, გასწორების პროცესში მობინადრეები მათი უსაფრთხოების გარანტიების მიზნით დროებით გამოიყვანეს. დაჯდომის შეფასებისას უნდა გაითვალისწინოთ, რომ ყოველი ნაგებობა ერთნაირად როდი განიცდის ფუძის დეფორმაციას და მათი სხვაობის ზეგავლენას.

ხშირ შემთხვევაში თანაბარი დაჯდომის თანმხლები შედეგებიც არასასურველია. დაჯდომის შედეგად შენობა-ნაგებობა გამოიყურება უღამაზოდ. შესაძლოა დაზიანებული აღმოჩნდეს სადარბაზო შესასვლელები და აუცილებელი გახდეს მიწის ზედაპირიდან პირველი სართულის იატაკის დონემდე სპეციალური ჩასასვლელის მოწყობა. შენობის დაჯდომისას: ზიანდება სანტექნიკური კომუნიკაციები, რთულდება დრენირების მოწყობა; ზედაპირული წყლები ჩაედინება შენობისკენ, როცა პირიქით უნდა მომხდარიყო. არათანაბარ დეფორმაციას ხშირად უფრო სერიოზული შედეგები მოყვება: შენობის ნაწილები დეპრესიის ცენტრის ორივე მხარესაა, მობრუნებულია (იგრიხება) ერთმანეთის საპირისპიროდ, მიმდინარეობს დახრა (კრენი). მიზეზი შენობის არათანაბარი დატვირთვაა ან შენობის საძირკვლის საყრდენი გრუნტი არაერთგვაროვანია.

დეფორმაცია განსაკუთრებით საშიშია, მაღალი სამშენებლო ნაგებობებისათვის კოშკების ან საკვამლე მიწებისთვის (სურ. 2.5 გ). გადახრას და დაჯდომას შეუძლია სერიოზულად შეუშალოს ხელი ჰიდროტექნიკური მოწყობილობის და სხვა სამრეწველო დანადგარების მუშაობას. ხიდის განაპირა ბურჯის ნაყარის მხარეს გადახრამ შეიძლება გამოიწვიოს მალის ჩამოვარდნა (სურ. 2.5 დ), ხოლო მალის მხარეს გადახრამ შეიძლება გამოიწვიოს ძირა სარტყლის დაუშვებელი კუმშვა (სურ. 2.5 ე). ამის მკაფიო მაგალითია: მდინარე მტკვარზე ქ. გორი-უფლისციხის გზაზე ხიდის შუა ბურჯის დაჯდომა, რის შედეგად ჩამოვარდა ორი მალი. ხშირად შესაძლებელი ხდება გადახრის კომპენსირება გასწორებით ან კონსტრუქციის აწვევისას შუასადების ჩადებით, თუ ეს გათვალისწინებული პროექტში წინასწარ იქნება.

არათანაბარი დაჯდომა, რომელიც იწვევს კონსტრუქციის დამახინჯებას ან გამრუდებას, დაჯდომის ყველაზე გავრცელებული სახეა (სურ. 2.5 ვ).

მკუშშავ გრუნტებზე თანაბრად დატვირთული ნაგებობა დაჯდება ან ჩაიღუნება ისე, რომ კედლის ნაპირებში გაჩნდება დახრილი ბზარები, რომლებიც მიმართული იქნება კედლის ნაპირიდან შენობის შუაგულისკენ 45<sup>0</sup>-ით. შენობის შუა ნაწილში ხშირად წარმოიქმნება გადაყირავებული V-სმაგვარი ბზარები, შედარებით განიერი ქვემოთ და ზემოთ შევიწროებული. კედლის ზედა შუა ნაწილში შესაძლოა წყობის ნგრევა ან მსხვრევის ნიშნები. განსაკუთრებით მაშინ, თუ კედლის წყობისთვის გამოყენებული მასალა არ აღმოჩნდება საკმარისი სიმტკიცის. თუ კედლები ნაწილობრივ ან მთლიანად შეკრულია ჰორიზონტალური სარტყელებით, შესაძლოა მათ ქვემოთ შენობის შუა ნაწილში წარმოიქმნას ჰორიზონტალური ბზარები შედარებით მძიმედ დატვირთული შენობის ნაწილებში, მაგალითად, ელევატორის კოშკში. დახრილი ბზარების ბოლო ნაწილი ყოველთვის მიმართულია მცირე დაჯდომის მხარეს. მომცრო შერეულ კარკასთან მძიმე ქვის საკედლე მასალით ნაგები შენობები, რომელთა შიგა სვეტები ნაკლებადაა დატვირთული, ასევე მცირე ზომის შენობები, რომლებიც დაფუძნებულია ქვიშოვან გრუნტზე, განიცდის დეფორმაციებს და ექნებათ ურთიერთსაწინააღმდეგო კონფიგურაცია (სურ. 2.5 თ). ამ შემთხვევაში შენობის კუთხეები ჯდება უფრო მეტად და ბზარებს ექნებათ V-ს მაგვარი საპირისპირო მიმართულება, რომელიც წარმოიქმნება შენობის შუა ნაწილში კედლების ზედა ადგილებში. ამ დროს განაპირა კედლები შეიძლება გადაიხაროს გარეთ და წარმოქმნას V-სმაგვარი ბზარები განივი განაპირა კედლების შეერთების ადგილას, როგორც ეს ნაჩვენებია (სურ. 2.5 გ) სურათზე. ეს განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება არაცენტრულად დატვირთული საძირკვლის შემთხვევაში, გარე განივ კედლებში და ხშირად იხრება მეზობელ გვერდით მდგომ უბნებისკენ. დაჯდომის საერთო კონფიგურაციიდან გამომდინარე (სურ. 2.5 ვ ან ზ), შესაბამისად ხშირად ადგილი ექნება დახრილ ბზარებს შიგა კედლებშიც. ამ დროს დაირიბდება (გადაიცვრება) კარ-ფანჯრების ჩარჩოები, ვინაიდან კედლების ღიობებში ჩარჩოები აღმოჩნდება სუსტ ადგილებად და იძვრის. სწორედ აქ კონცენტრირდება ძაბვა და დეფორმაციული ძვრები. გადახურვა, რომელიც ეყრდნობა ჩარჩოს, შესაძლოა ღრმად დაჯდეს დაზიანების გარეშე, მაგრამ თუ ჩარჩო უშუალოდ ეყრდნობა გრუნტს ან ცალკეულ საძირკვლებს და დაჯდა

კედლებისაგან დამოუკიდებლად, შესაძლოა იგი დაზიანდეს და დაიშალოს კვანძები.

შენობა-ნაგებობის ყველა ბზარი არათანაბარი დაჯდომის შედეგი როდია, თუმცა შენობა-ნაგებობათა კედლების დასკდომა-დაბზარვის მიზეზად ყოველთვის დაჯდომას თვლიან. ბეტონის, ბლოკებისა და აგურის კედლებში ბზარს აჩენს ბეტონის შეკლება, რა არის დიდი რაოდენობის წყლის შედეგი, ხოლო აგურის წყობაში ძალიან თხელი ხსნარით წყობა იძლევა ძალიან დიდ შეკლებას. შებათქაშება (შელესვა) იძლევა ბზარებს იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი შეკლება განსხვავდება იმ საკედლე მასალის შეკლებისგან, რომელზედაც ის დაიტანება. დაჯდომის ბზარებს აქვს ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური მიმართულება, სიგანით თანაბარია ან ვიწროვდება ორივე მხარეს. თერმული გაფართოება და შევიწროება ასევე წარმოადგენს ბზარწარმოქმნის სერიოზულ მიზეზს, იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოყენებულია სხვადასხვა თერმული გაფართოების კოეფიციენტის მქონე მასალები და მუშაობენ ერთდროულად. თერმული გაფართოებით ან შევიწროებით გამოწვეული ბზარები განსხვავდება დაჯდომის ბზარებისგან იმით, რომ ხან გაიხსნება, ხან იხურება ტემპერატურის ცვალებადობიდან გამომდინარე.

გრუნტის გაჯირჯვებით გამოწვეული ბზარების განლაგება დაჯდომის შედეგად მიღებული ბზარების ანალოგიურია და ხშირად ძალიან ძნელია განისაზღვროს რომელი მათგანია სინამდვილეში. ყველაზე კარგად მათი განსაზღვრა შესაძლოა ზუსტი გაზომვით შენობა-ნაგებობათა შესაბამისი ნიშნულების რეპერის მიმართ, რომლებიც ითვლება უძრავად. თუ ასეთი რეპერები არ არსებობს, მაშინ ბზარების განვითარების მიზეზის დასადგენად უნდა მოხდეს დატვირთვებისა და ამინდის შესაბამისობით, რაც ხშირ შემთხვევაში გვეხმარება, რომ განისაზღვროს დაზიანება დააჯდომითაა გამოწვეული, თუ გაჯირჯვებით.

ვიბრაცია და დარტყმები შენობაში ხშირად იწვევენ ბზარებს. ასეთ ბზარებს ხშირად აქვთ “X”-ისმაგვარი ფორმა კედლის ბოლოებსა და ცენტრში. ხშირად დაზიანებები, რომლებიც აიხსნება ვიბრაციით, იწვევს დაჯდომას, შეკლებას ან თერმიულ დეფორმაციას.

გრუნტის ერთ წერტილში დატვირთვით გამოწვეულმა დაჯდომამ შეიძლება სერიოზულად იმოქმედოს მეზობელ შენობაზე, როგორც ნაჩვენებია

(სურ. 2.5 გ) სურათზე. შენობა-ნაგებობა, რომელიც იმყოფება თეფშისმაგვარ ჩაღრმავებაში, გადაიხრება დაჯდომის ცენტრისკენ, მათი მდგომარეობიდან გამომდინარე ზედაპირის დეპრესიის მრუდის მიმართ შესაძლოა ამოიბურცონ და შესაბამისად დაიბზარებიან (სურ. 2.5 ვ – 2.5 თ). ხშირად არსებული შენობების დაზიანება გამოწვეულია ახალი მშენებლობით, ამისათვის აუცილებელია გულდასმით იქნეს შესწავლილი ამ უკანასკნელის დაჯდომის ზეგავლენა მომიჯნავე ძველ შენობაზე. თუ მოსალოდნელია მშენებარე ნაგებობის დაჯდომა, წინასწარვე უნდა იქნეს გათვალისწინებული დაკვირვების პროგრამა დაჯდომის შემდგომი განვითარების პროგნოზისთვის და უნდა შესრულდეს მისი აღკვეთისთვის აუცილებელი ღონისძიებები. ამისათვის აუცილებელია მშენებარე შენობაზე ჩამონტაჟდეს უძრავი რეპერები და სათვალთვალ ნიშები. გაზომვები უნდა ჩატარდეს საკმაოდ ზუსტად დროის მოკლე შუალედებში, რათა აიგოს საკმაოდ საიმედო მრუდი დროში დაჯდომის მიმდინარეობისა. თუ არსებულმა მეზობელმა ნაგებობა ახალი შენობის გავლენით შეიძლება განიცადოს დაჯდომა, აუცილებელია შესწავლილი და დარეგისტრირებული იქნეს ყველა ადრე არსებული ბზარი გაზომვით და ფოტოგადაღებით, შედეგები კი უნდა ეცნობოს ძველი შენობის ექსპლუატაციის ხელმძღვანელებს ახალი შენობის მშენებლობის დაწყებამდე.

თუ ნაგებობაში წარმოიშვა ბზარები, მათი განვითარებაზე დაკვირვება დაგვეხმარება მათი გამომწვევი მიზეზების დადგენაში. ბზარების გრძივად და პერპენდიკულარულად ფანქრით დაიტანება ხაზები. ასევე ტენზომეტრული ნიშნები, რომლებიც განლაგდება ბზარის ორივე მხარეს ერთმანეთიდან ერთნაირად დაშორებულ მანძილზე, რომელიც გვიჩვენებს როგორ იხსნება ბზარები, რომლებიც მიგვანიშნებს მიმდინარეობს თუ არა ძვრის დეფორმაცია მათი გრძივი მიმართულებით.



### III თავი

#### ქ. თბილისის შენობა-ნაგებობათა ფუძე-გრუნტები, მათი დეფორმაცია და ექსპლუატაციის პირობები

##### შესავალი

ეკონომიკის განვითარების დღევანდელ ეტაპზე, როდესაც წყდება მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნის ძირითადი საკითხები, განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა სამშენებლო საქმის ინტენსიფიკაციას, საყოფაცხოვრებო-სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის უდიდესი პროგრამის წარმატებით შესრულებას.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ობიექტის აშენებაზე იხარჯება დაახლოებით დახარჯული დროის 30%, ბეტონის 25% და ლითონის 10%, თვალნათლივ ჩანს, რომ აღნიშნული საკითხი მეტად დიდ თავისებურ გადაწყვეტას მოითხოვს.

ცნობილია, რომ ფუძე-საძირკვლის გაანგარიშება ხდება დეფორმაციაზე, სიმტკიცესა და მდგრადობაზე. ამ პირობების დაკმაყოფილება განსაკუთრებით სუსტ და თაბაშირშემცველ ლიოსისებურ გრუნტში და დიდი დატვირთვების შემთხვევაში მოითხოვს დამატებითი ღონისძიებების ჩატარებას, ფუძე-გრუნტების სიმტკიცისა და სადეფორმაციო მახვენებლების გაუმჯობესების მიზნით.

რიგ შემთხვევაში ეკონომიკური მოსაზრებით ხელსაყრელია გამოვიყენოთ ხელოვნურად გაუმჯობესებული ფუძის გრუნტის გამაგრების სხვადასხვა მეთოდი, რაც უნდა ეყრდნობოდეს არსებული მეთოდების ყოველმხრივი კონკრეტული შესწავლისა და გაანალიზების საფუძველს. ეს კი თავისთავად გულისხმობს არსებული მეთოდების დასაბუთებას და ტექნიკურ-ეკონომიკურ გაანგარიშებას.

#### §1 შენობა-ნაგებობათა ფუძე-გრუნტები და მათი დეფორმაციის გამომწვევი პირობები

შესავალში აღნიშნული იყო, რომ ამჟამად ქ. თბილისში სამი ათასამდე შენობა-ნაგებობა იმდენადაა დაზიანებული, რომ მიეკუთვნება ავარიული სახლების კატეგორიას და საჭიროებს გადაუდებელ გამაგრებით ღონისძიებებს.

ქ. თბილისის ავარიულ სახლებზე მრავალწლიანმა დაკვირვებამ და ჩატარებულმა სამეცნიერო გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ ავარიულ შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციის მიზეზები შეიძლება ოთხ ჯგუფად დაიყოს.

1. ხანდაზმულობა (სიძველე);

2. შენობის კონსტრუქციული ელემენტის არასწორი სერჩევა;

3. შენობის სიმდგრადის დაკარგვა ან შესუსტება სტიქიური ძალების ზეგავლენით;

4. ექსპლუატაციის პერიოდში ფუძე-გრუნტების მზიდუნარიანობის შესუსტება.

ხანდაზმულად ითვლება შენობა ან ნაგებობა, რომელიც აშენებულია გასული საუკუნის დასაწყისში. თუ გავითვალისწინებთ მშენებლობის იმდროინდელი ტექნიკის, ტექნოლოგიისა და სამშენებლო მასალების ხარისხს, იმას, რომ გადახურვებში ძირითადად ხის მასალა გამოიყენებოდა, არ არსებობდა რკინაბეტონის კონსტრუქციები, შენობებს არ უკეთდებოდა ანტისეისმური სარტყელები და სხვა, ბუნებრივია, რომ ზოგიერთმა მათგანმა განიცადა დეფორმაცია, ზოგი კი მორალურად მოძველდა.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ის შენობა-ნაგებობა, რომლის ავარიულობა გამოწვეულია შენობის კონსტრუქციული ელემენტის არასწორი შერჩევით. შეცდომა შეიძლება დაშვებულიყო კონსტრუქციის გაანგარიშებაში, მისი დამზადების ტექნოლოგიაში. ასეთ შემთხვევებს სამწუხაროდ ვერ გამოვრიცხავთ თანამედროვე აშენებულ შენობა-ნაგებობებშიც კი.

მესამე ჯგუფს მიეკუთვნება შენობა-ნაგებობა, რომელიც მოხვდა სტიქიური მოვლენის ზონაში (მიწისძვრა, წყალდიდობა, ქარიშხალი). ამ ძალებიდან ყველაზე საშიში მიწისძვრაა. ამ სტიქიის წინაშე კაცობრიობა დღესაც უძღვრია. მას ეწირება ბევრი ადამიანის სიცოცხლე და შენობა-ნაგებობები. სულ ახლახან 2002 წლის 25 აპრილის მიწისძვრამ ქ. თბილისში მრავალი შენობა დააზიანა. ამჟამად ქ. თბილისი მიეკუთვნება რვაბალიან სეისმურ ზონას, შენობა-ნაგებობანი კი ადრე მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების საფუძველზე გათვლილი იყო შეიღბალიან სეისმურ ზემოქმედებაზე. დიდი სამუშაოებია ჩასატარებელი მომავალში, რათა შენობა-ნაგებობებს ჩაუტარდეს ისეთი გაძლიერება-გამაგრებითი სამუშაოები, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მათი მდგრადობა რვაბალიან მიწისძვრაზე. ეს განსაკუთრებით შეეხება მაღლივ შენობებს, სადაც ბევრი მაცხოვრებელია თავმოყრილი.

შენობა-ნაგებობათა ექსპლუატაციაზე დაკვირვებამ და გამოკვლევებმა დაგვარწმუნა, რომ შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციის ზემოაღნიშნული მიზეზების

90% მოდის ფუძე-გრუნტებზე. მრავალი შენობა-ნაგებობის ფუძე-გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიურმა გამოკვლევამ დაგვარწმუნა, რომ ფუძე-გრუნტების სიმტკიცის შემცირების ფაქტორი ძირითადად მათი გაწყლიანებაა.

იმისათვის, რომ უფრო ნათელი გახდეს ფუძე-გრუნტების მზიდუნარიანობის შესუსტების მიზეზი მოკლედ შევეხებით ქ. თბილისში გავრცელებული გრუნტების ბუნებრივ პირობებს [14].

თბილისში ქალაქის ლანდშაფტს უმეტესად შემდეგი ტიპის გრუნტები ქმნის: ძირითადი ქანები, რომლებიც უმთავრესად წარმოდგენილია მესამეული ასაკის არგილიტებისა და ქვიშაქვების კენჭნართ, არგილიტებისა და ქვიშაქვების მონაცვლეობა ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი დაფარულია მეოთხეული ნალექებით ანუ, როგორც ხშირად მათ უწოდებენ, საფარი გრუნტით, თუმცა მათი გაშიშვლებები ქალაქში საკმაო რაოდენობით გვხვდება. იმისდა მიხედვით არგილიტები და ქვიშაქვები მონაცვლეობაში როგორი სიმძლავრისაა, არჩევენ თხელშრეობრივ, საშუალო და სქელშრეობრივ მონაცვლეობას. ასეთი დაყოფა პირობითია. თხელშრეობრივს ეუწოდებთ ფენას, თუ მისი სისქე (სიმძლავრე) იცვლება 5-დან 25 სმ-მდე, ხოლო სქელშრეობრივისათვის იგი მეტია 25 სმ-ზე. არგილიტები და ქვიშაქვები მონაცვლეობაში ერთნაირი ან სხვადასხვა სისქით არიან წარმოდგენილი. მონაცვლეობაში მკვეთრად გამოიყოფა მათი ზედა გამოფიტული ზონა, რის შემდეგაც იწყება საღი ქანების ზონა და გრძელდება სიღრმეში. გამოფიტვის შედეგად ქანების სიმტკიცის მაჩვენებლები მკვეთრად კლებულობს. ქვემოთ მოგვყავს ძირითადი ქანების დახასიათება.

არგილიტები საღ მდგომარეობაში ხასიათდებიან სიმტკიცის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებლებით. მინერალური შედგენილობის მიხედვით ისინი თიხებს მიეკუთვნებიან. ლიტიფიკაციის შედეგად მათი სიმტკიცის მაჩვენებლები იმდენად გაიზარდა, რომ ამ ნიშნის მიხედვით ისინი ნახევრადკლდოვან ქანებს მიეკუთვნებიან. არგილიტები ხასიათდებიან მონაცრისფრო-მოლურჯო ფერით, აგრეგატული სტრუქტურით, ქერცლოვანი ტექსტურით. ისინი ქვიშაქვებთან ქმნიან თხელ, საშუალო და სქელშრეობრივ მონაცვლეობას. გამოფიტვის ზონის სიმძლავრე ბევრადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელი ქანი სჭარბობს მონაცვლეობაში. ქვიშაქვების ქერქის გამოფიტვის სიმძლავრე გაცილებით ნაკლებია, არგილიტების ქერქის გამოფიტვის სიმძლავრეზე. ამიტომ მონაცვლეობაში რაც უფრო ჭარბადაა არგილიტები, მით უფრო მეტია ქერქის გამოფიტვის სიმძლავრე. შეიძლება ითქვას, რომ მონაცვლეობაში ქვიშაქვები იცავენ არგილიტებს გამოფიტვის აგენტების უშუალო ზემოქმედებისაგან.

ქ. თბილისში ბევრია ისეთი ადგილი, სადაც ძირითადი ქანების მონაცვლეობა თხელშრეობრივია. ასეთ შემთხვევაში გამოფიტვის ზონის სიმძლავრე ყველაზე მეტია და აღწევს 12-14 მ-ს. გამოფიტვის ზონა წარმოდგენილია გამოფიტვის ოთხივე ქვეზონით: წვრილდისპერსიულით, ღორღოვანით, ფარულნაპრალოვანით და მონოლითურით. უკანასკნელი ქვეზონა გამოუფიტავ ანუ საღ ქანს მიეკუთვნება. ბუნებრივ პირობებში არგილიტები ხასიათდება თხელი და საშუალო შრეობრიობით, თუმცა გვხვდება ადგილებიც, სადაც არგილიტის ფენის სიმძლავრე 1 მ-სა და მეტსაც აღწევს. საერთოდ ქ. თბილისის მიდამოებში არგილიტების გამოფიტული ზონის სიმძლავრე საშუალოდ 4-5 მ აღწევს, თუმცა ისეთი მონაცვლეობაც გვხვდება, სადაც არგილიტების გამოფიტული ზონის სიმძლავრე 11-12 მ-ს აღწევს. ამრიგად, თუ ცნობილია გამოფიტული ფენის სიმძლავრე, შეიძლება დაახლოებით ვიმსჯელოთ მონაცვლეობის შრეობრიობაში არგილიტების ან ქვიშაქვების სიმძლავრეზე, პირიქით, თუ ეს უკანასკნელი ცნობილია, შეიძლება წარმოდგენა ვიქონიოთ გამოფიტული ზონის სიმძლავრეზე.

საღი არგილიტები, როგორც აღვნიშნეთ, ტიპურ ნახევრადკლდოვან გრუნტებს ეკუთვნის. კუთრი წონა ბუნებრივ პირობებში იცვლება 2.2-2.4 გ/სმ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში, ხოლო დროებითი წინაღობა კუმშვაზე იცვლება 4000-8000 კპა-მდე. ასეთი მაღალი სიმტკიცის მონაცემებიანი გრუნტები საიმედო ფუძეს წარმოადგენენ. გამოფიტულ ზონაში არგილიტების სიმტკიცის მაჩვენებლები მკვეთრად ეცემა, განსაკუთრებით კი წვრილ დისპერსიულ ქვეზონაში, რომლის სიმძლავრე იცვლება 1-4 მ-ის ფარგლებში. აღნიშნულ ქვეზონაში მაჩვენებლები, ჩვეულებრივ, დადის მეოთხეული თიხების სიმტკიცის მაჩვენებლებამდე და ამ არგილიტების მზიდუნარიანობა იცვლება 20-25 კპა-ის ფარგლებში.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ თუ საღი არგილიტი თაბაშირს არ შეიცავს, გამოფიტულ არგილიტში თაბაშირი საკმაო რაოდენობითაა (12-15%), როგორც ცალკეული ძარღვების სახით, ისე გაბნეული მთელ მასაში, ზოგჯერ კი გასდევს მთელ ნაპრალს, სუფოზიური პროცესების განვითარების თვალსაზრისით მეტად საყურადღებოა. გამოფიტულ არგილიტში თაბაშირის წარმოქმნის საკითხი რთულია და მის დეტალურ განხილვას არ შევუდგებით. მოკლედ კი აღვნიშნავთ, რომ საღი არგილიტი შეიცავს ისეთ ელემენტებს, რომლებიც გრუნტის გამოფიტვის პროცესში ურთიერთმოქმედებენ, რის შედეგადაც წარმოიქმნება თაბაშირი -  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

თუ თაბაშირშემცველი არგილიტი მოხვდა წყლიან გარემოში, მასში ვითარდება, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სუფოზიური პროცესები, რაც უარყოფითად მოქმედებს ფუძე-არგილიტების მდგრადობაზე. ამ პროცესებს კი ხშირად მოყვება შენობა-ნაგებობათა დაჯდომა.

ქ. თბილისის თაბაშირშემცველ ფუძე-გრუნტში სუფოზიური პროცესების განვითარება, ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას წარმოადგენს, ამიტომ მოკლედ შევჩერდეთ აღნიშნულ საკითხზე.

მარილშემცველ გრუნტში არჩევენ ორი სახის სუფოზიას, ქიმიურსა და მექანიკურს. ქიმიური სუფოზიისას გრუნტიდან მარილის გამოტანა ხდება მხოლოდ მარილის წყალში გახსნის შედეგად. მექანიკური სუფოზიის დროს კი მარილის გამოტუტვასთან ერთად, ხდება გრუნტის წვრილი ნაწილაკების გამოტანაც. როგორც პრაქტიკა და ლაბორატორიული ექსპერიმენტები გვიჩვენებენ დასაწყისში გრუნტში ფილტრაციული წყლების ზემოქმედების შედეგად, მიმდინარეობს მხოლოდ ქიმიური სუფოზია, რომელიც დროთა განმავლობაში გადადის მექანიკურში. ვინაიდან, თაბაშირი წყალში შედარებით ცუდად იხსნება, სუფოზიური პროცესები გრუნტში მიმდინარეობს ხანგრძლივად. სუფოზიის პროცესები ფუძე-გრუნტებში იწვევს შენობა-ნაგებობათა დაჯდომას ფუძის დეფორმაციის გამო, რის შედეგადაც შენობა სიმდგრადეს კარგავს. აღსანიშნავია ისიც, რომ ფუძის დაჯდომა იწვევს შენობის არათანაბარ დაჯდომას, რაც კიდევ უფრო აუარებს შენობის მდგრადობას.

## §2 დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძის მონაცვლეობა, როგორც ავარიულ შენობა-ნაგებობათა სეისმომედეგობის გაუმჯობესების გარანტი

უკანასკნელ წლებში საქართველოსა და მის სიახლოვეს (თურქეთი, სომხეთი, კავკასია) მომხდარმა ძლიერმა მიწისძვრამ აიძულა სპეციალისტები გადაეხედათ საქართველოს, მათ შორის ქ. თბილისის, ტერიტორიის სეისმურობის საკითხისათვის და ერთი ბალით გაეზარდათ შენობების სეისმომედეგობა. ახალი, თანამედროვე შენობების დაპროექტება სწორედ გაზრდილი ბალიანობის გათვალისწინებით ხდება, მაგრამ აქვე ბუნებრივად ჩნდება კითხვა: როგორ მოვიქცეთ ავარიული შენობების გაძლიერებისას (მარტო ქ. თბილისში რამდენიმე ათასი ასეთი ნაგებობაა) - მათი სეისმომედეგობაც ავამაღლოთ ახალი მოთხოვნების დონემდე, თუ შევეუნარწუნოთ საწყისი (საპროექტო) სეისმომედეგობა? ეს ერთ-ერთი საჭირობოროტო და არც თუ იოლად გადასაწყვეტი საკითხია

ქვეყანაში არსებული რეალობის ფონზე. უმეტესწილად, ავარიული შენობების გამაგრებისას კეპყოფილდებით გამომწვევი ლოკალური მიზეზების ლიკვიდაციით, დაზიანებულ კონსტრუქციათა „მკურნალობით“ და საპროექტო სეისმომდეგობამდე ნაგებობის მიყვანით. ფაქტობრივად ხდება შენობის საწყისი სეისმომდეგობის აღდგენა, რაც თავისთავად მნიშვნელოვანი და მეტად აქტუალური საკითხია. ასეთია, ძირითადად, ავარიული შენობების გამაგრების ამჟამად გავრცელებული კონცეფცია საქართველოში.

კარკასულ-პანელური, პანელოვანი და მსხვილბლოკური ავარიული საცხოვრებელი სახლების გამაგრება-გაძლიერების შემოთავაზებული მეთოდი ზემოთ ნახსენები კონცეფციის ჩარჩოებში ვერ თავსდება. იგი მის განვრცობას, განვითარებას გულისხმობს, ვინაიდან ეს მეთოდი აღდგენასთან ერთად ავარიული შენობის სეისმომდეგობის ამაღლების ერთ-ერთი პირველი, წარმატებული მცდელობაა ჩვენი ქვეყნის თანამედროვე მშენებლობაში.

მიწისძვრის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საძირკვლები და სარდაფის კედლები შენობის სხვა ნაწილებთან შედარებით ნაკლებად ზიანდება, მაგრამ მათი სწორედ დაპროექტება და აგება დიდ გავლენას ახდენს ნაგებობის საერთო სეისმომდეგობაზე. გარკვეულ პერიოდში სწორედ ფუძეა შენობის სეისმური დაზიანების მიზეზი.

ცნობილია, რომ ინტენსიური სეისმური რხევების პირობებში მკვეთრად იცვლება ზოგიერთი გრუნტის თვისებები, ხდება მათი გათხევადება-გაწყლიანება როგორც გრუნტის წყლის აწვევისას, ისე ტექნოგენური წყლების არსებობის გამო. ამის გამო მცირდება აღნიშნული გრუნტების ზიდვის უნარი და მათზე დაფუძნებული შენობები შეიძლება მნიშვნელოვნად დაჯდეს, ჩაიქცეს, ან გადაყირავდეს. ამიტომ ფუძეკუმშვად გრუნტებზე დაფუძნება შენობის სეისმომდეგობას აუმჯობესებს, ვინაიდან გრუნტის გათიხონებით გამოწვეული უარყოფითი გავლენა ნიველირდება.

სეისმომდეგი მშენებლობის აქსიომა – ავარიდოთ შენობა რეზონანსულ მოვლენას. სხვადასხვა გრუნტს განსხვავებული დომინანტური პერიოდი გააჩნია ისევე, როგორც ყველა ნაგებობას – რხევის საკუთარი პერიოდი.

სეისმომდეგი შენობების დაპროექტებისას კონსტრუქტორის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა ფუძე-გრუნტის რხევის დომინანტური პერიოდი და დასაპროექტებელი შენობის რხევის საკუთარი პერიოდი მაქსიმალურად იყოს ერთმანეთისგან დაშორებული. ეს საშუალებას მოგვცემს თავიდან ავიცილოთ მიწისძვრისას შენობის რეზონანსში მოხვედრა. სწორედ ამ ფაქტით აიხსნება, რომ

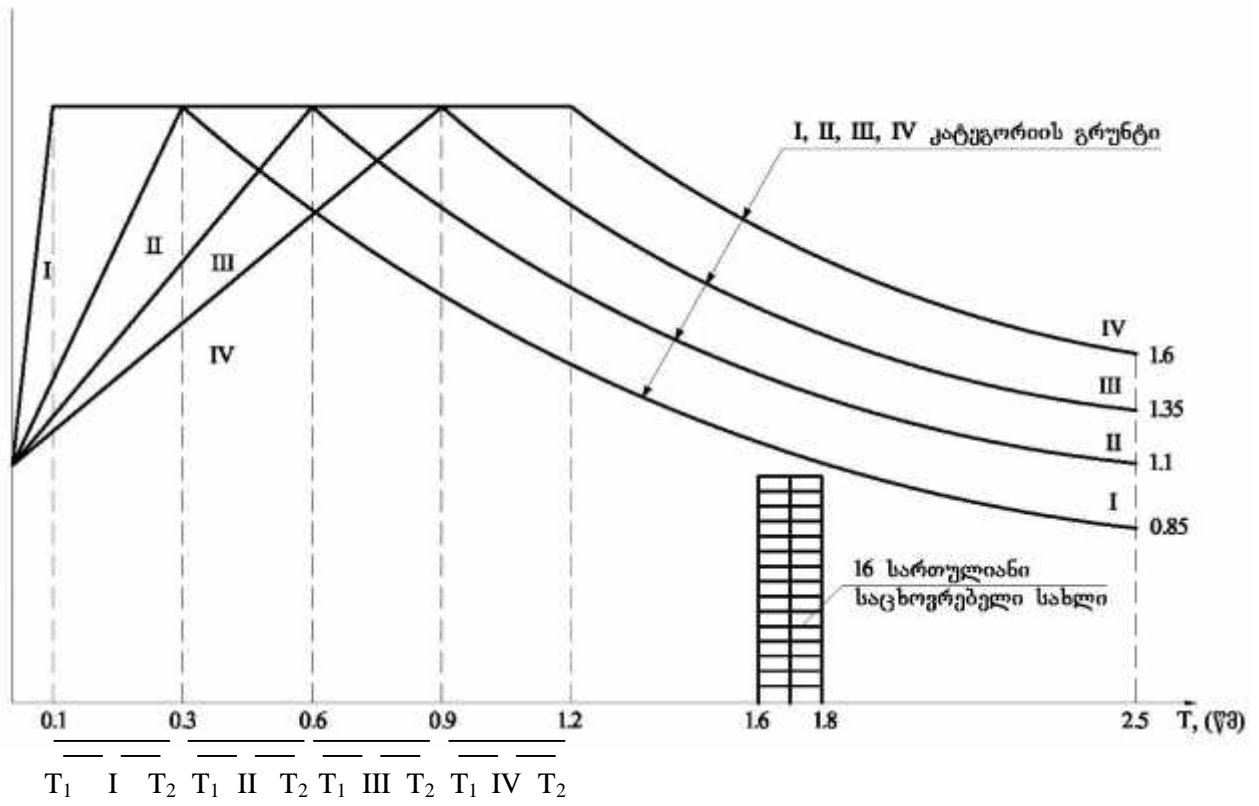
სეისმური ზემოქმედების დროს შედარებით სუსტ გრუნტებზე უკეთესად „იქცევა“ დაბალი (ხისტი) შენობები, ხოლო ძლიერ (კლდოვან) ქანებზე – მრავალსართულიანი (მოქნილი) ნაგებობები.

როგორც ცხრ. №1.11-დან ჩანს, ფუძეკუმშვადი ქანის (1-კატეგორიის გრუნტის) რხევების დომინანტური პერიოდი 0.1-0.73 წამია. კარკასულ-პანელური 16-სართულიანი შენობის რხევის საკუთარი პერიოდი კი  $T_1=1.6-1.8$  წამი (სურ. №1).

აქედან გამომდინარე, ფუძეკუმშვად ქანებზე დაფუძნებული მოქნილი, კარკასული შენობა მაქსიმალურად შორდება საშიშ ზონას, მინიმუმამდე მცირდება რეზონანსული მოვლენის ალბათობა, რაც საბოლოო ჯამში შენობის სეისმომდებლობას აუმჯობესებს.

ცხრილი 3.1

გრუნტის კატეგორიები დინამიულობის კოეფიციენტის მიხედვით	გრუნტის პირობითი დახასიათება	$T_1^{\min}$ , წმ	$T_2^{\min}$ , წმ	სეისმური ტალღის სიგრძე, მ
I	კლდე	0.1	0.3	200ა·400
II	ქვიშაქვა	0.3	0.6	100ა·200
III	თიხა	0.6	0.9	50ა·100
IV	ნაყარი	0.9	1.2	25ა·5



სურ. 3.1. დინამიულობის  $k$  კოეფიციენტის მრუდები სხვადასხვა კატეგორიის გრუნტებისათვის



#### IV თავი

### არსებული შენობების მახლობლად მშენებლობისთვის მოედნის საინჟინრო ძიება

#### §1. საერთო დებულება

საინჟინრო ძიების დანიშნულებაა არსებული სიტუაციის ფარგლებში მიღებული იქნეს ამომწურავი მონაცემები ეფექტურ ღონისძიებათა დასამუშავებლად, რომელიც უზრუნველყოფს იმ შენობათა კონსტრუქციების დაცვას, რომლის მახლობლაც იგეგმება ახალი მშენებლობა. აღნიშნული ამოცანა საკმაოდ რთულია და საპასუხისმგებლო, რამდენადაც მისი გადასაწყვეტად გასათვალისწინებელია ბევრი დამატებითი ფაქტორი.

მშენებლობის პრაქტიკამ ქ. თბილისში და ჩვენი ქვეყნის სხვა რეგიონებში გვიჩვენა, რომ ახალი შენობის აგებისას მშენებლობის სამუშაოებმა, მის გვერდით არსებულ გაშენებულ უბნებზე განლაგებულ შენობა-ნაგებობებმა შესაძლოა გამოიწვიოს სახიფათო პროცესი, რაც დაკავშირებულია გრუნტის კუმშვადობასთან, კონსტრუქციის თავისებურებასთან, მის ფიზიკურ ცვეთასთან, ახალი შენობის აგების წარმართვასთან, შენობის წონასთან, საძირკვლის ტიპთან და სხვა.

ზოგიერთ შემთხვევაში არსებული შენობები იღებს ავარიულ დაზიანებებს, რიგ შემთხვევაში კი კედლის წყობაში წარმოიქმნება ვიწრო (ბეწვისოდენა) ბზარები. პროექტის დამუშავებისას საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს არსებულ შენობა-ნაგებობათა დანიშნულება და მნიშვნელოვნობა: ზოგისთვის ბზარების გაჩენა საშიშროებას არ წარმოადგენს, ზოგისთვის კი, როგორცაა ისტორიული და არქიტექტურული ძეგლები – ყოველად დაუშვებელია.

არსებული შენობების მახლობლად უბნის განაშენიანებისას პროექტანტები რთული არჩევანის წინაშე აღმოჩნდებიან, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც შენობა მნიშვნელოვნად გადახრილია ვერტიკალიდან, დამჯდარია საძირკველი და სხვ. ამ შემთხვევაში, მიკლედ რომ ვთქვათ, პროექტანტმა უნდა გადაწყვიტოს ღირს თუ არა ახალი შენობის აგება.

აუცილებლობის შემთხვევაში საჭიროა არსებული და მშენებარე ობიექტების ფუძის გრუნტის თვისებების ხელოვნურად გაუმჯობესების მეთოდის შერჩევა. ქვაბულის დამუშავების სამუშაოთა წარმოების ისეთი მეთოდის შერჩევა, რომელიც

უზრუნველყოფს ფუძე-გრუნტის სტრუქტურის დაცვას და ფუძის დამატებით დაჯდომას დასაშვებ ფარგლებში.

საძიებო გამონამუშევრების გაყვანის სიღრმე დაწესდება: გეოლოგიური ფენის, მშენებარე შენობის ზომების, დატვირთვის და მიღებული საძირკვლის ტიპის გათვალისწინებით. სადაზვერვო ჭაბურღილების ნაწილი, მაგრამ არანაკლები ორისა, დაყვანილი უნდა იქნეს ქვენაფენი მკვრივი გრუნტის ჭერამდე.

გრუნტების საცნობარო თვისებათა მახასიათებლების გამოყენება სპეციალური დასაბუთების გარეშე აღნიშნული შემთხვევისათვის დაუშვებელია. არსებული და მშენებარე შენობების ფუძის გრუნტის მექანიკური თვისებების დასადგენი ლაბორატორიული გამოცდის ჩატარებისას უნდა გავითვალისწინოთ გრუნტის ფაქტობრივი დაძაბულობის მდგომარეობა და მისი შემკვრივების ხარისხი შემდგომი დატვირთვის შედეგად. დამატებითი დატვირთვის სიდიდის მონაცემები დგინდება საინჟინრო ძიების შედეგების საფუძველზე, რასაც მიყვავართ დასკვნამდე, რომ:

განვიხილოთ რამდენიმე დასაშვები ვარიანტი:

უარი ითქვას ახალ მშენებლობაზე;

გამოვასახლოთ არსებული სახლებიდან მაცხოვრებლები (შევაჩეროთ წარმოება) იმ იმედით, რომ მომავალში ახალი მშენებლობის დამთავრების შემდგომ შესრულდეს არსებული შენობების კაპიტალური ან არჩევითი აღდგენითი სარემონტო სამუშაოები; ჩაუტარდეს არსებული შენობის კონსტრუქციებს სახიფათო ადგილების და კვანძების წინაწარი გამაგრება-აღდგენითი სამუშაოები; გასათვალისწინებელია არსებული შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციების გასწორების შესაძლებლობა ფუძის არათანაბარი დაჯდომის გამო;

დაინგრეს ნაგებობები, როგორც მცირემნიშვნელოვანი;

სხვადასხვა ფაქტორი, რომელიც ზეგავლენას ახდენს საპროექტო გადაწყვეტილების მიღებაზე ზოგადი სახით მოცემულია 4.1 ცხრილში.

ობიექტის დასაპროექტებლად საწყისი მონაცემების მისაღებად განსახილველ შემთხვევაში საჭიროა სამი სახის კვლევა-ძიებითი სამუშაოების ჩატარება:

- 1) საინჟინრო, რომელიც მოიცავს არსებული შენობების კონსტრუქციების და მის მახლობლად საინჟინრო ნაგებობების ფაქტობრივი მდგომარეობის გამოვლენას.

- 2) საინჟინრო-გეოდეზიური სამუშაოები ითვალისწინებს შენობის ჩონჩხის ფაქტობრივი დეფორმაციების, მისი ფუძის დაჯდომის გამო კონსტრუქციების ურთიერთგადაადგილებების გამოკვლევა-გამოვლენას.
- 3) საინჟინრო-გეოლოგიური, რომელიც ითვალისწინებს არსებული და დასაპროექტებელი შენობების ფუძე-გრუნტების თვისებების გამოკვლევას.

ცხრილი №4.1

დადებითი ფაქტორები	ურყოფითი ფაქტორები
ფუძეში არსებული სუსტი და საშუალო მკუმშავი გრუნტები განლაგებულია კლდოვანი ქანის ზედაპირთან ახლოს.	სამშენებლო მოედანზე მძლავრი სიზრქის სუსტი და არათანაბრად კუმშვადი გრუნტია.
არსებული შენობის ფუძეში არ არის გრუნტები, რომელთაც აქვთ უნარი დამატებით შემკვრივების ან კარგავენ მდგრადობას დინამიკური ზემოქმედებისას.	ფუძის გრუნტს აქვს შემკვრივების უნარი ან კარგავენ მდგრადობას დინამიკური ზემოქმედებისას.
მშენებლობის მოედანზე გრუნტის წყლის დაბალი დონეა; წყალქცვვა და დრენაჟი საჭირო არაა.	მშენებლობის მოედანზე გრუნტის წყლის მაღალი დონეა; საჭიროა წყლის დონის დაწვევა და დრენაჟი.
არსებულ შენობებს არ აქვს ისტორიული ან მხატვრული ღირებულება	არსებული შენობები წარმოადგენენ არქიტექტურულ ძეგლებს და დაცული არიან სახელმწიფოს მიერ
ტექნოლოგიური მოწყობილობა არამგრძობიარეა გადახურვის დახრის მიმართ ან საძირკვლის მიმართ, რომელზედაც ეყრდნობა იგი.	ტექნოლოგიური მოწყობილობა გამოდის მწყობრიდან დახრის განვითარებისას.
ძველი და ახალი შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციები არ არის მგრძობიარე არათანაბარი დაჯდომის მიმართ.	ახალი შენობის კონსტრუქციები განსაკუთრებით კი ძველისა ისეთია, რომ ფუძის არათანაბარი დაჯდომა იწვევს მათ დეფორმაციას.
დასაპროექტებელი შენობა არსებულზე დაბალია ან მისი სიმაღლე არ არემატება 4 სართულს; არსებული შენობა ექვსსართულიანზე მაღალია.	დასაპროექტებელი საცხოვრებელი შენობები არსებულზე მაღალია ან მათი სიმაღლე აღემატება 4 სართულის სიმაღლეს.
არსებული შენობის კონსტრუქციები არ არის დაზიანებული.	არსებული შენობების კონსტრუქციებს აქვს დაზიანებები, განპირობებული ფუძის არათანაბარი დაჯდომით.
არსებულ შენობებს აქვს ხიმიჯოვანი საძირკველი ან ღრმასაყრდენიანი.	არსებულ შენობებს აქვთ არაღრმა საძირკველი ბუნებრივ ფუძეზე.
დასაპროექტებელი შენობის საძირკველის სიღრმე ნაკლებია, ვიდრე არსებული შენობისა.	დასაპროექტებელი შენობის საძირკველი უფრო ღრმაა, ვიდრე არსებული შენობისა.
დასაპროექტებელ შენობას არ აქვს სარდაფი.	დასაპროექტებელ შენობას აქვს სარდაფი.

## §2 სამშენებლო მოედნის საინჟინრო კვლევა-ძიება

საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ გამოკვლევას წინ უნდა უძღოდეს დაზვერვითი ხასიათის საინჟინრო კვლევა-აგეგმვის და დაზვერვითი ხასიათის საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური გამოკვლევა, რაც ითვალისწინებს ადგილის საინჟინრო-გეოლოგიურ აგეგმვას და დასაზვერი ჭაურების და შურფების დამუშავებას, რის შედეგადაც დადგინდება ადგილის გეოლოგიური აღნაგობა, გრუნტის გენეზისი, გრუნტის წყლების რეჟიმი, კარსტული ხასიათის ღრმულები, ნასხლეტები, ეროზიული პროცესების არსებობა და მათი განვითარების შესაძლებლობა. აღნიშნული გამოკვლევების შემდეგ ხდება დადგენა, თუ რამდენად აკმაყოფილებს მშენებლობის მოედანი დაგეგმარების მოთხოვნებს. საინჟინრო ძიების საფუძველზე დგინდება სართულების გეგმათა კონფიგურაცია და რაოდენობა.

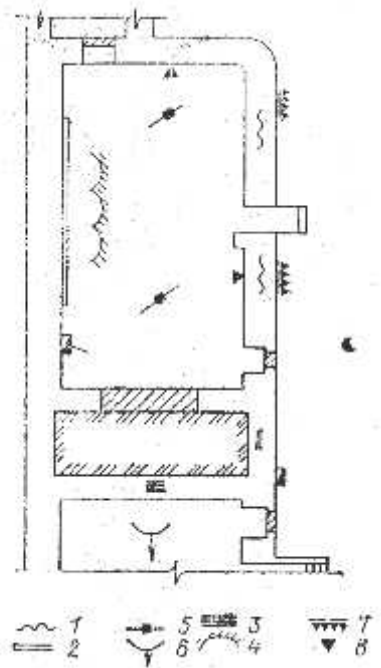
საინჟინრო ძიების შედეგები აისახება შენობის სართულების გეგმაზე პირობითი ნიშნებით, რომლებიც აღნიშნავენ სამშენებლო კონსტრუქციების გამოვლენილ დეფექტებს და მათი განვითარების ხარისხს სურ. 4.1. ეს მეთოდი სასარგებლოა, თუმცა გადაწყვეტილების მისაღებად მარტო აღნიშნული საინჟინრო კვლევა-ძიება საკმარისი არ არის.

საინჟინრო ძიებისას პირველ რიგში საჭიროა შესწავლილი იქნეს არქივში არსებული შემდეგი მასალები:

1. ისტორიული ცნობები (მათში ხშირად მოცემულია საინტერესო მასალები მოედნის განაშენიანების შესახებ, რეკონსტრუქციის, დაშენების, არსებული შენობის რეკონსტრუქცია-გადაკეთება-გაძლიერების შესახებ და სხვა);

2. შენობის ნახაზები და შესასრულებელი სქემები (აღნიშნული მასალებით განისაზღვრება საძირკველზე მოსული ჯამური დატვირთვა, იკვეთება შენობის კონსტრუქციული სქემები, მათში გამოყენებული სარეკონსტრუქციო მასალები). აღნიშნული მასალებისა და საბუთების შესწავლისას მივდივართ დასკვნამდე, რომ ხშირად დარღვეული საძირკვლის ჩაღრმავების არა მარტო სიღრმე არაა შესწავლილი ძველ შენობა-ნაგებობებში, არამედ თანამედროვე შენობებშიც კი ხშირად არაა შესწავლილი გრუნტის წყლის ქიმიზმი. ქ. თბილისში ჩატარებულ სამუშაოთა მაგალითები და გამოცდილება მიგვითითებს, რომ ხშირად არსებულ შენობათა საძირკვლების სიგანე საჭიროზე ნაკლებია, ხოლო საძირკვიდან ფუძეზე გადაცემული დატვირთვა საგრძნობლად აღემატება ფუძის საანგარიშო წინაღობას. დადგენილი 2.02.01-83 ან პნ 02.01-08 საფუძველზე აღნიშნული

გარემოება სარეკონსტრუქციო პროექტების დამუშავებისას კმნის დიდ და ხშირად გადაულახავ სიძნელებს.



სურ. 4.1. ძველი შენობის სექციის სარდაფის გეგმა

- 1- ბზარები კედლის წყობაში;
- 2- წყობის გამოზურცვა;
- 3- განშრევებული წყობა;
- 4- აგურის ძირითადი თალი;
- 5- იატაკისა და გადახურვის ქანობები და გადახრები;
- 6- გადახურვის ჩამოწოლილი ნაწილები;
- 7- გამოქარული წყობა;
- 8- კედლის სიმტკიცის დასადგენად ამომტვრეული ბუდეები; საძიებო ბურღილები და შურფები, ამოღებული არსებული საძირკვლის გვერდით.

3. მონაცემები დატვირთვის შესახებ (აღნიშნული მასალები, როგორც წესი, არსებობს მხოლოდ შენობებისთვის, რომლებიც აშენებულია რევოლუციის შემდგომ პერიოდში). საინჟინრო ძიების ერთ-ერთი ძირითადი ეტაპია შენობის მიწისქვეშა კონსტრუქციების დათვალიერება. ამისათვის საჭიროა ჩატარდეს საჭირო გაზომვები და გამოკვლევა. აღნიშნული მეთოდიკა აღწერილია ბევრ სახელმძღვანელოში. აქ მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ გაზომვებით უნდა დადგინდეს საძირკვლის საწყისი და ფაქტობრივი სიღრმე და სიგანე. გამოვლინდეს მასალის მდგომარეობა (ქვის, ხსნარის, ბეტონის და სხვა), არსებული სხვადასხვა დაზიანება და გადაკეთებები, საძირკვლის ქვეშ გრუნტის შრის შედგენილობა და გრუნტის წყლის დონის მდგომარეობა.

საინჟინრო ძიება ასევე ითვალისწინებს მიწისზედა კონსტრუქციების კვლევას, რომელთა მონაცემებით საჭიროა განისაზღვროს ზღუდარების დაზიანება, კედლების, შუაკედლისების, კიბის მარშების და სხვა დაზიანებანი გამოწვეული ფუძის არათანაბარი დაჯდომით. გარდა ამისა, აუცილებელია დადგინდეს დაზიანებათა განვითარება და მათი დინამიკა, ე. ი. გაიზომოს ბზარების ან ნაკერის სიგანე (გახსნილობა), ბზარებზე დაყენდეს მანიშნები ან ბზარმზომები და დაწესდეს რეგულარული მეთვალყურეობა ბზარების გახსნასა და განვითარებაზე.

საინჟინრო ძიების მონაცემები შესაძლებლობას გვაძლევს შესრულდეს არსებული შენობის ფუძის შესაძლო დაჯდომისა და ფუძეზე მოსული წნევის გაანგარიშება და განისაზღვროს ფუძე-გრუნტის საანგარიშო და ზღვრული კრიტიკული წინაღობა.

საინჟინრო ძიების შედეგებში უნდა შევიდეს არსებული შენობის კონსტრუქციების დაზიანებათა რაოდენობრივი შეფასება. შესაბამისად, საინჟინრო ძიების შესასრულებლად საჭიროა გამოცდილი ინჟინერ-მშენებლების მოწვევა, რომლებსაც ამ სფეროში აქვთ დაპროექტების დიდი გამოცდილება და იცნობენ შენობათა კაპიტალური გაძლიერება-რემონტის სამუშაოებს.

### §3 საინჟინრო-გეოდეზიური გამოკვლევა და დაკვირვება

საინჟინრო-გეოდეზიური გამოკვლევის მონაცემების საფუძველზე დადგინდება შენობის ფაქტობრივი ფორმა, დახრა, ჩაღუნვა, გამრუდება, ფასდება ფუძის საბოლოო დაჯდომის შესაძლო სიდიდე, ხდება დაჯდომის ზრდის სიჩქარისა და მისი განვითარების პროგნოზირება. აღნიშნული ამოცანის შესასრულებლად საჭიროა მოხდეს შენობის აგებმა და ჩაუტარდეს რეგულარული გეოდეზიური დაკვირვება. აღნიშნული სამუშაოები ითვალისწინებს: საარქივო მონაცემების შესწავლას; დასაკვირვებელი ქსელის მოწყობას; გაზომვის ჩატარებას; მიღებული შედეგების დამუშავებას გრაფიკული სახით; დაჯდომის სიდიდეების შეფასებას; დროთა განმავლობაში მოსალოდნელი დაჯდომის პროგნოზირებას. აგებმას, ჩვეულებრივ, აწარმოებენ III-კლასის ნიველირებით, რაც ფაქტობრივი პროფილების აგების შესაძლებლობას იძლევა. შენობათა პროფილები აიგება აბსოლუტური ან პირობითი ნიშნულებით. საინჟინრო მიმოკვლევის შედეგები უნდა იძლეოდეს არსებული შენობის კონსტრუქციების მდგომარეობას, რაც ფასდება „დაზიანების და ცვეთის განვითარების კატეგორიებით“ (ცხრ. 4.2).

ამავე მიზნით შესაძლებელია სურათზე დატანილი მითითებების და არსებული ნიშნულებით შესასრულებელი სქემების გამოყენება. შენობის დახრა და დაჯდომა, განსაზღვრული გეგმარებით, საშუალებას იძლევა უფრო საიმედოდ შეფასდეს არსებული და ასაშენებელი შენობების ფუძის დაჯდომა, რაც შესაძლებლობას იძლევა მიღებული იქნეს ეფექტური გადაწყვეტილება. ამიტომ ამ სახის სამუშაოებს, როგორც წესი, დიდი ყურადღება ექცევა.

ცხრილი 4.2

დაზიანების კატეგორია	დაზიანების სახე			კონსტრუქციის ცვეთა, %-ობით
	მზიდი კედლების, სვეტების, კოლონების, საძირკვლების	გადამლობი კედლების	გადახურვების, კიბეების, თაღების	
ნულოვანი	ბზარები არა აქვს	ბზარები არა აქვს	ძვრები ბზარებში არ არის	5-მდე
პირველი	დახრილი და ვერტიკალური ბზარები ფანჯარშორის სარტყლებსა და ზღუდარებში 1 მმ სიღიღის ბზარი	ბზარები წყობას და პანელების ნაკერებს შორის 1 მმ-მდე სიღიღის	დაზიანებები და ძვრები არ შეიმჩნევა	20-მდე
მეორე	იგივე, 5 მმ-მდე	იგივე, 5 მმ-მდე	ბზარები შეუღლებულ კონსტრუქციებში და ძვრები ამოშენებაში	40-მდე
მესამე	გამჭოლი პორიზონტალური და ვერტიკალური ბზარები წყობის გამოცვენა	5 მმ მეტი სიგანის ბზარები, პანელების ძვრა	ბზარები და ძვრები შეუღლების ადგილებში, ანკერების გაწყვეტა	40-ზე მეტი

რეგულარული დაკვირვება სპეციალური რეპერებით და გეოდეზიური ნიშნულებით სასურველია იმ შემთხვევაშიც, როდესაც არსებული შენობის გვერდით გათვალისწინებულია გრუნტზე დინამიკური ზემოქმედების სამუშაოების ჩატარება (უპირველეს ყოვლისა, შპუნტების და ხიმინჯების ჩარტობა დარტყმითი მეთოდით). აუცილებლობის შემთხვევაში მშენებლობის დაწყებამდე აწარმოებენ ხიმინჯების ან შპუნტების გამოცდას მათ ჩასობამდე, აღნიშნული მონაცემები საჭიროა პროექტის ვარიანტის შერჩევა-დამუშავებისთვის, რათა ხიმინჯის დასასობი დანადგარების (მექანიზმების) შერჩევისას წინასწარვე იქნეს მიღებული ღონისძიებები უარყოფითი მოვლენების აღსაკვეთად. დაჯდომის გაზომვა ხიმინჯის ჩასობისას უნდა შესრულდეს მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური პრეციზიონური ხელსაწყოებით.

ხანგრძლივი გაზომვა ხორციელდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ახალი და არსებული შენობების მოსალოდნელმა დაჯდომამ გაანგარიშებით მნიშვნელოვან განვითარებას უნდა მიიღწიოს რამდენიმე წლის შემდეგ.

შენობის დაჯდომის გაზომვის თარიღის დანიშვნა და დაკვირვებათა საერთო ხანგრძლივობა და შემოწმება დამოკიდებულია გრუნტის გარემოზე და დაჯდომის ზრდის ინტენსიურობაზე. ამიტომ ყოველი შემთხვევისთვის ცალკე მუშავდება სპეციალური გაზომვის პროგრამა. თუ მოსალოდნელი დაჯდომა 5 სმ-ზე ნაკლებია, გაზომვა საჭიროა 1-2 სართულის ამოყვანის შემდეგ, მაგრამ თუ დაჯდომა 5 სმ-ზე მეტია, გაზომვა აუცილებელია ყოველი სართულის მონტაჟის შემდეგ. დინამიკური ზემოქმედებისას (ხიმინჯის და შპუნტის ჩარტობისას და სხვა) დაკვირვება უნდა მიმდინარეობდეს ყოველდღიურად, ხოლო დაკვირვების ხანგრძლივობა მასობრივი მშენებლობისას, როდესაც ფუძე სუსტი გრუნტია, უნდა გავრძელდეს სულ მცირე 5 წელს.

გეოდეზიური გაზომვები ყოველი ციკლის შემდეგ წარმოდგინდება შემდეგი სახით:

დეფორმაციის მსვლელობის უწყისი, რომელიც იძლევა აბსოლუტური და ფარდობითი დაჯდომის გადაადგილებას, მაქსიმალურს, მინიმალურს და დაჯდომის საშუალო მნიშვნელობას; არსებული შენობის და ახლი ამოყვანილი კედლების დაჯდომის ეპიურები; მახასიათებელი მანიშნების დაჯდომის განვითარების დრო; ზოგიერთ გეოდეზიურ სამუშაოზე, რომელიც მითითებული იქნება პროექტში, ითვალისწინებენ სპეციალურ გაზომვებს, როგორცაა: ჰორიზონტალური ძვრა ქვაბულის შპუნტოვანი შემოდობის ელემენტების გადახრისას; მაღალ შენობა-ნაგებობათა გადახრა; მშენებარე შენობის გარემომცველი ტერიტორიის დაჯდომა.

#### §4 საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევა (ძიება)

დასაპროექტებელი შენობის ფუძე-გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევა, როგორც წესი, წარმართება არსებული ნორმების საფუძველზე. ასევე დასაპროექტებელი და იმ არსებულ შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციული და ექსპლუატაციური თავისებურებების გათვალისწინებით, რომლებიც განლაგებულია ახალი შენობების მიერ გადაცემული დატვირთვით შემკვრივებული გრუნტის ზონის ფარგლებში.

აღნიშნული მიმოკვლევა ითვალისწინებს საარქივო მასალების შესწავლა-გაანალიზებას, საინჟინრო-გეოლოგიურ აგეგმვას და საველე-საცდელ სამუშაოებს.



საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების შედეგები უნდა შეიცავდეს მონაცემებს, რომლებიც აუცილებელია შემდეგი საკითხების გადასაწყვეტად:

ასაშენებელი შენობა-ნაგებობის ფუძის და საძირკვლის ტიპის განსაზღვრისათვის;

არსებული შენობების ფუძე-გრუნტის თვისებების იმ შესაძლო ცვლილებათა პროგნოზირება, რომელსაც გამოიწვევს არსებულ შენობა-ნაგებობათა გვერდით დასაპროექტებელი შენობის ქვაბულის დამუშავება;

დამატებითი დაჯდომის განსაზღვრა, რომელსაც გამოიწვევს მშენებარე შენობა-ნაგებობების დამატებითი ძალების მოქმედება არსებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძეზე;

აუცილებლობის შემთხვევაში გრუნტის ხელოვნური გაუმჯობესების მეთოდის გამოყენება როგორც არსებული შენობა-ნაგებობისთვის, ისე მშენებარისა.

ქვაბულის დამუშავებისას სამუშაოთა წარმოების წარმართვისათვის საჭიროა ისეთი მეთოდის შერჩევა, რომელიც უზრუნველყოფს ფუძე-გრუნტის სტრუქტურის დაცვას დამატებითი დაჯდომის დასაშვების ფარგლებში.

საძიებო გამონამუშევრების გაყვანის სიღრმე ინიშნება გეოლოგიური ფენების, მშენებარე შენობის ზომების, დატვირთვის და მიღებული საძირკვლის ტიპის გათვალისწინებით. სადაზვერო ჭაბურღილების რაოდენობა, მაგრამ არანაკლები ორისა, დაყვანილი უნდა იქნეს ქვენაფენის მკვრივი გრუნტის ჭერამდე. გრუნტის საცნობარო თვისებათა მახასიათებლების გამოყენება სპეციალური დასაბუთების გარეშე აღნიშნული შემთხვევისთვის დაუშვებელია. ფუძე-გრუნტის მექანიკური თვისების მიღებისთვის არსებული და მშენებარე შენობების ფუძე-გრუნტის მექანიკური თვისებების დადგენისას უნდა გაითვალისწინოთ გრუნტის ფაქტობრივი დაძაბულობის მდგომარეობა და მისი შემკვრივების ხარისხი შემდგომი დატვირთვის შედეგად. დამატებითი დატვირთვის სიდიდის მონაცემები დგინდება საინჟინრო ძიების და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე.

## V თავი

### დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების ბამაბრება-ბაძლიერების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები

#### §1. შენობა-ნაგებობათა ნულოვანი ციკლის დაპროექტებისადმი წაყენებული მოთხოვნები

შენობა-ნაგებობის ფუძე-საძირკვლის დაპროექტება, კომპლექსური ამოცანაა და მისი გადაწყვეტა მჭიდროდაა დაკავშირებული სამშენებლო მოედნის უბნის საინჟინრო გეოლოგიასთან, რასაც დაპროექტების დროს ხშირად უგულებელყოფენ. ჭეშმარიტებაა, რომ ფუძე-საძირკვლების დაპროექტება და მშენებლობა უნდა წარიმართოს საინჟინრო-გეოდეზიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო-ჰიდრომეტეოროლოგიური ძიების შედეგების საფუძველზე. შენობის კონსტრუქციული ტიპის, ტექნოლოგიური თვისებების და საძირკველზე მოქმედი დატვირთვიდან გამომდინარე, ასევე მისი ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით, მომავალში შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის ნიორმალური წარმართვისათვის აღნიშნული მახასიათებლების საფუძველია ტექნოლოგიური, კონსტრუქციული და საძირკველზე მოქმედი დატვირთვა.

ფუძეებისა და საძირკვლების დაპროექტებისას აუცილებლად გასათვალისწინებელია ადგილობრივი მშენებლობის პირობები, მშენებლობის და ექსპლუატაციის არსებული გამოცდილება. ანალოგიურ საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში დაპროექტება უნდა წარიმართოს თანამედროვე მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების საფუძველზე.

საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების შედეგები უნდა შეიცავდეს იმ აუცილებელ მონაცემებს, რომლებიც საჭიროა ფუძე-საძირკვლების ტიპის შესარჩევად, ასევე საძირკვლის ჩაყრის (სიღრმის) შერჩევასა და გასათვალისწინებელია დასაპროექტებელი შენობა-ნაგებობების თავისებურება, მის გვერდით მდგომი შენობის საძირკველზე ზემოქმედება, ასევე გვერდით მდგომი ნაგებობების საინჟინრო კომუნიკაციების სიღრმე, მათი ზომების დადგენა და შესაძლო პროგნოზირება მათი ცვალებადობის შესახებ (მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროცესში).

როგორც ითქვა, ფუძე-საძირკვლების დაპროექტება კომპლექსური ამოცანაა და მისი გადაწყვეტა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

1. ნაგებობის ფუძე საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით უნდა იყოს მდგრადი, ე. ი. არ უნდა არსებობდეს მეწყრული ხასიათის ძვრებისა და ზვავების საშიშროება, იგი არ უნდა შეიცავდეს ამა თუ იმ წარმოშობის სიცარიელებს, მაგ., კარსტებს, მიწისქვეშა გამონამუშევრებს, ნასხლეტებს და სხვა.
2. ფუძე-საძირკვლის სიმტკიცე (მდგრადობა) უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გარკვეული მარაგით.
3. საძირკვლის მოსალოდნელი აბსოლუტური დაჯდომა და დაჯდომათა სხვაობა, გადახრა და გაღუნვა არ უნდა აღემატებოდეს მათ ზღვრულ მნიშვნელობას, რომელიც განისაზღვრება ნაგებობათა საძირკველზედა კონსტრუქციების საექსპლუატაციო პირობებით და სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნათა მიხედვით.
4. საძირკვლის ფუძე არ უნდა განიცდიდეს მოცულობის ცვალებადობას, ამობურცვას და დაჯდომას გრუნტის გაყინვისა და გაღვობის შემთხვევაში, ხოლო გაჯირჯვებასა და შეკლებას – ტენიანობის ცვალებადობის შედეგად.

ზემოაღნიშნული პირობების დაკმაყოფილება უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს მათთან დაკავშირებული ყველა საკითხის სწორი გადაწყვეტით როგორც ტექნიკური, ისე ეკონომიური თვალსაზრისით; ამავე დროს, საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს საძირკვლისა და განსაკუთრებით ფუძის სამშენებლო თვისებების მოსალოდნელი ცვლილებები დროთა განმავლობაში, რაც შესაძლებელია გამოიწვიოს ნაგებობის საექსპლუატაციო პირობებმა, დატვირთვის ფაქტორმა, რის მთლიანად აღრიცხვა, სამწუხაროდ, ჯერჯერობით ვერ ხერხდება.

რთული საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების შემთხვევაში, ასევე საპასუხისმგებლო შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების დაპროექტებისას, გათვალისწინებული უნდა იქნეს ფუძე-საძირკვლების დეფორმაციის ნატური გაზომვა, არსებული ანუ ზედაპირული წყლების წარმოშობის და მიწისქვეშა წყლების დონის ცვალებადობის შესაძლებლობა, მიწისქვეშა წყლების აგრესიულობის ხარისხი, მიწისქვეშა კონსტრუქციებზე კოროზიულობის აქტიუობა. რთული რელიეფის პირობების შემთხვევაში მოედნის ტერიტორიის დატბორვის პოტენციური შესაძლებლობა ძალიან დიდია, რომლის ნათელი მაგალითია 1969 წელს მდინარე მტკვრის ადიდებისას მომხდარი ფაქტი. კალაპოტმა მოჭარბებული ნაკადი ვერ გაატარა და გადავიდა ხიდის ზემოდან, დაიტბორა ავტოსადგურის ტერიტორია და მისი შემოგარენი ორთაჭალაში და

ძველი თბილისის – „პესკების“ უბანი, დაახიანა შენობა-ნაგებობები, იყო მსხვერპლი.

საძირკვლის სიღრმის შერჩევასა და გათვალისწინებული უნდა იქნეს არა მარტო იმ გრუნტის ფიზიკური და მექანიკური თვისებები, რომელსაც უშუალოდ ეყრდნობა საძირკველი, არამედ იმ გრუნტისაც, რომლებიც წარმოდგენილია ქვევებზე გეოლოგიური თვისებებით. ეს განსაკუთრებით საყურადღებოა მაშინ, როდესაც საძირკვლის საყრდენი ფენის ქვევებზე ქვემოთ მდებარეობს უფრო სუსტი გრუნტის გეოლოგიური ფენა, რომელიც მომატებული კუმშვადობით ხასიათდება, ასევე მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული თვით ნაგებობის კონსტრუქციული თვისებები, დეფორმაციის მიმართ მისი მგრძობიარობის ხარისხი.

ზოგიერთი თიხოვანი გრუნტის ფიზიკური თვისებაა მისი მოცულობის ცვალებადობა დასველებისა და გამოშრობის დროს. მოცულობის ცვალებადობა მნიშვნელოვანია და მას აუცილებლად უნდა გაეწიოს ანგარიში საძირკვლის სიღრმის დანიშნისას.

საძირკვლის სიღრმის დაზუსტება უნდა ეყრდნობოდეს ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებს და მშენებლების გამოცდილებას.

რიგ შემთხვევაში საძირკვლის სიღრმეს განსაზღვრავს წყლის რეჟიმი და პირველ რიგში მისი დონე, რაც უშუალოდ უკავშირდება როგორც მშენებლობის წარმოებას, ისე ტექნიკური ხასიათის პირობებს.

ცნობილია, რომ ბოლო პერიოდში, იმატა ბუნებრივმა კატასტროფებმა, რომელთა ზუსტი პროგნოზირება, მეცნიერების განვითარების დღევანდელი დონის მიუხედავად, შეუძლებელია.

სხვა მოვლენებთან ერთად, ადამიანისთვის განსაკუთრებით სახიფათოა და საშიშია მიწისძვრით გამოწვეული დამანგრეველი მოქმედებები. შენობა-ნაგებობების მიწისძვრისგან დასაცავად ხორციელდება ნაგებობების სეისმური მედეგობის გაზრდა, რაც კიდევ უფრო მეტ პასუხისმგებლობას ავალებს მეცნიერებს, დამპროექტებლებს და მშენებლებს.

ამიტომაც იყო, რომ გადაწყდა საქართველოს ტერიტორიაზე მშენებარე და ასაშენებელი ნაგებობები გადაანგარიშდეს და დაპროექტდეს 8 ბალზე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტში“ შეიქმნა სეისმომედეგობის ახალი ნორმები, რომელიც წიგნს თან ერთვის და რომელთა დაცვა სავალდებულოა ნებისმიერი

ნაგებობის მშენებლობისას. ადრე არსებული სეისმომდეგი მშენებლობის მოთხოვნით, ნაგებობათა გაანგარიშება ხდებოდა 7 ბალზე.

რაც შეეხება ადრე აშენებულ შენობა-ნაგებობებს, აქ საქმე ძალზე რთულადაა, მიიმა შედეგები. კერძოდ, ბოლო დროს თურქეთში (ორი), სომხეთში, საქართველოში – ბოლო ათი წლის განმავლობაში სამი (რაჭა-იმერეთი, სამცხე-ჯავახეთი, თბილისი) მიწისძვრა მოხდა.

გამომდინარე აქედან, მშენებლობის რეკონსტრუქცია-გადლიერებისას გაანგარიშება უნდა წარიმართოს 8 ბალზე. შენობა-ნაგებობათა დაზიანებას, გარდა მიწისძვრებისა, იწვევს ქალაქის ქსელების (წყალსადენი, კანალიზაცია, სანიაღვრე ქსელები) დაზიანებაც. ამ ქსელების მოუწესრიგებლობა, არასწორი ექსპლუატაცია, შესაბამისი სამსახურების გულგრილი და უპასუხისმგებლო დამოკიდებულება საქმისადმი, ასევე შენობა-ნაგებობის პროექტიდან გადახვევით აგება, მიშენებები, ქუჩების უნებართვო გადათხრა და სხვა, კიდევ უფრო ამძიმებს შექმნილ სიტუაციას.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ, ბოლო პერიოდში, ქ. თბილისში საცხოვრებელი მასივების მშენებლობამ, ქალაქის ცენტრში დიდი მოცულობის ნაგებობების მშენებლობამ, დასახლების სიმჭიდროვის გაზრდამ და სხვა, არასაკმარისი გახადა ნახევარი და თითქმის მთელი საუკუნის წინ აშენებული სანიაღვრე, საკანალიზაციო, წყალმომარაგების ქსელების გამტარუნარიანობა, რაც გამოიხატება მათ გადატვირთვასა და დაზიანებაში. წარმოიშვა მიწისქვეშა წყლის ნაკადები, რომელთაც დაემატა გრუნტის წყლები, რომლებიც რეცხავს ნაგებობათა საძირკვლებს, აზიანებს მათ და, თავისთავად, იწვევს შენობის დაზიანებას. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ასეთი ნაგებობების რაოდენობა თბილისში რამდენიმე ათასს აღწევს.

იმისათვის, რომ შენარჩუნებული იქნეს ქალაქის ისტორიული უბნები, მნიშვნელოვანი ნაგებობები, ქალაქის იერ-სახე და ამავე დროს გაზრდილი იქნეს მოსახლეობის უსაფრთხოება, რაც გამოიხატება ნაგებობათა მდგომარეობის გაუმჯობესებით, შედარებით მცირე დანახარჯებით, ჩვენი ქვეყნისათვის მეტად მნიშვნელოვანია. ამ საკითხების გადაწყვეტას ეძღვნება ავტორის მიერ შ.პ.ს. ფირმა „დარბაზის“ კოლექტივთან ჩატარებული როგორც თეორიული კვლევის, ასევე პრაქტიკული საქმიანობა. შ.პ.ს. ფირმა „დარბაზი“-ს ავტორთა კოლექტივის მიერ წლების განმავლობაში ტარდებოდა თბილისის ტერიტორიაზე მის შემოგარენში გრუნტების კვლევა. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნები და შემუშავებულია რეკომენდაციები (იხ. საქართველოს პრეზიდენტთან არსებული

საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგის სახელმწიფო პრემიების კომიტეტში წარდგენილი შრომა). „ფუძის მონაცვლეობა, როგორც ავარიული შენობა-ნაგებობათა სიმტკიცის, მდგრადობის, სეისმომედეგობის და უსაფრთხო ექსპლუატაციის გარანტი“.

## §2. დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების გამოკვლევისთვის ჩასატარებელი სამუშაოები და მათი დასაბუთების აუცილებლობა

ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება-რეკონსტრუქციის სამუშაოს დაწყებამდე საჭიროა გულდასმით შემოწმდეს ფუძე-საძირკვლების ტექნიკური მდგომარეობა, რის შემდეგაც იწერება დასკვნა და შემუშავდება რეკომენდაციები ფუძე-საძირკვლების გამაგრება-გაძლიერებისათვის.

როგორც წესი, კონკრეტული საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებისთვის განიხილება ფუძე-საძირკვლების გაძლიერების სხვადასხვა ვარიანტი. ფუძის სამშენებლო თვისებების მოსალოდნელი ცვლილებები დროთა განმავლობაში შესაძლებელია გამოიწვიოს ნაგებობის საექსპლუატაციო პირობებმა, დატვირთვის ხანგრძლივმა ზემოქმედებამ გრუნტზე და სხვა მრავალმა ფაქტორმა. რეკომენდაცია ეძლევა იმ ვარიანტს, რომელიც შედარებით ეკონომიურია და ტექნიკურად მიზანშეწონილი.

ფუძე-საძირკვლების შემოწმების მთელი სამუშაოთა კომპლექსი იყოფა ეტაპებად.

პირველი ეტაპი ითვალისწინებს შენობა-ნაგებობათა მშენებლობის მონაცემების შეგროვება-გაანალიზებას და არსებული ტექნიკური დოკუმენტაციის დეტალურ შესწავლას.

მეორე ეტაპი – ადგილმდებარეობის და მიწისზედა კონსტრუქციების, შენობა-ნაგებობათა გამოკვლევას, რომელიც მოგვცემს საშუალებას გამოვაგლინოთ დეფორმაციის მიზეზი, ამიტომ ყურადღება ექცევა მიწისზედა წყლების მოცილებას, ახლოს მდებარე ნაშენთა მდგომარეობას; დეფორმაციის ხასიათის გამოვლენისათვის სერიოზული მნიშვნელობა აქვს მიწისზედა კონსტრუქციების კვლევას.

შენობა-ნაგებობათა კვლევა იწყება კონსტრუქციების შიგა დათვალიერებით და აუცილებელი ზომების აღებით, თუ ამის საჭიროებაა, აღებული იქნეს ნიმუშები

სიმტკიცის დასადგენად. დროთა განმავლობაში დეფორმაციების პროცესების გამოვლენისთვის საჭიროა ბზარებზე მანიშნების დაყენება, დაკვირვება.

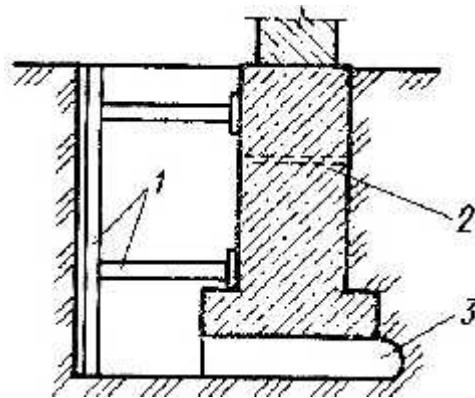
შენობის ან ნაგებობის დაჯდომის დეფორმაციის სიდიდე მახასიათებელი წერტილებისთვის განისაზღვრება ნიველირებისა და ფარდობით უძრავი რეპერების მეშვეობით.

მესამე ეტაპი – შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების გამოკვლევა.

საძირკვლის და ფუძის გამოკვლევა წარიმართება შურფების მეშვეობით, მათი რიცხვი და ზომები განისაზღვრება ობიექტის კონფიგურაციის, გრუნტის პირობებისა და კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე. როგორც წესი, შურფები კეთდება შენობა-ნაგებობათა ავარიულ ზონაში, თუ შენობა-ნაგებობათა დეფორმაცია განპირობებულია ფუძე-საძირკვლების მიზეზით, მიზანშეწონილია ფუძე-საძირკვლების კვლევა წარიმართოს არადეფორმირებულ ზონაშიც იმისთვის, რომ შედარდეს შედეგები.

შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქცია-გამაგრებისათვის მოწმდება ყველა კედლის და სვეტის საძირკვლები, ხოლო ნაწილობრივ დაშენების შემთხვევაში მიმდინარეობს დასაშენებელი უბნის გამოკვლევა. დამატებითი წერტილები ინიშნება შენობის სიმაღლისა და ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე საძირკვლების ჩაყრის სიღრმის საგრძნობი ცვალებადობისას და ა.შ.

შურფები გაიყვანება საკვლევი საძირკვლების გვერდით და თუ შენობა სარდაფიანია, მაშინ შურფები გაიყვანება, როგორც წესი, შენობის შიგნით მიწის სამუშაოების შემცირების მიზნით (სურ. 5.1).



სურ. 5.1 შურფი საძირკვლის გამოკვლევისათვის:

1. შურფის სამაგრი;
2. შლამბურთი გახვრეტილი ნახვრეტი;
3. საძირკვლის სიგანის დასადგენად შუპებით შეჭრა.

საძირკვლის და სარდაფის მასალის სიმტკიცე განისაზღვრება მექანიკური ურღვევი საშუალებებით – კაშკაროკის ან ფიზდელის ჩაქუჩით. ყველაზე მეტად

მიზანშეწონილია, რომ ბეტონის სიმტკიცე განისაზღვროს აკუსტიკური მეთოდით. შურფები ითხრება სულ მცირე 0.5 მეტრით ქვემოთ ქვაბულის ფსკერიდან. გარდა შურფებისა, გრუნტის საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასებისთვის ინიშნება გამოსაკვლევი ბურღილები, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია შენობის დანიშნულებაზე. 25.100-82 აღწერილი მეთოდით განისაზღვრება გრუნტის

დეფორმაციის E მოდული, გრუნტის Rc სიმტკიცე, სიმკვრივე და ტენიანობა. ღია შურფებში საძირკვლის კვლევისას ზუსტდება საძირკვლის ტიპი, ფორმა, ზომები გეგმაში და საძირკვლის სიღრმე. ამავდროულად გამოავლენენ ადრე ჩატარებულ გამაგრებით სამუშაოთა შედეგის და გაძლიერების მეთოდს. წყობის დეფექტებით და ბზარებით განისაზღვრება საძირკვლის ტანის სიმტკიცე, ჰიდროიზოლაციის არსებობა და ხარისხი. ნატური გაზომვების შედეგების საფუძველზე საზღვრავენ საძირკვლის ძირის სიგანეს და მისი ჩაყრის სიღრმეს. საძირკვლის ძირის სიგანე შედარებით დიდი დატვირთვის უბნებზე წარიმართება ორმხრივი შურფებით, განისაზღვრება საძირკვლის და „ყრუ“ კედლების სიგანე, რაც დადგინდება გაბურღვით და ლითონის საზომი ხელსაწყოს რულეტისა და r-ის მაგვარი ლითონის შუპებით გრუნტის გამოთხრით.

ხიმინჯოვანი საძირკვლების შემთხვევაში იზომება ხიმინჯის დიამეტრი ან ხიმინჯის განივი კვეთის (ფართობის) 1-გრძივ მეტრზე ხიმინჯების რაოდენობა და ბიჯი, საძირკვლის გაზომვების შედეგების საფუძველზე შენობასა და დაშენებისთვის ზუსტდება და შემუშავდება საძირკვლების განლაგების გეგმა. დადგინდება დამოკიდებულება არსებული საძირკვლის ფართობსა და დაშენების ფართობს შორის.

საძირკვლის მასალის სიმტკიცე განისაზღვრება მექანიკური და არადამრღვევი მეთოდით.

მექანიკური მეთოდით განისაზღვრება საძირკვლის მასალის და სარდაფის კედლის სიმტკიცის მახასიათებლები.

ფუძე-გრუნტის შემოწმება ხდება იმავე შურფებში, რომლებიც ემსახურებოდნენ საძირკვლების გამოკვლევას. შურფების რაოდენობა დამოკიდებულია შენობა-ნაგებობათა მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებზე. საორიენტაციოდ მათი რაოდენობა ინიშნება 5.1 ცხრილის მიხედვით.

შენობის გამოსაკვლევი შურფების რაოდენობა



ცხრილი 5.1

№	კვლევის მიზანი	შურფების რაოდენობა
1	შენობის რეკონსტრუქცია ან კაპიტალური რემონტი დატვირთვის გაზრდის გარეშე	2÷3-მდე შენობის შიგნით
2	სარდაფში წყლის შეღწევიდან ან სარდაფის და პირველი სართულის კედლებზე დატენიანებისაგან დასაცავად	ყოველ გაწყლოვანებულ ან სველ კედლებთან
3	სარდაფის ჩაღრმავება	ყოველ კედელთან

ამასთანავე შურფები გაითხრება შენობის შედარებით დატვირთულ ადგილებსა და შენობის ყოველ სექციაში და იმ ადგილებში, სადაც იდგმება დამატებითი შუალედური საყრდენები. აუცილებელია შურფები ჩაიყაროს (ამოითხაროს) დეფორმირებულ კედლებთან და სარდაფში. ცალკეულ შემთხვევებში ინიშნება დამატებითი შურფები, რათა განისაზღვროს დაზიანებული ფუძის ან საძირკვლის სუსტი გრუნტის გავრცელების საზღვარი.

შურფები ითხრება ქვაბულის ძირიდან 0.5 მეტრით ქვემოთ. გარდა შურფებისა, ფუძე-გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასებისათვის ინიშნება საძიებო ბურღილები, რომელთა რაოდენობა განისაზღვრება 5.2 ცხრილის საფუძველზე.

ცხრილი 5.2

შენობის გამოსაკვლევი ბურღილების რაოდენობა

სექციების რაოდენობა შენობაში	ბურღილების რაოდენობა
1-2	4
3-4	6
4-ზე მეტი	8

აღნიშნული ბურღილების რაოდენობა უნდა შემცირდეს ადრე ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების და მარტივი აგებულების გეოლოგიური უბნებისათვის.

გამონამუშევართა სიღრმე

$$h = h_1 + h_{\text{აქ}} + c \quad (5.1)$$

სადაც  $h_1$  არის საძირკვლის სიღრმე მეტრებით;

$h_{\text{აქ}}$  – ფუძის აქტიური ზონა, სიღრმე მეტრებით;

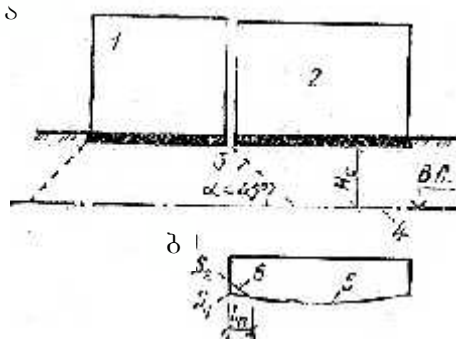
$c$  – მუდმივი სიდიდეა და 2-ის ტოლია, თუ შენობა ერთი- ან სამსართულიანია, ხოლო 3-ის ტოლია, როცა შენობა სამსართულიანზე მაღალია.

შურფებში ფუძის დეტალური გამოკვლევისას გრუნტის ფენები უნდა აღიწეროს 25.100-82 მოთხოვნათა შესაბამისად, სადაც ძირითადი ყურადღება ექცევა უშუალოდ საძირკვლის ქვეშ განლაგებულ ფენას (შრეს). ლაბორატორიასა და საველე პირობებში -ის მოთხოვნათა შესაბამისობით განისაზღვრება გრუნტის ყველა ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებელი.

### §3. არსებული შენობის გვერდით მცირე სიღრმის საძირკვლის დაპროექტება

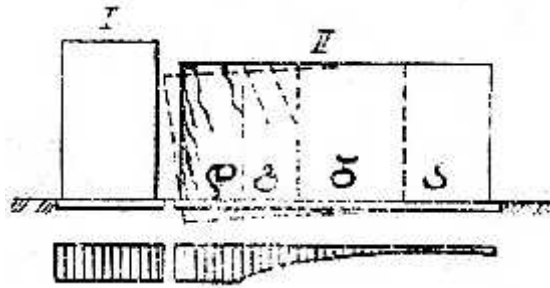
იმ შემთხვევაში, როდესაც მიმდინარეობს არსებული შენობის უშუალო სიახლოვეს ასაშენებელი შენობა-ნაგებობის საძირკვლის პროექტის დამუშავება, მან უნდა მოიცვას როგორც დასაპროექტებელი, ისე არსებული ნაშენების გაანგარიშება. არსებული და ახალი შენობისთვის უნდა განისაზღვროს ბუნებრივი ფუძის მზიდუნარიანობა (პირველი ჯგუფი) და დეფორმაციის მიმართ მედეგობა (მეორე ჯგუფი) 2.02.01-83; დასაპროექტებელი შენობის ფუძის მზიდუნარიანობის გაანგარიშება უნდა სრულდებოდეს სათადარიგო ნამატით მეზობელი მოედნების ცალმხრივი დატვირთვის გათვალისწინებით.

ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშება ასევე ითვალისწინებს არსებული შენობის არათანაბარ დამატებით დაჯდომას გამოწვეულს მეზობელ უბნებზე ახალი შენობების აგებით (იხილეთ სურ. 1.8). თუ სამშენებლო უბნის გრუნტი ადრე არ იყო დატვირთული გარე დატვირთვით, ამ შემთხვევაში ახალი შენობები არსებულის მომიჯნავე ადგილებზე მოგვცემს ნაკლებ დაჯდომას, ვიდრე თავისუფალ ტერიტორიაზე (სურ. 1.8). ამან შეიძლება გამოიწვიოს ახალი შენობის სახიფათო გადახრა არსებული შენობის მიჯნის მახლობლად, ასევე ახალი შენობის შედარებით დიდ საერთო ჩაღუნვამდე, რაც დაპროექტების დროს გასათვალისწინებელია (სურ. 5.2).



სურ. 5.2. არსებულ შენობასთან ახლოს აგებული ახალი შენობის დამატებით გადახრის განსაზღვრისათვის

- ა - მიჯნების სქემა;
- ბ - დაჯდომის ეპიურა გაანგარიშების მიხედვით;
- 1 - ადრე აგებული შენობა;
- 2 - ახალი შენობა;
- 3 - ადრე აშენებული შენობის ძაბვების განაწილების პირობითი ხაზი;
- 4 - კუმშვადი სიზრქის ქვედა საზღვარი;
- 5 - ახალი შენობის დაჯდომა მიჯნის ადგილზე გრუნტის შემკვრივების გათვალისწინების გარეშე;
- 6 - იგივე გრუნტის შემკვრივების გათვალისწინებით.



ნახ. 5.3. მშენებარე შენობის (I) ძალისმიერი ზემოქმედება დაჯდომის ძაბრისმაგვარ საზღვრებში უკვე აშენებულ შენობაზე (II).  
ა - გ - კონსტრუქციების დაზიანების ზონები.

ახალი შენობის გადახრის ზრდა არსებულთან მართვის (მიბჯენის) ადგილას შეიძლება შეფასდეს შემდეგი მეთოდით:

- ა) განისაზღვრება არსებული შენობის მომიჯნავე კედლის საძირკვლის  $S_1$ , დაჯდომა. ძიების დროს დადგენილი სამშენებლო მოედნის სადერფომაციო მახასიათებლების მიმართ შენობის სიხისტის გათვალისწინების გარეშე.
- ბ) განისაზღვრება იმავე საძირკვლის  $S_2$  დაჯდომა შემკვრივებული გრუნტის სადერფომაციო მახასიათებლების მიხედვით არსებული შენობით გადმოცემული დატვირთვის გათვალისწინებით.
- გ) შენობის დამატებითი გადახრა არსებულ შენობასთან მართვის (მიბჯენით) ადგილას იანგარიშება ფორმულით

$$i_{ad} = (S_1 - S_2) / i_n, \quad (5.2)$$

სადაც  $i_n$  – იმ უბნის სიგრძეა, სადაც ვითარდება გადახრა;

$i_n$  – მიიღება  $0.25 H_c$ -ის ტოლად (სადაც  $H_c$  – კუმშვადი სიზრქის სიმძლავრეა).

$j_s$  – გადახრის მნიშვნელობა ემატება დასაპროექტებელი შენობის საძირკვლების დაჯდომების არათანაბრობის გაანგარიშებისას მიღებული გადახრის მნიშვნელობას.

არარეკომენდებულია მოედნის ფარგლებში ტერიტორიის  $0.5$  მეტრზე მეტი ნაყრით მოშანდაკება, ვინაიდან დატვირთვა იწვევს არსებული შენობის ქვეშ გრუნტის დამატებით შემკვრივებას  $0.5$  მ-ზე მეტი სისქის ნაყარის აუცილებლობის შემთხვევაში, გასათვალისწინებელია, რომ ამ ღონისძიებამ შეიძლება გამოიწვიოს დამატებითი არათანაბარი დაჯდომა როგორც არსებული, ისე დასაპროექტებელი შენობა-ნაგებობის, განსაკუთრებით კი იმ შემთხვევაში, თუ დაპროექტდება მოედნის ტერიტორიის ნაწილზე (იხილეთ სურ. 1.9 ბ). ნაყარი აუცილებლად უნდა მივიღოთ, როგორც განაწილებული დატვირთვა დასაპროექტებელ შენობაზე მოსული დამატებითი დატვირთვის თანაბრად.

ფუძის არათანაბარი დამატებითი დაჯდომის გავლენის სალიკვიდაციო ღონისძიებები უნდა დამუშავდეს გაანგარიშებით განსაზღვრული დაჯდომის გათვალისწინებით.

გეგმაში შენობა-ნაგებობების განლაგება, შენობის საძირკვლის და მიწისქვეშა ნაწილის სიღრმე, საძირკვლის ტიპი შეირჩევა შემდეგ ძირითად მოთხოვნათა საფუძველზე.

თუ დასაპროექტებელი შენობის გადაცემული დატვირთვა (წნევა) გრუნტზე არ არის ნაკლები არსებული მეზობელი შენობის წნევაზე, რეკომენდებულია ახალი შენობა დაშორდეს არსებული შენობის საძირკვლებს  $L H_c$  მანძილით, როცა

$L > 0.5H_c$  ახალი შენობის ზეგავლენა, როგორც წესი, უმნიშვნელოა და შეიძლება აღირიცხოს გაანგარიშებით.

საძირკვლის  $L > 0.5H_c$  მანძილზე მოწყობის აუცილებლობის შემთხვევაში მინიმალური უსაფრთხო მანძილი დამოკიდებული იქნება საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებზე, საძირკვლის კონსტრუქციაზე, გრუნტის დამუშავების მეთოდზე, საძირკვლის მოწყობის ტექნოლოგიაზე, შენობის მონტაჟის თანამიმდევრობასა და რიგ სხვა ფაქტორზე. ახალი შენობის მომიჯნავედ ტერიტორიის დაჯდომების უდიდესი არათანაბრობა (და შესაბამისად არსებული შენობების დამატებითი დაჯდომების არათანაბრობა) წარმოიქმნება ახალი საძირკვლებიდან დაახლოებით  $0.2H_c$  მანძილზე (სურ. 5.3) (დ ზონა – პრაქტიკულად უახლოეს 2-6 მეტრის

ფარგლებში). სწორედ ამ უბანზე ვითარდება საცხოვრებელი უკარკასო შენობების კონსტრუქციების საგრძნობი დაზიანებები, უპირატესად გრძივ კედლებში.  $0.2 \div 0.5 H_c$  მანძილით დაშორებისას (ზონა გ), როგორც წესი, გადაიხრება კონსტრუქცია, კედლებში განვითარდება დახრილი ბზარები.  $0.5 H_c \div H_c$ -მდე (ზონა ბ) გადაიხრება მთელი შენობა.

$H_c$ -ს შეფასებისას შეიძლება ვიხელმძღვანელოთ 2.02.01-83 ან (პნ 0201-08) გრუნტების შრეობრივი შეჯამების მეთოდით.  $H_c$  სიდიდე უნდა განისაზღვროს დასაპროექტებელი შენობა-ნაგებობის ცენტრში არსებული ყველა საძირკვლის დატვირთვის გათვალისწინებით. არსებული შენობის ახალი და დამატებითი დაჯდომების მოსალოდნელ საბოლოო დაჯდომაზე დამოკიდებულებით არსებული შენობის კონსტრუქციების მგრძობიარობა არათანაბარი დაჯდომების და ობიექტის არქიტექტურული თავისებურებების განვითარების მიმართ, განისაზღვრება მინიმალური დასაშვები მანძილი ახალ და არსებულ საძირკვლებს შორის.

შენობების მჭიდროდ მიბჯენა, არქიტექტურული თუ სხვა მოსაზრებით, შესაძლოა განხორციელდეს მხოლოდ დაჯდომის ნაკერით მიწისზედა ნაწილში და ახალ და ძველ საძირკვლებს შორის.

გრუნტის დამუშავებისა და საძირკვლების მოწყობის თანამედროვე მეთოდები საშუალებას გვაძლევს ახალი საძირკვლის შესაბამისი ვარიანტის მაგალითად, (კედელი გრუნტში) შერჩევით უზრუნველვეყთ არსებულ საძირკველზე ახლის თითქმის მჭიდროდ მიდგმას. გეგმაში არასასურველია რთული მოსაზულობის ფორმის მირთვა (მიბჯენა). უმჯობესია ახალი შენობის ლენტური საძირკვლები განლაგდეს მირთვის ხაზის პერპენდიკულარულად.

თუ ახალი და ძველი შენობები ერთმანეთს ემიჯნება ტორსებით, ამ შემთხვევაში არსებული შენობის ფუძის დამატებითი დაჯდომა იწვევს მისი ნაღუნის (გადახრის) ფორმის ცვლილებას, ხოლო დაჯდომის საგრძნობმა განვითარებამ ამ შენობის ტორსის უბანზე შეიძლება გამოიწვიოს ამოზნექა (სურ. 5.3). ასეთი სახის დეფორმაციები ნაკლებად საშიშია იმ შენობებისთვის, რომელთა კედლების წყობა გაძლიერებულია არმირებული სარტყელებით.

როდესაც ახალი შენობის ტორსი მირთვულია (მიდგმულია) არსებული შენობის გრძივ კედელთან, დამატებითი დაჯდომა იწვევს განივ დახრას და გრძივი კედლების ჩაღუნვას. ამ შემთხვევაში საჭიროა გამოყენებული იქნეს შედარებით რთული და ძვირადღირებული დამცავი ღონისძიებები, არსებული შენობის კონსტრუქციების პრევენციული გამაგრების ჩათვლით. იმ შემთხვევაში, თუ

არსებული შენობის დამატებითი დაჯდომის სიდიდე მნიშვნელოვნად აღემატება მოსალოდნელს, აუცილებლად უნდა შემცირდეს დამატებითი დაჯდომა, ე. ი. უნდა შემცირდეს ახალი მშენებარე შენობის ზეგავლენა არსებულზე, რისთვისაც საჭიროა: გამოიყოს ძველი და ახალი ფუძეები შპუნტების რიგით; ახალი შენობის დატვირთვა გადაეცეს მკვრივ ქვენაფენ გრუნტებს, ღრმა საყრდენების, მათ შორის სხვადასხვა კონსტრუქციის ხიმინჯების მეშვეობით; შენობის ფუძის გამაგრება სხვადასხვა ტექნოლოგიური საშუალებით (სილიკატიზაცია, ბიტუმიზაცია და სხვა); არსებულ შენობათა კონსტრუქციების წინასწარი გამაგრება მოსალოდნელი არათანაბარი დამატებითი დაჯდომის გაანგარიშებით; II და III კატეგორიის დაზიანებების და 40%-ზე მეტი ცვეთის მქონე შენობებთან ახალი შენობების მშენებლობა დაუშვებელია სპეციალური ღონისძიებების გატარების გარეშე.

თეორია და გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ადრე აგებულ შენობათა კონსტრუქცია გადაიხრება ახალი შენობის მხარეს, დატვირთული მოედნის ფარგლებს გარეთა ფუძის დაჯდომის კანონზომიერი განაწილების შედეგად.

ამიტომ შენობები დაშორებული უნდა იყოს ერთმანეთისგან დაჯდომის ნაკერით, ახალ და არსებულ შენობათა კედლებს შორის დაჯდომის ნაკერის დანიშნისას ანგარიშში მიიღება მხოლოდ არსებული შენობის კონსტრუქციების დახრა მისი სიმაღლის გათვალისწინებით.

#### §4. შპუნტი, როგორც არსებული შენობის კონსტრუქციების განმცალკევებელი დამცავი ღონისძიება

შპუნტი დაპროექტებისა და მოწყობისას მომიჯნავე შენობებისთვის შეიძლება ფუძის შეუცვლელი ელემენტი აღმოჩნდეს, თუმცა ძვირადღირებული და ლითონტევადი. მისი რაციონალური გამოყენებისას მან შეიძლება უზრუნველყოს:

სამშენებლო ქვაბულის კედლების გამაგრება, ისეთისაც კი, რომელიც მუშავდება არსებული შენობის საძირკველზე უფრო ღრმად უშუალოდ ქვაბულის კიდეებთან;

ქვაბულის ფერდოს გარეშე მოწყობა, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, როდესაც მშენებლობა მიმდინარეობს განაშენიანების შეზღუდულ პირობებში;

მიწისქვეშა წყლების შენარჩუნება საწყის დონეზე დამუშავებული ქვაბულიდან წყალქცევის დროს;

მცურავი ქანების და სუფოზიის განვითარების გამორიცხვა;

დასაპროექტებელი შენობების გარემომცველი ტერიტორიის დამატებითი დაჯდომის მნიშვნელოვანი შემცირება.

არსებული და მშენებარე შენობების ფუძეების შპუნტით გამოყოფისას (გათიშვისას) აუცილებელია მიღწეული იქნეს, რომ შპუნტის (სურ. 5.5) გადაადგილება არსებითად ნაკლები იყოს მშენებარე შენობის დაჯდომაზე. ამისათვის საჭიროა შპუნტები ჩაღრმავდეს მკერივი გრუნტის ქვენაფენ ფენაში ან ისეთ სიღრმეზე, რომლის დროსაც ხახუნის ძალა, რომელიც ეწინააღმდეგება შპუნტის ჩარტობას, უეჭველად მეტი იყოს უარყოფით ხახუნის ძალაზე, რომელიც არტობს შპუნტს გრუნტში იმ შენობასთან ერთად, რომელიც ჯდება. ამასთან, დაცული უნდა იყოს უტოლობა:

$$\sum_0^{h_1} f_{ni} \cdot i_{h_1i} \leq 2 \sum_{h_1}^{h_2} f_{ih_2i}, \quad (5.3)$$

სადაც  $h_1$  არის შემკვრივებადი გრუნტების ჯამური სისქე, რომლის საზღვრებში ვითარდება ხახუნის უარყოფითი მიმართულების ძალები (ძირს);

$h_2$  – შპუნტის ჩასობის სიღრმე გრუნტის სიზრქეში, რომელსაც გააჩნია  $E \geq 10$  მპა დეფორმაციის მოდული. როცა შენობის სიმაღლე არ აღემატება 12 სართულს და  $E > 20$  მპა მეტი სიმაღლის შენობებისთვის;

$f_i$  – კუთრი ნორმატიული ძალა გვერდითი ხახუნი ხიმინჯის და გრუნტის და  $i$ -რი ფენის, რომელიც მიღებულია ხიმინჯოვანი საძირკვლების ცნობარის დაპროექტების საფუძველზე;

$f_{ni}$  – ხიმინჯის კუთრი უარყოფითი ხახუნი გრუნტის  $h_i$  უბანზე განისაზღვრება ფორმულით:

$$f_{ni} = \gamma_c f_i, \quad (5.4)$$

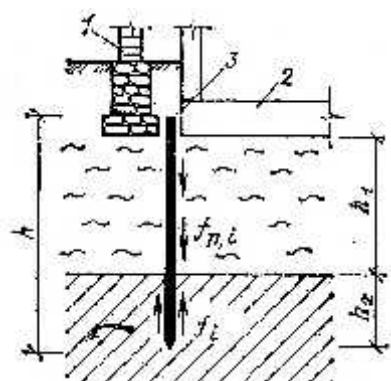
სადაც  $\gamma_c$  – პირობითი მუშაობის კოეფიციენტია, რომელიც მიიღება 0.6 ტოლად, როდესაც  $h_1 \leq 4$  მ, ხოლო 0.8 ტოლად, თუ  $h > 4$  მ;

$f_i^n$  – კუთრი ნორმატიული ხახუნი.

აღნიშნული პირობები არ მოწმდება იმ შემთხვევაში, როდესაც შპუნტი ჩაისობა კლდემდე ან გრუნტამდე, რომლის დეფორმაციის მოდული 50 მპა-ზე მეტია.

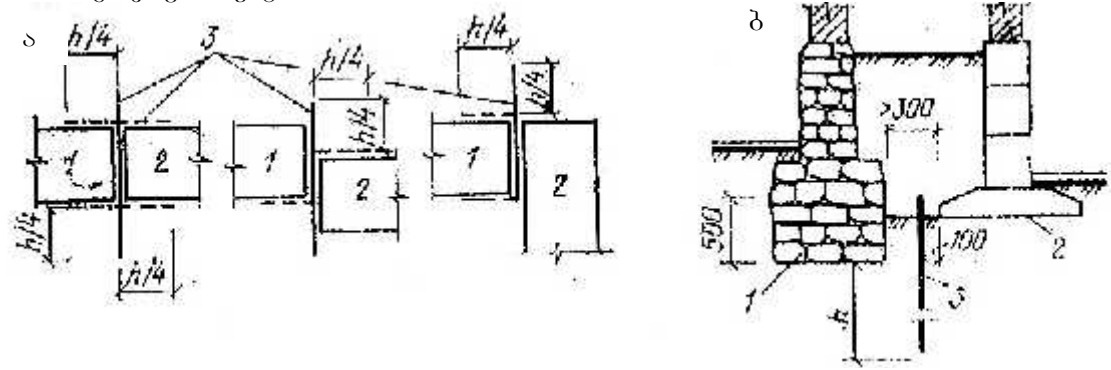
გამყოფი შპუნტოვანის კედელი უნდა გრძელდებოდეს მშენებარე შენობის საძირკვლის არსებულთან მართვის (მომიჯნავე) მთელ სიგრძეზე და ყოველი მხრიდან ჰქონდეს „დეზები“ გეგმაში მკუმშავი სიზრქის (შპუნტის სიგრძის) სულ მცირე 1/4 სიგრძის (სურ. 5.4). დეზები აუცილებელია ახალი შენობის არსებულზე

და აგრეთვე მირთვის (მიბჯენის) ზონასთან განლაგებულ კომუნიკაციებზე ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად.



სურ. 5.4 გამყოფი შპუნტოვანი კედელი

- 1 – არსებული საძირკვლის კედელი;
- 2 – მშენებარე შენობის საძირკველი;
- 3 – გამყოფი შპუნტი.



სურ. 5.5. გამყოფი შპუნტოვანი კედლების განლაგება:

- ა – გეგმა (მთლიანი, პუნქტირი და შტრიხპუნქტირი ხაზები) სხვადასხვა ვარიანტი;
- ბ – ჭრილი; 1 – არსებული შენობა; 2 – მშენებარე შენობა; 3 – გამყოფი შპუნტი.

### §5. შახტური მეთოდით ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება

შეზღუდული პირობების შემთხვევაში შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქცია-გაძლიერებისას ხშირად მიმართავენ შენობის ფუძე-საძირკვლების გაძლიერებას. შახტური მეთოდის გამოყენება ტექნოლოგიური პროცესის შეუჩერებლად მუშაობისას შესაძლებლობას გვაძლევს გავზარდოთ სამუშაოთა ინდუსტრიალიზაცია და ხარისხი, შევამციროთ შრომატევადობა 25%-მდე, საგრძნობლად შევამციროთ ქვაბულების ზომები და ბეტონის ხარჯი. ანალოგიური მეთოდი გამოყენებული იქნა ქ. თბილისში შოთა რუსთაველის სახელობის თეატრის გადასარჩენად. შახტური მეთოდით განხორციელდა შენობის არსებული საძირკვლების შედგმა-ჩაღრმავება თეატრის ექსპლუატაციის შეუჩერებლად. სამუშაოს მიმდინარეობა აღწერილია პროფესორ გ. კიზირიას შრომებში.



## VI თავი

### საქართველოს არამდგრად ბრუნტზე შენობა-ნაგებობებთან უზენაესი ბაუმჯობესების მეთოდები

#### §1. საერთო დებულება

ხშირად გვიხდება სხვადასხვა ტიპის შენობა-ნაგებობათა აშენება სხვადასხვა სახის და რთულ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში არსებულ გრუნტებზე.

გრუნტის პირობების დიდი დიაპაზონი პროექტირება-მშენებლობას ხშირად უქმნის გარკვეულ სირთულეებს: მდგრადობის და ხანმედგობის მინიმალური დანახარჯების თვალთახედვით.

ხშირად საჭირო ხდება მშენებლობის დაწყება არახელსაყრელ და არასაიმედო გრუნტზე: ქვედამუშავებულ ტერიტორიებზე (ღია წესით სასარგებლო წიაღისეულის ამოღება და შემდგომ მათი შევსება); დაჯდომად ან ჯირჯვად გრუნტებზე; მეწყრულ რაიონებში; დაჭაობებულ; დატბორილ; დანალექ და სხვა არამდგრად სუსტ გრუნტებზე.

აღნიშნულ შემთხვევებში გარკვეული მნიშვნელობა ეძლევა გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა შეცვლის გადაწყვეტილების მიღებას ტექნიკო-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე.

თუ ბუნებრივი ფუძე გამოჩნდება არასაკმარისი სიმტკისიც, ე.ი. მისი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები არ შეესაბამება მათ მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს, ამ შემთხვევაში მიმართავენ ხელოვნური ფუძის მოწყობას რომლის მიზეზი შესაძლებელია ძირითადად იყოს მათი დაპროექტების დროს დაშვებული შეცდომები, სამშენებლო სამუშაოების წესების დარღვევა და ნაგებობის ექსპლუატაციის პირობების შეცვლა.

დაპროექტების დროს დაშვებული შეცდომები ძირითადად უხარისხოდ შესრულებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგია. ამის გამო შესაძლებელია რომ ნაკლები სიზუსტით იქნეს დადგენილი გრუნტების დაფენადობა (ქანობი), მათი მექანიკური მახასიათებლები, ზედაპირული და გრუნტის წყლების დონე, მათი დინების რეჟიმი და აგრესიულობის ხასიათი; შესაძლებელია აგრეთვე, რომ გეოლოგიურ ჭრილებში არ აისახოს სუსტი გრუნტების ლინზები, კარსტული სიცარიელები და გრუნტის ნორმატიული მონაცემების გაუარესება. შესაძლოა გამოიწვიოს აგრეთვე სამშენებლო სამუშაოთა წესების დარღვევამ. მაგალითად, წყლის ღია ამოტუმბვის დროს ზოგიერთი

გრუნტის შესუსტება გამოწვეულია მექანიკური სუფოზიით და მათი ამობურცვით; ქვაბულის არასაიმედო გამაგრების შედეგად მოსალოდნელია მეზობელ ნაგებობათა ფუძეების მდგრადობის შესუსტება. საძირკვლის წყობის უხარისხოდ შესრულება იწვევს ნაგებობის რღვევას და სხვა. ასეთი მიზეზების შედეგია ნაგებობათა დამატებითი და არათანაბარი დაჯდომები, კონსტრუქციებში სახიფათო ბზარების წარმოშობა და მდგრადობის დაკარგვა.

ფუძე-საძირკვლების გაძლიერებისა და რეკონსტრუქციის მიზეზები დადგენილი უნდა იქნეს ნაგებობის მუშაობის პირობების, მისი კონსტრუირების და ადგილის გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების დეტალური შესწავლის გზით. ამავე დროს, გრუნტების სამშენებლო თვისებების დადგენისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ისინი განიცდიან ცვალებადობას მათზე დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად, რის შემდეგაც ახორციელებენ აუცილებელ ღონისძიებებს დადგენილი მიზეზების აღმოსაფხვრელად და აირჩევენ ფუძე-საძირკვლების გაძლიერებისა და რეკონსტრუქციის მეთოდს.

მიღებული კლასიფიკაციით ფუძე გრუნტის გაუმჯობესების ყველა მეთოდი შეიძლება დაიყოს: კონსტრუქციულ, მექანიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებად.

ამა თუ ინ მეთოდის გამოყენების არეალი მშენებლობამდე ან შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციის შემდეგ მოყვანილია ცხრილში 6.1. ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე შეირჩევა კონკურენტუნარიანი ფუძე, რომელის გაანგარიშება წარმოებს ორ ზღვრულ მდგომარეობაში: დეფორმაციასა და მდგრადობაზე. პირველ შემთხვევაში საძირკვლის დაჯდომა და დაჯდომათა სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს მათ ზღვრულ მნიშვნელობებს, ხოლო მეორე შემთხვევაში უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს ფუძე-საძირკვლების ფორმის და მდებარეობის უცვლელობა, ამ პირობების დაკმაყოფილება განსაკუთრებით სუსტი გრუნტის და დიდი დატვირთვის შემთხვევაში მოითხოვს დაპროექტებულ იქნეს ღრმა საძირკვლები, მცირე სიღრმის, მაგრამ დატვირთვის დიდი ფართობის მქონე და სიმინჯოვანი საძირკვლები.

რიგ შემთხვევაში, ეკონომიკური მოსაზრებით, ხელსაყრელია ასეთი საძირკვლების მოწყობა ნაცვლად ხელოვნურად გავაუმჯობესოთ საძირკვლის ფუძე. რითაც მივაღწევთ ფუძის სადეფორმაციო და სიმტკიცის თვისებების მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას. სუსტი გრუნტის შემკვრივება-შემაგრებით ვაღწევთ ფორების მოცულობის შემცირებას, მინერალური ნაწილაკების ურთიერთდაახლოების ხარჯზე, რითაც, ერთი მხრივ, მცირდება ფუძის დაჯდომა და, მეორე მხრივ, იზრდება შეჭიდულობის ძალები და, მაშასადამე, ძვრის

წინააღმდეგობა. გრუნტის გაძლიერების მეთოდი ძირითადად დაიყვანება მისი მზიდუნარანობის გაზრდამდე ხელოვნური გამტკიცების (გამაგრების) გზით, რისთვისაც გრუნტის პირობიდან გამომდინარე პრაქტიკაში გამოიყენება: გაყინვა, ცემენტიზაცია, გათიხონება, ბიტუმიზაცია, ერთმაგი და ორმაგი სილიკატიზაცია, სხვადასხვა სახის ფისები; გრუნტის გამოწვის სხვადასხვა მეთოდები; ელექტროქიმიური, ელექტროსილიკატიზაციის, ასევე გამაგრება ნაბურღშემრევი მეთოდით ცემენტ გრუნტის შესაქმნელად; ნაბურღინექციური ხიმინჯები და სხვა.

ფუძის ხელოვნურად გაუმჯობესების არიალი და ფუძის გაუმჯობესების მეთოდების კლასიფიკაცია მოყვანილია 6.1 და 6.2 ცხრილებში.

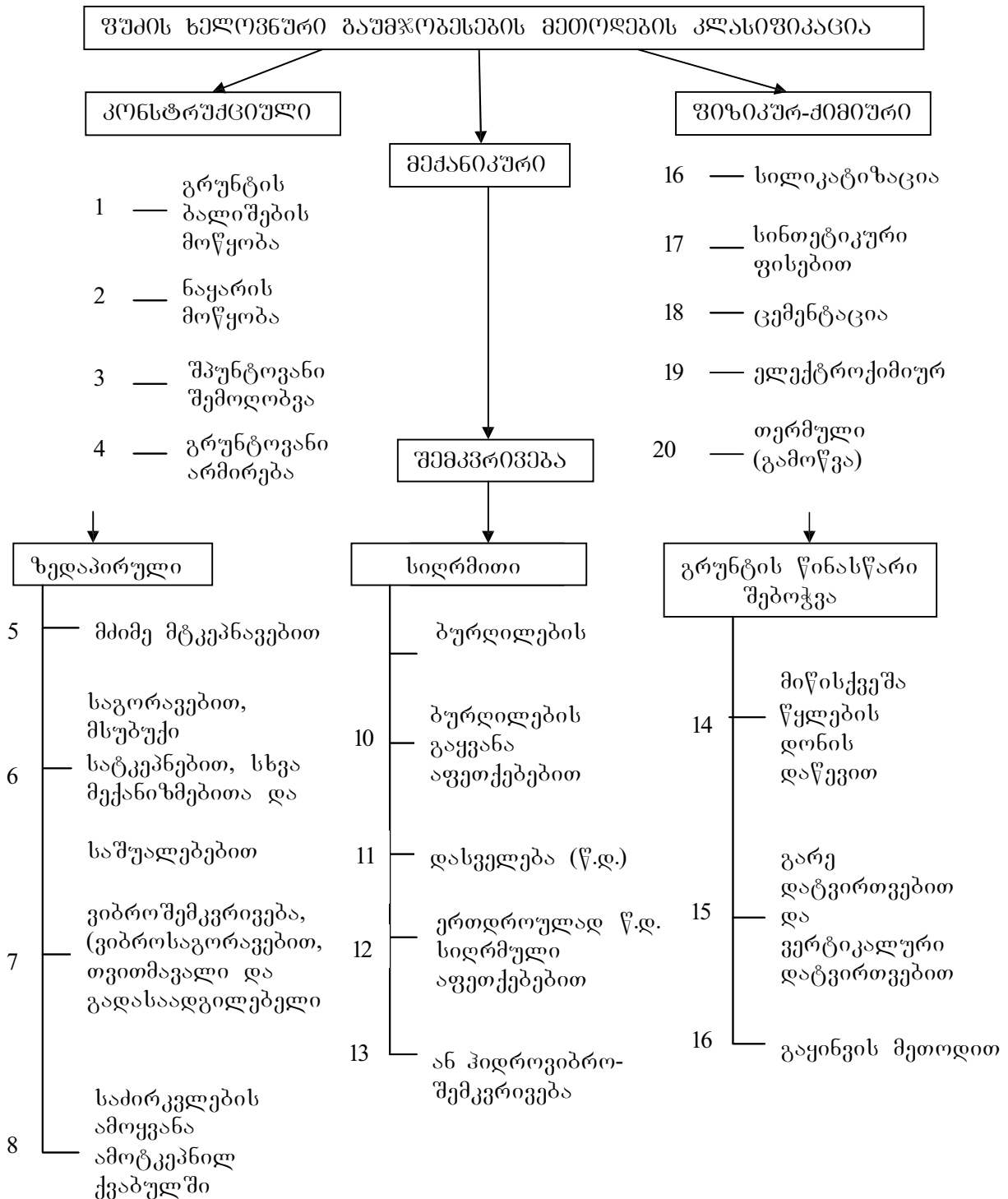
ცხრილი 6.1

ფუძის ხელოვნურად გაუმჯობესების არიალი

	გრუნტის პირობები	შენიშვნა
1	ხისტი, ძლიერ კუმშვადი გრუნტები (ღამი, ბმული გრუნტი დენად მდგომარეობაში და ტორფისებური გრუნტები) ასევე დაჯდომადი გრუნტები	ქვიშის ბალიში, გრუნტის ბალიში ბმული გრუნტიდან
2	სუსტი გრუნტი, გაწყლოვანებული ღამი	დატვირთვა ნაყარის დაყრით, პრიზმის გამობურცვის შესაძლო ფარგლებში
3	-----	-----
4	სისტი ქვიშოვანი და ბმული გრუნტი	ფოლადის ღერო ანტიკოროზიული საფარი ან დაფარული არაალობადი ტექნიკური ქსოვილით
5	მაკროფოროვანი, დაჯდომადი გრუნტები, ფხვიერი, ქვიშოვანი, ახალდასველებული, ბმული და ნაყარი გრუნტები, როცა $S_r < 0,7$	
6	-----	-----
7	ფხვიერი ქვიშოვანი გრუნტი	-----
8	მაკროფოროვანი I ტიპის დაჯდომადი გრუნტი, როცა $S_r < 0,7$	შესაძლოა გამოყენებული იქნეს მეთოდი არადაჯდომადი ბმული გრუნტებისათვის, როცა $\gamma_d = 16-17$ კნ/მ <sup>3</sup> ფარგლებშია
9	მაკროფოროვანი, დაჯდომადი გრუნტები, ფხვიერი, მტვროვანი და წვრილი ქვიშები, სუსტი, ძლიერკუმშვადი, დატორფილი გრუნტი	გრუნტოვანი ან ქვიშოვანი ხიმინჯები
10	ფხვიერი, ქვიშოვანი გრუნტი	-----
11	მაკროფოროვანი, დაჯდომადი გრუნტი	-----
12	მაკროფოროვანი, დაჯდომადი გრუნტი	-----
13	ფხვიერი, ქვიშოვანი გრუნტი	-----
14	სუსტი, ძლიერ კუმშვადი წყალნაჯერი გრუნტი	წყლის შემავტივტივებელი ზემოქმედების მოხსნა
15	სუსტი, ძლიერ კუმშვადი მტვროვან-თიხოვანი და დატორფილი გრუნტი	-----
16	ქვიშები, მაკროფოროვანი დაჯდომადი გრუნტები	-----
17	ყველა სახის გრუნტისათვის, დაწყებული მტვროვანიდან, დამთავრებული ხრეშოვანით	გარდა კარბონატულისა
18	დაბზარული (ნაპრალოვანი) კლდოვანი,	მეთოდი რეკომენდებულია გრუნტის

	ხრეშოვანი და მსხვილი ქვიშები	მაღალი წყალჟონადობისათვის
19	სუსტი მტვროვან-თიხოვანი გრუნტები, როცა ფილტრაციის კოეფიციენტი $K \leq 0,01$ მ/დღეღამეში	გრუნტოვანი ფუძის ელექტროსმოსურ სილიკატიზაციასთან ერთდროულად
20	ქვიშოვანი გრუნტების შემკვრივებისას ფართოდ იყენებენ ქვიშოვან სიმინჯებს, წყალქვეშა სიღრმით და ზედაპირულ აფეთქებას ახალდაწყებული მშენებლობისას	

ცხრილი 6.2



## §2. გრუნტების სამშენებლო თვისებების შეცვლის მეთოდები

მშენებლობის პრაქტიკამ დაგვანახა, რომ დაჯდომადობის ხელშემწყობი პირობები შენობა-ნაგებობებს ძირითადად ექმნებათ ექსპლუატაციის პერიოდში, რასაც მოყვება არასასურველი დეფორმაციები და ცალკეულ შემთხვევებში სახიფათო ავარიებიც. გრუნტის დეფორმაციის გამომწვევი არახელსაყრელი ფაქტორები ძირითადად რეგიონალური ხასიათისაა და ამიტომ საჭიროა მშენებლობის დაწყებამდე გარკვეულ ღონისძიებათა ჩატარება, ე.ი. გამოვიყენოთ დაჯდომადობის საწინააღმდეგო ღონისძიებანი. როგორც ბუნებრივი მდგომარეობის პირობებში, ასევე გარე დატვირთვების მოქმედებისას, გრუნტის დაჯდომის გამომწვევი ძირითადი ფაქტორია ტენიანობის ინფილტრაცია. ამიტომ ყველა ღონისძიება მიმართულია გრუნტის დაჯდომადობის წინააღმდეგ, უპირველეს ყოვლისა, უნდა გავითვალისწინოთ მათი წყალმდეგობის გაზრდა ან დასველების შესაძლო აცილება. შენობა-ნაგებობათა საძირკვლების და ასევე მიწისქვეშა ნაგებობათა მოწყობისას ყოველთვის არ არის შესაძლებლობა სპეციალური კონსტრუქციული ღონისძიებებით მთლიანად ლიკვიდირებულ იქნეს ნაგებობათა საფრთხეში ჩაგდების ფაქტორები. ამიტომ ზოგიერთ შემთხვევაში სხვა ღონისძიებებთან ერთად შეიძლება ნაგებობათა საძირკვლების ქვეშ გრუნტის ხელოვნური გამაგრებაც (ფუძეების დიდი დამარილიანებისას, ფორიანობისა და სხვა). დაჯდომადობის ლიკვიდაციისათვის მოეწეობა შემდეგი ღონისძიებანი:

- ა) წყალამრიდის მოწყობა (ორგანიზებული წყალჩამდენები), ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდების, ჰიდრაულიკური საკეტების, სპეც. ტუმბოების მოწყობა, რომლებიც გამოირიცხავს შენობა-ნაგებობათა ფუძეებში წყლის მოხვედრას);
- ბ) მექანიკური შემკვრივება, რომელიც მოიცავს მშენებლობის დაწყებამდე: ზედაპირულ შემკვრივებას მძიმე მტკეპნავებით, გრუნტის ბალიშების მოწყობას, სიღრმულ შემკვრივებას გრუნტული ხიმინჯებით, შემკვრივებას წინასწარი დასველებით და წყალქვეშა აფეთქების გამოყენებით, ასევე მის გარეშე და სხვ;
- გ) თერმული, ქიმიური და ელექტროქიმიური გამაგრება;
- დ) კოროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები;
- ე) კონსტრუქციული ღონისძიებები – შენობა-ნაგებობის ცალკეული ელემენტების გაძლიერება საძირკვლის მოსალოდნელი არათანაბარი დაჯდომის შესაძლებლობის დროს.

ძირითად ღონისძიებათა სახეები, რომლებიც ფუძის დაჯდომადი თვისებების შემცირების მეტ-ნაკლებ ლიკვიდაციას ახდენს.

ხიმინჯოვანი საძირკვლების გამოყენება ითვლება წარმატებით ინჟინრულ გადაწყვეტილებად, მაგრამ ეს როდი ნიშნავს, რომ მისი გამოყენება ყოველთვის გვაძლევდეს დადებით შედეგს. ლიოსისებრი გრუნტის თვისება იმდენად მრავალფეროვანია, რომ ამ გრუნტზე შენობა-ნაგებობათა საძირკვლის მშენებლობისას არც ერთი მეთოდი არ შეიძლება ჩავთვალოთ უნივერსალურად და ამომწურავად. მაგალითად, აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ ქალაქში: თბილისში, გორსა და რუსთავში წარმატებით იყენებდნენ და იყენებენ მძიმე სატექნიკურ ზედაპირული გამკვრივების მეთოდს, რაც შესაძლებლობას იძლევა აღმოიფხვრას ლიოსისებრი გრუნტების დაჯდომის თვისება და უზრუნველყოფილ იქნეს შენობა-ნაგებობათა მშენებლობა. მეორე მხრივ, გრუნტების შემკვრივების ეს მეთოდი ყოველთვის არ იძლევა სასურველ ეფექტს.

ეს და სხვა მრავალი ფაქტი იმაზე მეტყველებს, რომ გრუნტის სამშენებლო თვისებების გარდაქმნის მეთოდის გამოყენებისას აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ დაჯდომადობის მიხედვით გრუნტის პირობები, ლიოსისებრი გრუნტის რეგიონალური თავისებურება, შენობა-ნაგებობათა მთლიანი დანიშნულება და კონსტრუქციული გადაწყვეტა, მშენებელი ორგანიზაციის მექანიკური აღჭურვილობა, მუშაობის საწარმოო ვადები და სხვა მნიშვნელოვანი ფაქტორები.

აქედან გამომდინარე ლიოსისებრ დაჯდომად გრუნტზე შენობა-ნაგებობათა სიმტკიცის პირობებისა და ექსპლუატაციის საიმედოობის თვალსაზრისით ღონისძიებები შეირჩევა შესაძლო ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზისა და შედარების საფუძველზე. გარდა ამისა, მხედველობაში უნდა მივიღოთ სამშენებლო მოედნის ფარგლებში მეზობლად განლაგებულ ნაგებობათა საძირკვლების თავისებურებები და სხვ.

ანალიზის ჩატარებისას ასევე გასათვალისწინებელია ადგილობრივი ბაზის მდგომარეობა და შესაძლებლობა, მშენებლობის ღირებულება, ლითონისა და ცემენტის საერთო ხარჯი, შრომატევადობა და მუშაობის შესრულების ვადები.

მეთოდის (ანუ ვარიანტის) შერჩევა უნდა მოხდეს მისი გამოყენების აუცილებლობიდან გამომდინარე, მიუხედავად მისი ღირებულებისა.

ქვემოთ განვიხილავთ ცალკეულ მეთოდებს, რომლებმაც პოვეს მეტ-ნაკლები გამოყენება ლიოსისებრი თაბაშირშემცველი გრუნტების ფუძეების გამაგრებისას და ასევე ზოგიერთ მეთოდს, რომლებიც ამჟამად დამუშავების სტადიაშია.

§3. საძირკველების მოწყობა დატორფილ ბიოგენურ გრუნტებზე,  
არსებულ შენობათა მახლობლად

დატორფილი გრუნტი ეწოდება ფუძეს, რომლის მკუმშავი ჩანართი ტორფია. თვით ტორფი ორგანულ-მინერალური გრუნტია, რომელიც წარმოქმნილია ჭაობის მცენარეთა ბუნებრივი კვდომის და მათი არასრული გახრწნის შედეგად ტენიანობისა და ჟანგბადის უკმარისობის ვითარებაში.

დატორფილად იწოდება ფუძე, რომელიც კუმშვადი სიზრქის სიღრმეში იმყოფება გრუნტის ფენის ან ლინზის ჩანართის სახით. ორგანული (მცენარეული) ჩანართები საერთო მასით ( ) 0.03-ზე მეტი ქვიშოვანი გრუნტებისთვის და 0.05-ზე მეტი თიხოვანი გრუნტებისთვის.

კუმშვად სიზრქეს (შრეს) აღნიშნულ შემთხვევაში ანგარიშობენ გამომდინარე ასაშენებელი შენობის ფუძის ფართობით და მის ფართობზე მოსული საშუალო წნევით.

ასევე დატორფილს მიეკუთვნება გრუნტები, რომლებიც შეიცავს 10-60%-მდე ორგანულ ნივთიერებას წარმოქმნილს და დაგროვილს მიწისზედა მცენარეთა უპაერო ანაერობულ სივრცეში გახრწნის შედეგად.

ტორფს აქვს თვისება შეითვისოს დიდი რაოდენობის წყალი. 1 კგ ტორფს შეუძლია შეიწოვოს 3-10 კგ წყალი, ე.ი. მისი ტენიანობა აღწევს  $W=10$  (1000%).

ტორფი წყალს გასცემს ისეთივე სირთულით როგორც თიხოვანი გრუნტები. ეს თვისება (დაბალი წყალგაცემა) აძნელებს დატორფილი ჭაობების გამოშრობას, სადაც მომავალში იგეგმება მშენებლობა. შეშრობისას ტორფის მოცულობა იკლებს 7-10-ჯერ და ზედაპირი დაიწვეს დაახლოებით 1-2 მეტრით, ხშირად უფრო მეტადაც. აქედან გამომდინარე, აღნიშნულ უბნებზე ხიმინჯებზე აგებულ შენობა-ნაგებობას ემუქრება „ჰაერში ჩამოკიდება“. ყურადსაღებია ერთი გარემოება, რომ ასეთ გრუნტებზე აგებული შენობა დეფორმირდება არა მარტო დაჯდომის ვერტიკალური დატვირთვით, არამედ ქვაბულის ფერდის მხარეს ნამარხი ტორფის ძვრისგან (მეწყრული განვითარება 20 მეტრზე და მეტზე). ამ შემთხვევაში შესაძლოა განიცადოს დეფორმაცია ხიმინჯებზე აგებულმა შენობამაც.

დატორფილი გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე ზეგავლენას ახდენს მისი გახრწნის ხარისხი, ე.ი. მთლიანად გახრწნილი ტორფის მასის გაუხრწნელ მასასთან ფარდობა. ძალიან დიდია ტორფის კუმშვადობა. მაგალითად,

100-200 კგ/მ<sup>2</sup> დატვირთვის შემთხვევაში ტორვის ნიმუშის დაჯდომა აღწევს საწყისი სიმაღლის 30-50%-ს.

ტორვის შემკვრივება ფილტრაციული კონსოლიდაციის ზეგავლენით სწრაფად მიმდინარეობს, ხოლო ცოცვადობის – ხანგრძლივად (წლების განმავლობაში) და კომპრესული დამოკიდებულება არასწორხაზობრივია.

ძვრის მიმართ ტორვის წინაღობა ძირითადად დამოკიდებულია მის სიმკვრივესა და ტენიანობაზე. წინაღობა იზრდება სწრაფი ხარისხით, ვიდრე დატვირთვის ზეგავლენით. მისი კონსოლიდაცია საბოლოო (უდიდეს) მნიშვნელობას პრაქტიკულად აღწევს იმ დროს, როდესაც დაჯდომა შეადგენს მისი სრული სიდიდის მხოლოდ 60-70%-ს. წინაღობა ძვრის მიმართ თანდათან იზრდება შემკვრივების გახანგრძლივების პარალელურად, ლაბორატორიულ პირობებში სამსაათიანი შემკვრივების შემდეგ 70-90% აღწევს.

ტორვის წყალჟონადობა (ფილტრაციის კოეფიციენტი) იცვლება დიდ დიაპაზონში და მცირდება ტორვის მასის ფორების კალმატაციის ხარჯზე.

მაშასადამე, ტორფი როგორც ფუძე სხვა მინერალურ გრუნტთან შედარებით ხასიათდება ცუდი თვისებით, რამდენადაც მისი ტენიანობა მეტია 20-60-ჯერ, ფორიანობის კოეფიციენტი 15-40-ჯერ, დეფორმაციის მოდული კი დაბალია 10-100-ჯერ.

მაშასადამე, დატორფილი გრუნტის თვისება მისი მაღალი კუმშვადობაა ( $E=1\div 20$  მპა) და დროში დაჯდომა ნელა მიმდინარეობს. ძლიერ დატორფილი გრუნტის მუდმივმოქმედი დატვირთვის ზეგავლენით იქცევიან ტორფოვანი გრუნტების ანალოგიურად.

ჩანართების განლაგების თავისებურებებიდან გამომდინარე, სამშენებლო მოედნის შენობა-ნაგებობათა კონტურის ფარგლებში სიზრქე არის ან სიღრმეში ჩანართის ან ლინზის სახით. დატორფილ გრუნტში შეიძლება გამოიყოს შედარებით გავრცელებული დატორფილი ფუძის ტიპური სქემები. დატორფილი გრუნტი ბ. დ. ვასილევის ადრეული კლასიფიკაციით, მასში ორგანულ-მინერალური მცენარეული ჩანართების მიხედვით, იყოფა 4 ჯგუფად.

### ცხრილი 5.3

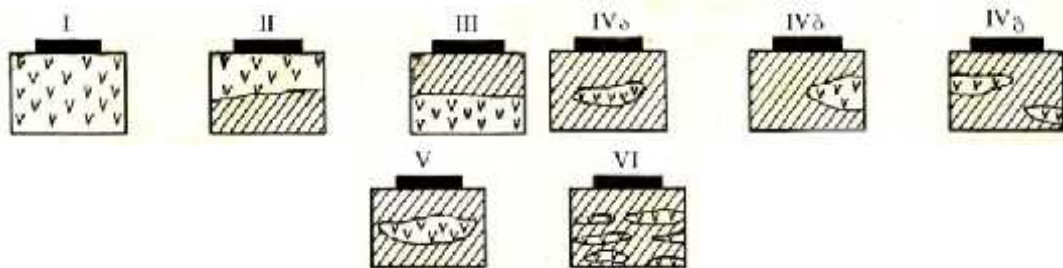
გრუნტი	ორგანული ჩანართები %-ობით
ორგანულ ნივთიერებათა მინარევი	3–10
დატორფილი	10–30
დაღამული ტორფი	30–60
ტორფი	> 60



I ტიპი – კუმშვადი სიზრქის ფარგლებში შენობის ფუძეში განლაგებულია ერთგვაროვანი გრუნტი მცენარეული შრის ნარჩენებით ან ტორფით. ასეთი განფენებები ძალიან ხშირად გვხვდება ჩვენი ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით კი დასავლეთით. როგორც წესი, იგი შედგება წყალნაჯერი თიხოვანი გრუნტისა და გახრწნილი მცენარეული ნარჩენებისაგან – გუმუსისებრი ან სუსტად დატორფილი თიხოვანი გრუნტი. მაგალითად, კოლხეთის დაბლობში იგი ძირითადად შედგება გარკვეული სისქის ბუდეებით ან ჩანართების უწყვეტი მონაცვლეობის სახით ისეთი საინჟინრო-გეოლოგიური ინტერვალით, რომ ლითოლოგიური ჭრილის აგებისას ისინი გაერთიანდნენ ერთგვაროვან სიზრქედ. ბუნებრივი ტენიანობის მდგომარეობაში მას აქვს მორუხო-ტალახისფერი, ღრუბლისფერი და ასევე შავი ფერი, აქვს გოგირდწყალბადის მძაფრი სუნი.

II ტიპი – მშენებლობის ადგილის ფუძის ზედა შრე წარმოდგენილია კუმშვადი სიზრქით მცენარეული ნარჩენების ფენით, ტორფით ან დატორფილი გრუნტით. ასეთი შრეობრიობა ფართოდაა გავრცელებული დიდი და პატარა მდინარის ჭალებში და ძველი ტბების დაჭაობებულ ვაკისებზე.

III ტიპი – კუმშვადი სიზრქის ფუძის ქვეშ არის გრუნტი, რომელიც შედგება მცენარეული ნარჩენების შრისაგან, დატორფილი გრუნტებისა ან ტორფისაგან.



სურ. 6.1. დატორფილი ფუძეების ტიპური სქემები

IV ტიპი – კუმშვადი სიზრქე განაშენიანების ფუძის ფარგლებში წარმოდგენილია მცენარეული ნარჩენებით, დატორფილი გრუნტით და ტორფის ლინზებით, რომლებიც სხვადასხვაგვარადაა განლაგებული: 1) ცენტრალურად განლაგებული; 2) ცალმხრივად ჩასოლილი; 3) ორმხრივად ჩასოლილი. ტორფის ლინზები ძირითადად გვხვდება ჭალების ტერიტორიაზე და მორენას დანალექ ადგილებში.

დატორფილი გრუნტის ან ტორფის ფენა ხშირად აღმოჩენილია 4-6 მეტრის სიღრმეზე, მაგრამ მშენებლობის პრაქტიკაში აღინიშნება შემთხვევა, როდესაც 10-12 მეტრის სიღრმეზე აღმოჩენილია 1-3 მეტრი სიმძლავრის ლინზები.

V ტიპი – კუმშვადი სიზრქე სიღრმეში იმყოფება დატორფილი გრუნტი ან ტორფის ჩანართი, რომლის საზღვრები გამოდის სამშენებლო მოედნის ფუძის ფარგლებს გარეთ. ასეთი ტიპის ფუძე შესაძლოა წარმოიქმნას ხელოვნურად დაჭაობებული ტბების, ძველი ხევის და დაბლობების ნაყარით ამოვსებისას.

VI ტიპი – კუმშვადი სიზრქე ხასიათდება მრავალშრიანი დატორფიანებით, როდესაც ლინზები არაა დიდი და დატორფილი გრუნტის ან თვით ტორფის სიმძლავრე 0.2-0.5 მეტრის ფარგლებშია და უსისტემოდაა განლაგებული სიღრმის თვალსაზრისით.

აღნიშნული სქემების უგულებელყოფამ დაპროექტება-მშენებლობაში შეიძლება მიგვიყვანოს გაუთვალისწინებელ არახელსაყრელ შედეგებამდე.

გეოლოგიური ჭრილების ტიპური სქემებიდან გამომდინარე, ერთგვაროვან დატორფილი ფუძის შემთხვევაში:

I ტიპის სქემისთვის დასაშვებია შერჩეულ იქნეს ხიმინჯოვანი საძირკველი მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი შედგენილია მინერალური გრუნტის და მცენარეული ნარჩენების ჩანართებით (როგორც გახრწნილი, ასევე გაუხრწნილი) და  $q < 0.1$ .

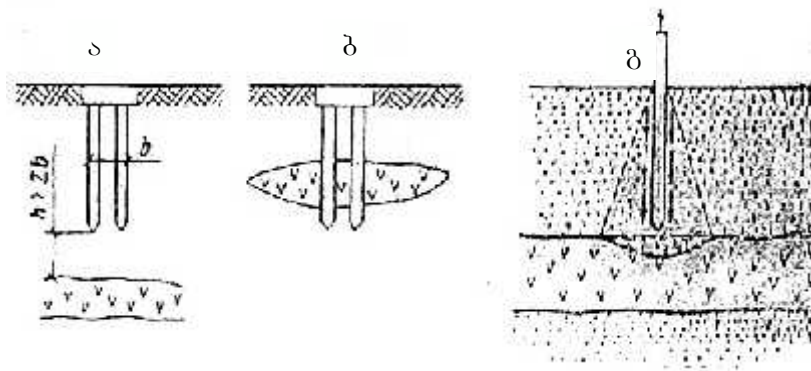
დიდი სიმძლავრის (სიზრქის) გრუნტის ჩაჭრა რეკომენდებულია ხიმინჯის გვერდითი პირეულის გაზრდით ან დიდი დიამეტრის ხიმინჯების გამოყენებით, ვინაიდან კიდული ხიმინჯის მზიდუნარიანობის (ამტანიანობა) 80% განისაზღვრება ხიმინჯის გვერდით პირეულზე მოსული ხახუნის ძალით. ამასთან, აქ შესაძლებელია მოწყობილი იქნეს საძირკველი ბუნებრივ ფუძეზე. ძლიერი დატორფიანების შემთხვევაში დიდი კუმშვადობის გამო გრუნტის მზიდუნარიანობა დაბალია, შესაბამისად ხიმინჯის მზიდუნარიანობაც საგრძნობლად დაბალი იქნება, ამდენად მათი გამოყენება შენობა-ნაგებობათა საძირკველში არ არის მიზანშეწონილი.

II ტიპის დატორფილი ფუძის შემთხვევაში შედარებით მისაღებია ხიმინჯოვანი საძირკველები, ეს განსაკუთრებით რაციონალურია მაშინ, როდესაც ტორფის ან დატორფილი გრუნტის სიმძლავრე 3 მ-ზე მეტია და გრუნტის წყლის დონე ახლოსაა მიწის ზედაპირთან, ხოლო მინერალური ქვევებული შრე წარმოდგენილია მკვრივი თიხოვანი მორენოვანი გრუნტით ან ქვიშით. ზედა შრის გამოტორფვა (მოხსნა) და მათი შეცვლა ქვიშით, საძირკველის ბუნებრივ ფუძეზე

მოწყობის მიზნით, უფრო შრომატევადია, ვიდრე ხიმინჯოვანი საძირკვლის მოწყობა.

III ტიპის დატორფილი გრუნტის შემთხვევაში, როდესაც ზედა მინერალური შრის სიმძლავრე 4-6 მეტრზე ნაკლებია, ხიმინჯების გამოყენება ასევე არამიზანშეწონილია, თუ გადაფარული ტორფი ან დატორფილი გრუნტი მძლავრია და ზედა შრის მინერალური სიზრქე საკმარისად დიდია, შესაძლებელია ხიმინჯოვანი საძირკვლის გამოყენება. მაგრამ ა. ა. ობოდოვსკის აზრით ხიმინჯის ბოლო უნდა ჩაერჭოს გადაფარული ტორფის ან დატორფილი გრუნტის  $h \geq 2b$  სიღრმეზე (სურ. 6.2). ბევრი მკვლევარი კი თვლის, რომ დაუშვებელია დაპროექტებისას ხიმინჯის დასმა ჩამარხული ტორფის ან დატორფილი გრუნტის ჭერზე, თუნდაც გადაფარული იყოს ტორფის მძლავრი ფენით. აღნიშნულ გრუნტზე ხიმინჯების გამოყენების მიზანშეწონილობა უნდა გადაწყდეს დეფორმაციაზე გაანგარიშების საფუძველზე.

IV – VI ტიპის დატორფილი გრუნტების შემთხვევაში ხიმინჯების გამოყენება სავსებით მისაღებია, მაგრამ ხშირად ხიმინჯებით ტორფის და დატორფილი გრუნტის ლინზების ჩაჭრით (გავლით) და ჩაღრმავებით შედარებით მკვირვ მინერალურ გრუნტში სულ მცირე 2.0 მეტრით მთლიანი ან ნაწილობრივი ამოტორფვით (სურ. 6.2).



სურ. 6.2. ფუძეში ჩამარხული ტორფის შემთხვევაში ხიმინჯოვანი საძირკვლის მოწყობის ვარიანტები

როგორც წესი, შენობა-ნაგებობები ასეთ საძირკვლებზე არ განიცდის დიდ დაჯდომას და არ აღემატება ნორმით გათვალისწინებულ სიდიდეს, მაგრამ ხშირად უხარისხოდ ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა არ იძლევა სრულ წარმოდგენას დატორფილი გრუნტის განლაგების და ჩაღრმავების შესახებ.

დატორფილ ტერიტორიაზე დაპროექტება-მშენებლობისას შესაძლებელია ტორფოვანი გრუნტის ან ტორფის მთლიანი ან ნაწილობრივი ამოტორფვა (ამოღება). მთლიანი ამოტორფვა მიზანშეწონილია, როდესაც ტორფის სიმძლავრე 3 მეტრამდეა და გრუნტის წყლის დონე დაბალია. არის შემთხვევა, როდესაც ამოტორფვა მიმდინარეობს 4-5 მ სიღრმიდან. ამ შემთხვევაში დგება დიდი მასის ტორფოვანი გრუნტის უტილიზაციის საკითხი. ცნობილია, რომ ტორფს აქვს აალებისადმი მიდრეკილება და დასაწყობებულია დიდ ტერიტორიაზე. ნაწილობრივი ამოტორფვა შეიძლება აღმოჩნდეს შედარებით ეკონომიური მცირე სადრენაჟო მასალის გამოყენების თვალსაზრისით, მაგრამ ამოტორფვისთვის საჭირო ტექნიკა და შემდგომი სამუშაოები ძალიან შრომატევადია და არახელსაყრელი, ამიტომ ამოტორფვას იყენებენ იშვიათად.

ხრეშოვანი ბაღის გამოყენება მიზანშეწონილია ძლიერ კუმშვადი მასის როგორც მთლიანად, ისე ნაწილობრივ შესაცვლელად. ქვიშოვანი ბაღის გამოყენების მიზანია სუსტი გრუნტის ზედაპირზე წნევის შემცირება და თანაბრად გადაცემა, ფუძის დაჯდომის შემცირება და მდგენელების გაზრდა, საძირკვლის წყობის მოცულობის შემცირება.

ქვიშის ბაღიშების ზომები აიღება იმ ანგარიშით, რომ მის ირგვლივ მდებარე სუსტმა გრუნტმა არ განიცადოს დეფორმაცია ქვიშიდან გადაცემული გვერდით წნევის ზეგავლენით. იხილეთ ხრეშოვანი ბაღიშები.

სამშენებლო ნორმები და წესები – „შენობების და ნაგებობების ფუძეების“ (პნ 02.01-08) საფუძველზე.

წყალნაჯერი ბიოგენური გრუნტით (ტორფი და საპროპელეები) და ლამებით წარმოდგენილი ფუძეების დაპროექტებისას უნდა გავითვალისწინოთ მათი ძლიერი კუმშვადობა, დროში დაჯდომის ნელი განვითარება, რაც არსებითად ცვლის ფუძეების კონსოლიდაციის პროცესში მისი სიმტკიცის დეფორმაციულ და ფილტრაციულ მახასიათებლებს. ასევე საყურადღებოა ისიც, რომ გრუნტის წყლები ბიოგენურ გრუნტსა და ლამაში, როგორც წესი, მიწისქვეშა კონსტრუქციების მასალის მიმართ გამოირჩევა ძლიერი აგრესიულობით.

ბიოგენური (დატორფილი) გრუნტისა და ლამის დეფორმაციის, სიმტკიცისა და ფილტრაციის მახასიათებლები უნდა განისაზღვროს დატვირთვის იმ დიაპაზონში, რომელიც შეესაბამება დასაპროექტებელი შენობის ფუძის დაძაბულ მდგომარეობას. ბიოგენური გრუნტისა და ლამის მახასიათებლები უნდა დადგინდეს გრუნტის ნიმუშის როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით გამოცდის შემდეგ.

ბიოგენური (დატორფილი) გრუნტი და ლამით აგებული ფუძის გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს პნ 02.01-08 მოთხოვნების შესაბამისად. ასევე საყურადღებო და გასათვალისწინებელია ფუძეზე დატვირთვის გადაცემის სიჩქარე; გრუნტში ეფექტური ძაბვის ცვლილება და მისი ანიზოტროპიული თავისებურებანი ფუძის კონსოლიდაციის პროცესში (შენიშვნა: ბიოგენური გრუნტისა და ლამის ანიზოტროპიული თავისებები შეიძლება არ იქნეს გათვალისწინებული, თუ მათი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებებით მახასიათებლების ერთმანეთისგან განსხვავება 40%-ს არ აღემატება).

არ დაიშვება საძირკვლების დაფუძნება ძლიერდატორფილი გრუნტის უშუალო ზედაპირზე, ტორფზე, ლამაზე და მცირე რაოდენობის მინერალების შემცველ საპროპელებზე. თუ უშუალოდ საძირკვლის ქვეშ მდებარეობს გრუნტის ფენა, რომლის დეფორმაციის მოდული  $E < 5$  მპა ( $50$  კგ/სმ<sup>2</sup>) და მისი სისქე მეტია საძირკვლის სიგანეზე, ფუძის დაჯდომა უნდა განისაზღვროს საძირკვლის ქვეშ სრული წნევის გათვალისწინებით.

როდესაც ფუძე წარმოდგენილია დატორფილი ბიოგენური გრუნტით ან ლამით, რომელთა მზიდუნარიანობა მცირეა, უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი ღონისძიებანი: ღრმა საძირკვლებით ბიოგენური გრუნტისა და ლამის ფენის ნაწილობრივი ან მთლიანი ჩაჭრით, ბიოგენური გრუნტის, ან ლამის სრული ან ნაწილობრივი შეცვლა ქვიშით, ღორღით, ხრეშით ან სხვ., ნაგებობის ფუძის ან მთელი სამშენებლო მოედნის გრუნტის ან სხვა მასალის გამოყენებით, ლამის გამაგრება ინექციური ხიმინჯებით. დამატებითი დატვირთვისას დაპროექტება ხდება პნ 02.01-08 მოთხოვნების შესაბამისად. ამასთან, უნდა დადგინდეს დამატებითი დატვირთვის ფენის სისქე და ზომები, ასევე დრო, რომელიც აუცილებელია ფუძის კონსოლიდაციის მოცემული ხარისხის მისაღწევად და ფუძის საბოლოო დაჯდომა დამატებითი დატვირთვის შედეგად.

#### §4. თაბაშირშემცველ ლიოსისებრ გრუნტში საძირკვლის კოროზიისაგან, როგორც დაჯდომის გამომწვევი ერთ-ერთი მიზეზისაგან, დაცვის ღონისძიებები

თაბაშირშემცველ ლიოსისებრ გრუნტზე შენობა-ნაგებობათა დაპროექტებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს კოროზიასთან ბრძოლას და მისი გამომწვევი მიზეზების გამოვლენას. რიგ შემთხვევაში აღნიშნული გრუნტი აგრესიულია სამშენებლო მასალების მიმართ და იწვევს შენობის მიწისქვეშა ნაწილისა და კომუნიკაციების საგრძნობ დაზიანებას.

ცნობილია, რომ სამშენებლო კონსტრუქციების კოროზიის გამომწვევი ერთ-ერთი მიზეზია ფიზიკური კოროზიის მარილოვანი ფორმა, რომლის თავიდან აცილებისათვის საჭიროა დავიცვათ შენობა-ნაგებობათა უბანი დასველებისაგან (დრენაჟი, წყალამრიდი ღონისძიებები, წყლის დანაკარგებთან ბრძოლა და სხვ.), რისთვისაც მიწისქვეშა კონსტრუქციები შესრულებული უნდა იქნეს კოროზიამედეგი და მკვრივი მასალების ბაზაზე. ასევე მიწისქვეშა კონსტრუქციების დაცვა შესაძლებელია თიხოვანი საკეტებით, ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაციით, სულფატომედეგი ბეტონის ტორკრეტირებით, მასალების ჰიდროფობიზაციით, შენობის გარშემო 1.5-20 მ მკვრივი წყალუქონადი შემონაკირწყლის მოწყობით. აგრეთვე შენობის გარშემო უნდა გაშენდეს მწვანე ნარგავები სულ მცირე 6.0 მ მანძილზე. –28–73-ის საფუძველზე გრუნტებზე საძირკვლების ანტიკოროზიულ ღონისძიებათა არჩევისას სულფატური აგრესიის დროს, პირველ რიგში, სასურველია გამოვიყენოთ სულფატომედეგი პორტლანდცემენტი და მკვრივი ბეტონი, რაც გააძნელებს აგრესიული კომპონენტების შეღწევას წყობაში. იმ შემთხვევაში, როდესაც მკვრივი ბეტონის და სულფატომედეგი პორტლანდ და პუცოლან ცემენტის გამოყენება არ იძლევა სასურველ შედეგს, ბეტონის სიმტკიცის მისაღწევად იყენებენ სპეციალურ დამცავ საშუალებებს (ბიტუმს, ეპოქსიდებს, ეტილონელს და სხვა), რომლებიც ეწინააღმდეგება აგრესიული გარემოსა და ბეტონის კონტაქტს.

როგორც წესი, საძირკვლები და სხვა მიწისქვეშა კონსტრუქციები, რომლებიც უშუალოდ არ განიცდიან ზემოქმედებას, მაგრამ იმყოფებიან აგრესიულ სულფატურ გარემოში, პროექტდება ბიტუმის შესაღესი ჰიდროიზოლაციით ან ქიმიურად მედეგი პოლიმერსნარით დამზადებული მონომერის ბაზაზე. ხიმინჯების ანტიკოროზიულ ღონისძიებათა შერჩევისას ძირითადი სირთულეები დაკავშირებულია მისი იმ ზედაპირის ფართობის სიმცირესთან, რომელიც შეხებაშია აგრესიულ გარემოსთან; ჩატარებული ღონისძიება კარგავს თავის ფუნქციას დინამიკური დატვირთვით და დასობის პროცესში გრუნტთან ხახუნის დროს. საქართველოს სეისმოლოგიის ინსტიტუტის გამოცდილებამ დაგვანახა, რომ ძლიერ დამარილებულ თაბაშირშემცველ და ასევე მაღალმინერალიზებულ წყალ-გრუნტოვან პირობებში ხიმინჯების მუშაობის აუცილებელი პირობაა გამოყენებული იქნეს განსაკუთრებული ბეტონის ხიმინჯები ( $V/C = 0.4$  და წყალუქონადობა  $B=8$ ), რომლებიც სულფატმედეგი პორტლანდცემენტის ბაზაზეა დამზადებული.

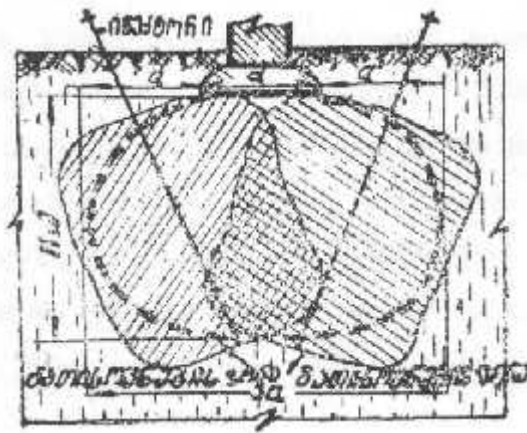
იმ შემთხვევაში, როდესაც გარემოს აგრესიულობის ხარისხი დასაშვებზე მაღალია, სულფატმედევ პორტლანდცემენტის ბაზაზე დამზადებული განსაკუთრებული ბეტონის ხიმინჯები უნდა დავიცვათ დამცავი შრით ან გაუღენთვით, ასევე აუცილებელია დავიცვათ ხიმინჯის ჩაშვების ტექნოლოგია და შევინარჩუნოთ ჭაბურღილის ოპტიმალური დიამეტრი, რომელიც აღემატება ხიმინჯის განივკვეთის ზომებს.

ჭაბურღილის ზომების შემცირებას მიყვავართ ხიმინჯის ანტიკოროზიული საფარის ადგილობრივ დაზიანებამდე, ხოლო გადიდებისას მცირდება ხიმინჯის ზიდვის უნარი და წარმოიქმნება დიდი სიცარიელე ხიმინჯისა და ჭაბურღილის გვერდებს შორის, რომელიც სასურველია შეივსოს ცემენტის ხსნარით აგრესიული წყლების ფილტრაციის საწინააღმდეგოდ.

## §5. გრუნტების გათიხონება (კალმატაცია)

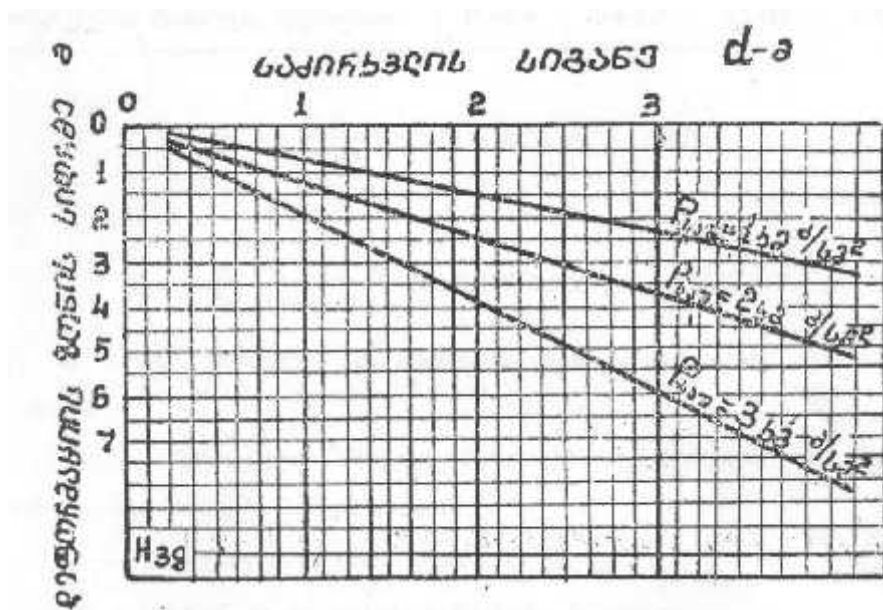
გრუნტის გათიხონების დროს ხდება გრუნტის ფოროვანი სივრცეების შევსება შედარებით წვრილი მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკებით, რითაც მიიღება გრუნტის გათიხონება შეწონილ მდგომარეობაში ფორებში არსებულ წყალთან შერევის შედეგად, იგი როგორც პროცესი, არსებითად ცვლის გრუნტის საინჟინრო-გეოლოგიურ თვისებებს. გათიხონების პროცესი იმდენად საინტერესო და ამასთან რთულია, რომ იგი ბევრი კვლევის ობიექტი იყო. მიუხედავად დიდი რაოდენობის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევისა, გათიხონების პროცესი დღესაც სადისკუსიო თემაა. დაჯდომადი თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტის გათიხონებით გამაგრების იდეა დამუშავებულია ქ. ოდესის სამშენებლო-საინჟინრო ინსტიტუტში პროფესორ ვ. გოლუბოვისა და დოც. ვ. შეკუნოვის მიერ, მას საფუძვლად დაედო გათიხონების სტაბილიზაციის თეორიული დასაბუთება. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება დაჯდომადი თაბაშირშემცველ ლიოსისებრ გრუნტებში, როგორც მშენებარე, ასევე ექსპლუატაციაში არსებული შენობა-ნაგებობათა ფუძეების შესამაგრებლად. დაჯდომადი გრუნტების მიკრო-და მაკროსტრუქტურის გაჯერება (გათიხონება) ხდება ინოქტორებით ბენტონიტისა და სუბენტონიტის მონტომორილონიტის ჯგუფის თიხოვანი მინერალების წყალ-თიხის სუსპენზიით, რითაც მცირდება დაჯდომადი გრუნტის ფილტრაციის თვისებები, გრუნტში ადვილად ხსნადი მარილები იზოლირდება გრუნტში გაღწეულ წყლისაგან და წარმოიქმნება დამატებითი კონტაქტები ნაწილაკებს შორის, რაც წყლის მიმართ მედეგს ხდის. დასველების დროს გათიხონებული ლიოსისებრი

გრუნტის საძირკვლის ფუძის დაჯდომის სიდიდის განსაზღვრა ხდება დეფორმაციის საერთო მოდულით და არ უნდა აღემატებოდეს არაჯდომად გრუნტებზე აგებული შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციის დასაშვებ სიდიდეს. დაჯდომადი ლიოსისებრი გრუნტის გათიხონება რეკომენდებულია, როდესაც ფილტრაციის ( $K_{ფ}$ ) კოეფიციენტი იცვლება  $0.1 \div 2$  მ/დღე-ღამეში, ხოლო ( $n$ ) ფორიანობა 43-60%-ის ფარგლებში. ამ შემთხვევაში გათიხონებული გრუნტი კარგავს დაჯდომად თვისებებს, მცირდება ფილტრაციის კოეფიციენტი და იზრდება საერთო დეფორმაციის მოდული. აღნიშნული მეთოდი რეკომენდებული არ არის ნავთობპროდუქტებით გაუღენთილი გრუნტისათვის. ბენტონიტურ თიხებში მონტმორიალინიტის შემცველობა აღემატება 60%-ს და ხასიათდება მაღალი ადსორბირების უნარით. გათიხონებისათვის საჭირო თიხა უნდა შეიცავდეს 0.55 მმ ზომის მინარევებს (ქვიშა, ნიჟარები და სხვ.) არაუმეტეს 5%÷6%. საქართველოში ნატრიუმ-ბენტონიტ თიხები, რომლებიც ხასიათდება დისპენსიურობის მაღალი ხარისხით და დიდი სიბლანტით, მოგვეპოვება ქ. ოზურგეთში ასკანის საბადოთა ჯგუფის სახით, რომელიც დიდი სამრეწველო მარაგით ხასიათდება, ქუთაისის მახლობლად სოფ. ხანოჯაში; ზესტაფონის რაიონის სოფ. შროშაში; ციხის უბნის საბადოებში 50 მ ფენის სიმძლავრით, მთისპირა 20-30 მ ფენის სიმძლავრით და სხვ.



სურ. 6.3. საძირკვლის ქვეშ გათიხონების ზონები





სურ. 6.4. საძირკვლის ქვეშ დეფორმაციის ზონის სიღრმის განმსაზღვრელი გრაფიკი

როგორც გათიხონების ინსტრუქცია მიგვითითებს, დაჯდომად თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტების ფუძეების გათიხონება მიზანშეწონილია საძირკვლების 4 მ-მდე სიგანის და 10-12 მეტრამდე სიღრმის შემთხვევაში, სადაც გათიხონებული გრუნტის ზონამ მთლიანად უნდა გადაფაროს დეფორმაციის ზონა (სურ. 6.3). დეფორმაციის ზონის სიგანე  $3b$ -ს ტოლი უნდა იყოს, სადაც  $b$  არის საძირკვლის ძირის სიგანე (მ), ხოლო დეფორმაციის ზონის სიღრმე (დამოკიდებულია საძირკვლის სიგანეზე, დატვირთვაზე და სხვ.) განისაზღვრება ინსტრუქციაში მოყვანილი ცხრილის მიხედვით (ცხრილი 6.1). საჭირო თიხის რაოდენობა ( $Q$ ) ტონებით ერთ გავლაზე (სპირაჯიზე) იანგარიშება აღნიშნული ინსტრუქციის 6.3 ფორმულით, რომელიც უშუალო კავშირშია საძირკვლის ძირზე არსებულ ( $P_{საშ}$ ) საშუალო წნევასთან (სურ. 6.2; გათიხონების ინსტრუქციის მიხედვით).

ცხრილი 6.1

ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღე-ღამე	0.1-0.3	0.3-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0
გათიხონების რადიუსი, მეტრობით	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7

$$Q = (n_0 - n_1) \frac{V}{s} \frac{1}{1 + e_1} (1 + 0.01W) \pi r^2 \quad (6.1)$$

ახ

$$Q = \frac{e_0 - e_1}{(1 + e_0)(1 + e_1)} \cdot \frac{Y_s}{1 + e_1} (1 + 0.01W) \pi r^2 l \quad (6.2)$$

სადაც  $n_0$  არის ერთეული მოცულობის გასათიხოვნებელი გრუნტის ფორიანობა;

$n_1$  – ერთეული მოცულობის გათიხოვნებული გრუნტის ფორიანობა. იგი მიიღება 0.40-ის ტოლად;

$Y_s$  – ბენტონიტური თიხის კუთრი წონა, ტ/მ<sup>3</sup>

$W$  – ბენტონიტური თიხის ტენიანობა, %-ობით;

$r$  – გათიხოვნების რადიუსს ვიპოვით 3.1 ცხრილში;

$e_1$  – თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი გათიხოვნების შემდეგ;

$e_0$  – თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი გათიხოვნებამდე;

$l$  – გავლის (სპირაჯის) სიგრძე, მეტრობით.

შესაბამისად, 1 მ<sup>3</sup> ფუძის გათიხოვნებისთვის თიხის მოცულობა ტ/მ<sup>3</sup>-ობით განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = (n_0 - n_1) \frac{Y_s}{1 + e_1} (1 + 0.01W), \quad \text{ტ/მ}^3 \quad (6.3)$$

ან

$$Q = \frac{e_0 - e_1}{(1 + e_0)(1 + e_1)} \cdot \frac{Y_s}{1 + e_1} (1 + 0.01W), \quad \text{ტ/მ}^3 \quad (6.4)$$

გასათიხოვნებლად დასაჭირხნი სუსპენზიის კუთრი  $Y_s$  ტ/მ<sup>3</sup> აიღება გრუნტის ფორიანობის სიდიდის მიხედვით 6.2 ცხრილიდან.

ცხრილი 6.2

ლიოსისებური გრუნტის ფორიანობა, %(n)	43	44	45	46	47	48	49	50	>50
სუსპენზიის კუთრი წონა, $Y_s$ ტ/მ <sup>3</sup>	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16

წყალთიხის სუსპენზიის მოცულობა ( $V$  მ<sup>3</sup>), რომელიც იხარჯება 1 მ<sup>3</sup> თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტის გასათიხოვნებლად, განისაზღვრება ფორმულით:

$$V = \frac{Q}{Y_s - 1}$$

$Y_s - 1$

$\delta^3$ ,

(6.5)

სადაც  $Q$  არის თიხის წონა, რომელიც იხარჯება  $1 \text{ მ}^3$  გრუნტის გასამაგრებლად, ტონობით;

$V_s$  – წყალთიხის სუსპენზიის კუთრი წონა, ტ/მ<sup>3</sup>.

აღნიშნული დაჭირხენის წნევა უნდა იქნეს შენარჩუნებული 1.5-1.8 ატმოსფეროს ფარგლებში და არ უნდა გადააჭარბოს 2 ატმოსფეროს. არსებული ინსტრუქციით ლიოსისებრ თაბაშირშემცველ გრუნტში წყალთიხის სუსპენზიის უკეთ გაღწევისათვის რეკომენდებულია პერფორირებული მილების ჩაშვება 15-20<sup>0</sup> კუთხით ვერტიკალიდან.

## §6. გრუნტის ხელოვნური გაყინვა

გრუნტის ხელოვნური გაყინვის მეთოდი სპეციალური, უნივერსალური მეთოდია წყალნაჯერი გრუნტისთვის, როდესაც წყლის ამოტუმბვა ან მისი დონის ხელოვნური დაწევა არ ხერხდება, არაეფექტურია ან ტექნიკურად შეუძლებელი. გაყინვის ხელოვნური მეთოდი ერთ-ერთი პროგრესული და საიმედო მეთოდია წყლის მოდინებისაგან ქვაბულის დასაცავად, ასევე წყალნაჯერ და წყალმოდინების მეწყრის გამაგრებისათვის. აღნიშნული მეთოდის გამოყენების არეალი დღითიდღე იზრდება.

გაყინვის მეთოდმა ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში კპოვა გამოყენება კაშხლის ქვაბულის ამოყვანისას, საკანალიზაციო კოლექტორებსა და ნაგებობებში. ამ ბოლო წლებში აღნიშნულ მეთოდს დიდი წარმატებით იყენებენ მიწისქვეშა ტევადი, კერძოდ, გათხევადებული აირის გაყინულ მდგომარეობაში შესანახი სათავსების მოსაწყობად.

აღნიშნული მეთოდით გაყვანილი იქნა თბილისში თავისუფლების მოედნის და წერეთლის მეტროები, ვინაიდან შეუძლებელი იყო გვირაბების გაყვანა წყლის დიდი მოდინების გამო.

მიუხედავად მშენებლობის სფეროში გაყინვის მეთოდის დაგროვილი თეორიული საფუძვლებისა, მაინც არასაკმარისადაა დამუშავებული აღნიშნული მეთოდი. გრუნტის გაყინვის მეთოდის არსი ასეთია:

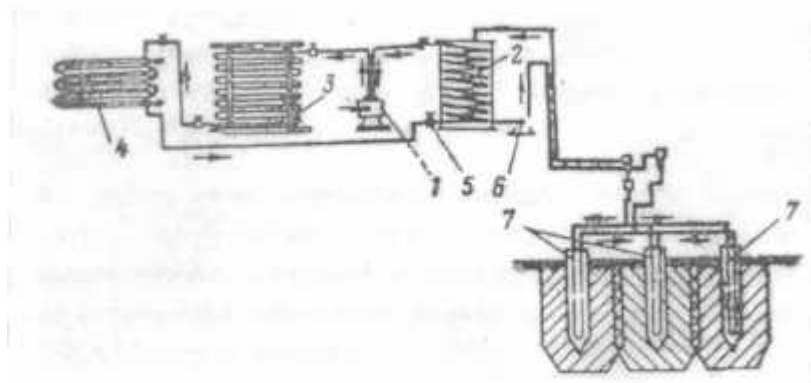
ქვაბულის კონტურზე 1-2 მ-ის დაშორებით უშვებენ მილსვეტებს წინასწარ გამზადებულ ჭაურებში. თითოეული მილსვეტის შიგნით დგამენ მეორე, უფრო მცირედიამეტრიან მილს, რომელშიც ატარებენ გამაცივებელ ხსნარს. იგი იკავებს ორ მილს შორის რგოლურ სივრცეს და ყინავს მის ირგვლივ გრუნტს.

ამგვარად, ქვაბულის ირგვლივ წარმოიქმნება გაყინული გრუნტის ფარიკედელი, რომელიც საიმედოდ იცავს ქვაბულს გრუნტის წყლისაგან, რისთვისაც აუცილებელია გამყინავი მილსვეტების ჩაშვება ქვაბულის ფსკერზე ღრმად წყალგაუღწევ ფენამდე. გაყინული გრუნტი ქვაბულის კედლების გამაგრების საშუალებაცაა, რისთვისაც მას ანგარიშობენ მდგრადობაზე.

გამაცივებელ სითხედ იყენებენ მარილის ხსნარს, ჩვეულებრივ ქლოროვან კალციუმს  $\text{CaCl}_2$ , რომელიც იყინება მხოლოდ მინუს  $26-55^{\circ}\text{C}$ -ზე, როდესაც მასში მარილების შემცველობა 20-30%-ია.

გარდა ქლორკალციუმისა, იყენებენ თხევად აზოტს ამიაკს და პროპანს. თხევადი ამიაკი იქნა გამოყენებული რუსეთში შახტების ჭაბურღილების გაყვანისას. იტალიაში თხევად ნახშირმჟავას იყენებდნენ არქეოლოგიური გათხრებისას, ხოლო ტორნეტონში (ინგლისი) საცდელ პოლიგონზე თხევადი გაზის შესანახი საცავის მოსაწყობად.

გრუნტის გაყინვა, ჩვეულებრივ, ხდება ამიაკის მაცივარდანადგართ, რომელიც მუშაობს შემდეგი სქემით: კომპრესორში იჭირხნება ამიაკი 8-12 ატმოსფეროს წნევით, რის შედეგადაც მისი ტემპერატურა აღწევს  $+90-100^{\circ}$ ; აქედან იგი მიდის კლაკნილი მილის კონდენსატორების სისტემაში, სადაც გრილდება და გადადის თხევად მდგომარეობაში. თხევადი ამიაკი ამავე წნევით მიემართება მაცივრისაკენ. სარეგულაციო ვენტილში მისი წნევა დაეცემა 1.5 ატმოსფერომდე, მაცივრის კლაკნილ მილში აორთქლდება და ისევ უბრუნდება აირისებრ მდგომარეობას. აქედან იგი შეიწოვება კომპრესორში და ციკლი მეორდება. მაცივარში ხსნარი იღებს მინუს  $25-26^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურას, აქედან იგი ჩაიჭირხნება გამყინავ მილსვეტებში, რომლებიც სქემაზე სამ წყებადაა განლაგებული და ოდნავ შემთბარი უკანვე უბრუნდება მაცივარს. გრუნტის გაყინვა მიმდინარეობს ორ ეტაპად: პირველ ეტაპზე, სანამ არ შეიქმნება გაყინული გრუნტის კედელი, ხდება აქტიური გაყინვა, რომლის ხანგრძლივობა უდრის დაახლოებით 40-70 დღე-ღამეს. შემდეგ მიმდინარეობს გაყინვის დაბალი რეჟიმი (მეორე ეტაპი).



სურ. 6.5. მაცივარდანადგარის მუშაობის სქემა:  
 1 - კომპრესორი; 2 - მაცივარი ანუ ამორთქლებელი; 3 და 4 - კონდენსატორი; 5 -  
 სარეგულაციო ვენტილი; 6 - დამწნეხი ტუმბო;  
 7 - გამყინავი სვეტები.

გრუნტის ხელოვნური გაყინვა, მისი სიძვირის გამო, მიზანშეუწონელია და იყენებენ ძირითადად მხოლოდ დიდი მოცულობის ღრმა ქვაბულების დამუშავების დროს მიწისქვეშა ნაგებობებში. იგი საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული მეტრომშენებლობაში. გრუნტების ბურღვა-გაყინვისთვის იხარჯება დაახლოებით დროის ბიუჯეტის 65%.

გრუნტის ხელოვნური გაყინვის პროგრესული ხერხია უხსნარო გაყინვა, როდესაც ამიაკის გაცივება-გარდაქმნა თხევადი მდგომარეობიდან აირისებურ მდგომარეობაში ხდება არა მაცივარში, არამედ გამყინავ მილსვეტებში.

გაყინვის პროცესში მიღებული სიცივე მილსვეტიდან გადაეცემა გრუნტს. გრუნტში სიცივე გადანაწილდება შემდეგნაირად: მისი ერთი (დიდი ნაწილი) ნაწილი იხარჯება ყინულის წარმოქმნაზე, რის შედეგადაც იგი თანდათან იწყებს გამყინვარების ზონის გაფართოებას, სიცივის მეორე მცირე ნაწილი იხარჯება სითბოს გამოძევებაზე, ხოლო სიცივის მცირე ნაწილი იხარჯება გაყინული გრუნტის ტემპერატურის დაწევაზე (წყლის გაყინვის ტემპერატურაზე ქვემოთ) გამყინვარების ზონაში.

მას შემდეგ, რაც გამყინვარების მილსვეტი მიიღებს სიცივეს, მილსვეტზე შენარჩუნებული იქნება უარყოფითი ტემპერატურა გამოწვეული გრუნტის გაყინვით. ამასთან, გრუნტის გაყინვა (გამყინვარება) მიმდინარეობს მუდმივი ტემპერატურის  $t_0$  (წყლის გაყინვის ტემპერატურა) პირობებში.

გრუნტის გაყინვა დაკავშირებულია წყლის აგრეგატული მდგომარეობის ცვალებადობასთან, რაც განპირობებულია ფარული სითბოს გამოყოფით, რითაც იცვლება ტემპერატურა და გრუნტის თერმო-ფიზიკური პარამეტრები. გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ უშუალოდ გამყინავი მილსვეტის გარშემო თანდათან

იზრდება ყინულის ცილინდრული რგოლი. მაცივებელი მარილხსნარის ცირკულაციის შედეგად გამყინავი მილსვეტის ირგვლივ წარმოიქმნება ტემპერატურული ველი. გრუნტის უარყოფით ტემპერატურულ ზონას, რომელშიც წყალი გარდაიქმნება ყინულად, ეწოდება ყინულოვანი ზონა.

აღნიშნულ ზონაში გრუნტის ტემპერატურა იცვლება შემდეგი მიმდევრობით: უშუალო მილსვეტის გარშემო გრუნტის ტემპერატურა 3-5<sup>0</sup> C-ზე მაღალია გაყინული მილსვეტის წრიულ არეში მოძრავ მარილხსნარის ტემპერატურაზე. მილსვეტის არედან თანდათან დაშორებისას გრუნტის გაყინვის ტემპერატურა პარალელურად იზრდება. გარე გვერდით ზედაპირზე ყინვაგრუნტის ცილინდრს ექნება მუდმივი ტემპერატურა, წყლის გაყინვის ტემპერატურა  $t_0$  ხშირად 0<sup>0</sup> C-ის ტოლი იქნება (სურ. 1). დროთა განმავლობაში ყინულოვანი ზონის იზოთერმები უწყვეტად შეიცვლიან თავიანთ მდგომარეობას გაყინვის საზღვრის ზონის თანდათან გაფართოების თვალსაზრისით. მუდმივი ტემპერატურის დროს გაყინვის მილსვეტში მანძილი იზოთერმებს შორის გამყინვარების ზონაში გაიზრდება ყინვაგრუნტოვანი ცილინდრის ზრდასთან ერთად. ყინვაგრუნტის ცილინდრის წარმოქმნა დაკავშირებულია გრუნტის ტემპერატურის დაწევასთან გაყინული გრუნტის მომიჯნავე ზონაში.

შედარებით დაბალი ტემპერატურა ექნება ყინულოვანი ცილინდრის უშუალოდ მოსაზღვრე გაციებულ გრუნტს. ამ ზონიდან გამოძევებული ტემპერატურა თანდათანობით გაიზრდება ნორმალურამდე ( $t_3$ ). არსებული გრუნტის გაყინვამდე, რომელსაც ეწოდება გაცივების ზონა და ბოლოს გარკვეულ მანძილზე გამყინავი მილსვეტიდან იქმნება ზონა არსებული გეოგრაფიული რაიონის ტემპერატურისთვის.

გასაყინად გათვალისწინებული გრუნტი სიმტკიცეს იძენს მასში (ფორებში) არსებული წყლის ხარჯით, რომელიც იმყოფება ცალკეულ მინერალურ ნაწილაკებსა და მარცვლებს შორის, სადაც ყინვა ასრულებს შემაკავშირებელ როლს. გაყინული გრუნტის სიმტკიცე დამოკიდებულია წარმოქმნილი გრუნტის სიმტკიცეზე. გაყინულ გრუნტში ყინვა შეიძლება იმყოფებოდეს სხვადასხვა ფორმით: ცალკეული შრეების, ღინზების ან ცალკეული თხელი ცვალებადი სისქის ფირფიტების სახით, ყინულის აგებულება დამოკიდებულია მის წარმოქმნაზე და შეიძლება იყოს მთლიანი, ნემსისებრი, შრეობრივი, მარცვლისებური და ქერცლისებური.

გაყინული გრუნტი ხასიათდება ცოცვალობით, იგულისხმება, რომ დროთა განმავლობაში გაყინული გრუნტის სიმტკიცე მცირდება, როდესაც მასზე

მოქმედებს მუდმივი და ხანგრძლივი დატვირთვა. ამ დროს გრუნტის დეფორმაცია დროთა განმავლობაში იზრდება და ცოცვის მოვლენა წარმოადგენს პლასტიკური დენადობის სახესხვაობას.

გაყინული გრუნტის სიმტკიცე გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს გრუნტის მინერალურ და გრანულომეტრულ შედგენილობაზე. მაგალითად, ქვიშოვანი და ხრეშოვანი გრუნტის ნაწილაკები თავისთავად ხასიათდებიან მაღალი სიმტკიცით, რომელიც აღემატება გაყინული გრუნტის სიმტკიცეს, რაც არ ითქმის მტვროვან-თიხოვან და ლამოვან გრუნტზე. გაყინული გრუნტის სიმტკიცე მით მეტია, რაც მეტია გრუნტში არსებული მსხვილ-მარცვლოვანი ნაწილაკები. ყინვა ასრულებს მაცემენტირებელ როლს და გასაყინი გრუნტის სიმტკიცე დამოკიდებული იქნება წარმოქმნილი ყინულის სიმტკიცეზე.

სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, გაჭიმვაზე და ძვრაზე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის ყინულის აგებულებაზე, ტემპერატურასა და მისი გაყინვის სიჩქარეზე, ასევე გარე დატვირთვის ზრდაზე.

გრუნტში წყლის არსებობა ზრდის გაყინული გრუნტის სიმტკიცეს. წყალი გარდაიქმნება ყინულად და ასრულებს გამყინავი ნივთიერების როლს.



## VII თავი

### დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების თავისებურება საძირკვლების გამაგრება-რეკონსტრუქციის შემთხვევაში

#### §1. საერთო დებულება

შენობა-ნაგებობათა საიმედოობის უზრუნველყოფის საკითხი განსაკუთრებით სერიოზულად დგას მათი რეკონსტრუქცია-გაძლიერებისას (დამატებითი სართულების დაშენება, დანადგარების წონის გაზრდა და სხვა) მათი ავარიული მდგომარეობის ლიკვიდაციისათვის.

მაგალითად, მშენებარე ახალი შენობა-ნაგებობის ზეგავლენით გვერდით მდგომი არსებული შენობა-ნაგებობა განიცდის დაუშვებელ დეფორმაციას, რომლის მიზეზია: გრუნტის შემკვრივება გადმოცემული მშენებარე შენობიდან ან ნაგებობიდან; შპუნტის ძვრა; ხიმიწიხე უარყოფითი ხახუნის განვითარება; არაბმულ გრუნტებზე დინამიკური ზემოქმედება შპუნტის ან ხიმიწიხის დასობისას და გრუნტის გამობურცვა ქვაბულის მხარეს.

პრაქტიკამ დაგვანახა, რომ ფუძე-საძირკვლების დაჯდომადობის პირობები იქმნება ექსპლუატაციის პერიოდში, რასაც ხშირად მოყვება არასასურველი დეფორმაციები და ცალკეულ შემთხვევაში სახიფათო ავარიებიც.

გრუნტის დეფორმაციის გამომწვევი არახელსაყრელი ფაქტორები ძირითადად რეგიონალური ხასიათისაა და ამიტომ საჭიროა მშენებლობის დაწყებამდე გარკვეული ღონისძიების ჩატარება, რაც გარკვეულწილად დაკავშირებულია ტერიტორიის სპეციფიკურ პირობებთან, კერძოდ, მთაგორიანი რელიეფი, სხვადასხვა შედგენილობის და გენეზისის (წარმოშობის) გრუნტოვანი გარემოთი (თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტები, დატორფილი და დალებებული, ასევე ქვიშნარები, თიხნარები, თიხები და სხვა). აღნიშნულმა სპეციფიკურმა პირობებმა, შენობა-ნაგებობათა მშენებლობის დაპროექტებაში დაშვებულმა შეცდომებმა და ხარვეზებმა მათი ავარიული მდგომარეობა განაპირობა.

თბილისის შენობა-ნაგებობათა დიდი ნაწილი აგებულია გასული საუკუნის დასაწყისში, ასევე ავარიულია თანამედროვე პერიოდში აგებული მრავალი მაღლივი შენობა-ნაგებობა, რომლის ძირითადი მიზეზია ფუძე-გრუნტების გაწყლოვანება, ქარის დაწნევა და სეისმური მანქვანებლების რეალური გაუთვალისწინებლობა,

სამშენებლო მასალის უხარისხობა და ასევე შენობის ნებაყოფლობითი გადაკეთებები, კვალიფიკაციის დაბალი დონე და სხვა.

გამომდინარე აქედან, დღეს საქართველოში მწვავედ დგას შენობა-ნაგებობათა საცხოვრებელი ფონდის შენარჩუნება-გადარჩენის საკითხი.

ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება ძირითადად დაიყვანება მათი მზიდუნარიანობის გაზრდამდე და დაჯდომადობის ლიკვიდაციამდე, რაც მიიღწევა შემდეგი ღონისძიებებით:

1. წყალსარინის (ორგანიზებული წყალჩამდენების, ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდების, ჰიდრაულიკური საკეტების, სპეც. ტუმბოების მოწყობა, რომლებიც გამორიცხავენ შენობა-ნაგებობათა ფუძეებში წყლის მოხვედრას) მოწყობით;
2. მექანიკური გაძლიერებით;
3. თერმული, ქიმიური და ელექტროქიმიური გამაგრებით;
4. კოროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებებით;
5. კონსტრუქციული ღონისძიებებით – შენობა-ნაგებობათა ცალკეული ელემენტების გაძლიერებით საძირკვლის შესაძლო არათანაბარი დაჯდომის დროს.

აღნიშნული სახის ღონისძიებები შენობის ფუძის დაჯდომის მეტ-ნაკლებ ლიკვიდაციას ახდენს. საერთო პრინციპი ფუძის გაძლიერება-რეკონსტრუქციის გაანგარიშებისას რჩება იგივე, რაც საძირკვლების დაპროექტება-გაანგარიშებისას და წარმართება ჩვეულებრივად ორი ზღვრული მიმართულებით: დეფორმაციის და ზიდვისუნარიანობაზე. დეფორმაციაზე გაანგარიშება ხდება ნორმატიული დატვირთვის ძირითად თანწყობაზე, რაც სავალდებულოა ყოველგვარი სახის ნაგებობისთვის, რომლებიც არაკლდოვან ფუძეს ეყრდნობა.

ფუძის ზიდვის უნარზე გაანგარიშება ხდება საანგარიშო დატვირთვის ძირითად, დამატებით და განსაკუთრებულ თანწყობაზე.

ასეთი გაანგარიშება სავალდებულოა:

1. როდესაც ფუძეს გადაეცემა თარაზული დატვირთვა;
2. ნაგებობა მდებარეობს დაღმავალი ფერდობის მახლობლად;
3. საძირკვლების ჩაღრმავება მის ორივე მოპირდაპირე მხარეს სხვადასხვაგვარია;
4. ფუძე შედგება არაკლდოვანი ძლიერ კუმშვადი გრუნტისგან, ლამი, ტორფი, დატორფილი გრუნტი და დენადპლასტიკური ან დენადი კონსისტენციის თიხა და თიხნარი.

შენობა-ნაგებობაზე დატვირთვის ხანგრძლივი ზემოქმედებისას იცვლება ფუძე-გრუნტის მახასიათებლები, კერძოდ:

1. მცირდება გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი, რაც განპირობებულია ფუძე-გრუნტის სიმტკიცის ზრდით და კუმშვადობის შემცირებით;
2. სამშენებლო მოედნის განაშენიანების ფარგლებში იზრდება გრუნტის ტენიანობა, რის შედეგადაც შესაძლოა შემცირდეს ფუძე-გრუნტის მზიდუნარიანობა, განსაკუთრებით კი ბმული გრუნტებისთვის.

რიგი მეცნიერის მიერ ჩატარებული ცდები მიანიშნებენ, რომ გრუნტის მექანიკურ თვისებათა შეცვლაზე განსაკუთრებულ ზეგავლენას ახდენს გრუნტის შემკვრივება.

პროფესორ პ. კონოვალოვის კვლევის საფუძველზე 7.1 ცხრილში მოყვანილი შედეგები მიგვითითებს, რომ, როდესაც დატვირთვა  $0.22 \pm 0.85$  მპა ფარგლებშია. კუთრი შეჭიდულობა ინტენსიურად იზრდება 0.3-0.5 (ბ)სიდიდით (ბ საძირკვლის სიგანეა). რაც შეეხება შიგა ხახუნის კუთხეს, მისი სიდიდე პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ადრე მოქმედ ფუძე-გრუნტის წნევაზე, ამიტომ თიხოვანი გრუნტისთვის საანგარიშო წინაღობა იზრდება ფუძეში შემკვრივების და გრუნტის კუთრი შეჭიდულობის ხარჯზე, ხოლო საანგარიშო წინაღობა თიხოვან გრუნტებისათვის იცვლება 0-56%-ის ფარგლებში, ქვიშოვანი გრუნტისთვის კი შემკვრივების ხარჯზე იზრდება 0-დან – 0-44%-მდე. ექსპლუატაციის პერიოდში შენობა-ნაგებობათა ფუძის ხანგრძლივი დატვირთვისას მცირდება გრუნტის კუმშვადობა. 7.1 ცხრილში მოყვანილია გრუნტის ფარდობითი დეფორმაციის მონაცემები. ექსპლუატაციის პერიოდში შემკვრივებულ  $E_{შეშკ}$  და შეუმკვრივებელთან  $E_{შეუშკ}$  სხვადასხვა სიდიდის წნევისთვის ტვიფრით (შტამპის) გამოცდისას ფარდობა შემკვრივების სხვადასხვა წნევის შემთხვევაში მოცემულია 7.1 ცხრილში.

ცხრილი 7.1

ქვიშა	$E_{შეშკ}/E_{შეუშკ}$ წნევისას მპა.					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
წვრილი	-	2.7	3.8	3.9	3.9	4.2
საშუალო სიმსხოსი	-	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6

დეფორმაციის საერთო მოდული იზრდება, გრუნტის შემკვრივების ტექნოლოგიური დანადგარების დატვირთვა – ვიბრაციების ხარჯზე, ამავდროულად დადგენილია, რომ დეფორმაციის მოდული დიდი ხარისხით იზრდება, ფორიანობის შემკვრივების ხარჯზე.

ამიტომ დეფორმაციის მოდულის გაზრდას ხელს უწყობს გრუნტში მიმდინარე ფიზიკურ-მექანიკური პროცესები, რაც კარგად ჩანს ცხრილი (7.1-დან), რომ დეფორმაციის მოდული წვრილ ქვიშაში უფრო მეტად იზრდება, ვიდრე საშუალო სიმძლავრის ქვიშაში.

ფუძე-გრუნტის საანგარიშო R განისაზღვრება 2.02.01-83 საფუძველზე საძირკვლის სხვადასხვა უბნისათვის. ფუძე-გრუნტის საშუალო წინაღობა იანგარიშება ფორმულით:

$$R_{საბ} = \sum_{i=1}^n R_i A_i \sum_{e=1}^n A_e, \quad (7.1)$$

სადაც  $R_i$  გრუნტის საანგარიშო წინაღობაა საძირკვლის განსხვავებული უბნებისთვის;

$A_i$  – საძირკვლის ფართობი;

$A$  – საძირკვლის ჯამური ფართობი.

ფუძე-გრუნტის საანგარიშო წინაღობა განისაზღვრება შენობა-ნაგებობისათვის ექსპლუატაციის პერიოდში, შენობა-ნაგებობის მიერ გრუნტის შემკვრივების გათვალისწინებით და იანგარიშება ფორმულით:

$$= RmK, \quad (7.2)$$

სადაც  $R$  გრუნტის საანგარიშო წინაღობაა 2.02.01-83 შემკვრივებული გრუნტის გათვალისწინების გარეშე;

$m$  – კოეფიციენტი, რომელიც გასათვალისწინებელია გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვალებადობისას, შენობა-ნაგებობათა ექსპლუატაციის პერიოდში;

$K$  კოეფიციენტი დამოკიდებულია საძირკვლის ძირზე საანგარიშო დაჯდომასა და საანგარიშო წნევის ფარდობაზე ზღვრულ დასაშვებ  $S_u$  დაჯდომასთან;

$m$  ცვლადობის საანგარიშო კოეფიციენტია და განისაზღვრება დაშენებამდე ( $P_0$ ) წნევის და გრუნტის საანგარიშო წინაღობის ფარდობით.

როდესაც ფარდობა  $P_0/R$  80%-ზე მეტია  $m=1.3$ , ხოლო, როცა  $m=80...70\%$ ,  $m=1.15$ , როდესაც  $P_0/R$  ნაკლებია 7%-ზე,  $m=1.0$

$K$  კოეფიციენტის მნიშვნელობები:

მსხვილი და საშუალო სიმსხოს ქვიშისთვის – 1.4

წვრილი ქვიშები – 1.2

მტვროვანი ქვიშები – 1.1

მტვროვან-თიხოვანი გრუნტისთვის, როცა  $I_L \leq 0$  – 1.2

$I_L 0.5$  (როცა ექსპლუატაცია 15 წელზე მეტია) – 1.1

m-ს მოყვანილი მნიშვნელობები მართებულია, როცა  $S/S_u=0.2$ ; ხოლო როდესაც  $S/S_u=0.7$ . K-ს შუალედური მნიშვნელობის სიდიდე მიიღება ინტერპოლაციით.

ლიოსესებრი დაჯდომადი გრუნტის მნიშვნელობისთვის ახალი საანგარიშო მნიშვნელობები განისაზღვრება ფორმულით:

$$=Rm, \tag{7.3}$$

სადაც m მნიშვნელობა აიღება ქვემოთ მოყვანილი 7.2 ცხრილის საფუძველზე.

m კოეფიციენტის მნიშვნელობა ლიოსესებრ დაჯდომად გრუნტისთვის და მიიღება ვნობარებიდან ან ლაბორატორიული კვლევის საფუძველზე.

ცხრილი 7.2

ტენიანობა	R მპა	m კოეფიციენტის მნიშვნელობები შენობის ექსპლუატაციის ხანგრძლივობის მიხედვით		
		5 წლამდე	5 – 15 წლამდე	25 წლამდე
5 – 10	0.3 – 0.25	1	1	1
10 – 15	0.25 – 0.2	1	1	1.1 – 1.2
15 – 20	0.15 – 0.1	1	1.2 – 1.25	1.3 – 1.4

შენიშვნა: 1. m-ის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეესაბამება R-ის მინიმალურ მნიშვნელობას. 2. m არ ინტერპოლირდება დროისა და გრუნტის საანგარიშო წინაღობით.

შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციები და მათი სტაბილიზაცია დამოკიდებულია გრუნტის მდგომარეობაზე, საძირკვლის დატვირთვის ზრდის ინტენსივობაზე. მშენებლობის პერიოდში პრაქტიკულად მთავრდება ფუძის დაჯდომა ქვიშოვანი და მკვრივი კონსისტენციის თიხებისთვის.

ფუძის დაჯდომის სტაბილიზაცია თიხოვანი გრუნტებისთვის, რომლის დენადობის მაჩვენებელი  $I_L > 0$ , მიმდინარეობს ხანგრძლივად. დასაშვებია მიღებულ იქნეს, რომ დაჯდომის სიდიდე მშენებლობის პერიოდში აღნიშნული გრუნტისთვის მიღებული იქნეს მთელი დაჯდომის 50%-ის ტოლად.

არათანაბარი დაჯდომის ძირითადი ნაწილი მოდის მშენებლობის პერიოდზე, ამავდროულად არათანაბარი დაჯდომის მაქსიმალური სიდიდე დამოკიდებულია საშუალო დაჯდომაზე. მისი ზრდით იზრდება დაჯდომა, რაც შეეხება დეფორმაციის გაანგარიშების მეთოდს, იანგარიშება 2.02.01-83-ით შენობათა რეკონსტრუქციისას წნევის ზრდის გათვალისწინებით. მხედველობაში მისაღებია ის გა-

რემოება, რომ შენობათა კონსტრუქციის მდგომარეობაზე გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს ფუძე-საძირკვლების მუშაობის პირობების შეცვლა.

## §2. ცემენტაციის მეთოდი

ცემენტაცია პირველად 1864 წელს იქნა გამოყენებული ვერტიკალური ჭაურების გაყვანისას. შემდგომში, როდესაც გაჩნდა სპეციალური ცემენტ-ტუმბოები და გაუმჯობესდა ცემენტის ხსნარის დაჭირხვნის ტექნოლოგიური პროცესები, აღნიშნულმა მეთოდმა ფართო გამოყენება პოვა ძირითადად ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში.

ცემენტაციის მეთოდის არსი არის ის, რომ დაბზარულ-დანაპრალებულ კლდოვან ქანსა და მსხვილნამტვრევიან გაბურღულ ბურღილებში წნევით იჭირხნება ცემენტის ხსნარი, რომლის კონსისტენციაა 1:10 და 1:05 (ცემენტ-წყალი) ხსნარი, რომელიც ავსებს მის ფორებსა და ქანს აძლევს წყალშეუღწევადობის თვისებას და ზრდის მის სიმტკიცეს.

ბოლო დროს ტექნოლოგიური პროცესი საკმაოდ გაუმჯობესდა. ბურღილში ხსნარის დაჭირხვნის ცირკულაციური მეთოდი, რაც ფაქტობრივად გამორიცხავს ცემენტის დაღეჭვას სანგრევში (ბურღილის ძირზე), ხელს უწყობს ცემენტის ქანში გაღწევას.

კლდოვანი ქანების გამაგრების ყველა არსებულ მეთოდთან მშენებლობაში ცემენტაციის მეთოდმა ყველაზე ფართო გაყენება პოვა. აღნიშნულ მეთოდს ხშირად მიმართავენ შახტების და რთული ჰიდროგეოლოგიური პირობების შემთხვევებში. ცემენტაციის მეთოდს ხშირად მიმართავენ: ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში წყლის კარგვის შესამცირებლად, წყალსაცავებიდან წყლის ფილტრაციისას, დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა კლდოვან და მსხვილნამტვრევიან გრუნტებში ფუძეების გასამაგრებლად; ასევე ქანის და ნაგებობათა ფუძის შეკავშირების (შეუღლებების) გასაუმჯობესებლად; ნაგებობის ფუძეში წნევის შესაცირებლად; სამთო საქმეში ღია მეთოდით სასარგებლო წიაღისეულთა დამუშავების კერების ქიმების გასამაგრებლად, რათა გაიზარდოს მათი მდგრადობა. მრავალწლიანი კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ქანების (გრუნტის) ცემენტაცია შესაძლებელია, როდესაც ბზარის სიგანე 10 მმ და მეტია. თანამედროვე პრაქტიკაში ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში ცნობილია რიგი შემთხვევა, როდესაც ცემენტაციის გამოყენება დაბზარულ სამთო ქანებში საგრძნობლად ამცირებს წყლის ფილტრაციას პლატინის ფუძიდან. ცემენტაციის გამოყენების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ცემენტის

ხარჯი მერყეობს 0.7-7.5 ტონას შორის ერთ ლიტრ დაზოგილ წყალზე წყალსაცავში 1 წუთში. ამასთანავე, აღნიშნული ევექტი გრძელდება ხანგრძლივად.

დაბზარულ სამთო ქანებში, როგორც წესი, იყენებენ ცემენტაციას ფილტრსაწინააღმდეგო ფარდების შესაქმნელად. ცემენტაციის სამუშაოთა ღირებულება შეადგენს საშუალოდ პლატინის ღირებულების 3.6%-ს. თუ ბზარი ან ფორის სიდიდე 1.55 მმ ნაკლებია, ცემენტაცია არაეფექტურია. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ცემენტის ხსნარის მოძრაობა ბზარებსა და ფორებში შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ცემენტის მარცვლის სიდიდე (4-5-ჯერ) ნაკლებია ბზარის ან ფორის სიდიდეზე.

ცემენტაციის მეშვეობით მიმდინარეობს ფორების შევსება ცემენტის სუსპენზიის დაჭირხენისას: კლდოვან ქანებში მსხვილნამტვრევიანი გრუნტების; მსხვილი და საშუალო სიმსხოს ქვიშოვანი მშრალი და წყალნაჯერი გრუნტის შესამაგრებლად იმ შემთხვევაში, როდესაც გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება  $80 \div 200$  მ/დღე-ღამე ფარგლებში. ამ შემთხვევაში გრუნტის სიმტკიცე იზრდება 10-40 კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე და უზრუნველყოფს გრუნტის წყალუქონადობას.

ცემენტაციას იყენებენ, როგორც შენობა-ნაგებობათა ფუძეების გამაგრებისას (კაპიტალური მშენებლობისას, ასევე შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქციის დროს); ფილტრაციასაწინააღმდეგო ფარდების შესაქმნელად; ასევე სამთო საქმეში, რათა შევუქმნათ ქანებს წყალუქონადობის თვისება; შახტების და გვირაბების მშენებლობისას და ა.შ. შესაძლებელია ცემენტაცია განხორციელდეს კლდოვან ქანებში, თუ ბზარების სიდიდე ქანში აღემატება 0.15-0.2 მმ და წყლის დინების სიჩქარე არ აღემატება 0.25 სმ/წმ. შემკვრივების შემდეგ იქმნება წყალუქონადი მონოლითი.

გრუნტში ინექტორის მეშვეობით ფოლადმტვერის ქვეშ იჭირხნება ცემენტის სუსპენზიის ხსნარი (სურ. 7.1).

$$\left( \frac{V}{G} = 12 : 1 \text{ და } 6 : 1 \right)$$

ცემენტის მარკა და ხარისხი დაწესდება გრუნტის არსებული წყლების აგრესიულობის გათვალისწინებით.

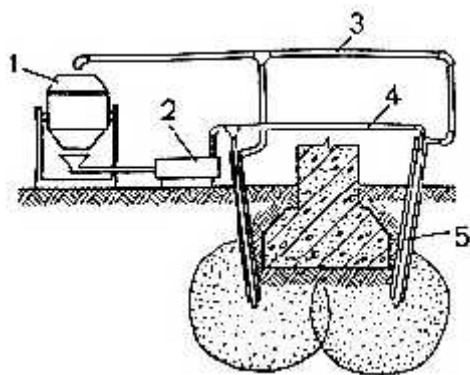
მანძილი ბურღილებს შორის, ასევე ბურღილების რიგებს შორის, დაწესდება კუთრი შთანმოქმედლობის სიდიდიდან გამომდინარე. გამაგრების რადიუსი 0.3-1.5 მ.

ხსნარის ხარჯი

$$V_{\text{ხსნრ.}} = (0.15 \div 0.4) V_{\text{შემკვრუნ.}} \cdot n_{\text{გრუნ.ფორ.}}$$

სადაც  $V$  არის გამაგრებული გრუნტის მოცულობა;

$n$  – გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი.



სურ. 7.1.

- 1 - ხს.ნარევი
- 2 - ცემენტის მიწოდებელი ტუმბო
- 3 - შებრუნებული (შექცეული) მიღგაყვანილობა
- 4 - სადაწნესვო მიღგაყვანილობა
- 5 - ინექტორები

### §3. გრუნტების გამაგრების ქიმიური მეთოდები

სხვადასხვა პეტროგრაფიული შედგენილობის გრუნტის ქიმიური გამაგრების სიღრმულმა მეთოდებმა პრაქტიკული გამოყენება პოვეს საძირკველმშენებლობაში ჰიდროტექნიკური მშენებლობისას და სამთო საქმეში როგორც საქართველოში, ასევე ევროპაში, ამერიკისა და აზიის ბევრ ქვეყანაში. ამ მეთოდის ძირითადი ღირსებაა ბუნებრივი გრუნტის სამშენებლო თვისებების გაუმჯობესების შესაძლებლობა მათი ბუნებრივი განლაგებისას, სამუშაოთა წარმოების ეკონომიურობა და ასევე გამაგრებული გრუნტის მაღალი სიმტკიცე და წყალჟონადობის მკვეთრი შემცირება.

სილიკატიზაციის მეთოდით 1967 წელს რუსეთის ჰიდროტექნიკოსების მიერ შეიქმნა მსოფლიოში ყველაზე დიდი ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდა ასუანის მაღლივ კაშხალზე, რომლის ფუძეში 1 მილიონ 300 ათას მ<sup>3</sup> მოცულობის გრუნტი გამაგრდა.

გრუნტების ქიმიური გამაგრების მიღებული მეთოდების შემგომი მნიშვნელოვანი ეტაპია გრუნტის მაღალმოლეკულური ორგანული შენაერთებით (გაფისიანების მეთოდი) სიღრმული გამაგრების მეთოდის დამუშავება.

ორგანული ნივთიერებით გრუნტის გამაგრების მიზნით პირველი კვლევა დაიწყო ყოფილ საბჭოთა კავშირში 40-იან წლებში, რომელსაც განსაკუთრებული ყურადღება მიაქციეს მშენებლობაში ქიმიური მრეწველობის გამოყენებასთან დაკავშირებით. ბოლო 30 წლის მანძილზე ყოფილ საბჭოთა კავშირში მზადდებოდა



დიდი რაოდენობის სინთეზური ფისები, რომელთა გამოყენება ძალზე ეფექტურია სხვადასხვა გენეზისისა და შედგენილობის გრუნტის გასამაგრებლად.

ბ. რუნიციონის მომაცემების საფუძველზე საძირკველთმშენებლობაში, საგზაო და აეროდრომმშენებლობაში ფუძეების გასამაგრებლად გამოიყენება შემდეგი სახის ფისები:

1. შარდოვანა – მელამონოფორმალდეჰიდური (კარბამიდული);
2. ფენოლფორმალდეჰიდური (რეზორცინ-ფორმალდეჰიდური, ფენოლფორმალდეჰიდური, ფენოლსპირატები);
3. ფურანული (ფურფუროლინური; ფურფუროლაცეტატური; ფურილის სპირიტი);
4. სხვადასხვა ფისები (თხევადი, ფიქალოვანი, სილიკატ-ორგანული, ეპოქსიდური, პოლიმეტაკრილატური, პოლისტიროლური და სხვა).

ასევე ფართო პრაქტიკული გამოყენება პოვა გრუნტის გაფისიანების მეთოდმა კარბამიდული ფისების ბაზაზე დამზადებული პოლიმერების გამოყენებით, რომლებიც ხასიათდება ნორმალურ ტემპერატურაზე შემკვრივების უნარით. კარბამიდული ფისების ხსნარის კონცენტრაციიდან გამომდინარე კუმშვის მიმართ სიმტკიცე აღწევს 12-40 კგ/სმ<sup>2</sup>. 1966 წლიდან ეს მეთოდი წარმატებით იქნა გამოყენებული ტრესტ “ჰიდროსპეცმშენის” მიერ ქვიშოვანი გრუნტის გასამაგრებლად.

#### §4. სილიკატიზაცია

ჩაჯდომადი თვისების შემცირების სტაბილიზაციის არსებული მრავალრიცხოვანი მეთოდებიდან ერთ-ერთ პროგრესულ მეთოდს წარმოადგენს სილიკატიზაცია. გრუნტების გამკვრივების ეს მეთოდი ამჟამად საკმაოდ გავრცელებულია. გრუნტების სილიკატიზაციის მეთოდი გამოიყენება მშრალ და წყალნაჯერ მსხვილ და საშუალო სიმსხოს ქვიშის გამაგრებისას, როცა გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება  $K = 2-80$  მ/დღე-ღამეში.

დღესდღეობით ცნობილია სილიკატიზაციის ორი ხერხი: ერთხსნარიანი და ორხსნარიანი, რაც დამოკიდებულია გრუნტში ქიმიური ხსნარის მეორე კომპონენტის ჩაწნევაზე (შეშვებაზე), შესაბამისად, მათ ერთხსნარიან და ორხსნარიან სილიკატიზაციას უწოდებენ. ძირითად ქიმიურ ხსნარად იყენებენ ნატრიუმსილიკატს ( $\text{Na}_2\text{OSiO}_2$ ), ხოლო მეორე ხსნარად ქლოროვანი კალციუმის ხსნარს ( $\text{CaCl}_2$ ), რომლის ძირითადი დანიშნულებაა ქიმიური პროცესების დაჩქარება.

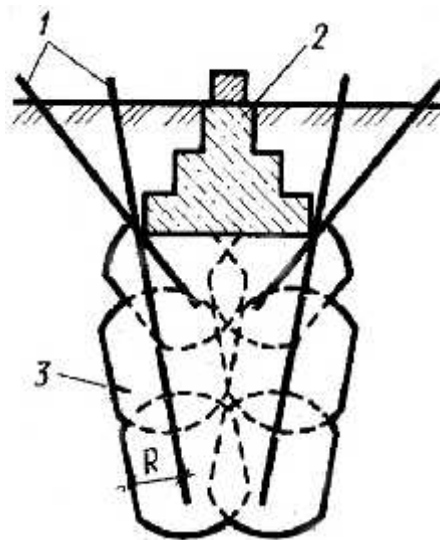
სილიკატიზაციის ტექნოლოგიის არსი შემდეგია: გრუნტში აუცილებელ სიღრმეზე ჩაასობენ 19-38 მილ-ინიექტორს და მასში 5-6 ატ წნევით ჩაწნევენ 1,13 გ/სმ<sup>3</sup>

კუთრი წონის (15%-იან) სილიკატის (თხევად მინას) ხსნარს. აღნიშნული ხსნარი მცირე სიბლანტისაა (1,5-2,5 სანტიპუაზი). მიკრო და მაკროფორების მეშვეობით თანაბრად გაჟღენთს გრუნტს. ხსნარის გრუნტთან შეხებისას ქიმიური რეაქციის შედეგად გრუნტის მინერალურ ნაწილაკებზე (კაპილარულ კედლებზე) წარმოიქმნება სილიციუმმჟავას გელის აპკი; თაბაშირშემცველ ღიოსისებრ გრუნტს ნატრიუმ-სილიკატის ხსნართან ფიზიკურ-ქიმიური ურთიერთქმედებისას სწრაფი გამაგრების უნარი აქვს და იძენს დიდ სიმტკიცეს (3,0-3,3 კგ/სმ<sup>2</sup>), წყალმედვობას, მჟავამედვობას, არაჩაჯდომად თვისებებს და სხვა.

ერთხსნარიანი მეთოდით სილიკატიზაცია შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როდესაც გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება 0,1-0,5-2,0 მ/დღე-ღამეში, ტენიანობის ხარისხი  $C < 0,8$  და შთანთქმის მოცულობა ერთხსნარიან ტუტეში 100 გრამ მშრალ გრუნტზე 10 მგ/ეკვივალენტის ტოლია. სილიკატიზაცია დასაშვებია მხოლოდ იმ შრეებისათვის, რომლებიც იმყოფებიან გრუნტოვანი წყლის დონის ზემოთ და არ არიან გაბინძურებულები ნავთობპროდუქტებით. ერთი ინექტორით გრუნტის გამაგრების რადიუსი დამოკიდებულია გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტზე და პროექტის შედგენისათვის შეიძლება მიღებულ იქნეს 7.3 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი 7.3

ფილტრაციის კოეფიციენტი K მ/დღე-ღამეში	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0
გრუნტის გამაგრების რადიუსი r, მეტრობით	0,3-0,4	0,4-0,6	0,6-0,9	0,9-1,0



სურ. 7.2. ინექტორების განლაგების სქემა და სილიკატიზაციით გამაგრებული მასივი:

1 – ერთი ინექტორი; 2 – ინექტორების ჭადრაკისებური განლაგება

გამაგრების რადიუსი რეალურ პირობებში შეიძლება გადაიხაროს ერთ ან მეორე მხარეს. სილიკატიზაციით მაგრდება გარკვეული მასივი, რისთვისაც ინიექტორებს განლაგებენ ჭადრაკისებურად (სურ. 7.1). რიგებს შორის მანძილი განისაზღვრება ფორმულით

$$=1,5r, \tag{7.1}$$

ხოლო ინიექტორების რიგთა შორის მანძილი

$$=1,73r, \tag{7.2}$$

სადაც  $r$  არის ინიექტორების, ანუ ბურღილების გარშემო გამაგრების რადიუსი, მ. ბურღილების განლაგება ხდება შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციულ თავისებურებათა გათვალისწინებით. გამაგრებული მასივის საანგარიშო სიმაღლე ერთი ინიექციით (ერთ გავლაზე) იანგარიშება ფორმულით:

$$= 1+0,85r, \tag{7.3}$$

სადაც  $1$  არის ინიექტორის პერფორირებული ნაწილის სიგრძე, მ.

იმის შემდეგ, როცა გვეცოდინება ერთი გავლის სიღრმე და დაჯდომადი ფენის სიმკვარვე, განვსაზღვრავთ გავლის რაოდენობას, რომელიც საფუძველად დაედება პროექტის შედგენა-შესრულებას. დაჭირხენის დროს გრუნტის ფორები ყოველთვის მთლიანად არ ამოივსება თხევადი მინის ხსნარით. ექსპერიმენტული დამუშავების საფუძველზე მიღებულია, რომ ხსნარის ხარჯი მ<sup>3</sup>-ში ერთ ჩაწნესაზე განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q=\pi r^2(1,33r+ 1)na, \tag{7.4}$$

სადაც  $n$  არის გრუნტის ფორების მოცულობა ერთეულ ნაწილებში, რომელიც ერთეული მოცულობის გრუნტისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$n = \left[ 1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_s(1+0,01W)} \right] \cdot 100, \tag{7.5}$$

სადაც  $\gamma$  და  $\gamma_s$  არის გრუნტის მოცულობითი და კუთრი წონები, გძ/სმ<sup>3</sup>;

$W$  – გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობა;

$a$  – გრუნტის ხსნარით გაჟღენთის კოეფიციენტი და აიღება ჩაწნების ინიექციების რეჟიმიდან გამომდინარე (ცხრილი 7.4)

ხსნარის გავრცელების  $\omega$  სიჩქარე (ხსნარის მოძრაობის საშუალო ეფექტური სიჩქარე განწვევების ზღვარზე) განისაზღვრება ტენიანობის ხარისხისა და მისი შეღწევალობის მიხედვით (ცხრ. 7.5)

ცხრილი 7.4

გრუნტის ხსნარებით გაჟღენთის კოეფიციენტსა და ინიექტირების რეჟიმს  
შორის დამოკიდებულება

(ვ. ბარანოვის, ვ. პოლიაკოვის და ა. სელეზნევის მიხედვით)

გრუნტში ხსნარის გავრცელების სიჩქარე, მმ/წმ	გრუნტის გაჟღენთის კოეფიციენტი	გრუნტში ხსნარის გავრცელების სიჩქარე, მმ/წმ	გრუნტის გაჟღენთის კოეფიციენტი
0,05	1,00	0,0	0,50
0,10	0,80	1,00	0,40
0,17	0,70	1,67	0,35
0,30	0,60	-	-

ცხრილი 7.5

ხსნარის გავრცელების სიჩქარე (აწ, რომელიც დამოკიდებულია ფილტრაციის კოე-  
ფიციენტსა და გრუნტის ტენიანობის ხარისხზე

გრუნტის ტენიანობის ხა- რისხი $G = \frac{W}{W_s} \cdot 100$	ა მნიშვნელობა მმ/წმ, როცა ფილტრაციის კოეფი- ციენტი მმ/წმ მოცემულია			
	0,1-0,004	0,004-0,008	0,008-0,012	0,012-0,025
$G \leq 0,3$	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,5	0,5-0,8
$G \geq 0,3$	0,3-0,5	0,5-0,8	0,8-1,3	1,3-1,7

გრუნტის გამაგრებისათვის თხევადი მინის ხვედრითი ხარჯი ტმ/მ<sup>3</sup> განი-  
სახდურება შემდეგი ფორმულით:

$$q = \frac{1 \cdot 1}{d} \ln \frac{\sigma_m - \sigma_0}{\sigma_m - \sigma_0}, \quad (7.6)$$

სადაც 1-1 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მონოლითის ტენიანობის  
შემცირებას გამაგრების პროცესში გრუნტის ბუნებრივ ტენიანობასთან შე-  
დარებით;

$\sigma_0$  – გრუნტის სიმტკიცე ბუნებრივი განლაგებისას;

$\sigma$  – გამაგრებული გრუნტის სიმტკიცის მაქსიმალური მნიშვნელობა ლაბო-  
რატორიულ პირობებში, კგძ/სმ<sup>2</sup>;

$\sigma_m$  – შესაბამისად, გრუნტის გამაგრების საპროექტო სიმტკიცე, კგძ/სმ<sup>2</sup>;

$d$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს კუმშვადობის ცვლილებას გრუნტის თვისებიდან გამომდინარე და განისაზღვრება არსებული ნორმებით თხევადი მინის სიმკვრივე:

$$\gamma_b = \gamma_w + \frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma \cdot nd}, \quad (7.7)$$

სადაც  $\gamma_b$ ,  $\gamma_b$  და  $\gamma_w$  არის მუშა ხსნარში გამოყენებული თხევადი მინისა და წყლის შესაბამისი სიმკვრივე, ტძ/მ<sup>3</sup>;

ასევე საჭიროა სამუშაო პროცესში შემოწმდეს თხევადი მინის სიმკვრივე, ტემპერატურა, გრუნტის გამაგრების ხარისხი და სხვა.

ხარისხისა და გამაგრებული გრუნტის ზონის კონტროლი ხდება: ელექტროდაზვერვით, პენეტრაციით, ზონდირებით, შურფების გახსნით, ნიმუშების აღებით მათი შემდგომი გამოცდის მიზნით, ბურღილების ბურღვით და სხვა.

1.) გამაგრებული მასივის მონოლითურობისა და კონფიგურაციის დაზუსტებისათვის საჭიროა საკონტროლო ბურღვა და შურფების გაყვანა. მათი რაოდენობის დადგენა ხდება პროექტის საფუძველზე, მაგრამ არ უნდა იყოს 7.6 ცხრილში მოყვანილ რაოდენობაზე ნაკლები.

ცხრილი 7.6

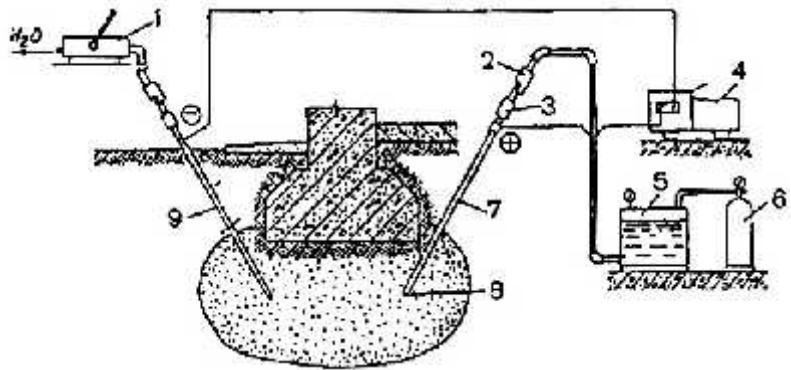
საკონტროლო ინიექცირებას დაქვემდებარებული გრუნტების მოცულობა, სამუშაოს საერთო მოცულობიდან გამომდინარე (ვ. ბარანოვის, ვ. პოლიაკოვის და ა. სელეზნევის მიხედვით)

სამუშაოს მოცულობა, მ <sup>3</sup> -ობით (V საერთო)	გასამაგრებელი გრუნტის საკონტროლო მოცულობა, მ <sup>3</sup>
1000-მდე	0,020 V საერთო +5
1000-5000	0,015 V საერთო +10
5000-15000	0,010 V საერთო +35
15000-ზე მეტი	0,005 V საერთო +110

2.) ერთხსნარიანი სილიკატიზაციის შემთხვევაში ჩაიჭირხნება ერთი ხსნარი, თხევადი მინა, გოგირდმჟავა და გოგირდმჟავას ამონიუმი ან თხევადი მინა ფოსფორმჟავასთან ერთად.

3.) ელექტროსილიკატიზაციისას ინიექტორების როლს ასრულებენ ელექტროდები, რომლებსაც ჩაარტობენ საძირკვლის ორივე მხარეს გრძივი მიმართულებით 0,6-0,8 მ

ბიჯით, ძაბვა 100-120 ვოლტი, ელექტროენერგიის ხარჯი 60-100 კილოვატ-საათი მ<sup>3</sup> გრუნტისათვის.



სურ. 7.3. გრუნტის სილიკატიზაცია

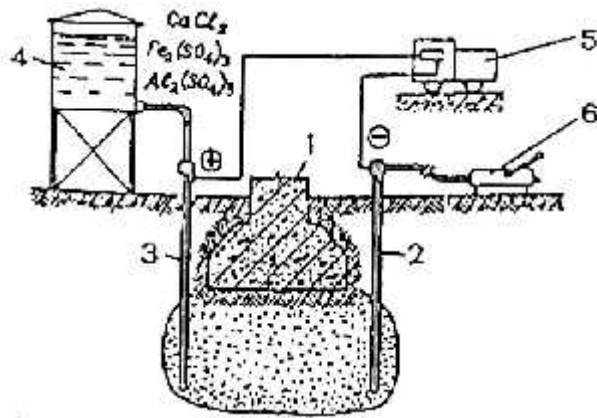
- 1 – კათოდიდან წყლის გამოსაქაჩი ტუმბო;
- 2 – სათაესი;
- 3 – ნიპელი;
- 4 – მუდმივი დენის გენერატორ (ელექტროსილიკატიზაციის დროს);
- 5 – ავზი ხსნარისთვის;
- 6 – ბალონი შეკუმშული აირით (ან კომპრესორი);
- 7 – ინექტორის პერფორირებული ნაწილი;
- 8 – ინექტორის ბუნიკი;
- 9 – დამატებითი ინექტორი (ელექტროსილიკატიზაციისათვის).

§5. გრუნტის ელექტროქიმიური გამაგრება

გრუნტის ელექტროქიმიურ გამაგრებას მიმართავენ წყალნაჯერ ბმულ (თიხ-ლოვან, მტვეროვან, დაღებებულ) გრუნტში, როცა  $K_{ფ}$  ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება  $K_{ფ}=1 \cdot 10^{-2}-1 \cdot 10^{-4}$  მ/დღე-ღამის ფარგლებში. გრუნტის სიმტკიცე იზრდება 4-6-ჯერ

კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე და უზრუნველყოფს გრუნტის წყალუქონვადობას. გრუნტში საძირკვლის ორივე მხარეს ჩაერჭობა მიღოვანი ელექტროდები, რომლებიც შეერთებულია მუდმივი დენის წყაროსთან. ანოდში თვითდინებით ჩაედინება  $CaCl_2$  – მარილხსნარი, შემდეგ  $Fe_2(SO_4)$  ან  $Al_2(SO_4)$ , რომლიდანაც ამოიტუმბება ჩანადენი გრუნტის წყალი. მიღ-ანოდების ლითონის ხარჯის ეკონომიის მიზნით მას ცვლიან ქვიშოვანი ნატენ მასაში არმატურის ღეროების ჩაყოლებით, დენის გამტარიანობის გაუჯობესების მიზნით. სამუშაო ძაბვა – 100-120 ვოლტი, ელექტროენერგიის ხარჯი

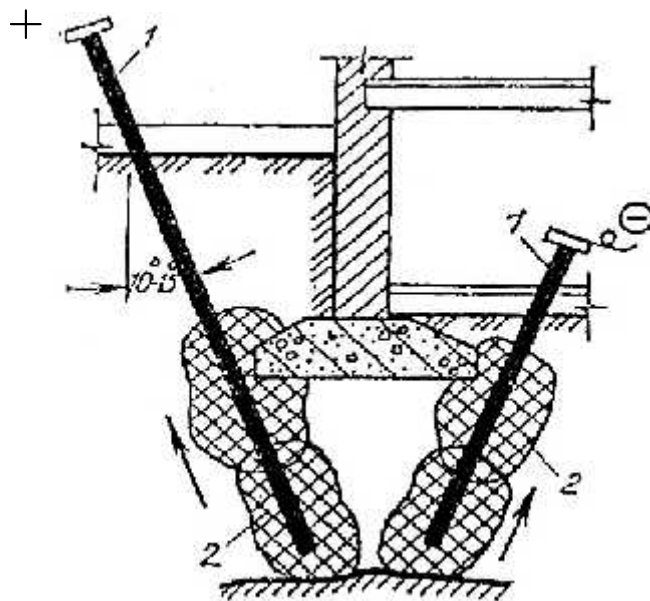
- 60-100 კილოვატსაათი/მ<sup>2</sup> გრუნტის გასამაგრებლად.



სურ. 7.4. გრუნტის ელექტროქიმიური გამაგრება

- 1 - საძირკველი;
- 2 - კათოდი;
- 3 - ანოდი (მანძილი ერთნიშნიან ელექტროდებს შორის გეგმაში 0,8-1,0 მეტრია);
- 4 - ავზი ხსნარისათვის ბარბოტაჟის მოწყობილობით;
- 5 - მუდმივი დენის გენერატორი;
- 6 - კათოდიდან წყლის ამოსაქაჩი ტუმბო.

ფილტრაციის კოეფიციენტზე და მუდმივი დენის ზემოქმედებზე დაკავშირებული, წყალი გადადის თავისუფალში და დიდება კაპილარების მოქმედების კვეთი; ინიექტორელექტროდენისათვის იყენებენ დახვრეტილ მილებს (ინიექტორებს), რომლებსაც განალაგებენ საძირკვლის გრძივი კედლის მიმართულებით ორივე მხარეს, ყოველ 0.6-0,8 მეტრის ბიჯით 10-15° დახრის კუთხით (სურ. 7.5); ორნაირი პოლუსის ელექტროდენს აერთებენ გამტარებით და ჩართავენ მუდმივი დენის ქსელში.



სურ. 7.5. საძირკვლის ფუძეში გრუნტის გამაგრება ელექტროქიმიური მეთოდით:

- 1 - ელექტროდი; 2 - გამაგრებული გრუნტი

მიღები, რომლებიც კათოდებს წარმოადგენენ, გაერთიანებული არიან მილით, საიდანაც მიმდინარეობს დაგროვილი წყლის ამოტუმბვა, ხოლო მიღებში, რომლებიც ანოდის როლს ასრულებენ, ჩაწნეხავენ ქიმიურ ხსნარს. თხევად მინას, გრუნტის შემაგრების გაუმჯობესების მიზნით, ელექტროდებს დროგამოშვებით უცვლიან პოლუსებს, რაც გრუნტში წარმოქმნის ელექტრომაგნიტურ ველებს.

ელექტროსილიკატიზაციისას გამოიყენება თხევადი მინა და კალციუმ ქლორის ხსნარი. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებისას გრუნტი უნდა იყოს ტენიანი ან წყალნაჯერი. ელექტროენერგიის საერთო ხარჯი 1 მ<sup>3</sup> გრუნტის გამაგრებისათვის დაახლოებით 10-15 კვტ/საათის ტოლია.

გრუნტის გაძლიერების ელექტროქიმიური მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნეს გრუნტის მზიდუნარიანობის ამადლების ან დეფორმაციის შემცირების მიზნით თიხოვანი და მტვეროვანი გრუნტებისათვის, რისთვისაც საძირკვლის ორივე მხარეს ყოველი 0,6-2,4 მეტრის დაშორებით (ბიჯით) ჩაასობენ მილ-ელექტროდებს, ინიექტორ ანოდში მიეწოდება CaCl<sub>2</sub>-ის ხსნარი, შემდეგ Ee<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) ან Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>), ხოლო ინიექტორ-კათოდიდან ამოიქაჩება ჩასული წყალი.

ელექტროქიმიური მეთოდი საგრძნობლად ცვლის გრუნტის ქიმიურ-მინერალურ და მინერალოგიურ შედგენილობას, აგრეთვე ამცირებს მის დისპერსიულობას. დადგენილია, რომ გრუნტის გამკვრივება გრძელდება ელექტროქიმიური დამუშავების შემდეგაც. აჩქარებების ელექტროენერგიის ხარჯი დაახლოებით ტოლია 60-100 კვატ.საათ/მ<sup>3</sup>.

როგორც კი თხევადი მინა შეაღწევს გრუნტში, იწყება ელექტროკინეტიკური და ელექტროქიმიური პროცესები, რაც იწვევს გრუნტის სიმტკიცის ზრდას. როგორც აღვნიშნეთ, თუ ელექტროდებზე გამოვიყენებთ მიღებს, რომლებიც ქვედა ნაწილში გახვრეტილია და მუდმივი დენის გატარებას ერთად მილში, რომელთანაც შეერთებული იქნება დადებითი პოლუსთან, ჩავუშვებთ ქიმიურ ხსნარს, იგი გადაადგილდება დენის მიმართულებით და გამოიწვევს გრუნტის ნაწილაკების შემჭიდროვებას, რითაც იზრდება გრუნტის სიმტკიცე და სხვა მაჩვენებლები. მისი დადებითი მხარე ისაა, რომ იგი გრუნტს აკარგვინებს გაჯირჯვების უნარს. მისი უარყოფითი მხარეებია შემაგრების გავრცელების მცირე რადიუსი (20-60 სმ), ელექტროსილიკატიზაციით 1 მ<sup>3</sup> გრუნტის გამაგრების ღირებულება ცვალებადია.



§6. ჩაჯდომის წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდი

ა) გრუნტის გამაგრება სინთეზური ფისით

გრუნტების სინთეზური ფისით გამაგრება ქიმიური შემადგენლების ერთ-ერთი მეთოდია. ამ მეთოდით გრუნტის გასამაგრებლად უფრო ხშირად გამოიყენება კარბამიდული ან ფურფუროლური ფისით. მათ იყენებენ როგორც ლიოსისებრი გრუნტის, ისე მშრალი და წყალნაჯერი წვრილი ქვიშის გასამონოლითებლად. სინთეზურ ფისს იყენებენ როგორც ნაგებობის ფუძის გასამაგრებლად, ისე ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდების მოსაწყობად.

კარბამიდული ფისი მიიღება ამიაკისა და ნახშირმჟავასაგან, ფურფუროლოვანი კი სოფლის მეურნეობის და ხე-ტყის მრეწველობის ნარჩენებისაგან. მათგან მიღებული ფისი გამოიყენება ისეთი გრუნტების გასამაგრებლად, რომელთა ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება 4,0-0,05 ნ/დღე-ღამემდე. გამაგრების (R) რადიუსი იცვლება ფილტრაციის კოეფიციენტის ( $K_{ფ}$ ) მიხედვით, რომელიც მოცემულია 7.7 ცხრილში.

ცხრილი 7.7.

ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_{ფ}$ , მ/დღე-ღამე	გამაგრების რადიუსი R, მ	გამაგრებისათვის საჭირო ხსნარი, ლ/წთ
0,5-1	0,5-0,6	1-2
1-5	0,6-1	2-5

ქვიშოვანი და ჩაჯდომადი ლიოსისებრი გრუნტების მასივის გასამონოლითებლად საჭირო ხსნარის რაოდენობა (Q) განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = anV, \tag{6.8}$$

სადაც a არის განზომილების კოეფიციენტი, რომელიც მსხვილი და საშუალო ქვიშებისათვის 5-ის ტოლია, წვრილი და მტვროვანი ქვიშებისათვის – 12-ის, ლიოსისა და ლიოსისებრი გრუნტებისათვის – 5-ის;

n - გრუნტის ფორიანობა, %;

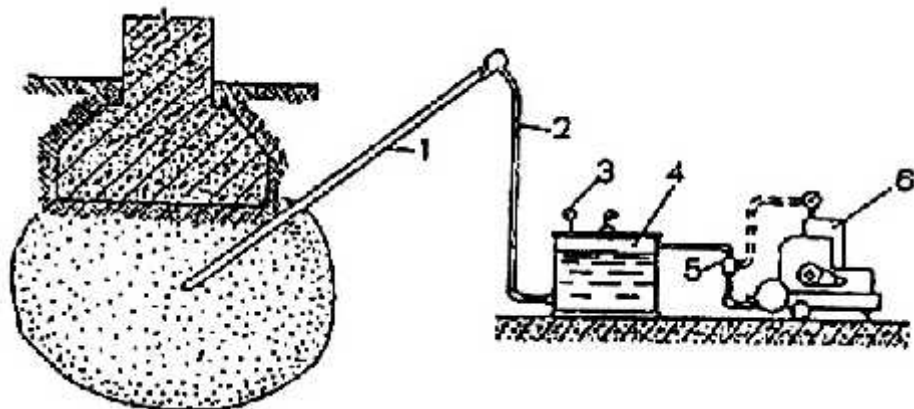
V – გასამაგრებელი გრუნტის მოცულობა, მ<sup>3</sup>.

ლიოსისებრი გრუნტის კუმშვის მიმართ კარბამიდული ფისით გამაგრებისას დროებითი წინაღობა იცვლება 7-15 კგ/სმ<sup>2</sup> ფარგლებში. პროექტის შედგენისას სა-

ჭიროა საცდელი საველე სამუშაოების ჩატარება. შურფებიდან ამოიღება ნიმუშები შემოწმდება ლაბორატორიულ პირობებში როგორც სიმტკიცის, ასევე სხვა მას-ასიათებლების დასადგენად.

შ. კულიევის მიერ (1959 წ.) წამოყენებული იდეის საფუძველზე 1960 წ. ქალაქ ნიკოპოლში განხორციელდა ლიოსისებრი გრუნტების გასამაგრებელი საცდელი სამუშაოები, სადაც გამოყენებული იქნა 3,4 სანტიპუაზის კარბამიდული ფისები:  $\gamma_d$  – 1,158 და PH – 7,2. გასამაგრებელ ხსნარს ამზადებდნენ ფისისა და წყლის (1:1; 1:1,5 და 1:2) ფარდობის შესაბამისი არევით. ხსნარის სიმკვრივე იცვლებოდა 2,2-2,5 სანტიპუაზის ფარგლებში,  $1\text{მ}^3$  გრუნტის გამაგრებაზე იხარჯებოდა 45.0-48.0 ლიტრი ხსნარი. გრუნტის სიმტკიცე აღწევდა 7-13 კგ/სმ<sup>2</sup>. აღნიშნული მეთოდით ხდება აგრეთვე ისეთი გრუნტის გამაგრება, სადაც ფილტრაციის კოეფიციენტი 0,3 მ/დღე-ღამეზე მეტია.

მ. ბელევიტინას მიერ აღწერილია ჩაჯდომადი ლიოსისებრი გრუნტის კარბამიდული ფისით გამაგრების რეაქციის არსი შემდეგია: მან ფაქტობრივად გააგრძელა აღნიშნული სამუშაო და დაადგინა, რომ გრუნტში  $\text{CaCO}_3$ -ის მომატებული შემცველობისას გრუნტის სიმტკიცე კარბამიდული ფისით გამაგრების დროს მცირდება. ცნობილია, რომ ლიოსისებრი ჩაჯდომადი გრუნტი შედგება ჭარბი მინერალებისაგან, რომლებიც ხასიათდება უარყოფითი ელექტრული მუხტების არსებობით თავიანთ ზედაპირზე, მაშინ როდესაც კარბამიდული ფისი წარმოადგენს აქტიურზედაპირიან ნივთიერებას და აქვს დადებითი მუხტი. ამიტომ ამ მოვლენას მინერალური ელექტრო და კარბამიდული ხსნარის თავისებურება უძევს საფუძველად.



სურ. 7.6. გრუნტების გაფისიანება:

- 1 – ინიექტორი; 2 – მუშა შლანგი; 3 – ინიექტორი; 4 – მუშა ავზი;
- 5 – საცობიანი საკეტი; 6 – კომპრესორი ან კუმშვადი აირის ბალონი.

ბ) ლიოსისებრი ჩაჯდომადი გრუნტების ქიმიური გამაგრება  
შაბიამნის ხსნარით (ბორდო)

აღნიშნული მეთოდი მიეკუთვნება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფუძე-საძირკვლების მიმართულების ყოფილ თანამშრომელს ლ. სხირტლაძეს, რომლის საცდელი სამუშაოები ჩატარდა თბილისში საცდელ პოლიგონზე.

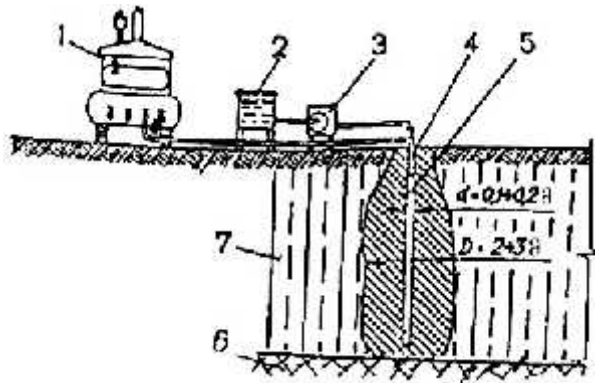
ამ მეთოდით ყოველ ას ლიტრ წყალში 1 კგ სპილენძის აჯასპი და 3 კგ ჩამქრალი კირი (CaO) ცალ-ცალკე გაიხსნება და შემდეგ აირევა ერთმანეთში. მიღებული ხსნარი, პერფორირებული ლითონის მილების მეშვეობით (3-5 სმ) იწნეხება გრუნტში 1,0-1,5 მეტრის სიღრმეზე 1,0 ატმოსფეროს წნევით. ხსნარის კუთრი წონა  $\gamma_s=0,5$  კგ/სმ<sup>3</sup> და თითქმის არ განსხვავდება წყლისგან. ცნობილია, რომ სპილენძის აჯასპის და ჩამქრალი კირის არევისას მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O + Ca(OH)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 + CaSO_4 + 2H_2O$  მიიღება თაბაშირი და სპილენძის ჰიდროქსიდის ნალექი, რომლებიც უერთდება ლიოსისებრი ჩაჯდომადი გრუნტის შემდგენილობაში არსებული კალციუმისა და მაგნიუმის მარილებს და ქიმიურად ამაგრებენ გრუნტს, რის შედეგადაც გრუნტი ხდება წყალმდევი და კარგავს ჩაჯდომადობის თვისებას.

ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ ასეთანირად დამუშავებული გრუნტი დასველების შემდეგ 3 კგ/სმ<sup>3</sup> დატვირთვით მხოლოდ 4 მმ-ით ჩაჯდება, მაშინ როდესაც იგივე გრუნტი ამავე დატვირთვისას ბუნებრივ მდგომარეობაში დასველების შემდეგ ჩაჯდა 200 მმ-ით.

აღწერილი მეთოდი ეკონომიკური მანევრებლებით ფრიად ეფექტურია. 1 მ<sup>3</sup> გრუნტის გასამაგრებლად იხარჯება “ბორდოს” ხსნარი არა უმეტეს 100 ლიტრისა, ე.ი. 1 კგ სპილენძის აჯასპი და 2 კგ კირი.

გ) თერმული გამაგრება

გრუნტის თერმული გამაგრება გამოიყენება თიხოვან, ლიოსისებრ ან შავმიწა გრუნტში, რომელთა ფილტრაციის კოეფიციენტი  $K_{ფ}=0,1$  მ/დღე-ღამე. თერმული დამუშავების შედეგად გრუნტის სიმტკიცე იზრდება 10-40 კგ/სმ<sup>3</sup> და უზრუნველყოფს გრუნტის წყალუქონვალობას, რასაც აღწევს ცხელი აირის ჩაჭირხენით (ხდება გრუნტის გამოწვა). გამოწვის შედეგად გრუნტი კარგავს პლასტიკურობას, გაჯირჯვების და გაწყლოვანების თვისებას. გამოწვის ხანგრძლივობა 5-7 დღე-ღამეა, ტემპერატურა კი – 600-650°C.



სურ. 7.7. გრუნტის თერმული გამაგრება

- 1 – კომპრესორი;
- 2 – თხევადი საქვების ავზი;
- 3 – თბური რეჟიმის ტუმბო;
- 4 – ფორსუნა;
- 5 – ბურღილი;
- 6 – არადაჯდომადი გრუნტი;
- 7 – ჩაჯდომადი გრუნტი.

### §7. ქიმიური გამაგრების კონტროლი

ქიმიური მეთოდით გრუნტის გამაგრებისას მიმდინარეობს ქიმიური ნედლეულის (მასალის), მუშა-ხსნარის გელწარმოქმნის უნარის (სიმკვრივე, სიბლანტის, ტემპერატურის და ასე შემდეგ) და გრუნტის გამაგრების ხარისხის მუდმივი კონტროლი.

ქიმიური ნარევის კონტროლი და გრუნტში გელწარმოქმნის უნარის გასინჯვა ხდება ლაბორატორიულ პირობებში სასინჯი გამოცდის შედეგების საფუძველზე, შემდგომ კი ისინჯება სიმტკიცე და წყალუქონვადობა:

სამუშაოთა ხარისხის კონტროლი დაიყვანება გამონოლითების და წყალუქონვადობის კონტროლზე;

სამუშაოთა ხარისხის კონტროლი ხორციელდება საკონტროლო ბურღვით სულ მცირე 127 მმ კერნების ამოღებით;

გამაგრებულ გრუნტებში შურფების გახსნით და მონოლითების აღებით;

წყლის ჩაწნეხვით გრუნტში საკონტროლო ინიექტორებით ან ბურღილებით;

გრუნტის წყლების რეჟიმის ცვალებადობაზე დაკვირვებით.

გრუნტის გამაგრებისათვის ხსნარი აიღება უშუალოდ სახარჯი ხსნარის აუზიდან. გამაგრებული ნიმუშის შედეგებს უშუალოდ ადარებენ საკონტროლოდ

ამოღებულ კენრებს და მონოლითების გამაგრებულ სტანდარტულ ხსნარს და შეიტანენ ლაბორატორიის გამოცდის ჟურნალში.

გამაგრებული გრუნტის ხარისხი სილიკატიზაციის (ან სხვა მეთოდის) დანიშნულებიდან გამომდინარე მოწმდება შემდეგნაირად:

ლითონის ღეროს ან ინიექტორის ჩასობით;  
შურფების გახსნით;  
წყლის დაწნეხვით;  
გრუნტის წყლის რეჟიმზე დაკვირვებით.

გამაგრებული გრუნტის მონოლითურობის და კონფიგურაციის დადგენა ხდება საკონტროლო ინიექტორის ჩასობით გამაგრებული გრუნტის მასივის ცენტრში.

გამაგრებული გრუნტის სიმტკიცის შემოწმება ხდება გამაგრებულ და გაუმაგრებელ გრუნტში ინიექტორის ჩასობის წინააღმდეგობის განსაზღვრით, რაც დადგინდება ჩასობის სიჩქარით. ამავე ინიექტორში წყალჟონვადობის განსაზღვრისათვის გრუნტში ჩაიწნეხება წყალი. საკონტროლო ბურღილების რიცხვი უნდა იყოს იმ ბურღილების საერთო რაოდენობის 5-10%, საიდანაც იჭირხნებოდა ხსნარი.

გარდა ამისა, გამაგრებული გრუნტის ხარისხი, როგორც წესი, უნდა შემოწმდეს საკონტროლო შურფებით, იმ ანგარიშით, რომ გამაგრებული გრუნტის 50 მ<sup>3</sup>-ზე მოდიოდეს არაუმეტეს ერთი შურფისა.

შურფების გახსნისას იღება გამაგრებული გრუნტის ნიმუშები და დგება აქტი გამაგრების დეტალური აღწერილობით.

ნიმუშები აიღება გამაგრებული გრუნტის სიმტკიცის, წყალჟონვადობის და წყალმედვეობის დასადგენად.

მასივში გრუნტის წყალჟონვადობა მოწმდება სილიკატიზაციის ჩატარებიდან 15 დღის შემდეგ საკონტროლო ინიექტორების მეშვეობით.

ფილტრაციის საწინაარმდეგო ფარდის ხარისხი განისაზღვრება ჰიდროლიზაციურული რუკის და გრუნტოვანი წყლის სილიკატიზაციამდე და სილიკატიზაციის შემდეგ ნაკადის მეშვეობით. ფილტრაციის საწინაარმდეგო ფარდის ხარისხი ასევე შესაძლებელია შემოწმდეს დაკვირვების საფუძველზე პერიმეტრებზე წყლის დონის და ფილტრაციული წყლის ხარჯით.

არსებულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრების სამუშაოს ხარისხი დადგინდება საძირკვლის დაჯდომაზე დაკვირვების (სხვადასხვა დასაკვირვებელი საშუალებებით) მასალების ანალიზის საფუძველზე.

გრუნტი ითვლება არასაკმარისად გამაგრებულად, თუ მისი სიმტკიცე შეადგენს პროექტით დადგენილის 90%-ს, ხოლო კუთრი წყალშთანთქმა – 110%-ზე მეტი სიდიდისაა, რაც პროექტითაა დადგენილი. ამ შემთხვევაში საჭიროა ჩატარდეს დამატებითი გამაგრება.

საკონტროლო ბურღილების და შურფების რიცხვი დადგინდება პროექტით. საკონტროლო გამონამუშევრების ადგილსა და სიღრმეს აწესებს დამკვეთი.

საკონტროლო ბურღვას და შურფებით გახსნას მიმართავენ გამაგრების სამუშაოს დამთავრებიდან ორი დღე-ღამის შემდეგ. ბურღვის და შურფების გახსნისას აიღება გამაგრებული გრუნტის სინჯები აღების ადგილის მითითებით მათი შემდგომი გამოცდისთვის. გამაგრებული მონოლითის და კერნის გამოსრობის თავიდან აცილების მიზნით ისინი პარაფინდებიან. მონოლითებიდან დამზადებული სინჯები გამოიცდება ლაბორატორიაში ერთდერძა კუმშვის მიმართ. გრუნტების გამაგრების დამთავრებული სამუშაოებით მიღებით უნდა დადგინდეს გრუნტის სიმტკიცისა და წყალუქონვალობის შესაბამისობა პროექტით გათვალისწინებულთან.

გრუნტის გამაგრების სამუშაოს მიღებისას წარმოდგენილი უნდა იყოს შემდეგი საბუთები:

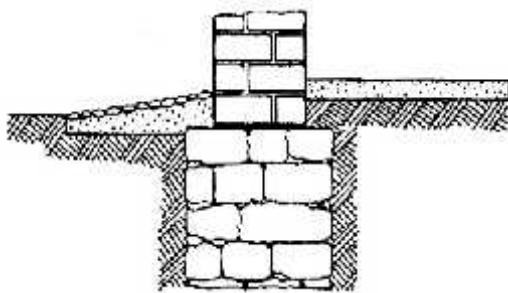
- გამაგრებული მასივის გეგმა და პროფილი მასზე ინექტორის განლაგებით;
- ინექტორების დასობის და ხსნარის-ნარევის დაჭირხენის ჟურნალი;
- საწყისი ქიმიური მასალების ლაბორატორიული გამოცდის ჟურნალი;
- გამაგრებული გრუნტის საკონტროლო გამოცდის აქტის ჟურნალი;
- გრუნტის წყლის მოძრაობის სინქარესა და გრუნტის წყლის დონეზე დაკვირვების ჟურნალი;
- სადირკვლის დაჯდომაზე დაკვირვების ჟურნალი.

## VIII თავი

### ღეზორმიწობული საძირკვლების ბაჰლიწრების ღა რეკონსტრუქციის ძირითადი მეთოდები

#### §1. არაღრმა საძირკვლების დაზიანების მახასიათებელი მიზეზები ღა მათი გაძლიერების შესაძლო ხერხები

შენობა-ნაგებობის საძირკვლის დაზიანება ხშირ შემთხვევაში შესაძლოა გამოწვეული იყოს დაპროექტების დროს დაშვებული შეცდომებით; მუშაობის წესების დარღვევით ღა შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციის პირობების შეცვლით. ძველი, ყორე-ქვისსაძირკვლიანი შენობის ფუძის დაჯდომის გამოწვევი შესაძლო მიზეზები წარმოდგენილია 8.1 (ა; ბ; გ; დ) სურათებზე; ხოლო ადღენის ღონისძიებები 8.2 (ე; ვ; ზ; თ; ი) სურათებზე.



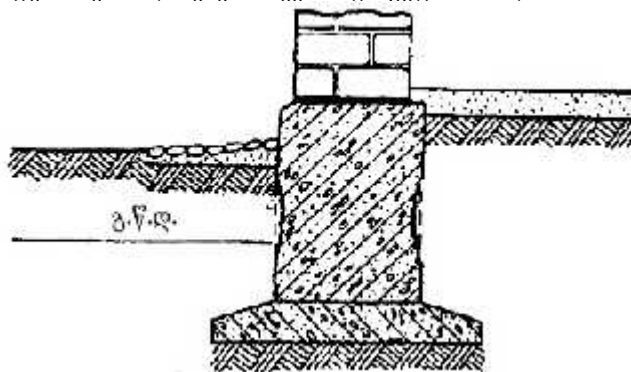
სურ. 8.1.

ა) საძირკვლის წყობის განშრევება შესაძლოა გამოწვეული იყოს:

1 – ქვის წყობის გადაუბმელობით;

2 – წყობის არასაკმარისი სიმტკიცით;

3 – საძირკვლის გადატვირთვით ღა შენება-რეკონსტრუქციისას ღა ა.შ.

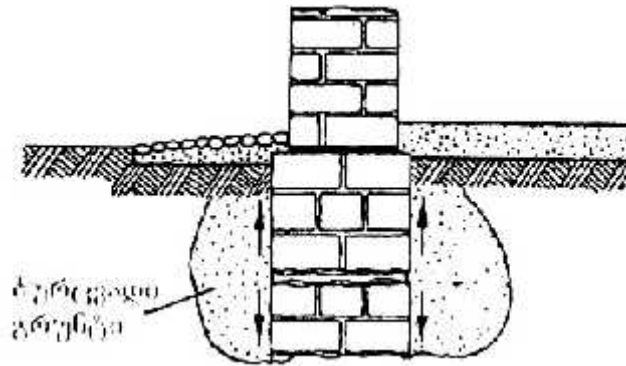


ბ) საძირკვლის სიმაღლეზე ჩახლეჩა შესაძლოა გამოწვეული იყოს:

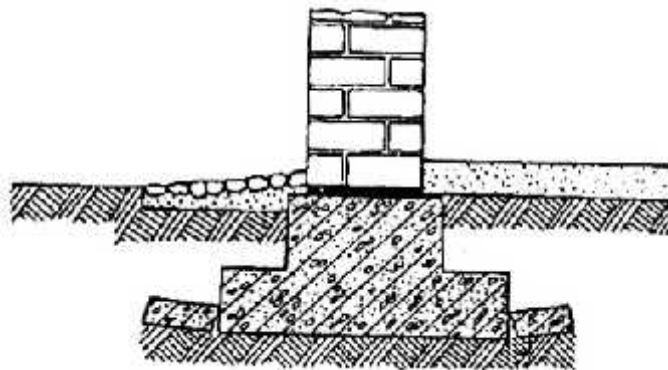
1 – გრუნტის განივი ბურცვადობით;

2 – საძირკვლის არასწორი კონსტრუირების ღა სამუშაოს არაღამაკმაყოფილებლად შესრულების შედეგად (ქვაბულის უბეების შევსება შეყინული გრუნტით);

3 – საძირკვლის შეტბორვით მოშანდაკების ნიშნულის ზემოთ ან გრუნტის წყლის ღონის დაწვეით.



გ) საძირკვლის ზედაპირის დაშლა შესაძლოა გამოწვეული იყოს:  
 1 - გრუნტში აგრესიული გარემოს ზემოქმედებით (გ.წ.დ. აწვევა ან შენობაში ქიმიური პროდუქტების დაღვრის შემთხვევაში);



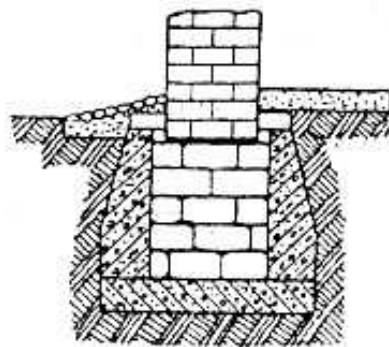
დ) ბზარები ფილღვან საძირკველში შესაძლოა გამოწვეული იყოს არათანაბარი დაჯდომით ან გრუნტის ჩაჯდომით:

1 - საძირკვლის კონსტრუქციის არასწორი შერჩევა (საძირკვლის საფეხურთა არასწორი ფარდობა);

2 - საძირკვლის არასაკმარისი სიგანე;

3 - საძირკვლის დატვირთვის გაზრდა აშენების შედეგად;

4 - ფუძის მზიდუნარიანობის შემცირება დასველების შედეგად.

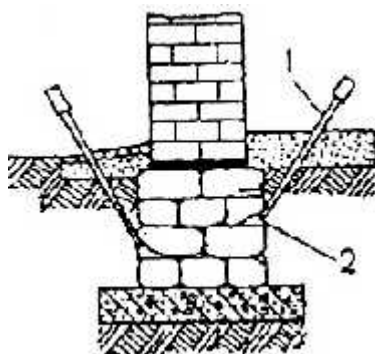


ე) საძირკვლის გაგანიერება შესაძლოა განხორციელდეს:

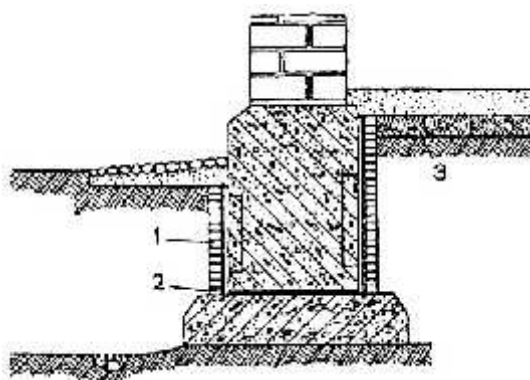
1 - რკინაბეტონის გარსაკრავით;

2 - საძირკვლის გაფართოებით და დატვირთვის ნაწილის გაფართოებულ ნაწილზე გადატანით განივი კოჭების მეშვეობით.

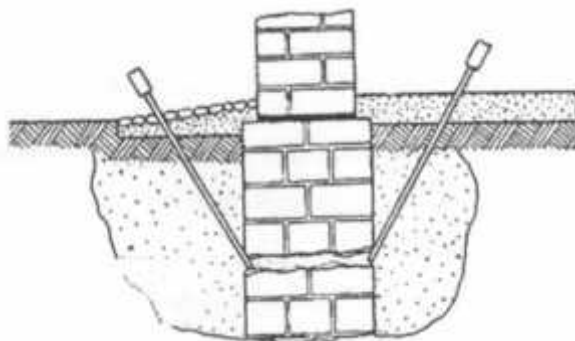




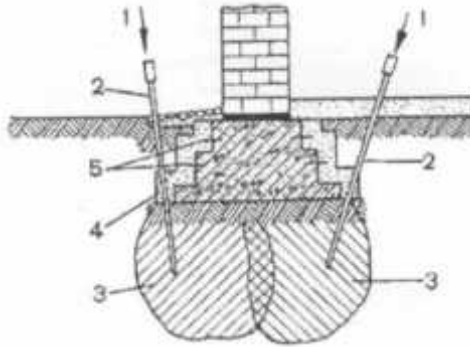
- ვ) საძირკვლის გაფართოება უნდა განხორციელდეს:
- საძირკვლის საფეხურებთან ერთად;
  - საძირკვლის წყობის განშრევებული ნაწილის (ცემენტაცია) გამოთლიანებისათვის გამოყენებული იქნეს (იხილეთ ცემენტაციის მეთოდი)
- 1 - ინიექტორი  
2 - დეფექტიანი ადგილი.



- ზ) საძირკვლის აღდგენის შემთხვევაში უნდა:
- გაიხსნას საძირკველი და მოცილდეს ბეტონის დაზიანებული შრე;
  - წყობაში შეიქმნას წყალუკონვადი შრე მასში ქიმიური რეაგენტების ჩაწნეხვით ან ხსნარის მუდმივი დენით მიწოდებით;
  - აღდგეს საძირკველი და პიდროზოლაცია;
  - შეიქმნას ტენსაწინააღმდეგო ღონისძიება, ვერტიკალური პიდროზოლაცია ან დრენაჟი, შესაძლოა შეიქმნას დამცავი გარსაცმი (მოპირკეთებული ფილებით და მსუყე თიხის ჩატკეპნით);
- 1 - დამცავი შრე;  
2 - პიდროზოლაციის საფარი;  
3 - გადაზეული მსუყე თიხა



- თ) საძირკვლის ჩახლეჩის აღსადგენად საჭიროა:
- მოცილებული იქნეს საძირკვლის ირგვლივ ბურცვადი გრუნტი;
  - ჩაუტარდეს ჩახლეჩილ საძირკველს ცემენტაცია;
  - ბურცვადი გრუნტის მაგივრად ჩაიყაროს მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა, წიდა და სხვა;
  - მოეწყოს წყალსარინი ან მოპირკეთდეს დამცავი საიზოლაციო მასალით, ხოლო უბეები ამოივსოს მსუყე თიხით. .



ი) რკინაბეტონის ფილოვან საძირკველში ან მისი არათანაბარი ჩაჯდომის დორს წარმოქმნილი ბზარების შესავსებად საჭიროა:

- 1 – გაძლიერდეს საძირკველი
  - ბეტონირებით, როგორც ნაჩვენებია სურათზე;
  - საძირკვლის გაფართოება საფეხურებთან ერთად.
- 2 – ფუძის გაძლიერება
  - გრუნტის ქიმიური ან ელექტროქიმიური მეთოდით;
  - მექანიკური შემკვრივება დანატენი ხიმინჯებით.
- 1 – ხსნარი გრუნტის გამაგრებისათვის;
- 2 – ინიექტორები ან ინიექტორ-ელექტროდი;
- 3 – გამაგრებული გრუნტის ზონა;
- 4 - საძირკვლის გაფართოება;
- 5 – ძველი და ახალი საძირკვლის დამაკავშირებელი ლითონის ღერო.

აღნიშნული დეფექტების აღმოფხვრა და კონსტრუქციის გაძლიერება განშრეგების (ე – ვარიანტი) შემთხვევაში შესაძლებელია განხორციელდეს 8.1, 8.2. სურათებზე წარმოდგენილი ვარიანტებით:

- 1 - საძირკვლის გაგანიერებით;
- 2 – საძირკვლის წყობაში განშრეგებული ნაწილის ცემენტაციით.

## §2. იატაკის კონსტრუქცია სარდაფიანი სათავსისათვის.

### გრუნტის წყლის დონის (ჰორიზონტის) ქვემოთ

ხშირად შენობა-ნაგებობათა დაჯდომის და დეფორმაციის მიზეზი შესაძლოა აღმოჩნდეს ფუძის გრუნტის თვისებების შეცვლა დროთა განმავლობაში, ხშირ შემთხვევაში შესაძლებელია გრუნტის წყლის დონის აწევას მოჰყვეს გრუნტის სიმტკიცის შესუსტება, რის შედეგადაც მივიღებთ შენობა-ნაგებობის დამატებით დაჯდომას და იატაკის კონსტრუქციის (სარდაფიანი სათავსებისათვის) დატბორვას, რაც ხშირად შენობის ფუძის დაჯდომის მიზეზია.

სარდაფიანი სათავსისათვის იატაკის კონსტრუქცია და გაანგარიშება, როდესაც იგი გრუნტის წყლის დონის ქვემოთაა, დამოკიდებულია იატაკის კონსტრუქციის წონასა და გრუნტის წყლის დონის სიმაღლის (h) ფარდობაზე (სურ. 8.3)

$$h = \frac{h_{\text{ავტ}} \cdot \gamma_{\text{ავტ}}}{\gamma_{\text{ფ}}}, \quad (8.1)$$

სადაც  $h_{\text{ავტ}} = \gamma_{\text{ავტ}}$  შესაბამისად იატაკის კონსტრუქციის სისქე და მოცულობითი მასაა;

$h$  – გრუნტის წყლის დგომის სიმაღლე და იანგარიშება სარდაფის იატაკის ჰიდროიზოლაციის დონიდან;

$\gamma_{\text{ფ}}$  - წყლის მოცულობითი მასა.

იმ შემთხვევაში როდესაც  $k > 1$ , კონსტრუქცია მდგრადია ამოტივტივებისადმი, ოღონდ აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ჰიდროიზოლაციაში მაკომპენსირებელი მოწყობილობა საკმარისი სხვაობით, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს საძირკვლის ან სარდაფის იატაკის მოსალოდნელი დაჯდომა ჰიდროიზოლაციის გაწვევების (გახსნის) გარეშე.

გამოსახულებიდან

$$h_{\text{ავტ}} = \frac{k \cdot h \cdot \gamma_{\text{ფ}}}{\gamma_{\text{ავტ}}} \quad (8.2)$$

ვითვალისწინებთ, რომ ბეტონის იატაკის ამოტივტივებაზე უნდა იყოს არანაკლებ 10%, ვიდრე

$$h_{\text{ავტ}} = \frac{11.18}{\gamma_{\text{ავტ}}} \cdot h = 0.5h .$$

როდესაც  $k < 1$ , იატაკის კონსტრუქცია ამოტივტივების მიმართ არამდგრადია და საჭიროა მისი ჩაანკერება შენობის კედლებში. ასეთ შემთხვევაში იატაკის კონსტრუქცია გადაიქცევა რკინაბეტონის ფილად, რომელიც გრუნტის წყლის წნევის ზემოქმედებით იმუშავებს ღუნვაზე.

ფილაზე დატვირთვის სიდიდე იქნება ქვემოდან ზემოთ მიმართული წყლის წნევისა და ზემოდან ქვემოთ მიმართული იატაკის წონის სხვაობის ტოლი

$$P_{\text{ფ}} = h \cdot \gamma_{\text{ფ}} - h_{\text{ავტ}} \cdot \gamma_{\text{ავტ}} . \quad (8.3)$$

სარდაფის იატაკზე ქვემოდან ზემოთ მოქმედი დატვირთვებიდან გამომდინარე იატაკის კონსტრუქცია შეიძლება იყოს, როგორც მუდმივი კვეთის კოჭოვანი ფილა ან  $h$  სიმაღლის წიბოვანი ფილა.

სარდაფის ექსპლუატაციის პირობიდან გამომდინარე, წიბოვან ფილის უბე შევსებული უნდა იქნეს ბეტონით, რათა შეიქმნას სწორი გლუვი ზედაპირი, რომ შესაძლებელი იყოს სწორი იატაკის მიღება. წიბოვანი ფილის დაყენების სიმაღლე განისაზღვრება მისი წიბოს სიმაღლის მიხედვით. ხშირად სარდაფის წიბოვანი ფილა კონსტრუირდება “პირობითად”, ე. ი. არმატურა განლაგდება ისე, როგორც წიბოვან ფილაში, ბეტონირება კი წარმართება ერთ სიბრტყეში.

თუ ფიქვ-გრუნტი ხასიათდება მაღალი მზიდუნარიანობით და საძირკველზე დატვირთვა დიდი არ არის, საძირკველის ძირიც ასევე არ იქნება დიდი. ასეთ შემთხვევაში იატაკის რკინაბეტონის კონსტრუქცია რაციონალურია მხოლოდ  $h_{opt} \leq 0.5h$  პირობისათვის და რაციონალური იქნება რკინაბეტონის კონსტრუქციის გამოყენება შემესების გარეშე, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ამოტივტივება არ მოხდება. თუ გაანგარიშებით აღმოჩნდება, რომ  $h_{opt} > 0.5h$ , ამ შემთხვევაში რაციონალურია გამოყენებული იქნეს ბეტონის კონსტრუქცია შევსების გარეშე, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ამოტივტივება არ მოხდება.

თუ საძირკველის ფუძე სუსტია და გაანგარიშებისას გათვალისწინებული იქნება ხიმინჯოვანი ან ლენტური საძირკველი, ძირის დიდი ფართობის შემთხვევაში უნდა გადაიხედოს საძირკველის შერეული კონსტრუქცია. შესაძლოა მიზანშეწონილად ჩაითვალოს შეიცვალოს გადაწყვეტილება შენობის ქვეშ მთელ ფართობზე რკინაბეტონის ფილის მოწყობის შესახებ.

ამ შემთხვევაში ფილის სისისტიდან გამომდინარე სარდაფის იატაკი იანგარიშება, როგორც ხისტი ფილა ღრეკად ფუძეზე.

განიხილება გრუნტის ქიმიური შედგენილობა აგრესიულობის მხრივ. მაგალითები.

1. გრუნტის წყლის დონე სარდაფის იატაკის ქვედა სიბრტყისათვის  $h = 0,8$  მ, სარდაფის იატაკის სისქე  $h_{opt} = 0,4$  მ, იატაკი ბეტონისაა  $\gamma_{bet} = 2,2$  ტ/მ<sup>3</sup>.

საჭიროა შეირჩეს სარდაფის იატაკის კონსტრუქცია

$$k = \frac{0,8 \cdot 2,2}{0,3 \cdot 1,0} = 1,1 > 1$$

იატაკი მდგრადია ამოტივტივების მიმართ და კედელში ჩაანკერებას არ საჭიროებს.

2. გრუნტის წყლის დონე სარდაფის იატაკის ქვედა სიბრტყისათვის  $h = 2,0$  მ, სარდაფის იატაკის სისქე  $h_{opt} = 0,4$  მ, იატაკი რკინაბეტონისაა და მისი მოცულობითი მასა  $\gamma_{bet} = 2,5$  ტ/მ<sup>3</sup>.

საჭიროა შეირჩეს სარდაფის იატაკის კონსტრუქცია

$$k = \frac{0,8 \cdot 2,5}{0,3 \cdot 1,0} = 0,5 < 1$$

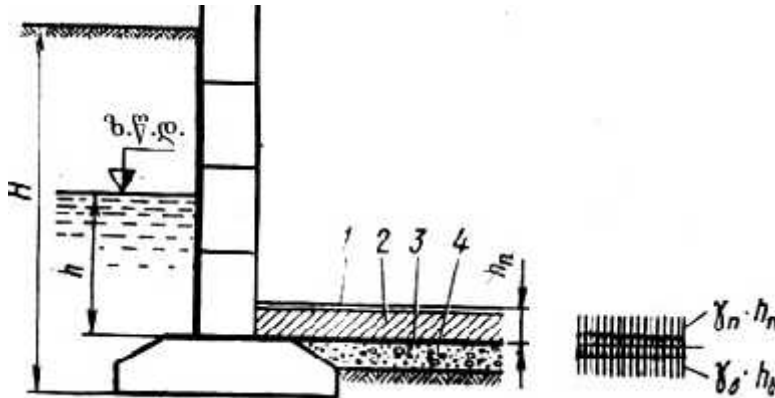
იატაკი საჭიროებს ჩაანკერებას შენობის კედელში.

საანგარიშო დატვირთვა, რომელიც მოქმედებს ქვემოდან ზემოთ იატაკის კონსტრუქციაზე

$$P_{\Sigma} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 1,00 \text{ ტ/მ}^2 \text{ (} 1,0 \cdot 10^4 \text{ ნ/მ}^2 \text{)}.$$

შემდეგი ანგარიში წარიმართება, როგორც კოჭოვანი ფილის თანაბარგანაწილებულ დატვირთვაზე

$$P = 1,0 \text{ ტ/მ}^2 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ ნ/მ}^2.$$



სურ. 8.3. სარდაფის იატაკის ამოტივტივების მიმართ გაანგარიშების სქემა:

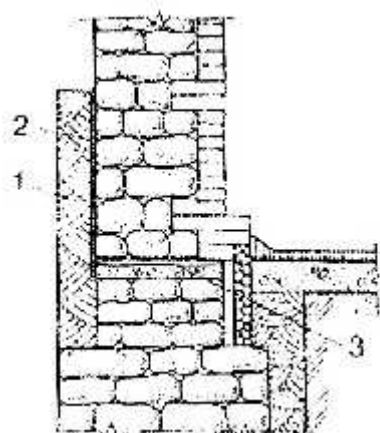
- 1- იატაკის ფილა;
- 2- ბეტონის იატაკი
- 3- ჰიდროიზოლაცია;
- 4- მომზადება;
- 5- H - სარდაფის სიმაღლე;
- 6- h - გ.წ.დ.

### §3. საძირკველის კონსტრუქციის ჰიდროიზოლაციის დაცვა

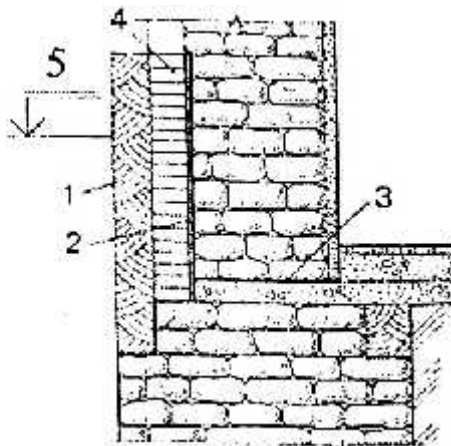
შენობის საძირკველს რომელიც უშუალოდ ეხება გრუნტს, აქვს წყლის შთანთქმის უნარი, ხშირად წყალი აღწევს სარდაფში, კაპილარებით კი მეორე სართულამდე. აღნიშნულის თავიდან აცილების მიზნით საძირკველების ზედაპირზე ან სარდაფის კედლებზე დააქვთ მასტიკა გრუნტის გარე ზედაპირის მხრიდან ტროტუარის ან შემონაკირწყელის დონემდე (სურ. 8.4ა). გრუნტის წყლების მაღალი დონის შემთხვევაში ასაკრავ ჰიდროიზოლაციას იცავენ თიხის საკეტით 1 და აგურის მიმჭერი კედლებით (სურ. 8.4ბ) და სხვ. შრომა დეტალურად იხილავს შენობა-ნაგებობათა თბო, ბგერა და ჰიდროიზოლაციას.

ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია ემსახურება სარდაფის კედლების დაცვას გრუნტის ტენისაგან, რომლის ჟონვა მოსალოდნელია საძირკველის ძირიდან. შენობებში სარდაფის ჰორიზონტალურ ჰიდროიზოლაციას აკეთებენ 20 სმ-ით ცოკოლით.

ა

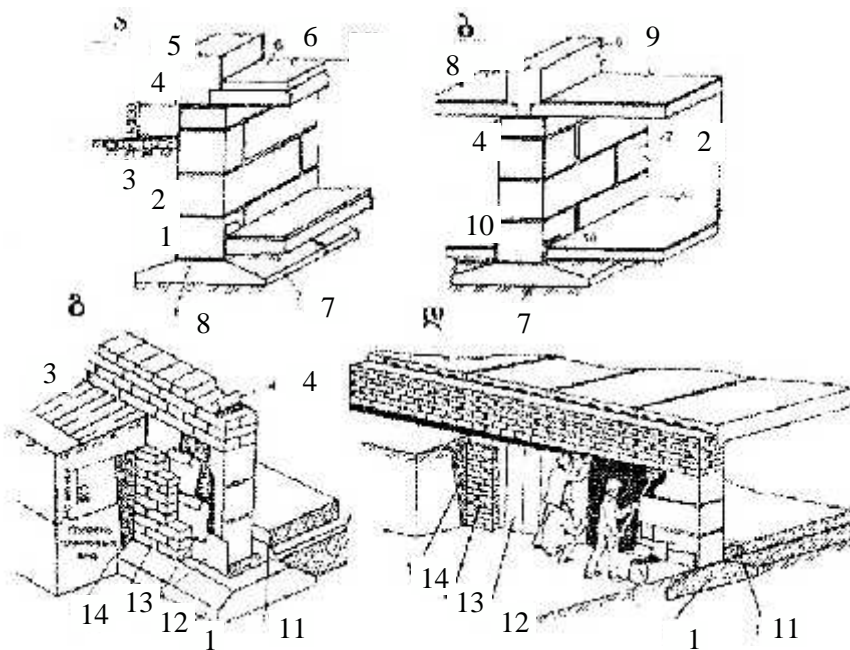


ბ



სურ. 8.4. საძირკვლების ჰიდროიზოლაცია:  
 ა- ნოტიო გრუნტებში; ბ- გრუნტის წყლების მოქმედებისას  
 1 - თიხის საკეტი; 2 - ასაკრავი იზოლაცია; 3 - პორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია; 4 - მიმჭერი კედელი; 5 - გრუნტის წყლების დონე.

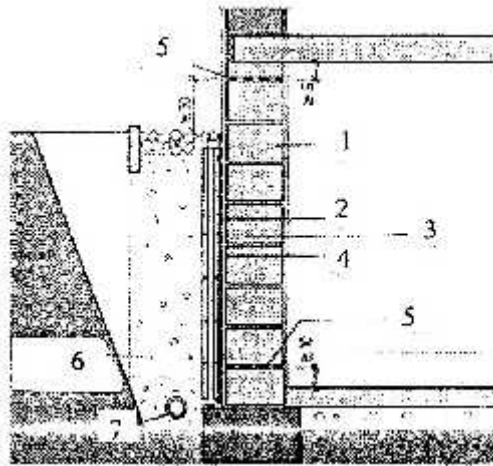
ამ შემთხვევაში, როდესაც მონაკირწყველს აქვს ქანობი შენობის კედლის გასწვრივ მოკირწყველის დონეზე მაღლა ჰიდროიზოლაციას აკეთებენ საფეხურებად.



სურ. 8.5. სარდაფიანი შენობის კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია:

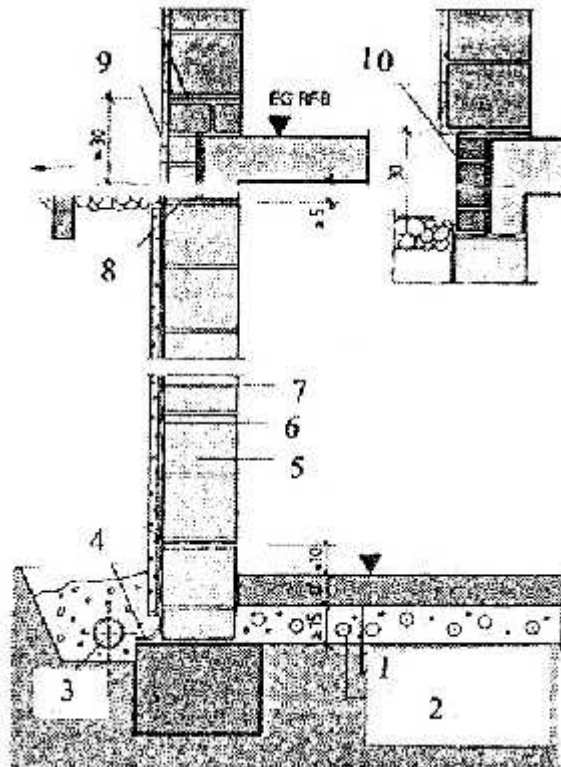
ა - გარე კედლების ქვეშ გრუნტის ნესტისაგან; ბ - იგივე შიგა კედლების ქვეშ; გ - გარე კედლების ქვეშ გრუნტის წყლებისაგან; დ - საძირკვლის გარე ზედაპირის ასაკრავი ჰიდროიზოლაცია.

1 - ცხელი ბიტუმის ორჯერადი წასმა; 2 - სარდაფის კედლის ბლოკები; 3 - მონაკირწყველი; 4 - პორიზონტალური რულონური ჰიდროიზოლაცია; 5 - გარე კედელი; 6 - გადახურვა; 7 - საძირკვლის ფილა; 8 - 2:2 შედგენილობის ცემენტის დუღაბი; 9 - შიგა კედელი; 10 - სარდაფის იატაკის კონსტრუქციის პორიზონტალური რულონური ჰიდროიზოლაცია; 11 - რულონური ჰიდროიზოლაციის "ნაკეცი" (კომპენსატორი); 12 - ვერტიკალური ასაკრავი ჰიდროიზოლაცია; 13 - აგურის დამცავი კედელი; 14 - თიხის საკეტი.



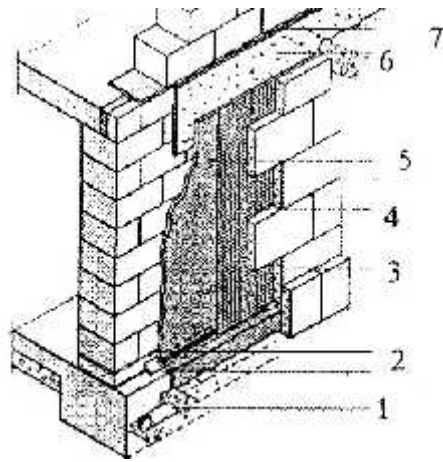
სურ. 8.6. სარდაფიანი შენობის გარე კედლის ჰიდროიზოლაცია:

1 – კედლის ბლოკები; 2 – ბათქაშის ფენა; 3 – ვერტიკალური ჰიდროიზოლაცია; 4 – თიხის საკეტი; 5 - ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია; 6 – წყალგამტარი ამოვსება; 7 – სადრენაჟო პერფორირებული მილი.



სურ. 8.7. სარდაფიანი შენობის გარე კედლის ჰიდროიზოლაცია:

1 – გამყოფი ფენა; 2 – კაპილარული ფენები; 3 – სადრენაჟო მილი; 4 – საიზოლაციო ღარი; 5 – ბეტონის ქვა; 6 -ვერტიკალური ჰიდროიზოლაცია; 7 – დრენაჟის ფილები; 8 - ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია; 9 – იზოლაცია ცოკოლზე მობათქაშებით; 10 – აგურის წყობა.

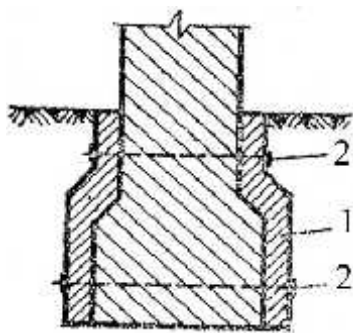


სურ 8.8. შენობის გარე კედლის ჰიდროიზოლაციის სქემა:

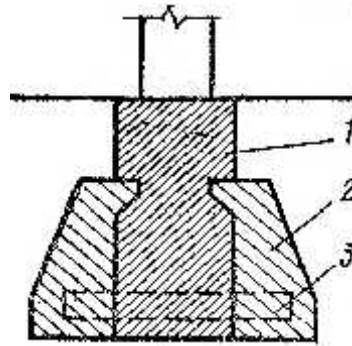
1 – სადრენაუო მილი; 2 – პორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია; 3 – დრენაუის ფილები; 4- ჰიდროსაიზოლაციო ეკრანი; 5 – ცემენტის ბატქაშის ფენა; 6 - ვერტიკალური ჰიდროიზოლაცია; 7 – პორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია.

§4 დეფორმირებული საძირკვლის გაძლიერების და რეკონსტრუქციის ძირითადი მეთოდები

შენობა-ნაგებობათა დაზიანებული საძირკვლის გაძლიერებას ახორციელებენ მის ტანში. ცემენტის ხსნარის ჩაწნეხით, რისთვისაც წინასწარ საძირკვლის ტანს ხვრეტენ 25 მმ დიამეტრის პერფორატორით, რის შემდეგ ხვრელებში ჩაიდება ლითონის წვრილი მილები, საიდანაც ჩაიწნეხება ცემენტის ხსნარი 1:1 (ცემენტი – წყალი 0.3-0.5 მპა წნევით), რის შემდეგ საძირკველს მთლიანად რკინაბეტონის გარსაკრავში მოაქცევენ და დაზიანებულ საძირკველს კრავენ გამჭოლი ანკერებით (სურ. 8.9, 8.10). ხშირ შემთხვევაში დაცემენტებას ახორციელებენ გარსაკრავის მოწყობის შემდეგ. რაც ხელს უწყობს ცემენტის ხსნარით ბზარების უფრო კარგად შევსებას.



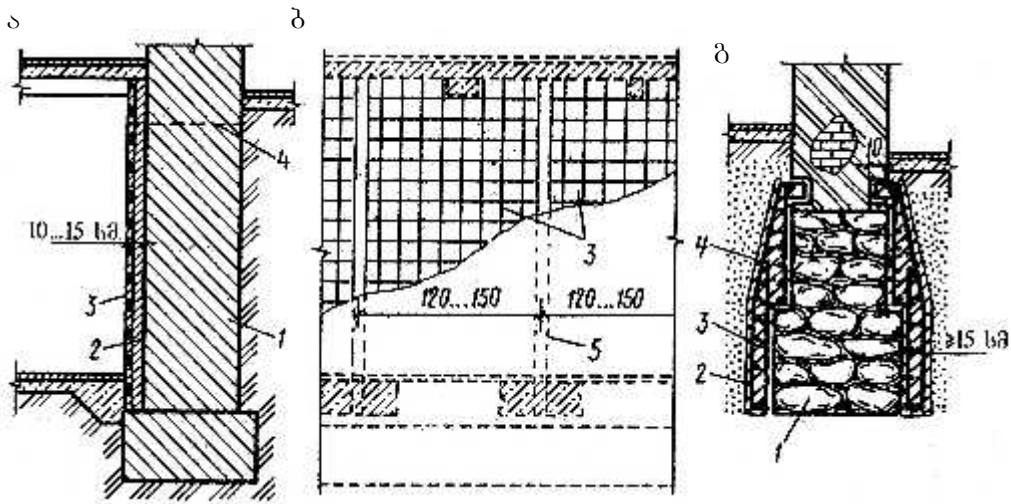
სურ. 8.9. საძირკვლის გაძლიერება რკინაბეტონის გარსაკრავით: 1-რკინაბეტონის გარსაკრავი; 2-ანკერები.



სურ. 8.10. საძირკვლის გაგანიერების სქემა: 1-ძველი საძირკველი; 2-შედგმული ნაწილი (ბეტონი ან რკინაბეტონი); 3-არმატურის ჩონჩხი ან ლითონის კოჭი.



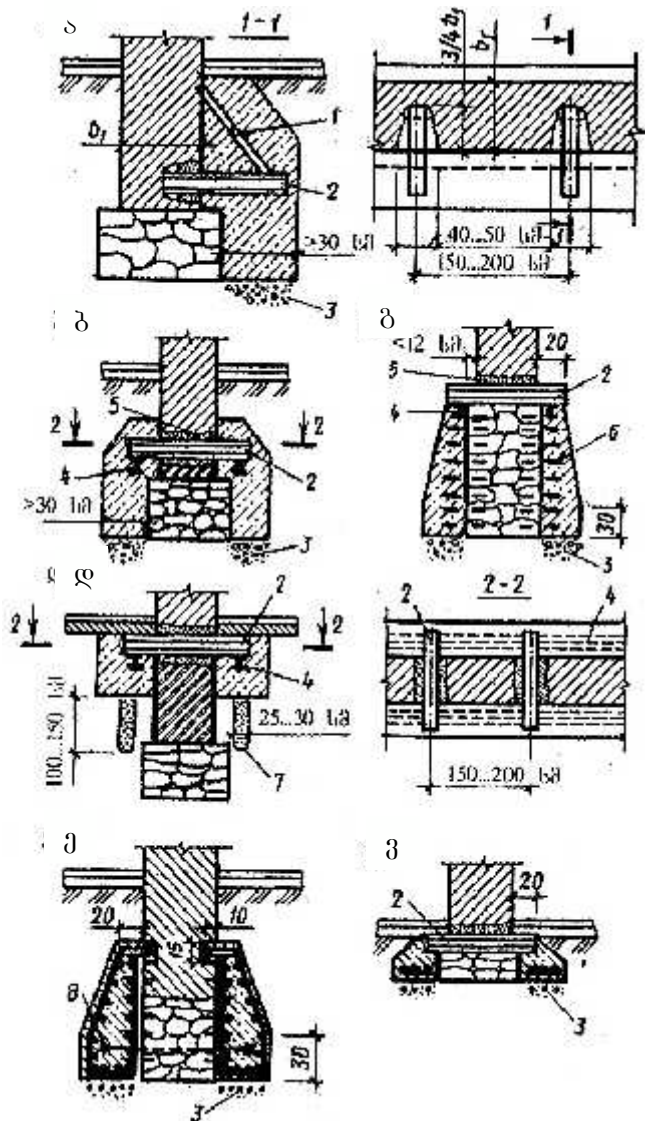
საძირკვლის ბეტონით ან რკინაბეტონის გარსაცმით გამაგრებას მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როცა ცემენტაცია შეუძლებელია, ბეტონის გარსაცმის მინიმალური სიგანე უნდა იყოს მინიმუმ 15 სმ, ხშირად მას იღებენ 15÷20 სმ. რკინაბეტონის გარსაცმს მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როცა საძირკვლის ან სარდაფის კედლის ცალკეული ნაწილები არაღამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია (სურ. 8.11). ასეთი გარსაცმი შეიძლება იყოს ცალმხრივი და ორმხრივი. გარსაცმის მინიმალური სისქე დასაშვებია იყოს 10 სმ, მათი ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება 20 მმ დიამეტრის ანკერებით.



სურ. 8.11 რკინაბეტონის გარსაცმი:

- ა) – სარდაფის კედლის ცალმხრივი რკინაბეტონის გარსაცმი;  
 ბ) – კედლის გარსაცმი; გ) – საძირკვლის ორმხრივი გარსაცმი.  
 1 – არსებული კედელი ან საძირკველი; 2 – გარსაცმი; 3 – არმატურის კარკასი;  
 4 – ანკერი; 5 – კარკასის ღვარი.

საძირკვლის გაძლიერება ფუძის გაფართოებით ხორციელდება როგორც ცალმხრივი, ისე ორმხრივი ბანკეტებით (სურ. 8.12) სამუშაოთა წარმოების პირობიდან გამომდინარე. ბანკეტის მინიმალური სიგანე ქვედა შეჭრის ადგილას უნდა იყოს 30 სმ, ზედა შეჭრის ადგილას კი – 20 სმ. რკინაბეტონის ბანკეტის სიმაღლე კონსოლების ბოლოებზე უნდა იყოს 20-25 სმ. გაანგარიშების საფუძველზე გამოიყენება №16-18 შველერები ან ორტესებრი პროფილის განმტვირთავი კოჭები. მათი შერჩევა ხდება გაანგარიშებით მათზე მოსული დატვირთვის მიხედვით და გამოიყენება ნაგლინი ლითონის ან რკინაბეტონის. რკინაბეტონის მოქნილი გარსაცმი გამოიყენება გაანგარიშების საფუძველზე. ბეტონირებისას გამოიყენება სხმული B25–B30 კლასის ბეტონი. ცალკე მდგომი საყრდენებისთვის, საძირკვლის ძირის გაფართოებისთვის გარსაცმს აწყობენ

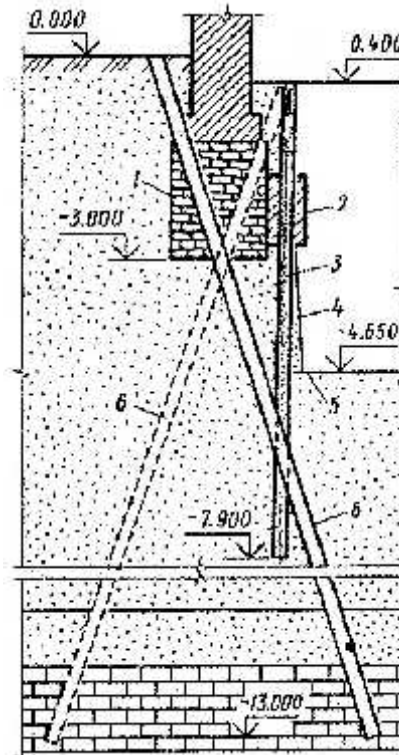


სურ. 8.12 არსებული ლენტური საძირკვლის გაძლიერება მონოლითური ბანკეტებით.

- ა - ცალმხრივი გაგანიერება ბეტონის მისხმით მიდგმით;
- ბ - ორმხრივი გაგანიერება;
- გ - იგივე, ფუძის გაძლიერება ქვიშა-ცემენტის ხიმინჯებით;
- დ - გაძლიერება ხისტი რკინაბეტონის ბანკეტებით;
- ე - გაძლიერება მოქნილი რკინაბეტონის ბანკეტებით;
- 1 - ღონიჯი; 2 - განმტვირთავი კოჭი;
- 3 - ღორღოვანი მომზადება;
- 4 - ანკერები; 5 - კოჭის საყრდენები;
- 6 - დამაკავშირებელი ღეროები ყოველ 25 სმ (ძირიდან სიმაღლისკენ);
- 7 - ცემენტლორღოვანი ხიმინჯი;
- 8 - ცემენტის ხსნარის მოთევეირება.

ერთდროულად სვეტის ყველა მხრიდან (სურ. 8.12). საძირკვლის ძირის გაფართოებისთვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს განმტვირთავი ლითონის კონსოლი. სამუშაოები ცალკე მდგომ საყრდენების გაფართოებისთვის სრულდება თანმიმდევრულად ყველა მხრიდან. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ხარისხს და თანმიმდევრობას ბანკეტების და ბეტონის ფეხურებში (შტრაბი). განმტვირთავი კოჭის მოწყობის შემდეგ, როგორც წინა პარაგრაფებში იყო აღნიშნული, ფუძის და საძირკვლის გაძლიერება შესაძლოა განხორციელდეს

ნაბურღინიექციური ხიმინჯებით. 8. 13 სურათზე წარმოდგენილი სქემის მიხედვით კომპლექსურად დახრილი და ვერტიკალური ხიმინჯებით იქნა გამაგრებული რუსეთში ტრეტიაკოვის სახელმწიფო გალერეის შენობის დეფორმირებული საძირკველი.



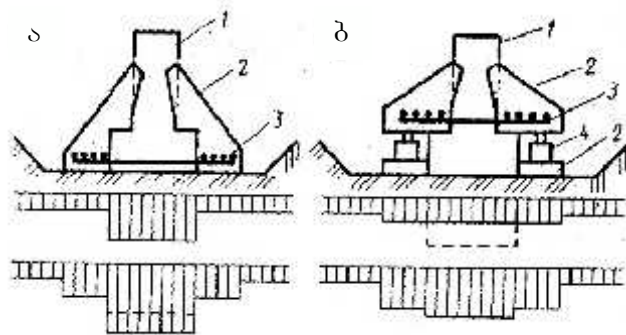
სურ. 8.13 ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება ნაბურღინიექციური (ფესურა) ხიმინჯებით.

1 – გასაძლიერებელი საძირკველი; 2 – როსტვერი; 3 – ვერტიკალური ხიმინჯები საყრდენი კედლისათვის; 4 – ქვაბულის ფერების ქანობი; 5 – ქვაბულის ჩაღრმავებული ძირი ახლად აშენებულ სათავსოსთვის; 6 – დახრილი ხარისა სქემის ხიმინჯებით.

ერთ-ერთი ასეთი ვარიანტით განხორციელდა ქ. თბილისში ი. ჭავჭავაძის გამზირზე საქალაქპროექტსა და წყალპროექტს შორის მდებარე მიწისქვეშა ავტოსადგომის გამაგრება, რომელზედაც გათვალისწინებული იყო შების დაშენება. აღნიშნული მეთოდის ნაბურღინიექციური თავისებურება ის არის, რომ ნაბურღინიექციური ხიმინჯები იღებენ მთლიან ვერტიკალურ დატვირთვას როგორც კედლებიდან, ისე საძირკვლებიდან. როგორც ექსპლუატაციის, ისე მშენებლობის პერიოდში, ქვაბულის დამუშავებისას, როდესაც შიშვლდება (იხსნება) არსებული შენობის საძირკვლები და კედლები, საწინააღმდეგო მხარეს წარმოიქმნება გრუნტის წნევის აქტიური ძალები. აღნიშნულის თავიდან აცილების მიზნით შენობის კედლის ქვეშ ფუძის გაძლიერება ხდება საძირკვლების გახსნის (გაშიშვლების) გარეშე 150 მმ დიამეტრის ხიმინჯებით 13 ნეტრ სიღრმემდე, რომლებიც განლაგდებიან ერთმანეთის მიმართ ჭადრაკისებურად (ხარისა სქემით)  $1.0 \div 1.2$  მეტრის დაშორებით (ბიჯით).

ფუძის გაძლიერების, საძირკვლის ჩაღრმავების გაზრდის და ასევე საძირკვლების კედლების შეკიდვის მიზნით, რომლებიც შიშველდება ჩაღრმავებული სათავეს და მუშავებისთვის (ჩაღრმავებისას), მიმართავენ დახრილ და ვერტიკალურ ნაბურღინიექციურ ხიმინჯებს. დახრილი ხიმინჯები ლაგდება შეკიდული კედლების ორივე მხარეს 1.0÷1.5 მეტრი დაშორებით (ბიჯით), ვერტიკალური ხიმინჯები კი ქვაბულის წიბოზე 0.4÷0.8 მეტრის დაშორებით, რითაც წარმოიქმნება საყრდენი კედელი.

წნევის დიდ ფართობზე გადაცემისათვის საძირკველს აფართოებენ (სურ. 8.14). თუ საძირკვლის გაფართოებისას არ მიმართავენ ფუძე-გრუნტის წინასწარ მოჭიმვას, ისინი მუშაობაში ერთგვებიან მხოლოდ დატვირთვების გაზრდის შემთხვევაში და წარმოიქმნება დამატებითი დაჯდომა. ამ შემთხვევაში საძირკვლის გაფართოებული ნაწილი იღებს მხოლოდ გაზრდილ დატვირთვას (სურ. 8.14), ეინაიდან მისი ამთვისებლობის (ამტანიანობა) ნაწილი მოდის არსებულ საძირკველზე. შედარებით მიზანშეწონილია საძირკვლის გაფართოების სქემა, რომელიც ითვალისწინებს გრუნტის წინასწარ მოჭიმვას (სურ. 8.14) დომკრატების საშუალებით. ასეთი სქემის შემთხვევაში გაფართოებული საძირკვლის აქვეშ არსებული გრუნტი მყისიერად ერთგვება მუშაობაში და დამატებითი დაჯდომა არ იზრდება.



სურ. 8.14 საძირკვლის ძირის გაგანიერების სქემა (ბ.ი. დაღმატოვის მეთოდით)

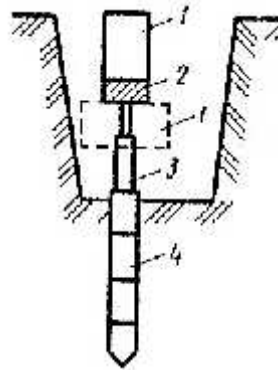
ა - ფუძე-გრუნტის მოჭიმვის გარეშე (ზედა ეპიურა - გაძლიერებამდე, ქვედა ეპიურა - გაძლიერებისა და საძირკვლის დატვირთვის შემდეგ);

ბ - ფუძე-გრუნტის მოჭიმვით (ზედა ეპიურა - მოჭიმვის შემდეგ, ქვედა - გაძლიერებისა და საძირკვლის დატვირთვის შემდეგ);

- 1 - არსებული საძირკველი;
- 2 - გაძლიერების კონსტრუქცია;
- 3 - არმატურა;
- 4 - დომკრატი.

ახალი საძირკვლების შედგმას მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც გრუნტის დამუშავება მიმდინარეობს არსებული შენობის საძირკვლის ქვემოთ,

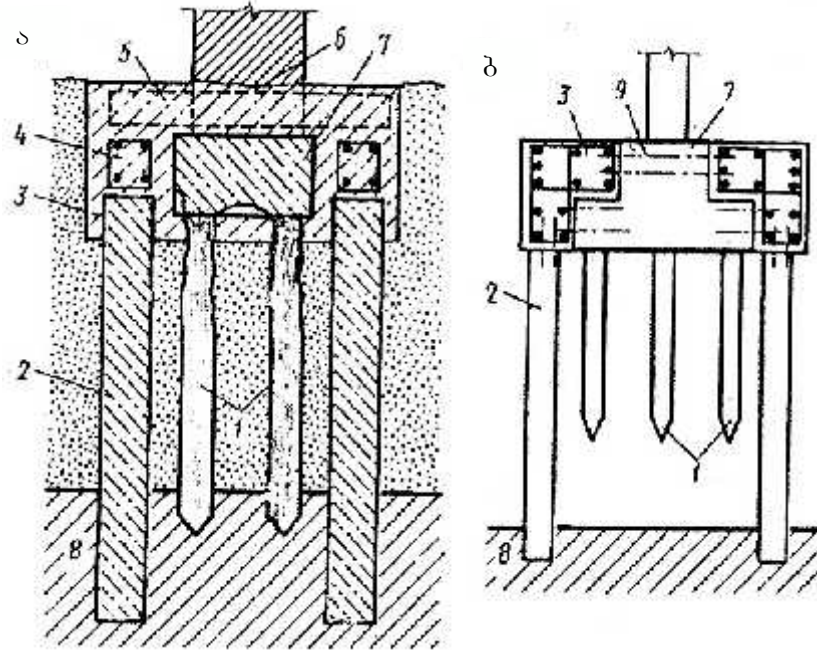
ასევე შენობა-ნაგებობებში დაუშვებელი დეფორმაციების შესამცირებლად. დატვირთვების მთლიანად ან ნაწილობრივ გადატანა ხიმინჯებზე ხდება, რომლებიც განლაგდებიან საძირკვლის კონტურის გარეთ ჩაყურსვის მეთოდით, რათა დინამიკურმა დარტყმებმა არ დააზიანოს ნაგებობის კონსტრუქციები. ამისათვის იყენებენ რკინაბეტონის ან ლითონის ცალკეული სპირაჯოების (მონაკვეთების) ჩატენვას ჰიდრაულიკური დომკრატების მეშვეობით, რომლებიც თავისი ბოლოებით ეყრდნობა მტკიცე გრუნტს და ნაგებობის მთლიანი დატვირთვა გადაეცემა ხიმინჯოვან საძირკველს (სურ. 8.15).



სურ. 8.15 დატვირთვის გადატანა ხიმინჯზე  
1 – საძირკველი; 2 – საყრდენი ფილა; 3 – დომკრატი; 4 – ხიმინჯი.

ხშირად არასაკმარისი მზიდუნარიანობის გამო ხიმინჯოვან საძირკველს აძლიერებენ მათი მტკიცე გრუნტამდე ჩატენვით (დაყვანით); ხშირია შემთხვევები, როდესაც ხიმინჯებს აძლიერებენ დამატებითი (გამოტანილი ხიმინჯები) ხიმინჯებით, რომლებიც განლაგდებიან საძირკვლის კონტურზე მათზე დატვირთვების გადატანით რეკონსტრუირებული საძირკველებიდან. საბჯენი ჰორიზონტალური კოჭების მეშვეობით გამოტეხილ შენობის კედლებში ან როსტვერკში (კოჭების გასატარებლად) ერთიანდება გრძივი და განივი კოჭები ერთიან საძირკველში და გადასცემენ დატვირთვას გამოტანილ ხიმინჯებს (სურ. 8.16ა). ასეთი გამაგრების სქემა შედარებით ეფექტურია ლენტური ხიმინჯოვანი საძირკვლისთვის. როგორც ვარიანტი დატვირთვის ხიმინჯებზე გადაცემა შესაძლოა ახალი როსტვერკის საშუალებითაც (სურ. 8.16ბ). აღნიშნულ შემთხვევაში დამატებითი როსტვერკის კავშირისთვის მას აძლიერებენ ჩამაგრებული არმატურის მანჭვილებით, შესაძლებელია ასევე გაშიშვლდეს გასაძლიერებელი როსტვერკის არმატურა და მიედულოს ახალი როსტვერკის არმატურას.

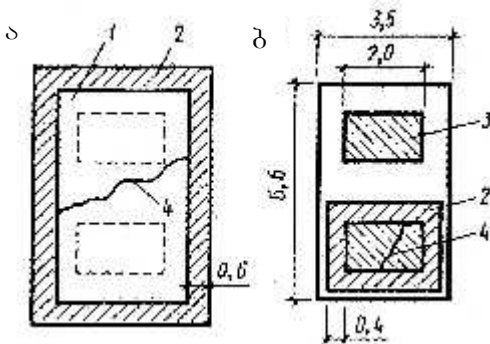
მანქანა-დანადგარის ქვეშ საძირკვლის გამაგრება დაკავშირებულია მასში ბზარების გაჩენასთან, რის გამოც მასზე დაყრდნობილი (დაშენებული) დანადგარი დეფორმირდება სხვადასხვანაირად და მწყობრიდან გამოდის ან ძნელდება მისი ექსპლუატაცია. პრაქტიკაში ასეთი საძირკვლების გასამაგრებლად გამოიყენება გამაგრების შემდეგი მეთოდი.



სურ. 8.16. საძირკვლების გაძლიერება მისი კონტურის გარეთ გამოტანილი ხიმინჯებით

- 1 – გასამაგრებელი საძირკვლის არსებული ხიმინჯები;
- 2 – დამატებითი ხიმინჯები;
- 3 – ახალი როსტვერკი;
- 4 – გრძივი კოჭი;
- 5 – განივი კოჭი;
- 6 – ღრმული ჰორიზონტალური კოჭისათვის;
- 7 – გასაძლიერებელი საძირკვლის როსტვერკი;
- 8 – მკვრივი გრუნტი;
- 9 – დამაკავშირებელი მანჭვილი.

რკინაბეტონის გარსაცმის მოწყობა – რომელიც მოიცავს მთლიანად საძირკველს ან მის გარკვეულ ნაწილს, ითვლება წარმატებულ მეთოდად (სურ. 8.17). გარსაკრავი სრულდება A-11 კლასის არმატურის ღეროებით 250 მმ ბიჯით, ქვედა გარსაკრავი კი არმირდება 20 მმ დიამეტრის გრძივი და განივი 10 მმ ცალულებით (ხამუთებით).



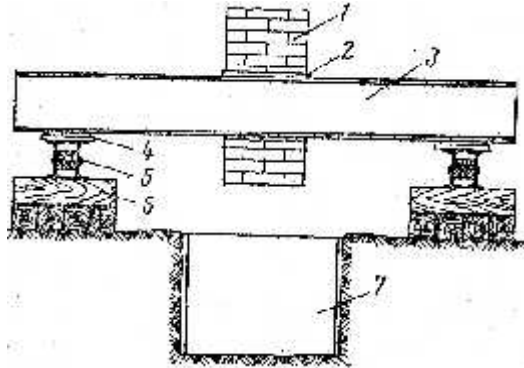
სურ. 8.17 საძირკვლის გაძლიერება ვერტიკალური გარსაცმით

ა - ქვედა ფილა; ბ - მიწისქვეშა კედლის ნაწილი:

1 - ქვედა ფილა; 2 - გარსაცმი;

3 - კედელი; 4 - ბზარები.

ხშირად საჭირო ხდება საძირკვლის ჩაღრმავების გაზრდა ან ახალი საძირკვლის შედგმა, რისთვისაც აუცილებელია კონსტრუქციების შეკიდვა დროებით საყრდენებზე, რომლის ერთ-ერთი გავრცელებული სქემა წერტილოვანი საძირკვლის ჩაღრმავების შემთხვევაში წარმოდგენილია 8.18 სურათზე.



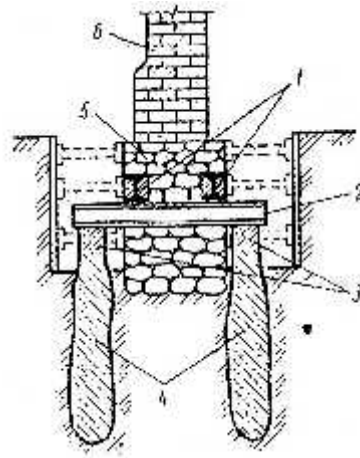
სურ. 8.18 საძირკვლის ჩაღრმავების გაზრდის ან შედგმის სქემა:

1 - კედელი; 2 - ხის შუასადები; 3 - ორტესებრი კოჭი; 4 - სოლები; 5 - ფოლადის კოჭები; 6 - ხის ძელური საყრდენები; 7 - თხრილი ახალი საძირკვლის შესადგმელად.

არსებულ შენობა-ნაგებობაზე დაშენება-რეკონსტრუქციისას ხშირად წარმოიქმნება არსებული შენობის კედლის ქვეშ ახალი საძირკვლის შედგმის აუცილებლობა, რათა მას გადაეცეს ახალი დატვირთვა. განვიხილოთ არსებული შენობისთვის ახალი საძირკვლის შედგმის რამდენიმე ვარიანტი.

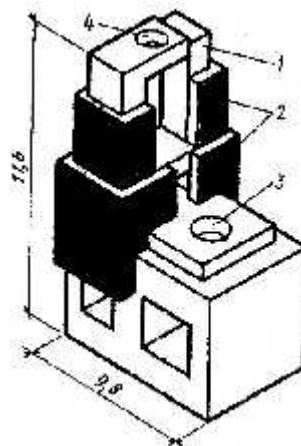
ერთ-ერთი ვარიანტია არსებული შენობის ან ნაგებობის დანატენ სიმინჯებზე გადასმა (გადატანა). ამ მიზნით დეფორმირებული შენობის ოთხივე მხარეს არსებული საძირკვლის ძირის ქვემოთ ითხრება 0.5 მეტრი სიღრმის და 1.2-1.5 მეტრი სიგანის თხრილები ტრანშეები, შემდეგ ამაგრებენ თხრილის კედლებს (სურ. 8.19). საძირკვლის ტანში ამოტეხენ ჰორიზონტალურ ფეხურებს (შტრაბებს), რომელშიც შეჰყავთ შემკრავი კოჭები, შემდეგ მოჭიმავენ ჭანჭიკებით და ამოავსებენ ბეტონით. ბეტონის შემკვრივების შემდეგ შემკრავი კოჭის ქვეშ

საძირკველში გამოტეხენ გამჭოლ ღრმულებს და აწობენ განივ მზიდ კოჭებს, რომლებსაც აყრდნობენ დანატენი ხიმინჯების შემკრავის თავზე, რომელიც ამოყვანილია წინასწარ საძირკვლის ორივე მხარეს. ამის შემდეგ ჰიდრაულიკური დომკრატებით ხდება დანატენი ხიმინჯის გამოცდა, რომლის დატვირთვა უნდა აღემატებოდეს შენობა-ნაგებობიდან გადმოცემულ დატვირთვას. გამოცდა საშუალებას იძლევა გარკვეულწილად შევამციროთ ხიმინჯოვანი საძირკვლის ჩაჯდომა მასზე გადაცემული დატვირთვისას და სრულდება ჰიდრაულიკური დომკრატით. 8.20 სურათზე მოყვანილია ორკონსოლიან სამსხვრეველას საძირკვლის გარსაცმით გამაგრების ვარიანტი.



სურ. 8.19 არსებული შენობის საძირკვლის გადასმა (გადატანა) დანატენ ხიმინჯებზე

- 1 – განივი კოჭი;
- 2 – ხიმინჯების შემკრავი თავი;
- 3 – დანატენი ხიმინჯი.



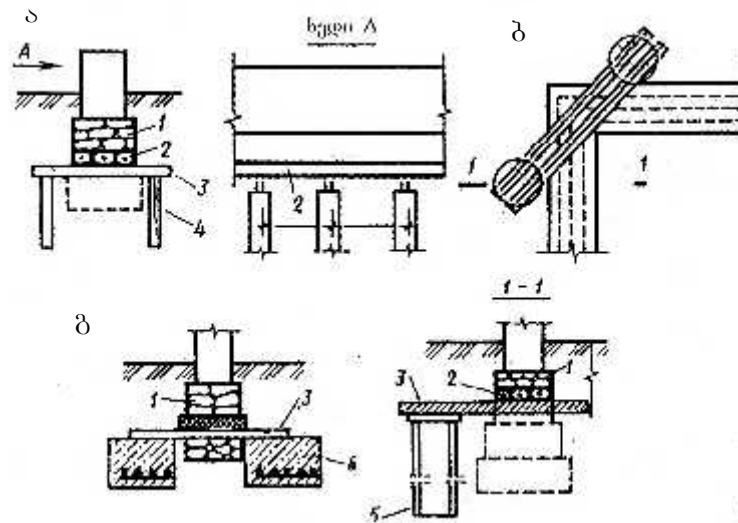
სურ. 8.20 ორკონუსიან სამსხვრეველას საძირკვლის გამაგრება რკინაბეტონის გარსაცმით

- 1 – საძირკველი;
- 2 – გარსაცმი;
- 3 – და 4 – ზედა და ქვედა მსხვრეველები.



დანატენ ხიმინჯებზე შენობის გადასმისას (გადატანისას) სარეკონსტრუქციო საძირკვლის მთელ სიგრძეზე ეწყობა გამანაწილებელი კოჭი და დატვირთვა გადაეცემა დანატენ ხიმინჯებს განმტვირთავი კოჭების მეშვეობით. სამუშაოები სრულდება 1.5-2.0 მეტრი სიგრძის უბნებად გარკვეული, პროექტში მითითებული თანმიმდევრობით, რისთვისაც აუცილებელია ხიმინჯის წინასწარი გამოცდა.

გამოტანილი საყრდენების როლის შესასრულებლად იყენებენ ხიმინჯ-გარსებს და ბეტონის ბანკეტებს (სურ. 8.21 ბ და გ).

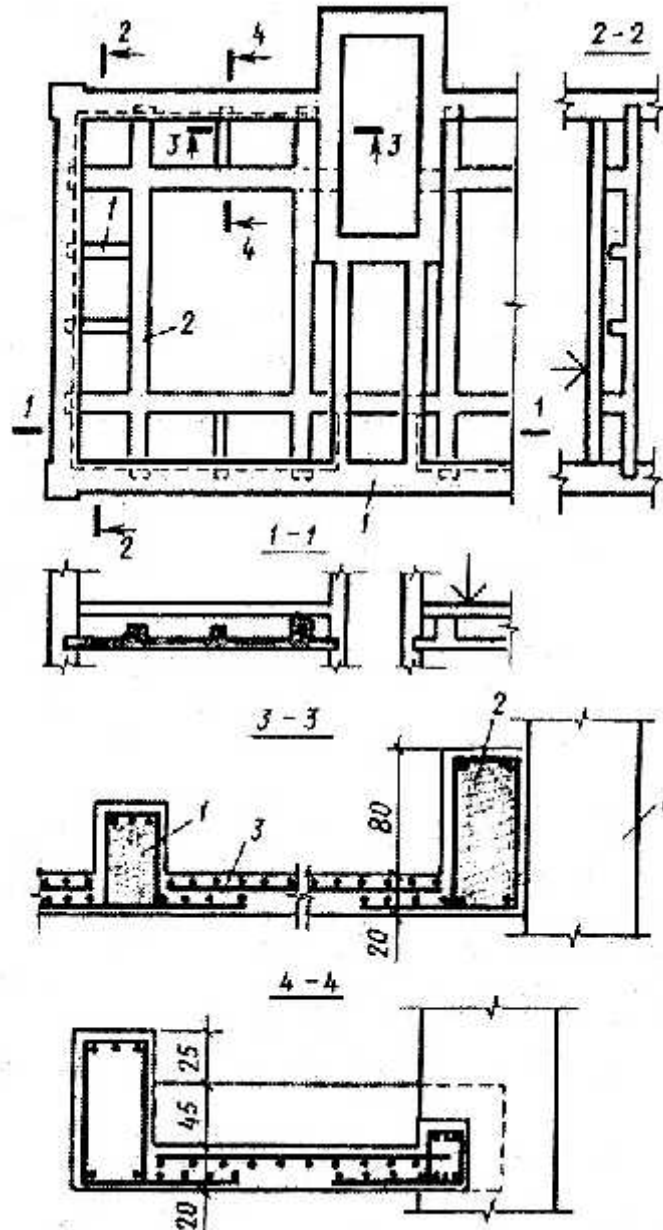


სურ. 8.21 გამოტანილ საყრდენებზე დატვირთვის გადატანა  
 1 – არსებული საძირკველი; 2 – გამანაწილებელი კოჭი; 3 – განმტვირთავი კოჭი;  
 4 – დანატენი ხიმინჯი; 5 – გარს-ხიმინჯი; 6 – ბეტონის ბანკეტი.

გაანგარიშებით დაწესდება (განისაზღვრება) დანატენი ხიმინჯების რაოდენობა და ბანკეტის ფართობი. შენობის დატვირთვა გადაეცემა გამოტანილი საყრდენების რკინაბეტონის ან ლითონის კოჭების მეშვეობით. გამანაწილებელ კოჭებს აყენებენ კონსოლ-კოჭებზე დატვირთვის თანაბრად გადაცემისთვის, რომელსაც ანგარიშობენ თელვაზე გამანაწილებელი კოჭის თავზე, ასევე კონსოლ-კოჭების ბიჯებს შორის.

სუსტი გრუნტის ფუძის და დიდი დამატებითი დატვირთვის შემთხვევაში ეწყობა სპეციალური რკინაბეტონის მონოლითური გობისებური ფილა (სურ. 8.22). აღნიშნული ფილის მინიმალურ სისქედ მიიღება 2.5 სმ, ხოლო წიბოების ზომები 30-40 სმ-ის ფარგლებში. ფილას იატაკის დონიდან მოათავსებენ 70±80 სმ სიმაღლეზე. ფილოვანი საძირკვლის ქვეშ აწყობენ შრეობრივად შემკერივებულ 15±20 სმ სისქის ღორღის ფრაქციის ან მდინარის ბალასტით მოფენილ იატაკს 10 სმ მომზადებით.

საძირკვლის ფილის მომზადება უნდა წარიმართოს სპეციალურად დამუშავებული წარმოების ორგანიზაციის პროექტით, რომელშიც განისაზღვრება: ფეხურების (შტრაბების), ღრმულების ამოტეხვა, არმატურის ბადის დაგება და დაბეტონება. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს არსებულ საძირკველში ფეხურების (შტრაბების) და ბუდეების დაბეტონებას. ქ. თბილისის სინამდვილეში აღნიშნული მეთოდით იქნა გაძლიერებული რამდენიმე ავარიული შენობა.

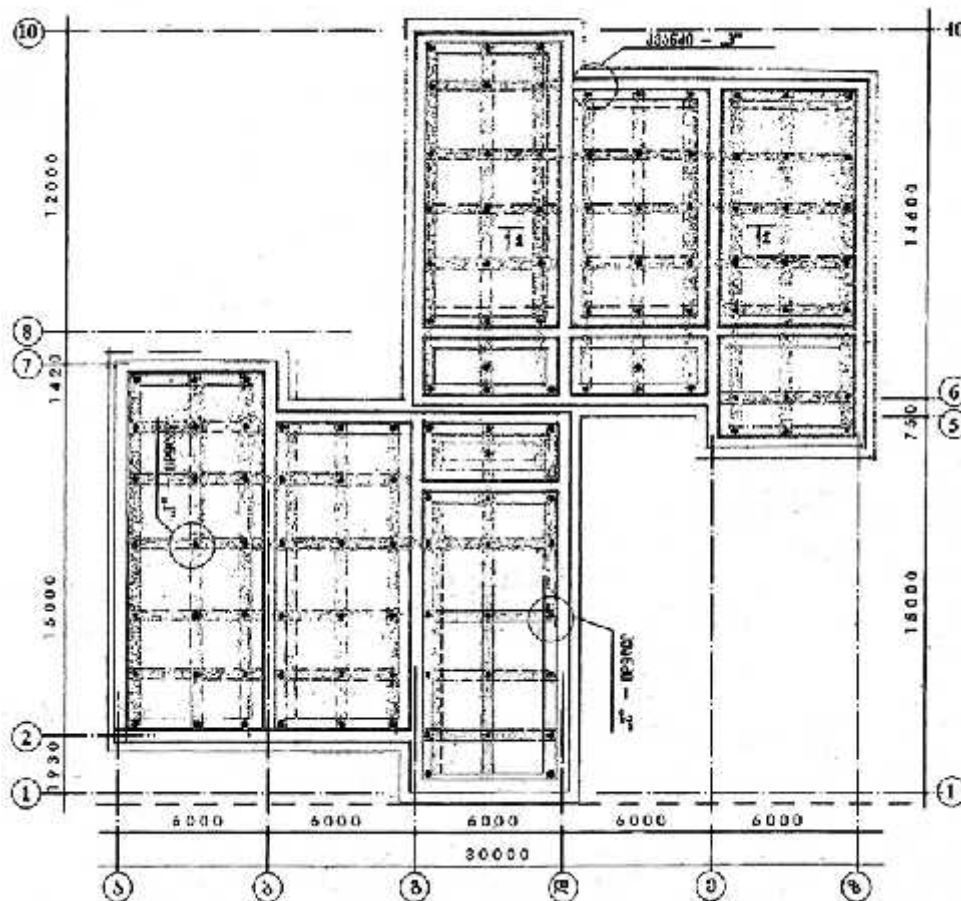


სურ. 8.22 საძირკვლის ფილა

- 1 - ფილოვანი საძირკვლის კოჭი;
- 2 - რკინაბეტონის ზეწარი (პროგონი);
- 3 - ფილა;
- 4 - არსებული საძირკველი.

შპს ფირმა „დარბაზნი“-ს კოლექტივის მიერ გამაგრებული იქნა ცხრასართულიანი ორი „ა“ და „ბ“ კორპუსისგან შემდგარი „ვევისის“ ტიპის მსხვილი ბეტონის ბლოკებისგან აშენებული დეფორმირებული შენობის საძირკველი. ბეტონის დეფორმაციები გამოიხატებოდა „ა“ და „ბ“ კორპუსებს შორის არსებული ღრეჩოს თანდათან გაზრდით, რაც მკვეთრად ვლინდებოდა ზედა სართულებში. შენობის ზოგიერთი კედელი დაიბზარა, რის მიზეზიც იყო ფუძე-გრუნტის შესუსტება დასველების შედეგად. შენობის მთლიანმა გადახრამ მიაღწია 29 სმ. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე საავტორო კოლექტივი მივიდა დასკვნამდე, რომ შენობის სრული საიმედოობის და მისი საექსპლუატაციო ვადების

9 სართულიანი მსხვილბლოკური ავარიული საცხოვრებელი სახლის გამაგრება-გადლიერების ფრაგმენტი



სურ. 8.23

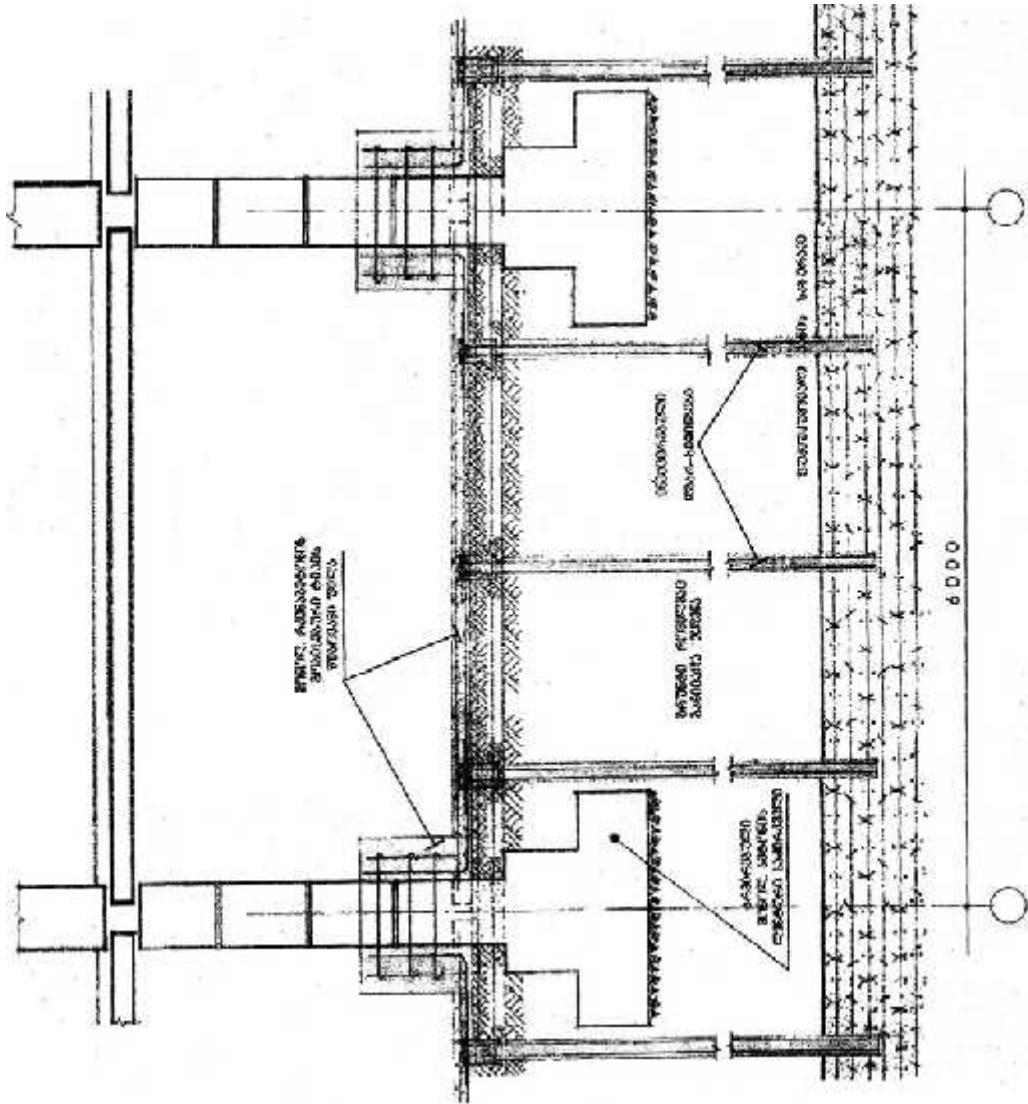
საძირკვლების გამაგრება-გადლიერება (ფუძის ნაწილობრივი შეცვლით), მონოლითური რკინაბეტონის გობისებური ტიპის ფილის გამოყენებით, მისი ჩაანკერებით მტკიცე ნახევარკლდოვან ქანში ინიექცირებული დგარ-ხიმინჯების საშუალებით.

9 სართულიანი მსხვილბლოკური აგარიული საცხოვრებელი სახლის გამაგრება-გადლიერება

ჭრილი 1-1

/ფრაგმენტი/

მ 1 : 50



სურ. 8.24 ჭრილი

საძირკვლების გამაგრება-გადლიერება (ფუძის ნაწილობრივი შეცვლით), მონოლითური რკინაბეტონის გობისებური ტიპის ფილის გამოყენებით, მისი ჩაანკერებით მტკიცე ნახევარკლდოვან ქანში ინიექციურებული დგარ-ხიმიწებების საშუალებით.

გახანგრძლივების მიზნით შენობის საძირკვლის გაძლიერება განხორციელდეს: საძირკვლის გამაგრება-გადლიერებით (ფუძის ნაწილობრივ შეცვლით), ღონისძიებად დაისახა მონოლითური რკინაბეტონის გობისებური ტიპის ფილის

გამოყენება, მისი ჩაანკერებით მტკიცე ნახევარკლდოვან ქანში ინიექტირებული დგარ-ხიმინჯების საშუალებით (სურ. 8.23) და სარდაფში გობისებრი ფილის კედლებში ჩაანკერებით.

კარკას-პანელოვან 9-სართულიან 4-სადარბაზოიან სახლს ჩაუტარდა გამაგრება-გაძლიერება ვერტიკალიდან ზენორმატიული გადახრის გამო. მდებარეობა ქ. თბილისი, გოთუას ქ. №20, სახლი ეფუძნებოდა ძირითადად მეოთხეული ასაკის თიხნარებს. პირველი სადარბაზოს ზონაში წყლის არსებობამ განაპირობა თიხნარების ძლიერი დასველება და ფუძის ამტანუნარიანობის დაქვეითების გამო შენობამ მიიღო კრენი (გადახრა).

შპს „დარბაზნის“ კოლექტივმა (გ. ჯაფარიძემ, გ. ჭოხონელიძემ, ზ. ბერუაშვილმა და გ. გელევანიშვილმა) შეისწავლა შენობის ავარიულობის გამომწვევი მიზეზები და დაისახა შენობის გასწორება-გამაგრების ღონისძიება – შენობის გადაჭრა, აწვევა, გასწორება.

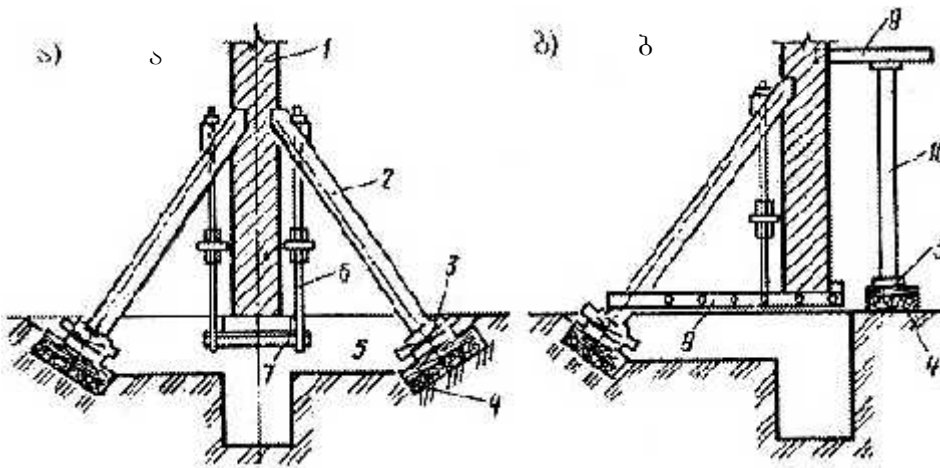
გაყრით-გადაძვდენი (გამტვირთავი) კედელ-კოჭების შედგენილი კვეთისა და ლითონფერმების საშუალებით შენობა გადაიტანეს (გადასმა) ნახევარკლდოვან მტკიცე ქანებზე, ნაბურღ-ნატენი დგარ-ხიმინჯების გამოყენებით, დატვირთვის ასალ ფუძეზე გადატანით.

სწირია შემთხვევა, როდესაც სხვადასხვა მოსაზრებით საჭიროა საძირკვლის დაღრმავება მკვერივ გრუნტამდე დატვირთვით:

ლენტური (ზოლოვანი) საძირკვლის შედგმისას კედლები შეიკიდება ორივე (სურ. 8.25 ა) ან ერთი მხრიდან (სურ. 8.25 ბ) დონეების მოშველებით საძირკვლის ჰორიზონტალური განმტვირთავი კოჭით. დონეების ზედა ნაწილის საყრდენად ეწყობა Z-ისმაგვარი პროფილის ბუდეები. დონეების ძირი კი ეყრდნობა ხის გადაჯვარედინებული ძელებისგან დამზადებულ ბალიშს.

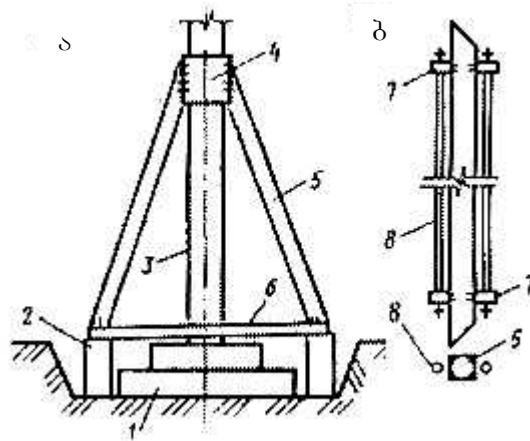
მიზანშეწონილია, რომ მრავალსართულიანი სახლის გადახურვის დატვირთვა გადაეცეს დროებით ვერტიკალურ საყრდენებს (იხ. სურ. 8.25 ბ), რომლებიც ეწყობა ძირიდან ზემოთ. კონსტრუქციის მდგრადობის გაძლიერების მიზნით დგარებს შორის ეწყობა ირიბანები.

წერტილოვანი საძირკვლების გაძლიერება შესაძლებელია გამბრჯენი სისტემის პრინციპით (სურ. 8.26). კოლონაზე მაგრდება ლითონის გარსაცმი, რომელზედაც წინასწარ აღუდებენ გამბრჯენს. გამბრჯენი წინასწარვე ერთვება მუშაობაში – კოლონიდან გადმოცემულ დატვირთვას გადასცემს ანაკრები რკინაბეტონის კოჭს.



სურ. 8.25 კედლების შეკიდვის სქემა საძირკვლების შეცვლისას:

- 1 - კედელი; 2 - დონჯი; 3 - სოლები; 4 - ძელი; 5 - ქვესადები ძელი;  
 5 - შურფი (თხრილი); 6 - იგივე მოჭიმავი მუფტებით; 7 - კოჭი;  
 8 - პორიზონტალური ძელაკი; 8 - გადახურვა; 9 - დგარი.



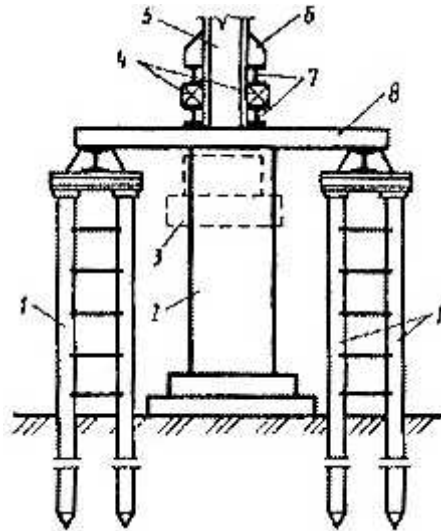
სურ. 8.26 საძირკვლის და სვეტის ძირის განტვირთვა გამბრჯენი სისტემით:

- ა - საერთო ხედი; ბ - მოწობილობა გამბრჯენის წინასწარი მოჭიმვისთვის: 1 - საძირკველი; 2 - გაძლიერების ელემენტები; 3 - კოლონები; 4 - ლითონის გარსაცმი; 5 - წინასწარ მოჭიმვის გამბრჯენი; 6 - განივი ელემენტი; 7 - საყრდენი; 8 - ლითონის მჭიმი.

დიდი დატვირთვის, სუსტი გრუნტის და მშენებლობის წარმართვის შემჭიდროებული პირობების (სურ. 8.27) შემთხვევაში, კოლონიდან დატვირთვის მოსახსნელად შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს დროებითი საყრდენები - ხიმინჯების სახით.

ყოველი საძირკვლის გარშემო არტობენ ლითონის ხიმინჯებს და ეწყობა დროებითი ლითონის როსტვერკი. კოლონასთან ადულებენ ხისტ წიბოებს, რომელთა მეშვეობითაც გადაეცემა დატვირთვა კოლონიდან როსტვერკს. კოლონა შეიკიდება Dr-100 ორი დომკრატის მეშვეობით ხიმინჯის და ახალი საძირკვლის

ჯდენის (20-30 მმ) მოსალოდნელი სიდიდით. როსტვერკსა და კოლონის ხისტ წიბოს შორის ეწყობა ლითონის ქვესადები.



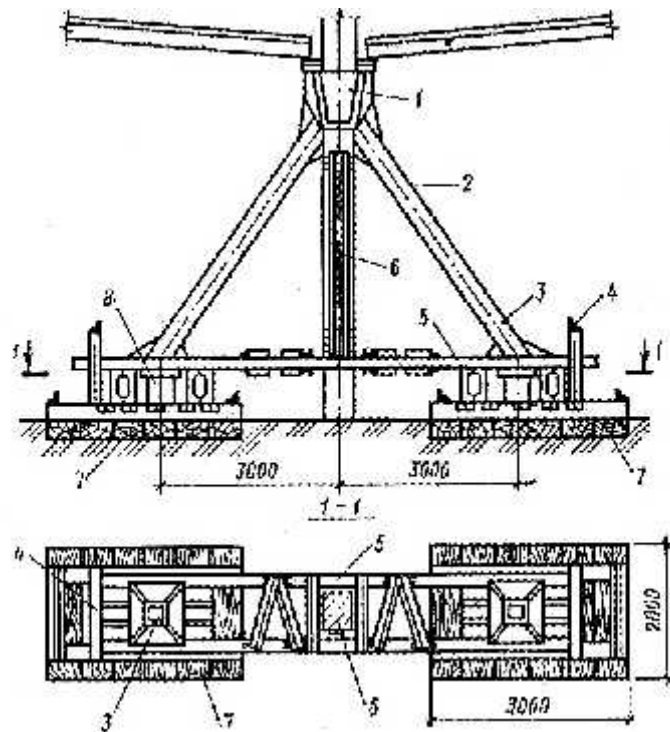
სურ. 8.27 სვეტის ხიმინჯებზე შეკიდვის სქემა

1 – ხიმინჯები; 2 – ახალი საძირკველი; 3 – შესაცვლელი საძირკველი; 4 – დომკრატები; 5 – კოლონა (სვეტი); 6 – სიხისტის წიბო; 7 – კოჭები; 8 – გამნაწილებელი კოჭი.

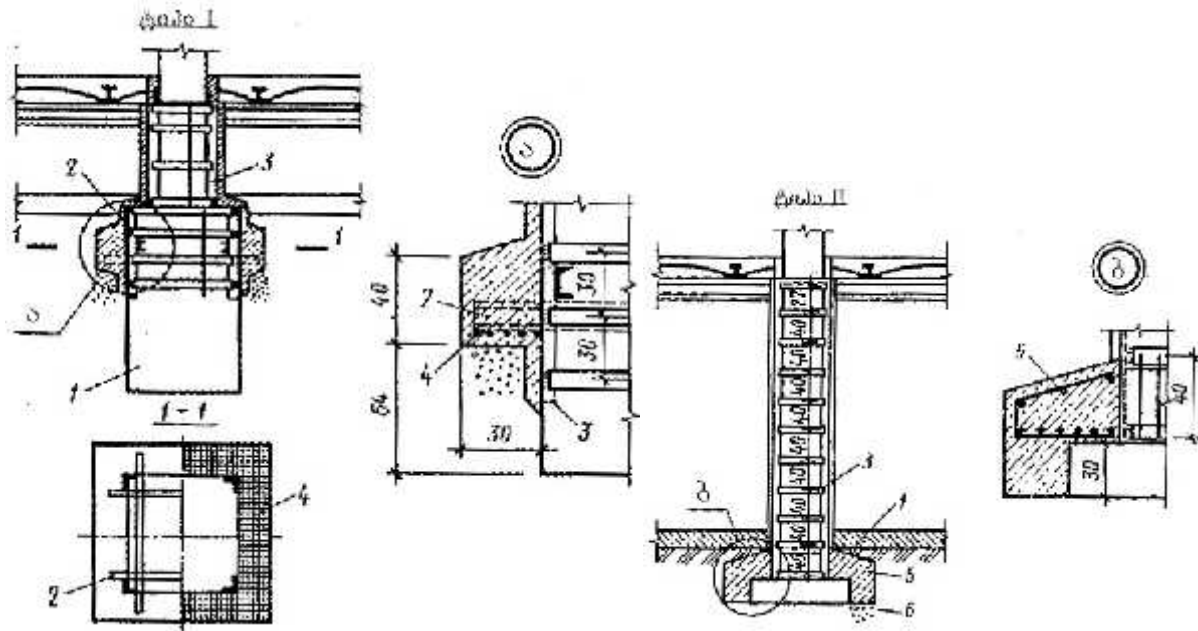
ლითონის გულის ხიმინჯები გრუნტის დამუშავების პროცესში ირიბანულების მეშვეობით ერთიანდება ერთიან სივრცულ სისტემად. ამის შემდეგ კოლონები შეიკიდება 8 ხიმინჯზე 426 მმ დიამეტრის მილების სიგრძეზე შედუღების მეშვეობით ახალამოყვანილი საძირკველის დატვირთვა ხდება კოლონის სიხისტის წიბოების შეჭრით და დროებითი გამაგრების დაშლით. შენობის საძირკველის დონეზე მილხიმინჯები იჭრება მეორეული გამოყენებისთვის.

საძირკველის შეკიდვის ერთ-ერთ და საერთოდ ავარიულ მდგომარეობაში მყოფი შენობისთვის ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს გამბრჯენი სისტემა კონდუქტორების შემკრავებით (სურ. 8.28), რისთვისაც სპეციალურად მზადდება კონდუქტორი ორი დონეის და შემკრავისგან. კონდუქტორს დროებით ეყრდნობა საძირკველი. კოლონა იწევა საფესურებრივ, თანდათან 4 ჰიდრაულიკური დომკრატის მეშვეობით 20-50 მმ შეჩერებით, რომლის დროსაც მოწმდება კონსტრუქციის მდგომარეობა. კოლონის აწევა კონტროლდება ნიველირის მეშვეობით.

საძირკველის შეკიდვა მიმდინარეობს ახალი საძირკველის ამოყვანის სამუშაოებით ან აძლიერებენ არსებულ საძირკველს.



სურ. 8.28 გამბრჯენი სისტემის კონსტრუქციური შემაჯავით  
 1 - გარსაცმი; 2 - გამბრჯენი; 3 - ქვედა კვანძი; 4 - მიმართველი ჩარხი; 5 - შემაჯავი; 6 - მჭობი; 7 - დომკრატის ფილის ქვეშ საყრდენი ფილა; 8 - დომკრატი.



სურ. 8. 29 საძირკვლის გაძლიერება ცალკე მდგომი საყრდენებისთვის  
 1 - კარკასის დგარი; 2 - არსებული საძირკველი; 3 - ბეტონის კოჭები; 4 - განმტვირთავი კოჭი; 5 - არმატურის კარკასი; 6 - ფუძის ღორღოვანი მოშაადება.

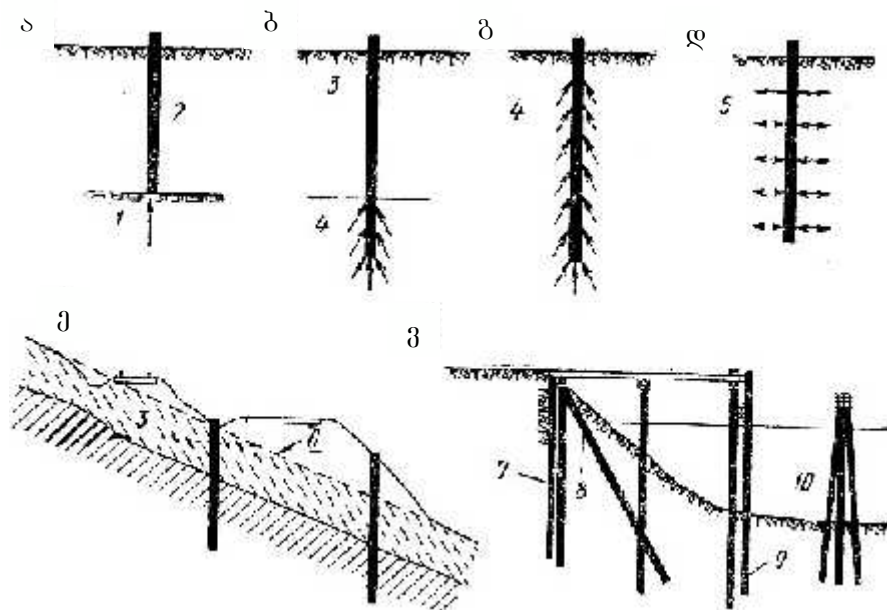


## IX თავი

### ხიმინჯოვანი საძირკვლების დაპროექტება ნაბურღ-ინიექციური ხიმინჯებით

#### §1 საერთო დებულება

სამშენებლო პრაქტიკაში ხიმინჯოვანი საძირკვლების გამოყენება ცნობილია უძველეს დროიდან. ამჟამად ხიმინჯოვან საძირკვლებს იყენებენ ყველა სახის ნაგებობისათვის როგორც ახალი მშენებლობისთვის, ისე დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქცია-გამაგრებისთვის, რაც ძირითადად აიხსნება, ერთი მხრივ, ასეთი საძირკვლების მაღალი ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლებით, ხოლო, მეორე მხრივ, მზარდი კაპიტალური მშენებლობით და სამშენებლო ტექნიკის პროგრესით. ხიმინჯებს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაგებობის ფუძედ გამოსადეგი გრუნტი მდებარეობს დიდ სიღრმეზე და ზემოდან დაფარულია სუსტი გრუნტის სქელი ფენით. ხიმინჯი ჭრის სუსტი გრუნტის ფენებს და ეყრდნობა მკვრივ გრუნტს. მისი მუშაობა დგარის მუშაობის ანალოგიურია და ასეთ ხიმინჯს ეწოდება ხიმინჯ-დგარი, ხოლო, თუ ხიმინჯი არ ეყრდნობა უკუმშვად გრუნტს, ასეთ ხიმინჯს ეწოდება ხახუნა (ფრიქციული) ან კიდული ხიმინჯი (სურ. 9.1) ნაჩვენებია ხიმინჯების გამოყენების არეალი. ხოლო დეფორმირებული ფუძეების გაძლიერებისთვის ხშირად იყენებენ ფესურა (ფრიქციულ) ხიმინჯებს.



სურ. 9.1 ხიმინჯების გამოყენების არეალი (სფერო)

ა - დგარ-ხიმინჯი; ბ - ხახუნის (ფრიქციული) ხიმინჯი ძირა ნაწილით; გ - მთელ სიგრძეზე ხახუნის პრინციპზე მომუშავე ხიმინჯი; დ - შემამკვრივებელი ხიმინჯი; ე - ფერდობის ხიმინჯებით შემაგრება; ვ - დახრილი ხიმინჯები; გათიში ხიმინჯი; ხიმინჯ-შპუნტები; 1 - კლდე; 2 - სუსტი გრუნტი ან ნარეცხ ზონაში არსებული გრუნტი; 3 - სუსტი გრუნტი; 4 - დატვირთვების გადაცემა ხახუნით; 5 - გაფხვიერებული მასალა; 6 - საწყისი ზედაპირი; 7 - ნარანდი (შპუნტოვანი) რიგი; 8 - დახრილი ხიმინჯები; 9 - გათიშავი ხიმინჯი; 10 - ბეგი (ჩავარდნა).

არსებულ შენობა-ნაგებობათა დეფორმირებული ფუძეების გაძლიერება შესაძლებელია ფესურა ხიმინჯით, რომელიც დასატენი ხიმინჯების ერთ-ერთი სახესხვაობაა და გამოირჩევა დიდი მოქნილობით ( $e/d=80-120$ ); მცირე დიამეტრით ( $d=120-250$  მმ), რომლის ტანი (ლულა) ცემენტის ხსნარია, დაჭირხვნის მეთოდით ბურღილში ხსნარის ინიექციით.

არსებობს რამდენიმე სახის ხიმინჯი, რომლებიც განსხვავებიან კონსტრუქციით და დამზადების მეთოდით:

- 1) მზადდება ნაბურღი ბეტონის ხსნარის გამოძევებით (გამოწნებით) 0.2-0.4 მპა წნევით.
- 2) მზადდება დამცავი მილით მილიდან ხსნარის გამოძევებით 0.2-0.4 მპა წნევით.
- 3) მზადდება მშრალ გაბურღულ ბურღილში ხსნარის ინიექციის მეთოდით.
- 4) მზადდება გაყვანილ ბურღილში ბეტონის ჩაყრა-ჩახსნით.
- 5) მზადდება ხრახდამტენით (შნეკი) ბეტონის ჩაყურსვით.

იმის მიხედვით, თუ როგორ გრუნტს ეყრდნობა ნაბურღინიექციური ხიმინჯის ძირი (ფუძეზე), იგი არსებობს ორი სახის: დგარი ხიმინჯი და კიდული. დგარი ხიმინჯია ის, რომელიც ქვედა წვერით ეყრდნობა კლდოვან გრუნტს, ხოლო

კიდული ხიმინჯი მზადდება კუმშვად გრუნტში და დატვირთვას გადასცემს გრუნტს გვერდითი ზედაპირით და ქვედა წვერით.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენების მიზანშეწონილობა უნდა განისაზღვროს სამშენებლო მოედნის კონკრეტული პირობის გათვალისწინებით და შეირჩეს შესაძლო ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯებით არსებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძის გაძლიერებისას რეკომენდებულია ნაბურღინიექციური მეთოდით დამზადებული ხიმინჯის შედარება ქიმიური და თერმული მეთოდებით დამზადებულთან, ასევე შენობის არსებული საძირკვლის ქვეშ ხიმინჯების ჩაწნეხა, ახალი საძირკვლის შედგმა და სხვა, ხოლო ახალი ობიექტების მშენებლობისას ხდება სხვადასხვა სახის ხიმინჯების შედარება-შეჯერება როგორც ღირებულების, ისე ტექნიკური პირობის მიხედვით.

ხიმინჯოვანი საძირკვლების პროექტის მუშა ნახაზებში მითითებული უნდა იქნეს ხიმინჯის სახე, რაოდენობა და მისი პარამეტრები (კვეთა, სიგრძე, მზიდუნარიანობა და დასაშვები დატვირთვა), რომელიც უნდა დაზუსტდეს სტატიკური გამოცდის საფუძველზე არსებულ გრუნტში მუშაობის დაწყების წინ ან აუცილებლობის შემთხვევაში საპროექტო ორგანიზაციის მიერ მშენებლობის პროცესში და საჭიროების შემთხვევაში მოხდეს პროექტის კორექტირება მუშაობის პარალელურად, რათა არ დაირღვეს მუშაობის ციკლი.

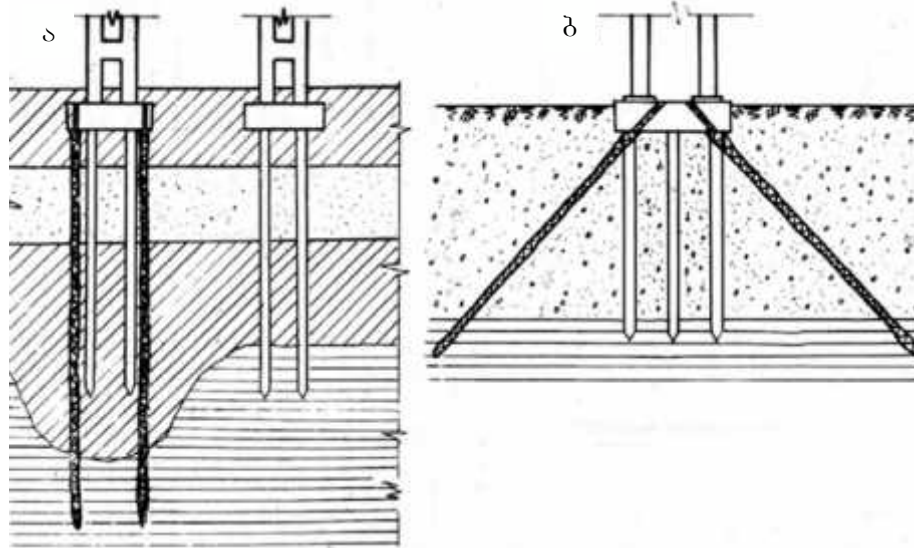
პროექტში ფუძის გაძლიერებისას და სხვა შემთხვევაშიც ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენებისას შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქციისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ფუძე-საძირკვლების დეფორმაციების ნატურალური ზომები სპეციალური მარკებით და რეპერებით.

პროგრამა და მშენებლობის პერიოდში შესრულებული დაკვირვების შედეგები უნდა ჩაირთოს საპროექტო დოკუმენტაციაში, რომელიც გადაეცემა დამკვეთს სამუშაოს დამთავრების შემდეგ.

## §2. ნაბურღინიექციური ფესურა ხიმინჯის გამოყენების არეალი

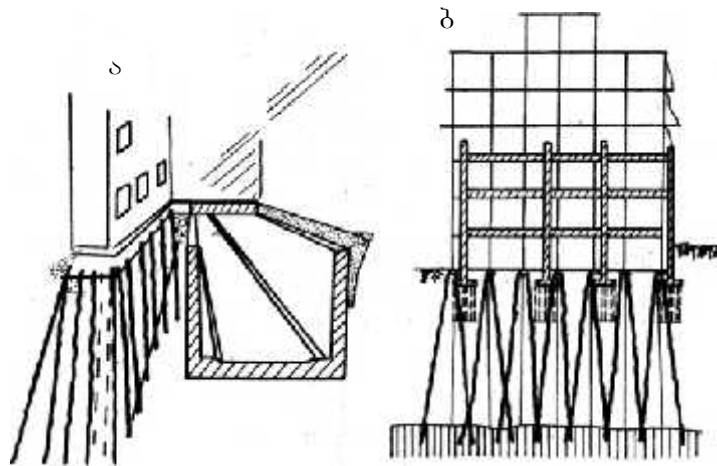
ნაბურღინიექციური ხიმინჯის გამოყენება რეკომენდებულია არსებული დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძის გასამაგრებლად; ახალი ობიექტების მშენებლობისას არსებული შენობის ახლოს (გვერდით); ახალი ობიექტის მშენებლობისას რთულ გეოლოგიურ პირობებში.

არსებული შენობა-ნაგებობის ფუძის გამაგრებისას აღნიშნულ მეთოდს მაშინ მიმართავენ (სურ. 9.2), როდესაც შენობა-ნაგებობის ფუძეში ან მის გარკვეულ ნაწილში აღინიშნება დაჯდომა გამოწვეული ჩაჯდომადი გრუნტის დასველებით; ფუძის გადატვირთვა საექსპლუატაციო დატვირთვის გაზრდით (დანადგართა შეცვლა უფრო მძიმე დანადგარებით, სართულთა დაშენება და ა.შ.).



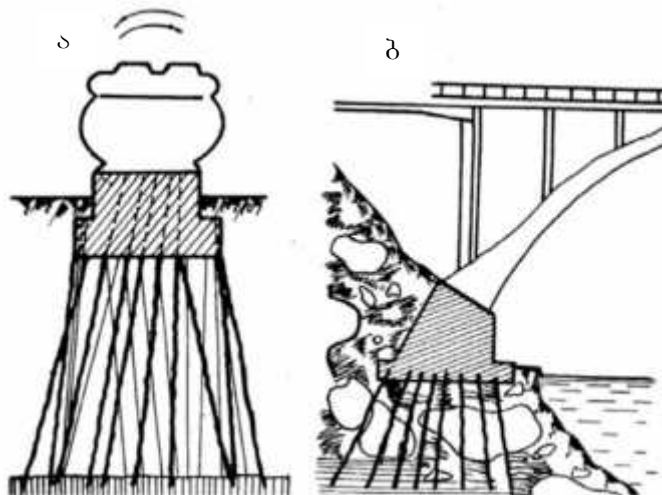
სურ. 9.2. ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენება  
 ა) ფუძის გაძლიერება ავარიული დაჯდომისას; ბ) ფუძის გაძლიერება დაუშვებელი ჰორიზონტალური გადაადგილებისას.

აღნიშნულ შემთხვევებში ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენება შესაძლებელია მებისმიერი გრუნტისათვის. ახალი ობიექტების აშენებისას, შენობაზე დაშენებისას, ასევე ექსპლუატაციაში მყოფი შენობა-ნაგებობათა გვერდით მშენებლობის დაწყების დროს, როდესაც იქმნება (სურ. 9.3) მათი დეფორმაციის შეჩერების აუცილებლობა როგორც მშენებლობის, ისე ექსპლუატაციის პერიოდში. ნებისმიერ შემთხვევაში ნაბურღ-ინიექციური ხიმინჯი საშუალებას გვაძლევს შევზღუდოთ გრუნტის ძვრა და დენადობა, ვიბრაცია, დარტყმებით გამოწვეული ხმაური სამუშაო პროცესში. გარდა ამისა, ნაბურღინიექციური (ფესურა) ხიმინჯი საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს გვერდით მდგომ არსებულ ობიექტზე ზეგავლენა და სამუშაოები სრულდება შეზღუდულ პირობებში.



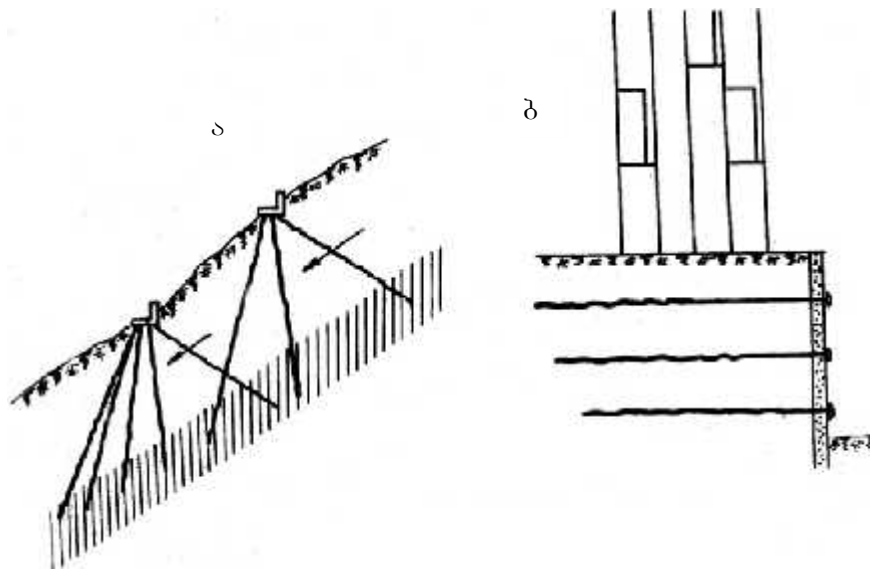
სურ. 9.3. ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენება  
 ა) გვირაბის მშენებლობა არსებული შენობის გვერდით; ბ) არსებულ შენობაზე დაშენება.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯები შესაძლებელია ეფექტური გამოდგეს სუსტ გრუნტებში მსხვილნატეხივანი მასალის ან გარკვეული სიღრმის მკვრივი ჩანართების შემთხვევაში. ასევე II ტიპის ჩაჯდომადი გრუნტების შემთხვევაში მცირედ დატვირთულ საძირკვლებისთვის.



სურ. 9.4. ნაბურღინიექციური ხიმინჯები  
 ა) დანადგარის ქვეშ ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება; ბ) ხიდის ბურჯის გაძლიერება როულ გრუნტოვან პირობებში.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯები გამოიყენება აგრეთვე, როგორც ელემენტი ბადე კედელი გრუნტში და როგორც მეწყერსაწინააღმდეგო საშუალება (სურ. 9.5).



სურ. 9.5. ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოყენება  
 ა) მეწყერსაწინააღმდეგო დაცვა; ბ) ხიმინჯ-ანკერი, როგორც ელემენტი „კედელი გრუნტში“.

### §3 ნაბურღინიექციური ხიმინჯების დამზადების ტექნოლოგია

ნაბურღინიექციური ხიმინჯების დამზადების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა ასეთია:

ჭაურის გაბურღვა;

არმატურის კარკასის ჩადგმა;

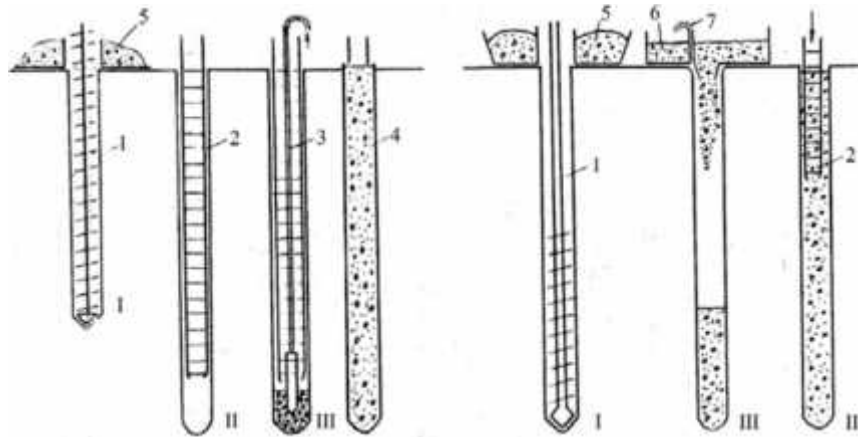
ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ინიექცირება.

რეკომენდებული მექანიზმ-დანადგარები იხილეთ შესაბამის ცნობარებში.

გრუნტის პირობებიდან გამომდინარე და გამოყენების არის მიხედვით რეკომენდებულია ნაბურღინიექციური ხიმინჯების დამზადების შემდეგი ტექნოლოგიური სქემები:

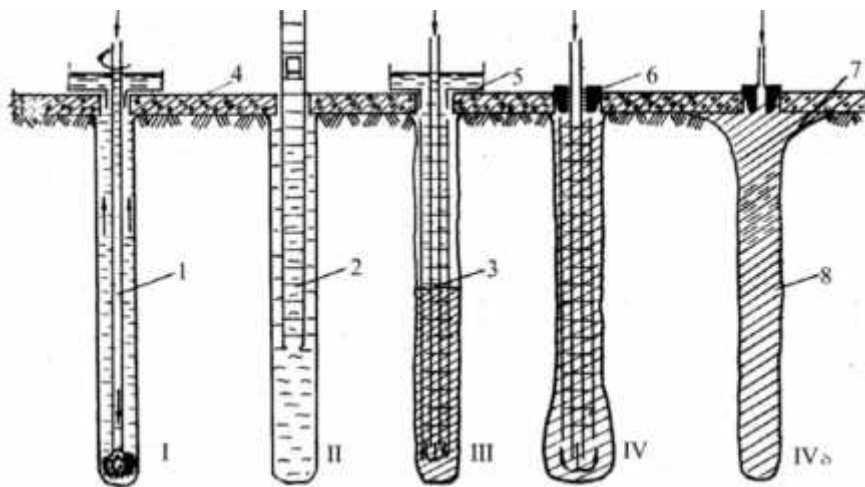
- ა) მცირეტენიან თიხოვან გრუნტში (I და II ტიპის ჩაჯდომად გრუნტოვან გარემოსთვის) ნაჩვენები სქემის მიხედვით მიზანშეწონილია (სურ. 9.6ა) 13-18 სმ დიამეტრის ბურღილების გამოყენება, რომლებიც იბურდება შნეკური დანადგარის მეშვეობით. ამასთან აუცილებელია, რომ საბურღი სატეხი დიამეტრი არ აღემატებოდეს შნეკის დიამეტრს, 0.6-1.0 სმ. ეს უზრუნველყოფს ბურღილის კედლის წალესვას შედარებით ტენიანი გრუნტით, რათა არ მოხდეს ნაბურღის ჩაცვენა შნეკის ამოღებისას. ბურღილების განგრევა-გახვრეტა ასევე შეიძლება -1 დანადგარით ან პნევმოსატეხებით. გამზადებულ ბურღილში ჩაიშვება კარკასი, რის შემდეგაც იწყება ქვიშა-ცემენტის ინიექცია შლანგის ან ბეტონჩამსხმელი მილის მეშვეობით.

ბ) მცირეტენიან თიხოვან გრუნტში (I და II ტიპის ჩაჯდომად გრუნტოვან გარემოში), როდესაც ვერტიკალური ბურღილები 18 სმ-ს აღემატება, მიზანშეწონილია ბურღილის ბეტონირება ხსნარის ჩასხმით, 13-18 სმ დაჯდომის კონუსით. ამასთან, 5 მეტრამდე კარკასი შეიძლება ჩაიდგას ახალჩასხმულ ხსნარში (სურ. 9.6).



სურ. 9.6. მცირეტენიან თიხოვან გრუნტში ნაბურღინიექციური ხიმინჯის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა  
 I- ჭაბურღილის ბურღვა; II- არმოკარკასის დაყენება; III- ხიმინჯის ბეტონირება; 1- საბურღი დგარი; 2- არმოკარკასი; 3- საინექციო შლანგი; 4- მზა ხიმინჯი; 5- ამონაბურღი გრუნტის ბუნკერი; 6- ბუნკერი ბეტონისთვის; 7- სასუნთქი მილი.

სუსტ მცურავ გრუნტში საჭიროა ბურღილის სამაგრებელი სპეციალური საშუალებების გამოყენება (სურ. 9.7). ნაჩვენებია ბურღილის დამზადების ტექნოლოგია დამცავი მილის საშუალებით როგორც ბრუნვითი, ისე ბრუნვა-დარტყმითი დანადგარით.

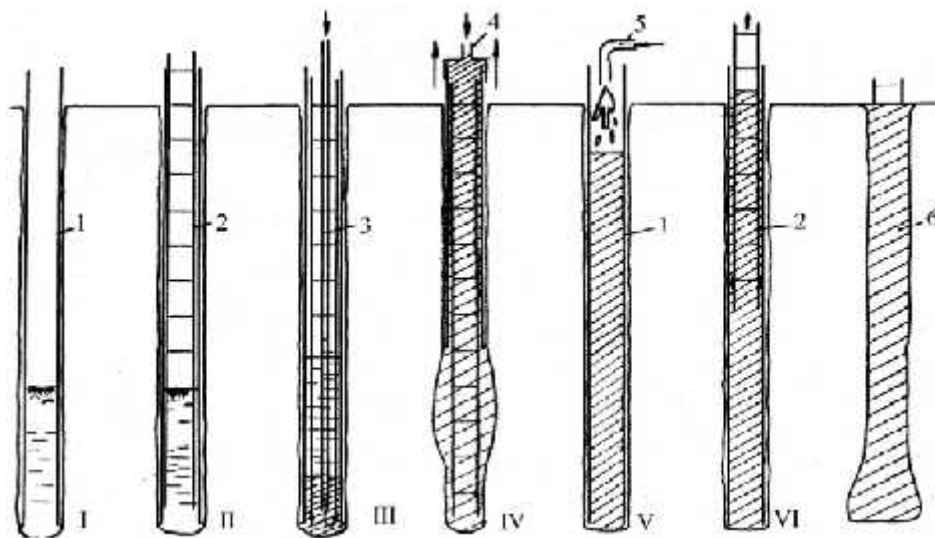


სურ. 9.7. ნაბურღინიექციური ხიმინჯების დამცავი მილის ამოღებით დამზადების ტექნოლოგიური სქემა (I, IV - წყალნაჯერ გრუნტში; I, V, VI - მშრალ გრუნტში):  
 I- ჭაბურღილის ბურღვა; II, VI- არმოკარკასის მოწყობა; III, V- ხიმინჯის ბეტონირება; IV- ხიმინჯის დაწნეხა და დამცავი მილის ამოღება; 1- დამცავი მილი; 2- არმოკარკასი; 3- საინექციო მილი; 4- სათავისი შტუცერით; 5- ხსნარსარევის შლანგი; 6- მზა ხიმინჯი.

საბურღი ხელსაწყოების ამოღების და კარკასის ჩაშვების შემდეგ დამცავი მილი ივსება ხსნარით საინექციო მილით ან მოქნილი შლანგით. ბურღილის შევსების შემდეგ საინექციო მილი ან შლანგი ამოიწვევა დამცავი მილის ზედა სექციაში და დამცავ მილზე ჩაიხრახნება შტუცერიანი სახურავი, რომელიც ერთი ბოლოთი მიუერთდება შტუცერს, ხოლო მეორე ბოლოთი ხსნარსარეცს ან კომპრესორს, რომელთა მეშვეობით ხდება ახალჩასმული ბეტონის ჩაწნება დამცავი მილის ამოწვევის პარალელურად. წნევისა და ხსნარის ხარჯის გაზრდით შეიძლება მივიღოთ ხიმინჯის გაგანიერება აუცილებელ ზომამდე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ხიმინჯის სანგრევი მშრალია, ხსნარი ჩაისხმება დამცავ მილში ზევიდან საინექციო მილის ან შლანგის გარეშე. ფორმა „-ი“ ამზადებს ხიმინჯს აღნიშნული ტექნოლოგიით, დამცავი მილით ბუნიკის დატოვებით.

სუსტად მცურავი გრუნტის შემთხვევაში, როდესაც ბურღვა ხორციელდება მბრუნავი ბუნიკით, ხიმინჯის გვერდების მდგრადობის შენარჩუნება შესაძლებელია ბენტონიტური ხსნარის გამოყენებით (სურ. 9.8). ამ შემთხვევაში დაწნება ხორციელდება საინექციო მილიდან, რომელიც აღჭურვილია ჩობალით და ტამპონით ხიმინჯის პირთან ახლოს დაყენებული.

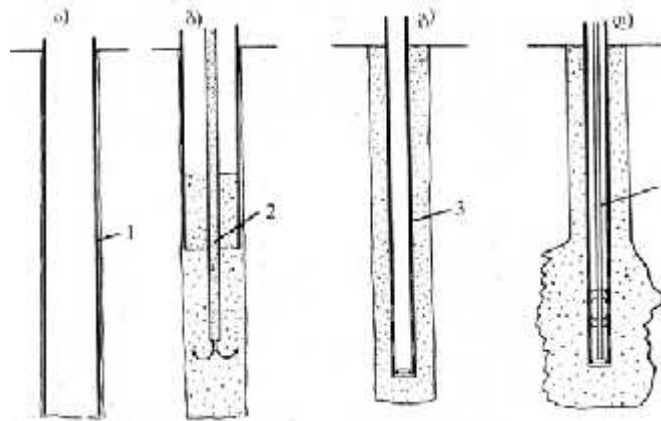


სურ. 9.8. ნაბურღინიექციური ხიმინჯის ტექნოლოგიური სქემა – ბურღილის გარეცხვა ბეტონიტის ხსნარით

I- ჭაბურღილის ბურღვა სადარავი სატეხით; II- არმატურის კარკასის ჩადგმა; III- საინექციო მილის ჩადგმა და ბურღილის ხსნარით ამოვსება; IV- ტამპონის ჩადგმა და ბურღილის სანგრიდან ჩაწნება; IVა- ჩაწნება ჭაბურღილის პირიდან; 1- საბურღი დგარი; 2- არმოკარკასი; 3- საინექციო მილი; 4- გასამაგრებელი საძირკველი; 5- ზედაპირული თათი; 6- ტამპონი ჩობალი; 7- ხიმინჯის გაგანიერებული ნაწილი; 8- მზა ხიმინჯი.

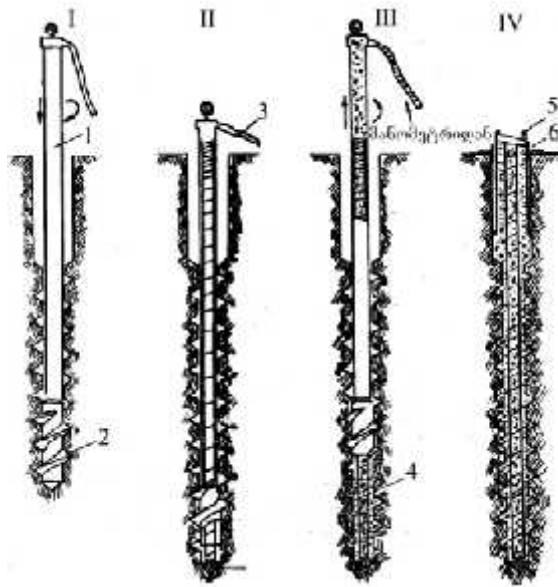


თუ ხიმინჯის სიგრძეზე არის ძლიერ შთანთქმელი გრუნტის ფენა, ამ შემთხვევაში ნაბურღინიექციური ხიმინჯი მზადდება მილ-არმირებით (სურ. 9.9). აღნიშნული ტექნოლოგიით გაბურღილი ბურღილი ივსება ცემენტ-ბეტონიტის ხსნარით, რის შემდეგაც ბურღილში ჩაიშვება დახურულბოლოიანი მილ-არმატურა, რომლის გვერდები დახვრეტილია და დახურულია რეზინის სახელოებით. 10-24 საათის შემდეგ მილის გარშემო ხსნარის (მოცულობით) შემცირების შემდეგ მილ-არმატურაში ჩაიშვება ორმაგტამპონიანი მილი და მიეწოდება ცემენტის ხსნარი. ამ დროს რეზინის სახელოები იშლებიან და ხვევნი ბურღილში მოცულობით ხსნარს და წარმოიქმნება საჭირო ადგილას გაგანიერებული ტანის ხიმინჯი.



სურ. 9.9. ხსნარდამტენი ხიმინჯების მოწყობის ტექნოლოგიური სქემა  
 I-ჭაბურღილის მოწყობა; II- ხრახნიანი ბუნიკის ბურღილის სანგრევიდან 5-10 სმ სიმაღლეზე საკარგი ბუნიკის ამოხრახნა; III- ხიმინჯის ფორმირება, ბეტონირება; IV- ბეტონირება და ხიმინჯის თავის დამატებით არმირება; 1- წამყვანი მილი; 2- ხსნარიანი მაფორმირებელი ბუნიკი; 3- რეზინქსოვილის სახელო; 4- ბუნიკი; 5- არმატურა; 6- დამატებითი არმატურის კარკასი.

ნაბურღინიექციური ხვეულხრახნიანი ხრახდამტენი ხიმინჯი წარმოიქმნება გრუნტში დამრეცი ფორმის ბუნიკის ჩახრახნით, რომელიც შეერთებულია მბრუნავ საინიექციო მილთან (სურ. 9.10), რომელშიც ჩაიდგმება არმატურის კარკასი, ხიმინჯი წარმოიქმნება ბუნიკით ჩაბურღვისას და ღრუში ხსნარტუმბოთი ცემენტ-ქვიშის ხსნარის 0.2-0.3 მპა წნევით მიწოდებისას.



სურ. 9.10. მიკროსიმინჯის მოწყობა მილ-არმატურით  
 ა) ჭაბურღილის მოწყობა; ბ) ჭაბურღილის შევსება; გ) არმატურის ჩადგმა; დ) ბურღილის ჩაწნეხა;  
 1- დამცავი მილი; 2- საინექციო მილი; 3- მილ-არმატურა; 4- ორმაგტამპონიანი ინექტორი

იმ შემთხვევაში, როდესაც იბურდება უშუალოდ ქვის ან ბეტონის საძირკველი, ან კედელი, ბურღვა სრულდება სამსაღარავიანი სატეხით, ჰაერის გამობერვით, გამოწნეხით ან წყლის ჭავლით გამორეცხვით. რკინაბეტონის ელემენტები იბურდება მკვრივი შენადნობის სამსაღარავიანი ფრენზბურღვით ან ამოიჭრება კერნები სვეტის სამსხვრევ ყუმბარასთან ერთად.

ნაბურღინექციური სიმინჯი მოქმედი დატვირთვის გათვალისწინებით არმირდება მთელ სიგრძეზე ან ზედა ნაწილში. არმატურის სექციის სიგრძე ძირითადად განისაზღვრება შენობის სათავსის სიღრმით, სადაც წარიმართება მუშაობა (არაუმეტეს 4.5 მ). არმატურის კარკასის დაყენების შემდეგ ან მის პარალელურად ბურღილში ჩაიშვება საინექციო მილი ან მოქნილი შლანგი. საინექციო მილის დიამეტრი დამოკიდებულია დასაჭირხნი ხსნარის კონსისტენციასა და დასაჭირხნი ხსნარის შედგენილობაზე და უნდა იყოს სულ მცირე 30 მმ ცემენტის ხსნარისთვის და 40 მმ ქვიშა-ცემენტის ხსნარისთვის.

საინექციო ხსნარებისთვის რეკომენდებულია პორტლანდ ცემენტის გამოყენება სულ მცირე 400 აქტივობის, ნორმალური სისქის ცემენტის ცომით 22-29%-ის ფარგლებში, ხსნარისთვის გამოიყენება არაუმეტეს 1 მმ სიმსხო ქვიშა. ახალმომზადებული ხსნარის ძვრადობა უნდა იყოს სულ მცირე 12 სმ სტანდარტული კონუსით. ცემენტის ფარდობა: ქვიშა ხსნარში უნდა იყოს 1:(1-2):(0.4-0.7). ხსნარის წყალგამოყოფა 24 სთ-ის შემდეგ არ უნდა აღემატებოდეს

პირველსაწყის მოცულობის 2%-ს, ხსნარის სიმტკიცე 7<sup>მი</sup>7<sup>მი</sup>7 სმ კუბურის (კუბიკის) ნორმალურ პირობებში უნდა იყოს არანაკლებ 15 მპა 7 დღის ასაკში და 30 მპა 28 დღის ასაკში.

თუ ხიმინჯი კეთდება ახალი ობიექტისთვის, მისი სიმტკიცე შეიძლება იყოს 10 მპა 7 დღის ასაკისთვის და 20 მპა 28 დღის ასაკისთვის.

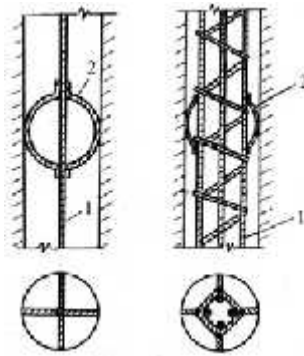
საინიექციო ხსნარი შეირჩევა საცდელი აზელვით წყალცემენტის (წ/ც) სხვადასხვა ფარდობით. მიღებული შედეგების სიმტკიცე და ყინვამდევობა მოწმდება მოქმედი ნორმებით. სასურველია, რომ ხსნარი მომზადდეს 200 ბრ/წთ სიხშირის ტურბულენტურ ფრთიან ან პროპელელურ ხსნარსარეში.

აუცილებელია უზრუნველყოთ კომპონენტების ზუსტი დოზირება, განსაკუთრებით კი წყლის, ვინაიდან უმცირესმა წ/ც გადახრამაც შეიძლება არსებითად შეცვალოს ხსნარის თვისება.

#### §4. ნაბურღინიექციური ხიმინჯის და ხიმინჯოვანი საძირკვლის კონსტრუირება

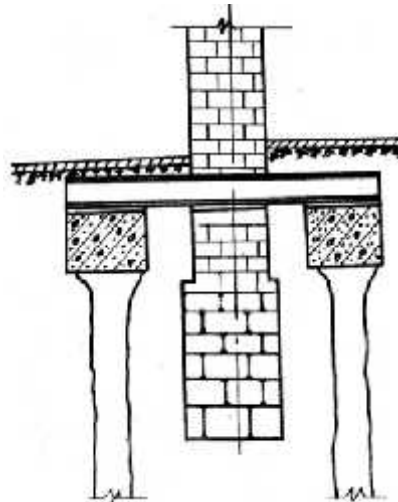
ნაბურღინიექციური ხიმინჯის არმირება სრულდება გაანგარიშებით ან კონსტრუქციის მიხედვით. ხიმინჯი დაპროექტდება არმატურის ერთი ღეროთი, შედუღებული კარკასით, ხისტი არმატურა შავი ნაგლინი ლითონის სახით ან ლითონის მილებით. ხიმინჯში შეიძლება ჩაიღოს მთელ სიგრძეზე ერთგვაროვანი არმატურა (მაგალითად, დგარი ხიმინჯი შემოფარგლული სუსტი გრუნტით) ან კომბინირებული (მაგალითად, მილი ან ნაგლინი მღუნავი მომენტის ზონაში და კარკასი ან ერთი ღერო მთელ სიგრძეზე). ერთგვაროვან გრუნტში დასაშვებია კიდული ხიმინჯის ქვედა ბოლო მოეწყოს არმირების გარეშე.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯის არმატურას უნდა ჰქონდეს მაფიქსირებელი ელემენტები. ბურღილებში ჩაშვებისას (სურ. 9.11), რომელიც უზრუნველყოფს ბეტონის დამცავი შრის სისქეს, მაფიქსირებელი ელემენტები უნდა მიედულოს ოთხივე მხარეს არმატურის ღეროებს ან კარკასს, რომელთა შორის დაშორება (მანძილი) უნდა იყოს ბურღილის დიამეტრის მეექვსედი. ბეტონის დამცავი შრის სისქე უნდა იყოს სულ მცირე 2.5 სმ.



სურ. 9.11. ნაბურღინიექციური ხიმინჯების არმირება:  
1- არმატურის ღეროები ან კარკასი; 2- მაფიქსირებელი ელემენტები.

იმ შემთხვევაში, როდესაც შეუძლებელია საძირკვლის ტანის გაბურღვა, დასაშვებია ხიმინჯების მოწყობა საძირკვლის გვერდით და მათზე დატვირთვის გადატანა კოჭის მეშვეობით (სურ. 9.12).



სურ. 9.12. ღენტური საძირკვლის გამაგრება ნაბურღინიექციური ხიმინჯებით.

ახალაგებული ხიმინჯის და საძირკვლის ერთობლივი მუშაობისთვის გათვალისწინებული უნდა იყოს საძირკველში ხიმინჯის საიმედოდ ჩაანკერება. ხიმინჯის თიხოვანი ხსნარით ბურღვისას ხიმინჯის საძირკველში ჩამაგრება უნდა იყოს ხიმინჯის ხუთმაგი დიამეტრის ტოლი, ხოლო ჰაერით გაქრევისას (გამობერვისას) – ხიმინჯის დიამეტრის მეოთხედი. თუ არ არის საიმედო ჩაანკერების საშუალება, აუცილებელია ხიმინჯის ტანის გაგანიერება როსტვერკის შეპირაპირების ადგილას. ხიმინჯის დიამეტრის ფარდობა შეპირაპირების ადგილას საძირკველთან ხიმინჯის ჭაური უნდა გაფართოვდეს და უნდა იყოს 1:15 ახლად ჩასხმული ინიექციის დაწნეხის მეშვეობით.

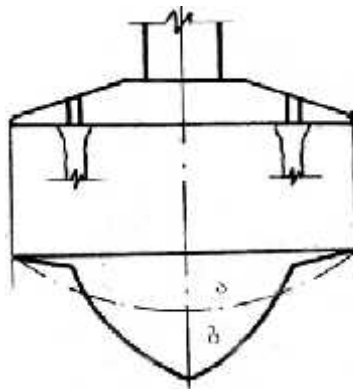
მუშა არმატურის შედუღების კვანძი უნდა აკმაყოფილებდეს ტექნიკურ მოთხოვნას.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯით ახალი საძირკვლის აგებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ ხიმინჯის დაპროექტების ნორმებით 2.02.03-85 (ხიმინჯოვანი საძირკვლები).

თუ ხიმინჯზე მოქმედებს ორი – ჰორიზონტალური და ვერტიკალური – დატვირთვა, დაპროექტების დროს აუცილებელია ხიმინჯის სიმძიმის ცენტრი ნებისმიერ კვეთში იმყოფებოდეს ტოლქმედის პერპენდიკულარულად თანაბრად მოქმედ ხაზთან. სწორ შემთხვევაში ნულოვანი ციკლის სწრაფად შესრულების მიზნით დასაშვებია ჯერ მოაწყონ როსტვერკი და ამის შემდეგ სპეციალურად ჩატანებული დეტალებისგან გააკეთონ ნაბურღინიექციური ხიმინჯები. ამასთან, თუ ბურღილი შნეკით მზადდება თიხოვანი ხსნარის ცირკულაციის გარეშე ხიმინჯის და როსტვერკის შეერთების ადგილის გასაგანიერებლად, საჭიროა ახალჩასხმული ბეტონის დაწნეხა.

არსებული საძირკვლის ფუძის გამაგრებისას აუცილებელია მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული გასამაგრებელი საძირკვლის მზიდუნარიანობა.

I და II ზღვრული მდგომარეობის გაანგარიშებისას გასათვალისწინებელია ნაბურღინიექციური ხიმინჯის და გასამაგრებელი საძირკვლის ერთობლივი მუშაობა. საძირკვლის გამაგრებისას აუცილებლად გასათვალისწინებელია კონსტრუქციის მუშაობის სტატიკური სქემის შეცვლა, მაგალითად: საძირკვლის ფილის დატვირთვის ნაწილის გადატანა ნაბურღინიექციური ხიმინჯის თავზე (სურ. 9.13).



სურ. 9.13. საძირკვლის ფილაში მღუნავი მომენტების ტრანსფორმაცია ნაბურღინიექციური ხიმინჯის გამაგრებისას  
ა) გამაგრებამდე; ბ) გამაგრების შემდეგ.

§5 ხიმინჯოვანი საძირკვლის დაპროექტება დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქცია-გაძლიერებისას

ხიმინჯოვანი საძირკვლის გამოყენება მიზანშეწონილია შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქციის დროს, მაშინ, როდესაც საგრძნობლად გაზრდილია დამატებითი დატვირთვა, ან როდესაც ფუძე სუსტი გრუნტია. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს: დასასობი, ჩასატენი, ნაბურღნატენი, ნაბურღინიექციური და ნაბურღჩასახრახნი ხიმინჯები. არსებული განაშენიანების პირობებში შენობა-ნაგებობათა რეკონსტრუქციის დროს რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს დასატენი, ნაბურღნატენი, ნაბურღინიექციური და ნაბურღჩასახრახნი ხიმინჯები, რომლებიც არ გამოიწვევს ახლოს მდებარე შენობა-ნაგებობებზე დინამიკურ ზემოქმედებას. შენობა-ნაგებობათა ფუძეების რეკონსტრუქციის დროს მიღებულ უნდა იქნეს ისეთი გადაწყვეტილებები, რომლებიც მაქსიმალურად გამოიყენებენ არსებული საძირკვლის კონსტრუქციებსა და ფუძე-გრუნტის მზიდუნარიანობას.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯის ბურღილის (ივსება ქვიშა-ცემენტის ხსნარით) საინიექციო ხსნარი უნდა იყოს ერთგვაროვანი, რათა არ მოხდეს ინექცირების დროს მისი განშრევება. ხსნარის მარკა განისაზღვრება 7473-ით და ნორმალურ პირობებში უნდა იყოს 18-20 სმ კონუს სტანდარტით.

დავაჟაკებისას სიმტკიცე კუბიკის გამოცდისას 7 სმ გვერდებით უნდა იყოს არანაკლები 15 მპა 7 დღის ასაკში და 30 მპა 30 დღის ასაკში. ნაბურღნატენი ხიმინჯოვანი საძირკვლების დაპროექტება უნდა წარიმართოს -2.02.03-85-ით და ხიმინჯოვანი საძირკვლების დაპროექტება-მოწყობა 50-102-2003-ით.

საინიექციო ხსნარის მომზადება სასურველია მოხდეს უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე ბურღილში ინექცირების (დაჭირხნის) წინ და მზადდება 200 ბრ/წთ სისქირის ჩქარსარეგ დანადგარში. ხსნარის მომზადების (არევის) ხანგრძლივობა უნდა იყოს სულ მცირე 60 წამი. საინიექციო ხსნარი გამოყენებული უნდა იქნეს დამზადებიდან მსქაიმუმ 2 საათში.

კიდული ნაბურღინიექციური ხიმინჯი, რომელიც მუშაობს ღერძულ მკუმშავ დატვირთვაზე უნდა განისაზღვროს ფორმულით:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + U \sum \gamma_{cf} f_i h_i) \quad , \quad (9.1)$$

სადაც  $\gamma_c$  გრუნტში ხიმინჯის მუშაობის კოეფიციენტია და 7-ს ტოლია.

$\gamma_{\text{cf}}$  – გრუნტის მუშაობის პირობითი კოეფიციენტი შესაბამისად ხიმინჯის წვერზე და მის გვერდით ზედაპირზე, სადაც გათვალისწინებულია მისი დამზადების მეთოდი და აიღება 7.3 ცხრილიდან.

R – გრუნტის საანგარიშო წინაღობა ხიმინჯის წვერზე და აიღება ცნობარის 7.1 ცხრილიდან.

A – ხიმინჯის საყრდენი ფართობი ( $\text{მ}^2$ ) და აიღება ხიმინჯის განივკვეთის ტოლი, ხოლო ჩასახრახნი ხიმინჯისთვის ხრახნის შვერილის დიამეტრიდან გამომდინარე.

u – ხიმინჯის ჩასობის ან დამცავი მილის გარე პერიმეტრის განივკვეთის ტოლი, ხოლო ჩასახრახნი ხიმინჯისთვის ხრახნის შვერილის დიამეტრის ტოლი.

$f_1$  – i-ური გრუნტის გვერდითი ნორმატიული წინაღობა შესაბამის გეოლოგიურ ფენაში იღება ცნობარის 7.2 ცხრილიდან.

$h_1$  – ხიმინჯის გვერდითი ზედაპირის შემხები გრუნტის i-ური შრის სისქე.

(9.1) ფორმულით გაანგარიშებისას ხიმინჯის მიერ გავლილი ფენების საანგარიშო წინაღობა უნდა შეჯამდეს განლაგებული მოშანდაკების (მოჭრის) ქვემოთ, თუ ამის საჭიროება შეიქმნება.

§6 დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძის გასაძლიერებელი ნაბურღინიექციური ხიმინჯების საველე პირობებში გამოცდა სტატიკური დატვირთვის მიმართ სწრაფმაგრებადი ცემენტის გამოყენებით

ა) ექსპერტიზის მიზანი და საერთო ამოცანები

შენობის ფუძე-საძირკვლისა და ზედნაშენის გამაგრება-გაძლიერება და რეკონსტრუქციის აუცილებლობა ხშირად გამოწვეულია პროექტებში დაშვებული შეცდომებით, სამშენებლო ნორმების და წესების უგულვებელყოფით და შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციის პირობების შეცვლით, აგრეთვე უხარისხოდ შესრულებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგად დაშვებული შეცდომებით. როდესაც ნაკლები სიზუსტითაა დადგენილი გრუნტის დაფენადობა (კლივაჟი) და მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები, როგორცაა: ზედაპირული და გრუნტის წყლის დონე, მათი დინების რეჟიმი და აგრესიულობის ხარისხი, შემთხვევა, როდესაც გეოლოგიურ ჭრილში არაა ასახული სუსტი გრუნტების ლინზები, კარსტული გვირაბები და შენობაზე რეალურად მოქმედი ქარის დაწნევა და სხვა.

გრუნტის ნორმატიული მონაცემების გაუარესება ხშირად გამოწვეულია მუშაობის წესების უგულებელყოფით და შენობა-ნაგებობათა ექსპლუატაციის სხვა გაუთვალისწინებელი ფაქტორებით.

ფუძის და საძირკვლის კონსტრუქციების გადაჭარბებულმა დაძაბვამ (ფუძე-საძირკვლებზე გადაცემული დატვირთვის გადიდება) და მასთან დაკავშირებულმა დეფორმაციებმა შესაძლებელია წარმოშვას ექსპლუატაციის პირობების შეცვლა

აუცილებლობის შემთხვევაში მათი გამაგრება გაძლიერების მეთოდი შეირჩევა: ნაგებობის მუშაობის პირობების, მათი კონსტრუქციების მდგრადობისა და ადგილის გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების დეტალური შესწავლით და შესაძლო მეთოდების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების გზით. ხშირად დატვირთვის მთლიანად ან ნაწილობრივ გადატანა ხდება ნაბურღინიექციურ ხიმინჯებზე, რომელთა სამარკო სიმტკიცე ისაზღვრება 28 დღის შემდეგ.

ბ) ექსპერიმენტული საცდელი პოლიგონის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგები

გრუნტული პირობების დასადგენად ჩატარდა საინჟინრო-გეოლოგიური სამუშაოები, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ერწოს ქ. №44 საცდელი პოლიგონის მოედნის გეოლოგიური პირობები, რომლის აგებულებაში მონაწილეობდა ხუთი სახეობის გრუნტი – ხუთი საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი (ს.გ.ე.):

I ს.გ.ე. – ნაყარი გრუნტი;

II ს.გ.ე. – დელუვიურ-პროლუვიური თიხნარები;

III ს.გ.ე. – ალუვიური კენჭნარები;

IV ს.გ.ე. – ძლიერ გამოფიტული ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა;

V ს.გ.ე. – სუსტად გამოფიტული ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა.

დასველების შედეგად თიხნარების მზიდუნარიანობის შესუსტების და საძირკვლის ჯდენის მკაფიო მაგალითია თბილისში ერწოს ქ. №4-ში მდებარე 8-სართულიანი 144-ბინიანი ექსსადარბაზოიანი შენობის ფუძეში რკინაბეტონის ფილის არათანაბარი დაჯდომა, რამაც გამოიწვია კიდევაც შენობის დეფორმაციები და კედლების დაბზარვა.



ვინაიდან ფენა 5 წარმოადგენს ხიმინჯების ფუძე-ქანებს (საგებს), განსაზღვრული იქნა ლაბორატორიულ პირობებში მათი დროებითი წინაღობა კუმშვაზე. აქ ერთი გარემოებაა გასათვალისწინებელი, ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობაში მართალია ორივე ქანი ნახევარკლდოვან გრუნტებს მიეკუთვნებიან. როდესაც ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობაში სიმტკიცეზეა საუბარი, უნდა შევჩერდეთ არგილიტების სიმტკიცეზე, როგორც ფუძე-გრუნტების აღებული მუშაობის უარესი პირობების გამომხატველი. ამიტომაც ბურღის დროს ჩვენ მიერ აღებული იქნა არა ქვიშაქვების, არამედ არგილიტის ნიმუში და განსაზღვრული იქნა მისი სიმტკიცე და სველ მდგომარეობაში მიღებული შედეგები ასეთია:

$$R_{\text{კუმშვ.არგ}}=254 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$R_{\text{სუვ.არგ}}=160 \text{ კგ/სმ}^2$$

ჩვენ ძირითადი ქანების სიმტკიცეზე შევჩერდით დეტალურად იმიტომ, რომ ხიმინჯის გამოცდისას ირიბულად მათზედაც ვიღებთ მონაცემებს.

### გ) ექსპერიმენტისთვის გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯები

ექსპერიმენტისთვის ნაბურღინიექციური ხიმინჯები როგორც გამოსაცდელი, ასევე საანკერო იღებოდა ერთი და იგივე კონსტრუქციის, განსხვავება მხოლოდ თავების დაბოლოებაში იყო.

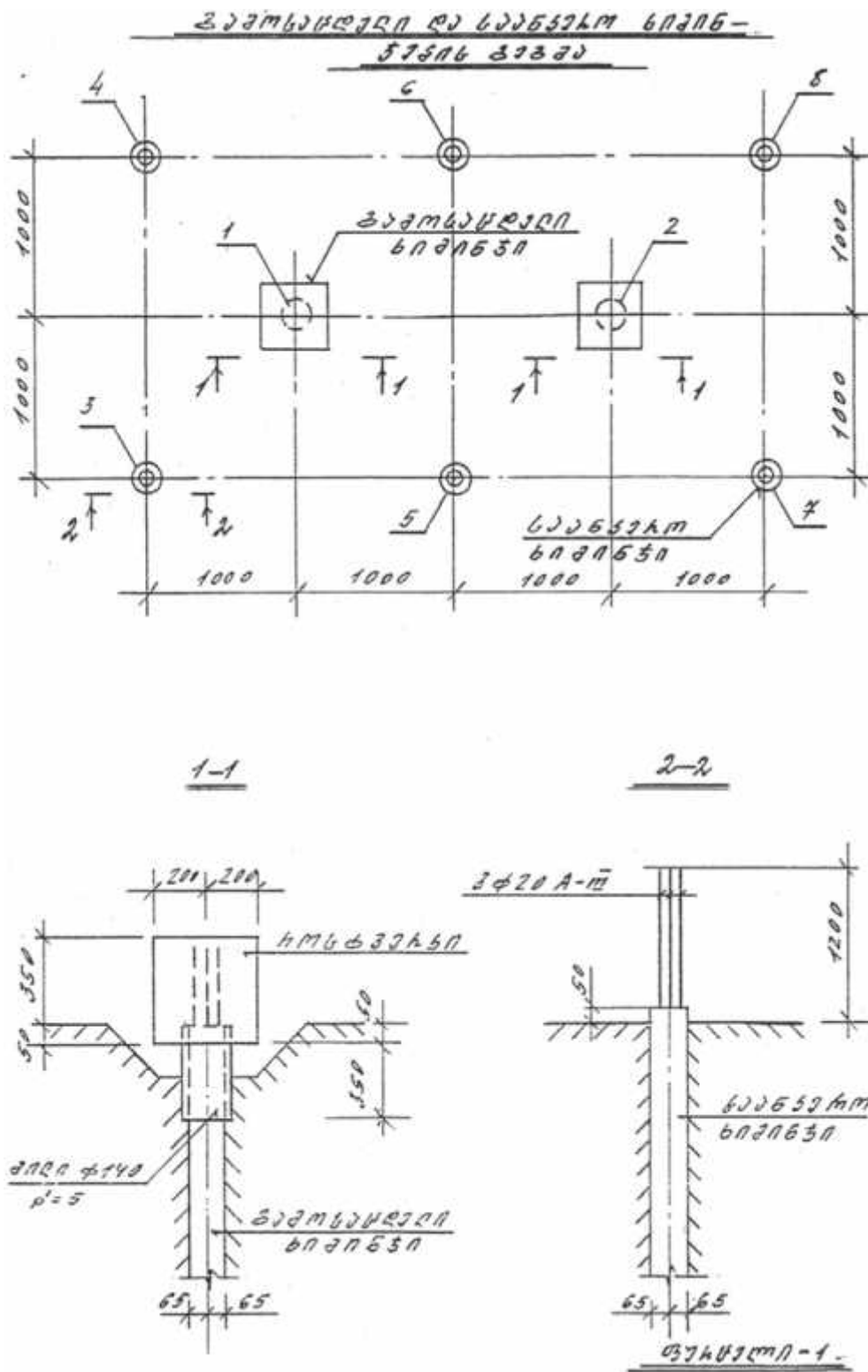
გამოსაცდელი ხიმინჯები ბოლოვდებოდა როსტვერკით, ხოლო საანკერო ხიმინჯები არმატურის ნაშევრებით მათზე ანკერების მისაღწევად. ხიმინჯის დიამეტრი  $d=130$  მმ. გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯების გეგმა მოცემულია სურ. 9.14-ზე. ხიმინჯების კონსტრუქცია მოცემულია სურ. 9.15-ზე. გამოსაცდელი ხიმინჯები ბოლოვდება როსტვერკით, რომლის კონსტრუქცია მოყვანილია სურ. 9.16-ზე.

№1 ხიმინჯის ჩაღრმავება  $h_1=10$  მ. №2 ხიმინჯისათვის  $h_2=12$  მ. ორივე დაყრდნობილი იყო ძირითად ქანებზე (არგილიტები).

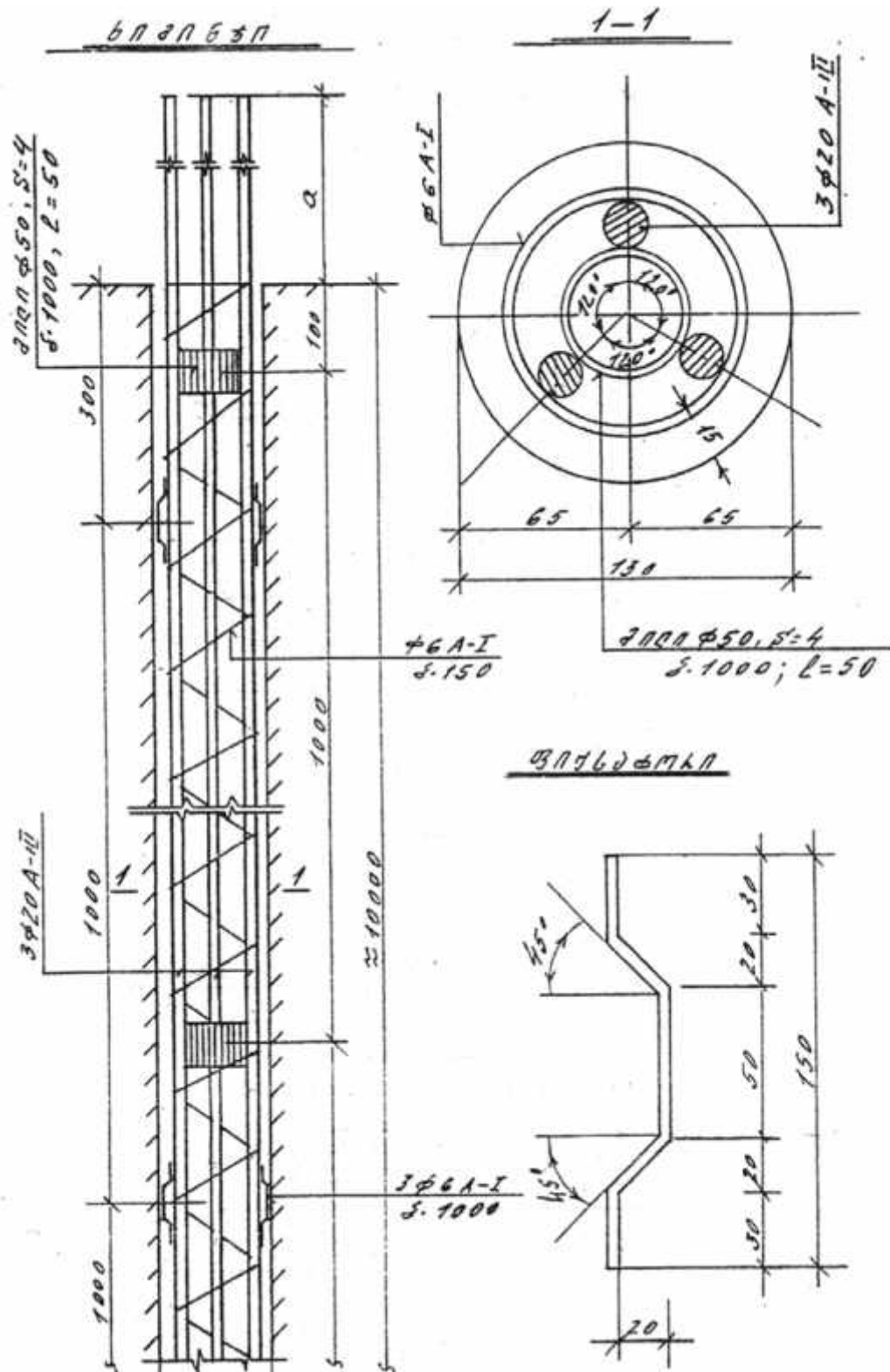
ხიმინჯების ტანის ბეტონის მარკა №1 ხიმინჯისათვის ტოლი იყო 15.3 მპა (156 კგ/სმ<sup>2</sup>), ხოლო №2 ხიმინჯისათვის 10.6 მპა (108 კგ/სმ<sup>2</sup>), როსტვერკის ბეტონის მარკა კი B15 (M200) ტოლი იყო 8,4 მპა (86 კგ/სმ<sup>2</sup>).

არმატურა როგორც გამოსაცდელ საანკერო ხიმინჯისათვის მიღებულია 3 20 -III ყველა ხიმინჯისათვის გამოყენებული იყო ერთი პარტიის არმატურა.

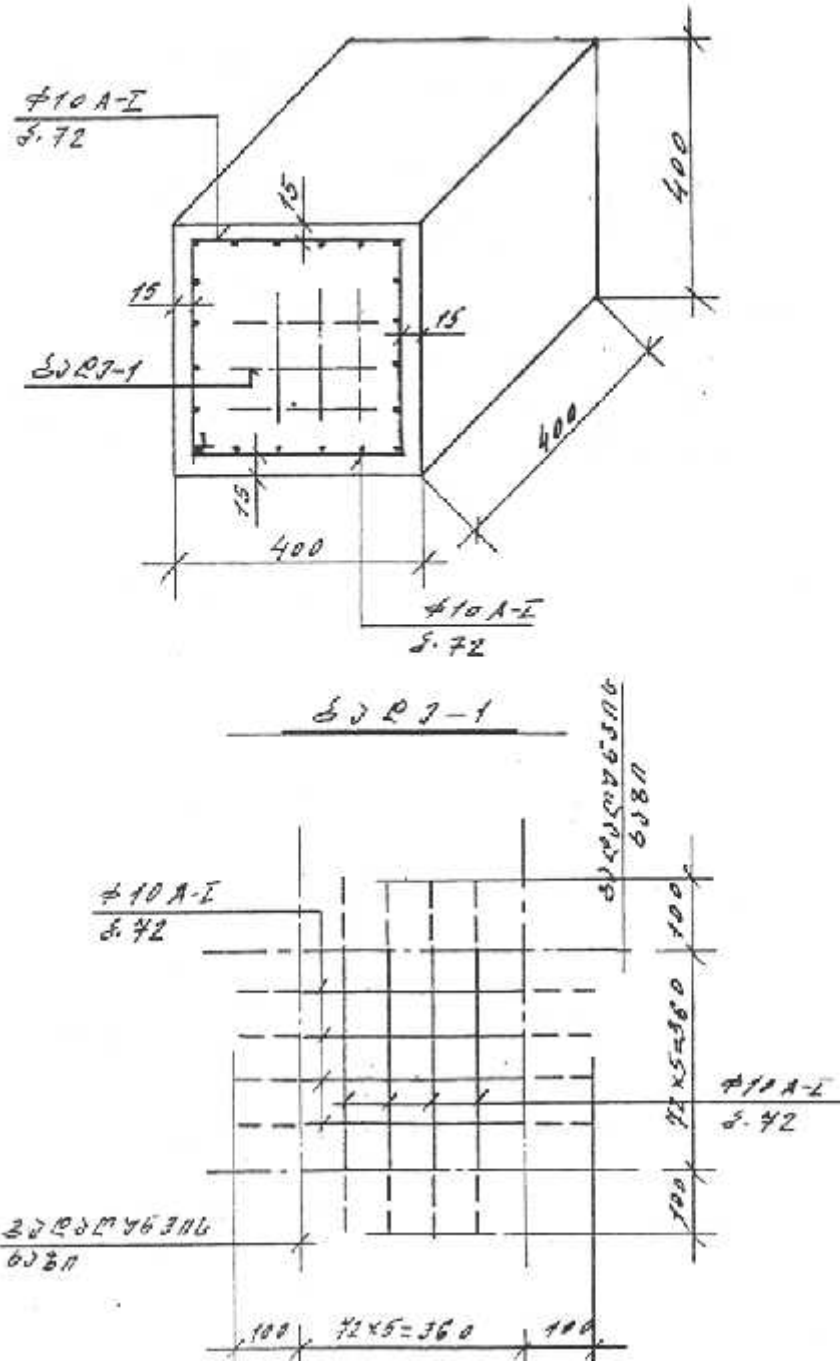
გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯების საერთო ხედი მათზე გამოსაცდელი სტენდის დაყენებამდე მოყვანილია სურათ 9.14-ზე.



სურ. 9.14. გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯების გეგმა



სურ. 9.15. ხიმინჯების კონსტრუქცია



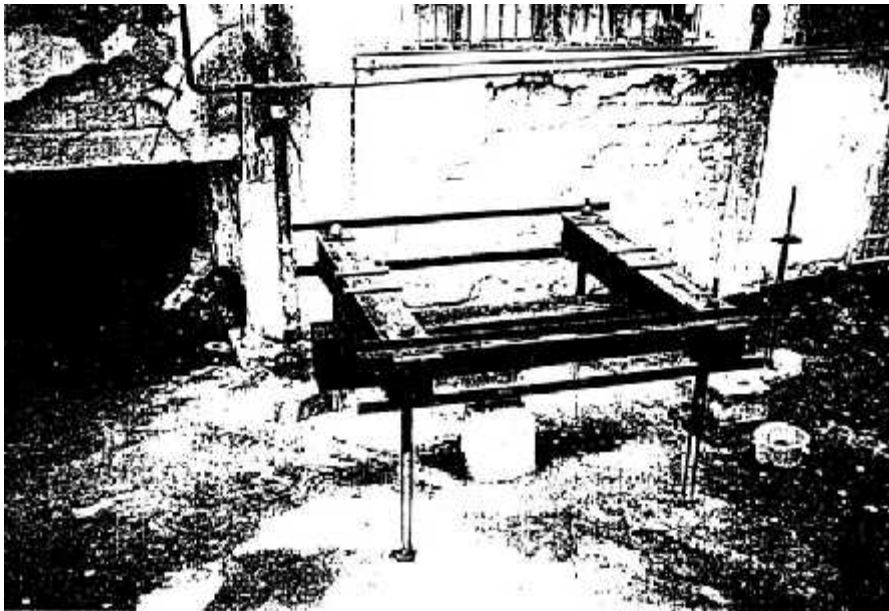
სურ. 9.16. რიბეჭეტი

დ) ექსპერიმენტული ხიმინჯების გამოსაცდელი სტენდი

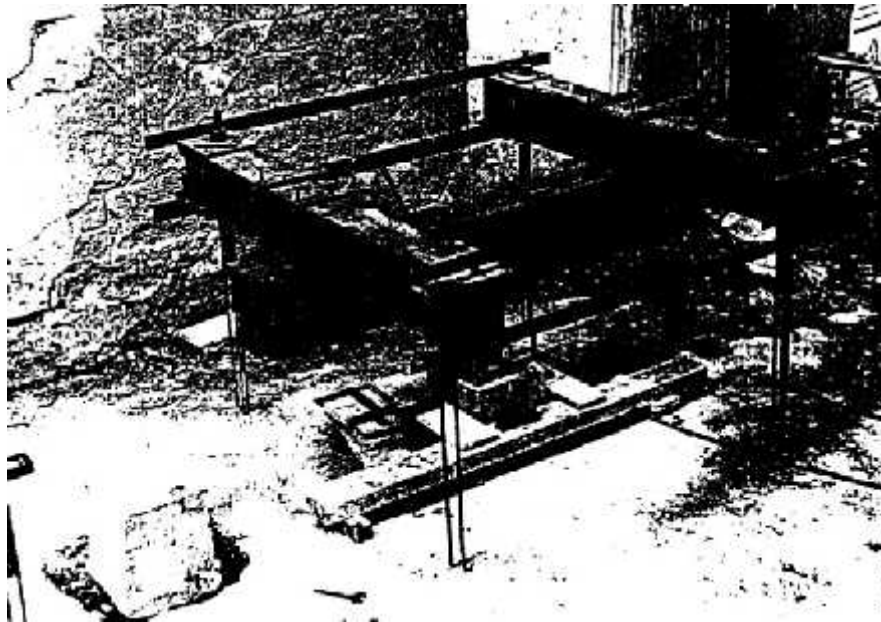
სწრაფმაგრებადი ცემენტის ბაზაზე დამზადებული ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოცდისთვის დამუშავდა ლითონის კოჭებისაგან შედგენილი სპეციალური სტენდი. სტენდისა და დომკრატის გამოყენებით წარმოებდა გამოსაცდელ ხიმინჯებზე ჩამწევი (მკუმშავი) ღერძული დატვირთვების გადაცემა, გამოსაცდელი სტენდის საერთო ხედი დამონტაჟებულ მდგომარეობაში №1 და №2 ხიმინჯისათვის (უშუალოდ გამოცდის წინ) ნახვენებია შესაბამისად სურ. 9.18-სა და სურ. 9.19-ზე.

ჩაწნევაზე, ჩასობაზე ხიმინჯების გამოცდის დროს ცენტრალურ საყრდენ კოჭსა და როსტვერკს შორის იდგებოდა დომკრატი. დომკრატის საშუალებით წარმოებდა ცენტრალური ჩამწევი ძალის გადაცემა საფეხურებრივად.

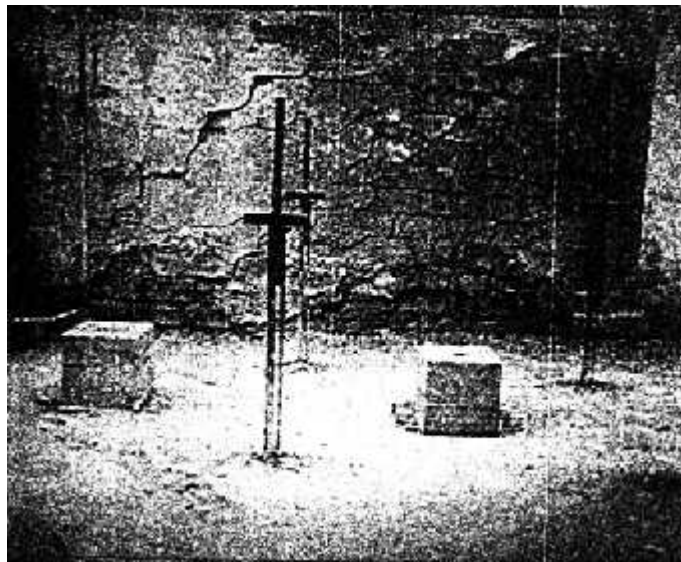
ცდის მსვლელობა ნახვენებია შესაბამისად 9.20 და 9.21 სურათზე.



სურ. 9.17 – სტენდის საერთო ხედი №1 გამოსაცდელი ხიმინჯისათვის



სურ. 9.18 – სტენდის საერთო ხედი №2 გამოსაცდელი ხიმინჯისათვის.



სურ. 9.19. გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯების საერთო ხედი მათზე გამოსაცდელი სტენდის დაყენებამდე.



სურ. 9.20. №4 ხიმინჯისათვის გამოცდის მსვლელობა



სურ. 9.21. №5 ხიმინჯისათვის გამოცდის მსვლელობა.

ე) ნაბურღ-ინიექციური ხიმინჯების გამოცდა ჩამწნევი სტატიკური ღერძული დატვირთვების მოქმედებაზე

გამოცდა ჩატარდა შესაბამისი სტანდარტის მოთხოვნათა დაცვით ( 5686-78 . ). ხიმინჯების სტატიკური ღერძული ჩამწნევი დატვირთვებით გამოცდის მიზანი იყო მათი ჩაწნევაზე მზიდუნარიანობისა და გრუნტებში დატვირთვებისაგან გადაადგილების დამოკიდებულების განსაზღვრა.

გამოიცადა ორი ხიმინჯი (გამოსაცდელი ხიმინჯები მდებარეობდნენ გასამაგრებელი საცხოვრებელი სახლის ეზოში საძირკველიდან 2-2.5 მ-ის დაშორებით). ხიმინჯები დამზადებულია ჭაბურღილში ბეტონის სწრაფმაგრებადი ცემენტის ინიექციების მეთოდით.

გამოსაცდელ ხიმინჯებს ჩამსობი (ჩამწნევი) დატვირთვები გადაეცემოდა ჰიდრაულიკური დომკრატის -100-ის საშუალებით.

დატვირთვა ხიმინჯებზე გადაეცემოდა ცენტრალურად და თანაღერძულად. ხიმინჯები იტვირთებოდა საფეხურებად 2.0 ტონის ინტერვალით, დატვირთვებისაგან ხიმინჯების დაჯდომის (ჩასობის) დეფორმაციები იზომებოდა საათის ტიპის ინდიკატორების საშუალებით, რომელთა დანაყოფის ფასია 0.01 მმ.

გამოსაცდელი ხიმინჯების როსტვერკის თავზე განივი კვეთის მართობულ ღერძზე დაყენებული იყო ოთხი ინდიკატორი, რომელთა ანათვალთა ჩვენების მიხედვით ხდებოდა დატვირთვის დაცენტრება ხიმინჯებზე. ხიმინჯის გადაადგილების სიდიდე განისაზღვრებოდა ოთხივე ინდიკატორის მაჩვენებლების მიხედვით, როგორც მათი საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა. ხიმინჯების გამოცდა ჩაწნევაზე ასახულია გამოცდის მომენტში გადაღებულ ფოტოებზე (იხ. სურათი-4 და სურათი-5).

დატვირთვის ყოველ საფეხურზე ვიღებდით ინდიკატორის ანათვლებს: პირველს დატვირთვის მიღებისთანავე, შემდეგი ანათვლები აიღებოდა 15 წუთის ინტერვალით გადაადგილების (დაჯდომის) მიღევამდე – ე. წ. პირობით სტაბილიზაციამდე.

ხიმინჯების გადაადგილების (დაჯდომის) მნიშვნელობები დატვირთვების საფეხურებზე ითვლებოდა ოთხი ინდიკატორის ჩვენებათა მიხედვით.

დატვირთვის სიდიდეს ვარჩევდით ისეთნაირად, რომ განსაზღვრულიყო ხიმინჯზე მოქმედი მაქსიმალური დატვირთვა, რომელიც შეადგენდა 20 ტ. დომკრატის საშუალებით საფეხურზე დატვირთვები იზრდებოდა 2.0 ტ ინტერვალით, რომელიც შეადგენს ხიმინჯზე მოქმედი მაქსიმალური დატვირთვის



10%-ს, რაც სასესიით აკმაყოფილებს ხიმინჯების გამოცდის ინსტრუქციას (3). ცდის მსვლელობისას წარმოებდა დაკვირვება როგორც ხიმინჯზე, ისე ინდიკატორებზე. თუ დეფორმაციები არ იქნებოდა გამოვლენილი, ხიმინჯს ეძლეოდა შემდეგი დატვირთვა. იმ შემთხვევაში, თუ ინდიკატორი გვიჩვენებდა დეფორმაციას, მაშინ შემდეგი დატვირთვა ხიმინჯს ეძლეოდა დეფორმაციების სრულ ჩახშობამდე. ცხრ. №1-ში მოყვანილია ხიმინჯზე დატვირთვების გაზრდის და შესაბამისი დეფორმაციების მონაცემები. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ხიმინჯზე დატვირთვები გაიზარდა 50 ტ-მდე. ასეთ დატვირთვებზე ხიმინჯებმა გამოამჟღავნეს სრული მზიდუნარიანობა. დატვირთვების შემდგომი გაზრდა მიზანშეწონილად არ ვცანით, ვინაიდან მოსალოდნელი იყო სატუმბო სადგურისა და დომკრატის შემაერთებელი მილების გასკდომა. თვით სტენდიც არ იყო გაანგარიშებული მეტ დატვირთვაზე.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ხიმინჯი გარდა იმისა, რომ მზიდუნარიანია, არ მოუცია აგრეთვე დეფორმაციის ნიშანი, ეს კი მიუთითებს მასზე, რომ ხიმინჯმა არ განიცადა გაღუნვა, ასევე ფუძე ქანებმაც არ განიცადეს კუმშვადი დეფორმაციები. ინდიკატორის ისრის მცირე გადაადგილება უნდა ხიმინჯისა და არგილიტების ღრეკად დეფორმაციებს მივაწეროთ. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ხიმინჯზე დატვირთვების მოხსნის შემდეგ ინდიკატორის ისარი თითქმის საწყის ანათვალს დაუბრუნდა.

მიღებული შედეგებიდან შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

ცხრილი №1

სტენდი №1			სტენდი №2		
მოქმედი დატვირთვა	დეფორმაცია	შენიშვნა	მოქმედი დატვირთვა	დეფორმაცია	შენიშვნა
2	0		2	0	
4	0		4	0.02	
6	0.02		6	0.02	
8	0.02		88	0.02	
10	0.02		10	0.06	
12	0.02		12	0.06	
14	0.02		14	0.06	
16	0.04		16	0.06	
18	0.04		18	0.07	
20	0.04		20	0.07	
22	0.06		22	0.07	
24	0.11		24	0.07	
26	0.11		26	0.07	

## ვ) დასკვნა

საცდელ პოლიგონზე გამოცდილ იქნა რკინაბეტონის ნაბურღინიექციური ხიმინჯები, რომელთა პარამეტრებია:

სიგრძე – = 11011.5 მმ

დიამეტრი –  $d = 130$  მმ

ხიმინჯის არმატურა – 3 20 - III

ცემენტის მარკა – 500.

ხიმინჯის ფუძეს წარმოადგენს არგილიტები.

ხიმინჯზე დატვირთვების გადაცემა ხდებოდა საფეხურებრივად თანდათანობითი გაზრდით.

ხიმინჯები 50 ტ ვერტიკალურ დატვირთვაზე მზიდუნარიანია.

არგილიტებს, მათზე მოსულ მაქსიმალურ დატვირთვებზე,  $p=40$  კგ/სმ<sup>2</sup> დაჯდომითი დეფორმაცია არ განუცდია.

ბურღის ტექნოლოგიიდან გამომდინარე, ბურღის მიერ სუსტი გრუნტების ზონაში (თიხები, ქვიშები) წარმოებს ჭაბურღილის კედლების გრუნტის მნიშვნელოვანი დატკეპნა და შესაბამისად იზრდება ხიმინჯის საანგარიშო დიამეტრი. ბურღის დიამეტრი 130 მმ-ია. გამოსაცდელი და საანგარიშო ხიმინჯების გარშემო გრუნტის შემდეგ დადგინდა, რომ ხიმინჯის ფაქტობრივი დიამეტრი 150-189 მმ-ია. აღნიშნული შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს ანგარიშში ან მიღებული იქნეს როგორც ხიმინჯის ამტანუნარიანობის შესაბამისი მარაგი.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯები, მათი შესრულების ტექნოლოგიიდან გამომდინარე, ერთდროულად შეიძლება იყოს დაკიდულ-დაყრდნობილი. ვინაიდან გრუნტის ტანის სიცარიელები და ფორები ივსება სწრაფმაგრებადი ცემენტით დამზადებული ბეტონით, ამდენად ხიმინჯის დაყრდნობა ხდება როგორც მისი ბოლოთი კლდოვან გრუნტზე, ისე ხიმინჯის გვერდითი ზედაპირით, რასაც ადასტურებს გამოცდილ მიღებული ხიმინჯის ამტანუნარიანობის გაზრდილი მაჩვენებელი.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯები პირველი მიახლოებით (მათი მცირე სიგრძის შემთხვევაში 5-12 მ) შეიძლება გაანგარიშებული იქნეს ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების ანგარიშის მეთოდიკით, შემდეგი პირობების გათვალისწინებით: 1) ხიმინჯის საანგარიშო წინაღობის განსაზღვრის დროს გრუნტის სიმტკიცის პირობიდან გათვალისწინებული უნდა იყოს მისი მუშაობა, როგორც დაკიდულ-დაყრდნობილი; 2) ხიმინჯის ამტანუნარიანობის ანგარიშის დროს მასალის სიმტკიცის პირობიდან

კი გათვალისწინებული უნდა იყოს გრუნტის გარსაცმის გავლენა და ხიმინჯის ფაქტობრივი დიამეტრი.

ჩატარებული ექსპერიმენტი ითვალისწინებდა ნაბურღინიექციური ხიმინჯების გამოცდას ვერტიკალური ძალის მოქმედებით (ჩამწნები). პრაქტიკულად სეისმურ რაიონებში (სეისმური ბიძგების დროს) ხიმინჯზე მოქმედებს როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური ძალები და შესაბამისად მომენტიც. ხიმინჯების გამოცდის დროს მათი კონკრეტული მუშაობის პირობების შესაბამისად სასურველია გათვალისწინებული იქნეს მათი გამოცდა ჰორიზონტალური ძალების მოქმედებაზეც.

ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების ანგარიშის მეთოდებიდან გამომდინარე (მასალის სიმტკიცის მიხედვით) გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი  $=1$ . აღნიშნული პირობა შეიძლება გავავრცოთ ნაბურღინიექციური ხიმინჯების ანგარიშის დროსაც (მათი მცირე სიგრძის შემთხვევაში 5-12 მ) იმდენად, რამდენადაც ხიმინჯი მოქცეულია გრუნტის გარსაცმში და პრაქტიკულად არ განიცდის გრძივ ღუნვას.

აუცილებლად შესრულებული უნდა იქნეს საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნის საფუძველზე აღდგენა-გაძლიერების პროექტით გათვალისწინებული მოთხოვნა: რადგან გრუნტის წყლები და თაბაშირშემცველი რიყნარი გრუნტები (თიხნარის და ქვიშის შემცველობით) ბეტონის მიმართ ხასიათდება სულფატური აგრესიით, ხიმინჯები უნდა შესრულდეს სულფატომდეგი ცემენტის ხსნარით (ბეტონით) – პროექტის შესაბამისი მარკით.

სამშენებლო პრაქტიკაში ცნობილია ხიმინჯების მრავალსახეობა: რკინაბეტონის მთლიანკვეთიანი და მილისებრი; რკინაბეტონის ხიმინჯი გარე ზედაპირის ცემენტაციით; ხის; ფოლადის; დანატენი (სტრაუსის, ფრანკოს); ხშირნატკეპნიანი ხიმინჯი; დანატენი ხიმინჯები კამუფლეტური გაგანიერებით; დანატენი ნაბურღი ხიმინჯები; ბეტონის სისტემის ხიმინჯი და სხვა.

ხშირად დიდი სიმძლავრის (სისქის) სუსტი ფენების შემთხვევაში, როდესაც გამოსადეგი გრუნტები (ძირითადები) მდებარეობენ დიდ სიღრმეზე, რომლებიც ზემოდან დაფარულია სუსტი გრუნტების მძლავრი ფენით, ხშირად ჩვენს პირობებში მიმართავენ კომბინირებულ ხიმინჯებს, დიდი ზომიდან მცირე ზომის ხიმინჯებზე გადასვლით, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ხიმინჯის ადგილზე სიგრძეების დაზუსტების შემდეგ, როგორც ეს განხორციელდა ქ. თბილისში რამდენიმე ობიექტზე, მათ შორის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიმდებარე ფერდობზე მრავალსართულიანი სახლის ფუძის გაძლიერებისათვის (შ.პ.ს. „კონექსი“ მთავარი ინჟინერი კ. ოდიშვილი), ასევე

ჯავახიშვილის სახელობის უნივერსიტეტის მიმდებარე ტერიტორიაზე, გამოყენებულია 1500 მმ დიამეტრის ხიმინჯი, რომელიც ჩაანკერდა ძირითად ქანში სულ მცირე 1 მეტრით. ჩონჩხის (კარკასის) დაბეტონებამდე კარკასის შიგამსრიდან აყოლებდნენ კარკასის პარალელურად  $D=130$  მმ პლასტმასის მილებს, რომლებიც ამოწეული (ამაღლებული) იყო როსტვერკის ზედაპირიდან სულ მცირე 0.5-1.0 მეტრამდე, რათა დიდი დიამეტრის ხიმინჯის დაბეტონების შემდეგ შესაძლებელი ყოფილიყო დაბეტონებული დიდი დიამეტრის ჩონჩხში (კარკასში) ჩატანებული პლასტმასის მილის ჩაბურღვა 8 მეტრამდე, რაც იძლევა დიდ ეკონომიურ ეფექტს და დიდი დიამეტრით ბურღვა, რაც შეიცვალა რამდენიმე 130 მმ მილებით გაბურღვით სასურველ სიღრმემდე ძირითად ბაზამდე დაყვანით იხილეთ სურათებზე.



სურ. 9.22. 1500 მმ ჭაბურღილისთვის ჩონჩხის (კარკასის) მომზადება.



9. 23. დაბეტონებისთვის გამზადებული ბურღილი.



სურ. 9.24. 1500 მმ ჭაბურღილში 130 მმ ბურღილის ჩაყოლებების პროცესი.



სურ. 9.25. 130 მმ ბურღილების გადაბურღვა 1500 ჭაბურღილში.



სურ. 9.26. როსტვერკის ყალიბის მოწყობის პროცესი დაბეტონებამდე.



სურ. 9.27. გამზადებული როსტვერკი 1500 მმ დიამეტრის და 130 მმ დიამეტრის ბურღილებით.

§7 შენობა-ნაგებობის საძირკვლის გაანგარიშების ინჟინრული მეთოდი

ნაბურღინიექციური ხიმინჯების წინასწარი ზომები (დიამეტრი და სიგრძე) დგინდება სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებიდან, დატვირთვისგან, რომელიც უნდა აიტანოს ხიმინჯმა, მისი ზიდვისუნარიანობა დგინდება 2-02.03-85 ხიმინჯოვანი საძირკვლებიდან.

ნაბურღინიექციური ხიმინჯების ზიდვისუნარიანობა უნდა დაზუსტდეს მისი სტატიკური გამოცდებით ( 56 86-78 საფუძველზე).

ნაბურღინიექციური ხიმინჯების სტატიკური გამოცდით უნდა დადგინდეს: საწყისი სიხისტის კოეფიციენტი  $C_0$ , კნ/მ;

ხიმინჯზე მოსული კრიტიკული დატვირთვა  $P_{კრ}$ , კნ;

ხიმინჯზე მოსული დასაშვები საანგარიშო დატვირთვა  $P^*$ , კნ.

ხიმინჯის სიხისტის კოეფიციენტი  $C_0$  და კრიტიკული დატვირთვა  $P_{კრ}$  გაიანგარიშება ფორმულით (9.1) და (9.2), როგორც წრფის პარამეტრები, აგებული უმცირეს კვადრატთა მეთოდით „ $C_i - P_i$ “ კოორდინატებში (სურ. 9.1 ბ).

$$\sum_{i=1}^k C_i P_i \times \sum_{i=1}^k P_i - \sum_{i=1}^k C_i \times \sum_{i=1}^k P_i^2 \quad ; \quad (9.1)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^k C_i P_i \times \sum_{i=1}^k P_i - \sum_{i=1}^k C_i \times \sum_{i=1}^k P_i^2}{K \sum_{i=1}^k P_i^2 - (\sum_{i=1}^k P_i)^2}$$

$$P_{კრ} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i P_i \times \sum_{i=1}^k P_i - \sum_{i=1}^k C_i \times \sum_{i=1}^k P_i^2}{K \sum_{i=1}^k C_i P_i - \sum_{i=1}^k C_i \times \sum_{i=1}^k P_i} \quad ; \quad (9.2)$$

სადაც  $P_i$  და  $S_i$  არის დატვირთვა და შესაბამისი და სტაბილური დაჯდომა ხიმინჯის  $i$ -ურ საფეხურზე;

$C_i = P_i / S_i$  - სიხისტის კოეფიციენტი ხიმინჯის  $i$ -ურ საფეხურზე;

$k$  - ცდების წერტილთა რიცხვი „ $P_i - S_i$ “.

$C_0$  და  $P_{კრ}$  მნიშვნელობები გამოიყენება ხიმინჯის დაჯდომის  $S$ -ის დამოკიდებულების  $P$ -ით აღწერისათვის (სურ. 9.1 ა).

$$S(P) = C_0 (1 - P/P_{gr}) \quad ; \quad (9.3)$$

ხიმინჯზე დასაშვები საანგარიშო დატვირთვის განსაზღვრისთვის  $P^*$  - გამოცდების შედეგები მუშავდება შემდეგნაირად:

ხიმინჯის დაჯდომა  $S(t)$  უოველ  $P_i$  საფეხურზე დროის ნებისმიერ  $t$  მომენტში დატვირთვის მოდების დასაწყისისთვის გამოითვლება ფორმულით:



$$S(t) = S_0 (t / t_0)^{\psi_i} ; \tag{9.4}$$

სადაც  $S_0$  - ხიმინჯის დაჯდომა  $P_i$  დატვირთვისგან,  $t=2-3$  სთ-ის განმავლობაში;  
 $\psi_i$  - პარამეტრი, მუდმივია ყოველი დატვირთვის საფეხურისთვის, განისაზღვრება  
 გამოცდების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად, ფორმულით:

$$\sum_k \left( t_j - S(t_j) \right)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \lg \frac{t_i}{t_0} \cdot \lg \frac{S(t_i)}{S_0}}{\sum_{i=1}^n \left( \lg \frac{t_i}{t_0} \right)^2}$$

$$\psi = \frac{\sum_{i=1}^n \lg \frac{t_i}{t_0} \cdot \lg \frac{S(t_i)}{S_0}}{\sum_{i=1}^n \left( \lg \frac{t_i}{t_0} \right)^2} ; \tag{9.5}$$

სადაც  $u$  - ცდების რიცხვია წყვილების “ $S(t_j)-t_j$ “.

მნიშვნა: პარამეტრი  $\psi$  არის კუთხური კოეფიციენტი წრფისა კოორდინატებით

$$\psi_i = \lg \frac{t_j}{t_0} \cdot \lg \frac{S(t_j)}{S_0} , \text{ რომელიც გადის კოორდინატთა სათავაზე (სურ. 9.2 ა).}$$

დატვირთვის გაზრდით  $\psi$  პარამეტრის მნიშვნელობები მცირდება (სურ. 9.2 ბ).

$\psi$  პარამეტრის დამოკიდებულება  $P$  დატვირთვაზე აპროქსიმირდება შემდეგი  
 გამოსახულებით (სურ. 9.2 ბ).

$$\psi(P) = \frac{1}{a+bP} ; \tag{9.6}$$

სადაც  $a$  და  $b$  კოეფიციენტები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$1 \left[ \quad \quad \quad \right]$$

$$a = - \sum_{i=k}^z \sum_{i=k}^p P^2 - \sum_{i=k}^z (z P) \times \sum_{i=k}^p P \quad ; \quad (9.7)$$

$$\Delta = \sum_{i=1}^k \left[ \sum_{i=1}^k P_i - \left( \sum_{i=1}^k P_i \right)^2 \right] \quad ; \quad (9.8)$$

$$b = - K \sum_{i=1}^z (z P) - \sum_{i=1}^z z \sum_{i=1}^p \times \sum_{i=1}^p P$$

$$\Delta = K \sum_{i=1}^z P_i^2 - \left( \sum_{i=1}^z P_i \right)^2 \quad ; \quad (9.9)$$

$$Z_i = \frac{1}{\Psi} \quad ; \quad (9.10)$$

K - დატვირთვის საფეხურების რიცხვი, რომლის დროსაც ხიმინჯის დაჯდომა დამოკიდებული დროით არის მიღევადი.

შენიშვნა: კოეფიციენტები a და b არის წრფის პარამეტრები, აგებული იმცირეს კვადრატთა მეთოდით კოორდინატებში “i“ და “ $\frac{1}{\Psi}$ “ (სურ. 9.2 გ).

ხიმინჯის ზღვრულ წინაღობად აიღება  $\Phi_{\text{ზღ.}}$  დატვირთვა, რომელიც იწვევს ნაგებობის ექსპლუატაციის დასასრულს ( $t$  დროის ბოლოს)  $S(t)$  დაჯდომას, რომლის ზოლია საშუალო ზღვრული დასაშვები დაჯდომის  $S_{\text{ზღ.საშ}}$  ცხრილი 18

თავი II-15-74. რიცხვითი მნიშვნელობა  $\Phi_{\text{ზღ.}}$  გამოითვლება ფორმულით:

$$\Phi_{\text{ზღ.}} = \frac{d-a}{b} ; \quad (9.11)$$

$$d = \frac{I_g \frac{T}{t_{\text{ბ.ჯ.}}}}{I_g \frac{S_{\text{ზღ.კრ}}}{S_{\text{ბ.ჯ.}}}} ; \quad (9.12)$$

სადაც  $a$  და  $b$  კოეფიციენტებია, რომლებიც იანგარიშება (9.7) და (9.8) ფორმულებით;  $S_{\text{ბ.ჯ.}}$  - ხიმინჯის დაჯდომა  $t_{\text{ბ.ჯ.}}=2-3$  სთ, მას შემდგომ, რაც მოდებული იქნება ხიმინჯზე ბოლო საფეხურის  $P_{\text{კრ}}$ , რომლის დროსაც ურთიერთკავშირი  $S_b(t)$  არის მიღევადი.

$\Phi_{\text{ზღ.}}$  მნიშვნელობა გამოთვლილი (9.11) ფორმულით არ უნდა აღემატებოდეს  $0.7 P_{\text{კრ}}$  კრიტიკული დატვირთვის გამოთვლილ 9.3-ში (ფორ. 9.2). წინააღმდეგ შემთხვევაში ვიღებთ  $\Phi_{\text{ზღ.}}=0.7 P_{\text{კრ}}$ .

საანგარიშო დატვირთვა, დასაშვები ხიმინჯზე  $P^*$ , კნ, შესაბამისად 2-02.03-85 საფუძველზე.

$$P^* = \frac{m\Phi_{\text{ზღ.}}}{rK_b} ; \quad (9.13)$$

სადაც  $\Phi_{\text{ზღ.}}$  - ზღვრული წინაღობა ბურჯის, რომელიც განისაზრვრება პუნქტ 6.6, კნ;

$m$  - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (აიღება ერთის ზოლად);

$K_r$  - გრუნტის საიმედოობის კოეფიციენტი, აიღება 2-02.03-85-დან;

$K_b$  - საიმედოობის კოეფიციენტი, აიღება 2-02.03-85-დან.

საბურღინიექციური ხიმინჯების რაოდენობა  $n_N$ , რომელიც საჭიროა არსებული საძირკვლის გასაძლიერებლად მასზე მოსული დატვირთვის გადიღებით, იანგარიშება ფორმულით:

$$n_N = \frac{\Delta N}{P_N} - \frac{C_1}{C_{\text{ბნ}} \left(1 - \frac{P_N}{P_{\text{კრ. N}}}\right)} ; \quad (9/14)$$

სადაც  $\Delta N$  - საძირკველზე მოსული დატვირთვის ნაზრდი, კნ;

$P_N$  - დატვირთვა, აღებული ერთ ხიმინჯზე, კნ;

$C_1 = \frac{N_1}{S_1}$  - არსებული საძირკველის სიხისტის კოეფიციენტი, კნ/მ, რომელიც

ტოლია ფარდობის საძირკველზე მოსული ვერტიკალური დატვირთვის  $N_1$  კნ, მის დასტაბილირებულ (საანგარიშო ან გაზომილ) დაჯდომასთან  $S_1$ , მ;

$C_{\text{ბნ}}$  და  $P_{\text{კრ.ნ}}$  - ხიმინჯის საწყისი სიხისტე, კნ/მ და ხიმინჯზე კრიტიკული დატვირთვა, კნ, განისაზღვრება პუნქტ 9.6-ით.

ბუნებრივ ფუძეზე მდებარე საძირკველის გასაძლიერებლად, როდესაც წინასწარ ცნობილია  $n_N$  ხიმინჯების რიცხვი, ერთ ხიმინჯზე მოსული დატვირთვა  $P_n$  განისაზღვრება კვადრატული განტოლების ამოხსნიდან

$$a_1 P_N^2 - a_2 P_N + a_3 = 0 ; \quad (9.15)$$

$$\text{ფორმულით } P_N = \frac{a_2 \pm \sqrt{a_2^2 - 4a_1 a_3}}{2a_1} ; \quad (9.16)$$

სადაც  $a_1 = n_N$ ;

$$a_2 = P \left( \frac{C_1}{C_{\text{ბნ}}} + n \right) + \Delta N ;$$

$$a_3 = \frac{P_{\text{კრ.ნ}}}{C_{\text{ბნ}}} \Delta N$$

$$a_3 = \Delta N \cdot P_{\text{კრ.ნ}}$$

საძირკველის დაჯდომა  $S$ , გაძლიერებული ნაბურღინიექციური ხიმინჯებით დამატებითი  $\Delta N$  დატვირთვისაგან განისაზღვრება ფორმულით:

$$S = \frac{\Delta N}{C_1 + m C_{\text{ბნ}} \left(1 - \frac{P}{P_{\text{კრ.ნ}}}\right)} ; \quad (9.17)$$

ნაბურღინიექციური სიმინჯების რიცხვი  $n_N$ , რომელიც საჭიროა არსებული სიმინჯოვანი საძირკვლის გასაძლიერებლად, მასზე მოსული დატვირთვის გაზრდისას იანგარიშება ფორმულით:

$$n_N = \frac{\frac{\Delta N}{P_6} \left( 1 - \frac{P_6}{P_{კრ.6}} \right) - n_b a \left( 1 - \frac{n_b P_b + \Delta N}{n_b P_{კრ.6}} \right)}{a \left( \frac{1}{1 + P_6 \left( \frac{1}{P_{კრ.6}} - \frac{1}{P_{კრ.6}} \right)} \right)} ; \quad (9.18)$$

სადაც  $\Delta N$  – დატვირთვის ნაზრდი (ხიმინჯოვან საძირკველზე მოსული  $N_b$  დატვისთვასთან შედარებით), კნ;

$P_6$  - მოცემული დატვირთვა ახალ ხიმინჯზე, კნ;

$n_b$  – ხიმინჯების რიცხვი არსებულ საძირკველზე;

$P_b = \frac{N_b}{n_b}$  – არსებული დატვირთვა ხიმინჯზე, კნ;

$P_{კრ.6}$  – კრიტიკული დატვირთვა არსებულ (ძველ) ხიმინჯზე, კნ;

$P_{კრ.6}$  – იგივე ახალ ხიმინჯზე, კნ, განისაზღვრება 9.3 ფორმულით;

$a = C_{0ძვ} / C_{0ახ}$  ;

$C_{0ძვ}$  – საწყისი სიხისტის კოეფიციენტი ძველი ხიმინჯის, კნ/მ;

$C_{0ახ}$  – იგივე ახალი ხიმინჯის, განისაზღვრება პუნქტი 6.3-ით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც დამოკიდებულება „დატვირთვა – დაჯდომას“ შორის არსებული ხიმინჯებისთვის შესაძლებელია ჩაითვალოს წრფივად, მაშინ საჭირო ხიმინჯების რიცხვი ხიმინჯოვანი საძირკვლის გასაძლიერებლად დასაშვებია განისაზღვროს ფორმულით:

$$n_N = \frac{\Delta N}{P_6} - \frac{na}{1 - P_6 P_{კრ.6}} ; \quad (9.19)$$

შენიშვნა: თუ არ გაგვაჩნია ცდებით მიღებული შედეგები დასაშვებია

$P_{კრ.6} = \Phi_{ზღ}$  – საძირკველზე მოსული დატვირთვის ფარდობა, მის საანგარიშოდ ან დაკვირვებებზე მიღებულ პროგნოზირებულ დაჯდომასთან.

ხიმინჯოვანი საძირკვლის გასაძლიერებლად, როდესაც ცნობილია  $n_N$  ხიმინჯების რიცხვი, დატვირთვა მოსული ერთ ხიმინჯზე  $P_N$  განისაზღვრება კვადრატული განტოლებიდან:

$$b_1 P_N^2 - b_2 P_N + b_3 = 0 ; \quad (9.20)$$

ფორმულით

$$P_N = \frac{b_2 \pm \sqrt{b^2 - 4b_1 b_3}}{2b_1} ; \quad (9.21)$$

სადაც  $b_1 = n_N \left( \frac{1}{P_{კრ.ბ}} - \frac{a}{P_{კრ.ბ}} \right) ;$

$$b_2 = n_N + n_b a \left( 1 - \frac{n_b P_b + \Delta N}{n_b P_{კრ.ბ}} \right) + \frac{\Delta N}{P_{კრ.ბ}} ;$$

ერთ სიმინჯზე მოსული დატვირთვის ნაზრდი  $\Delta P_b$ , არსებული საძირკვლის ნაბურღინიექციური სიმინჯებით გაძლიერებისას განისაზღვრა ფორმულით:

$$\Delta P_b = \frac{\Delta N - n_b P_b}{n_b} ; \quad (9.22)$$

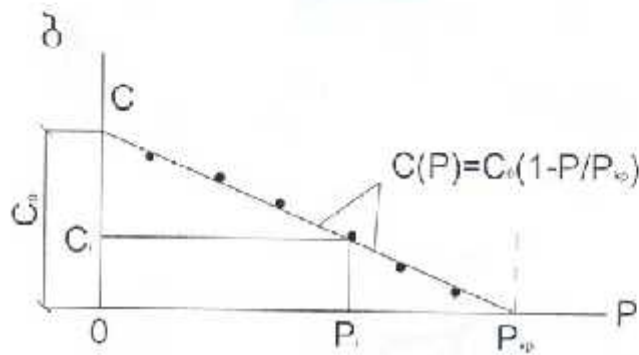
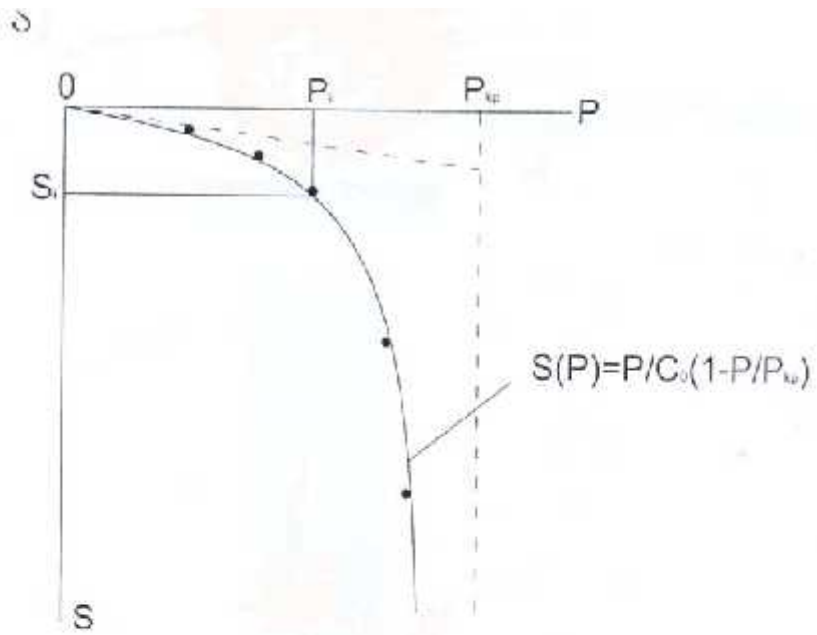
სიმინჯოვანი საძირკვლის გაძლიერებული ნაბურღინიექციური სიმინჯებით დაჯდომა S, დამატებითი დატვირთვისგან  $\Delta N$  განისაზღვრება ფორმულით;

$$S = \frac{\Delta N}{n_c C_{oc} \left( 1 - \frac{P_c + \Delta P_c}{P_{კრ.ც}} \right) + n_h} ; \quad (9.23)$$

სადაც  $\Delta P_c$  – განისაზღვრება 9.14 ფორმულით.

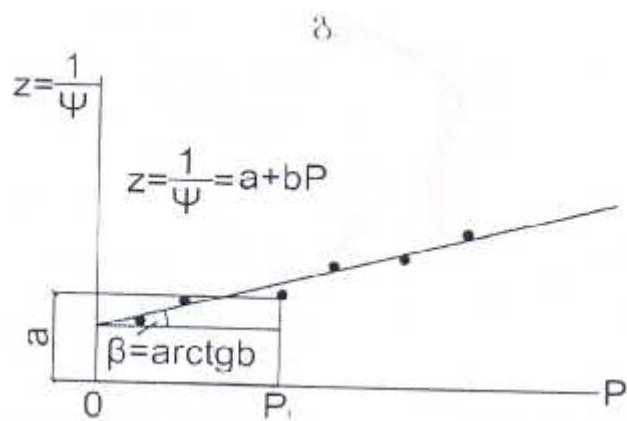
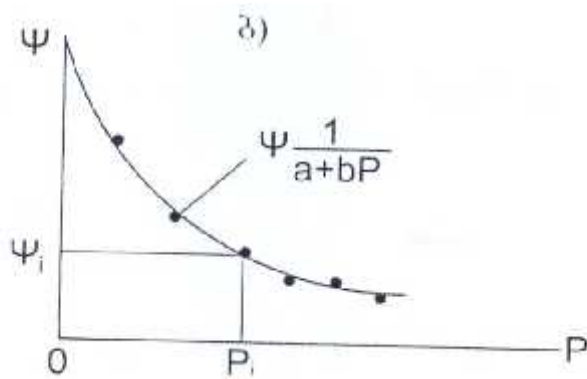
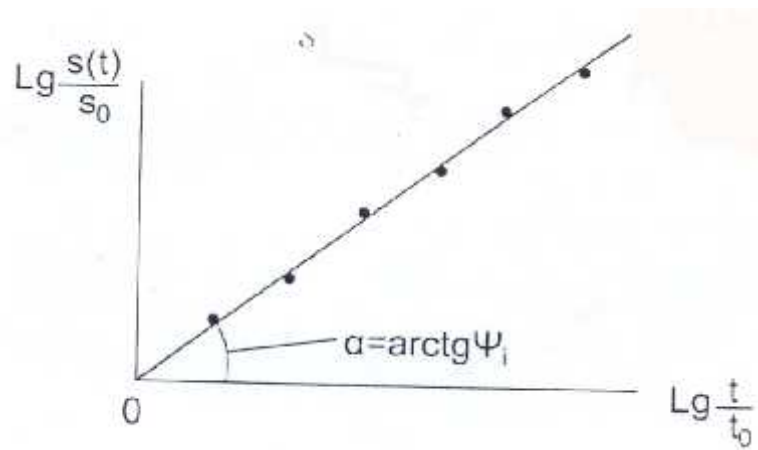
წრფივი დამოკიდებულებისას „დატვირთვა-დაჯდომას“ შორის არსებული სიმინჯისათვის დაჯდომა დასაშვებია გამოითვალოს ფორმულით:

$$S = \frac{\Delta N}{n_c C_{oc} + n_H C_{0H} \left( 1 - \frac{PH}{P_{კრ.ჰ}} \right)} ; \quad (9.24)$$

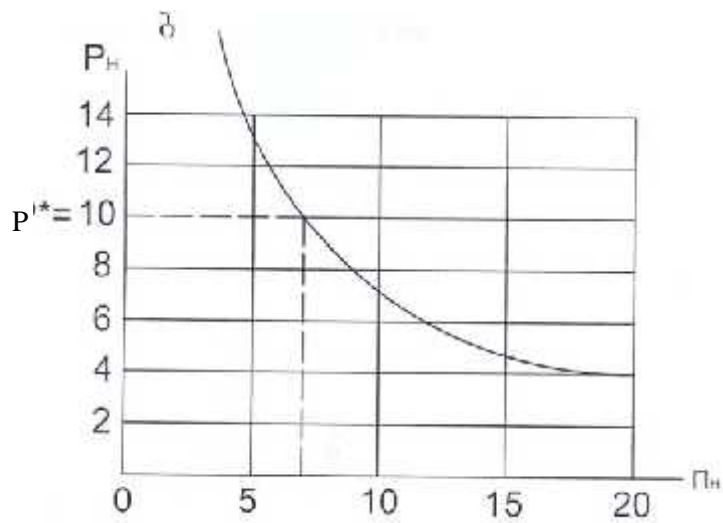
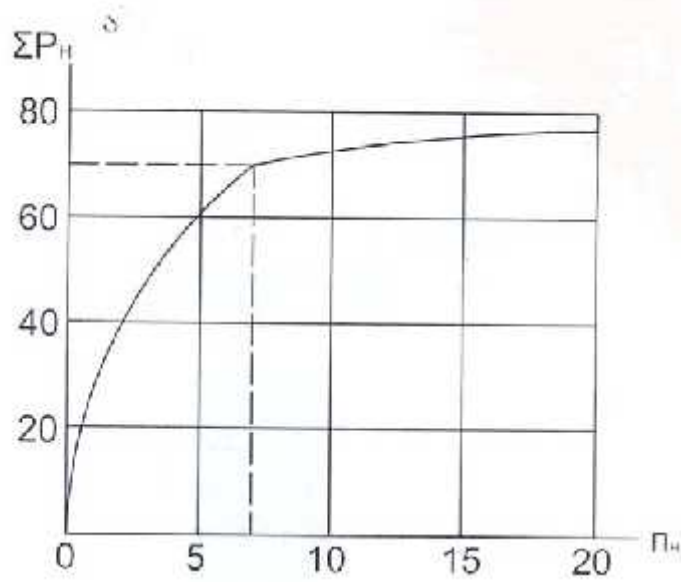


სურ. 9.28 გრაფიკული დამოკიდებულების დაჯდომისა (a) და სხისტის კოეფიციენტს (b) და სტატიკურ დატვირთვას შორის.





სურ. 9.29 გრაფიკები  $\Phi(P)$  პარამეტრის განსაზღვრისათვის.



სურ. 9.30 ახალი ხიმინჯების მიერ ჯამური დატვირთვასა  $\Sigma P_n$  (a) და დატვირთვას მოსულს ერთ ხიმიჯზე (b) დამოკიდებულების გრაფიკები საბურღ-ინიექციური ხიმინჯების რიცხვს შორის.

აუცილებელია საბურღ-ინიექციური ხიმინჯების რიცხვი განისაზღვროს ფორმულით (9.14), როცა  $P=P^*$

$$n_N = \frac{0.8}{0.1} - \frac{25}{50(1-0.1/0.2)} = 8 - 1 = 7$$

დამატებითი დაჯდომა გაძლიერებული საძირკვლის  $\Delta N=800$  კნ დატვირთვისგან, როცა  $n_6=7$  და  $P^*=100$ კნ, გამოითვლება (9.17) ფორმულით

$$S = \frac{0.8}{25 + 7 \times 50(1 - 0.5)} = 0.048 = 48\text{მ}$$

ავაგოთ დამოკიდებულების გრაფიკები დატვირთვით ერთ ხიმინჯზე  $P$  და ჯამური დატვირთვის  $P$ -ს და ხიმინჯების რაოდენობის  $n_6$  შორის ფორმულით (9.15). ამ შემთხვევაში მოცემული განტოლების კოეფიციენტები ტოლი იქნება:  $a_1=$ ;  $a_2=0.2(0.5+n_6)+0.8=0.9+0.2n_6$ ;  $a_3=0.8 \times 0.2=0.16$ .

მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში და სურ. 9.3-ზე.

$n_6$	3	5	8	10	15	20
$a_2$ , კნ						
$P_6$ , კნ						
$P_6$ , კნ						

9.13 ფორმულის თანახმად ერთ ნაბურღინიექციურ ხიმინჯზე მოსულ დატვირთვას ვსაზღვრავთ (9.20) განტოლებიდან. განვსაზღვროთ წინასწარ კოეფიციენტები:

$$b_1 = 10 \left( \frac{1}{0.2} - \frac{1}{0.2} \right) = 0$$

$$b_2 = 10 + 10 \cdot 1 \left( 1 - \frac{10 \cdot 0.1 + 1}{10 \cdot 0.2} \right) + \frac{1}{0.2} = 15$$

$$b_3=1$$

მაშინ განტოლება (9.20) მიიღებს სახეს:  $-15P_6+1=0$ , აქედან  $P_6=0.067\text{მნ}=6$ ; ჯამური დატვირთვა მოსული ხიმინჯზე  $P_6=10 \times 0.067=0.67\text{მნ}$ .

ძველ ხიმინჯზე მოსული დატვირთვის ნაზრდი განისაზღვრება (9.22) ფორმულით:

$$\Delta P_b = \frac{1-10 \times 0.067}{10} = 0.033\text{მნ} = 33\text{კნ}$$

ე. ი. ჯამური დატვირთვა ძველ ხიმინჯზე ტოლია  $0.1+0.033=0.133\text{მნ}=13.3\text{კნ}$ .

ჯამური დატვირთვა, რომელსაც იღებს თავის თავზე გაძლიერებული საძირკველი ტოლია  $10 \times 0.067 + 10 + 0.133 = 2.086$ . გაძლიერებული საძირკველის ჩაჯდომა დამატებითი დატვირთვისგან განისაზღვრება (9.23) ფორმულით:

$$S = \frac{1}{10 \cdot 50 \left(1 - \frac{1+0.033}{0.2}\right) + 10 \cdot 50 \left(1 - \frac{0.1}{0.2}\right)} = 0.00248 = 2.48\text{მ}.$$

## X თავი

### შენობაზე მიშენება, დაშენება და შენობის გადაადგილება

#### §1. მიშენება, გადაადგილება და შენობის აწევა

მიშენება შეიძლება განხილული იქნეს როგორც დიდ არსებულ შენობაზე დანამატი, ისე როგორც მცირე მოცულობის ძველი შენობების ჩართვა ახალ სამშენებლო კომპლექსში.

მიშენება შეიძლება იყოს არსებული შენობის გაგრძელება ახალი პარალელური კედლების ამოყვანის გარეშე. ზოგჯერ ეწეობა პარალელური კედლები, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც მისაშენებელი შენობა უნდა იყოს არსებულზე მაღალი.

ერთ-ერთ ძირითად კონსტრუქციულ ამოცანას დაპროექტებისას წარმოადგენს ძველი შენობის კედლების და საძირკვლების მიბჯენის (ძირთვის) გადაწყვეტილების მიღება.

მშენებლობის დაწყებამდე არსებულ და ახალ შენობათა შორის საძირკვლების გამიჯვნა (გამოყოფა) ხდება საშორისის ფიცრის – შპუნტოვანი რიგის – მეკრივად მიბჯენით. ახალი საძირკვლის ფუძე (ძირი) უნდა განლაგდეს არსებული საძირკვლის ღონეზე.

აღნიშნული კონსტრუქცია დასაშვებია, როდესაც არსებული შენობის საძირკველი ჩვეულებრივი, სიმეტრიული კვეთისაა. აქ შესაძლებელია მისაშენებელი განაპირა კედელი განლაგდეს კონსოლის კოჭზე, რომლის სიგრძე განისაზღვრება არსებული საძირკვლის ზომებიდან გამომდინარე (სურ. 10.1 ა). თუ მინაშენისათვის გათვალისწინებულია ახალი საკუთარი კედელი, ამ შემთხვევაში მას უნდა გაუკეთდეს კონსოლური ფილა ან კოჭებიანი საყრდენი კონტური. იმ შემთხვევაში, როდესაც მიშენების საძირკველი ჩაღრმავდება (ჩაიყრება) არსებული შენობის საძირკვლის უფრო ღრმად ახალი საძირკვლის ნაპირი (წიბო) უნდა განლაგდეს გრუნტის მუშაობის პირობიდან გამომდინარე – 30<sup>0</sup>-იანი კუთხით არსებული საძირკვლის ნაპირიდან (წიბოდან) (სურ. 10.1 ბ). ამ შემთხვევაში გადახურვის ბიჯის ბოლოები ერთი მხრიდან ეყრდნობა არსებული შენობის კედელს და მას საძირკველი არ უკეთდება. მინაშენი კედლის არსებულ კედელთან საიმედო შეუღლებისთვის იყენებენ სრიალა ტიპის ნაკერებს (სურ. 10.1 გ), ვინაიდან ნაკერი შეუღლების ადგილებში ხშირად იხსნება და შემდგომში მათი აღმოფხვრა რთულია და ნაკლებად ეფექტური.

საერთოდ შენობაზე მინაშენის ამოყვანისას ხშირად საჭირო ხდება გადაწევის სხვადასხვაგვარი საინჟინრო საკითხი, რაც ზოგჯერ თითქოსდა უმნიშვნელოა, თუმცა შეიძლება შესამჩნევი ზეგავლენა მოახდინოს როგორც არსებულ, ისე მინაშენის სიმტკიცესა და მდგრადობაზე.

შენობის გადაადგილება, აწევა და მისი ახალ საძირკველზე დადგმა შესაძლებელია.

გადაადგილებას მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც შენობა ისტორიული ღირებულებისაა და საჭიროა მისი შენარჩუნება, მაგრამ ამავე დროს მისი ადგილმდებარეობის შეცვლა ქალაქმშენებლობის ან სხვა პირობიდან გამომდინარე.

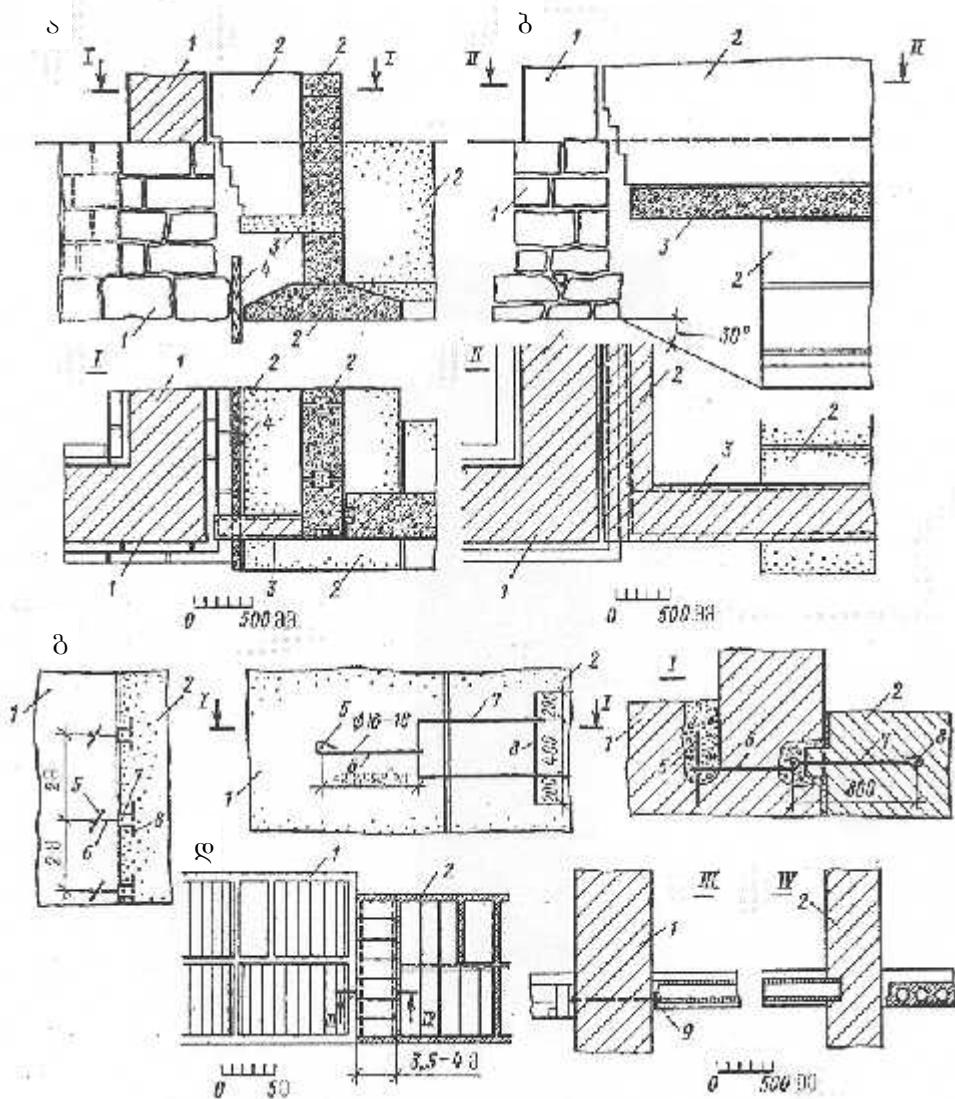
ქუჩის გაფართოებასთან დაკავშირებით თბილისში მარჯანიშვილის სახელობის თეატრის გადაადგილების საკითხი დგას. მოსკოვში ყოფილი გორკის ქუჩის გაფართოებასთან დაკავშირებით გადაადგილებული იქნა 9 შენობა 25 ათასი ტონა მასით 49.8 მეტრ მანძილზე (სურ. 10.2). ასევე, გადაადგილებული იქნა მოსკოვის საქალაქო საბჭოს შენობა. მოსკოვში სადოვსკის ქუჩის კუთხეში არსებული შენობა ადგილზე იქნა მობრუნებული და შემდგომ გადაადგილებული, რომელიც აღმოჩნდა 1 სართულით მაღალი მიწის დაბალი ნიშნულის გამო, რისთვისაც საჭირო შეიქნა სართულის დაშენება. შენობათა გადაადგილების სიჩქარე საერთოდ 8-20 მ/სთ-შია და გადაადგილების დრო 100 მეტრზე რამდენიმე სამუშაო საათია.

გარდა ქალაქმშენებლობის მოთხოვნისა, შენობის გადაადგილებას სხვა შემთხვევაშიც მიმართავენ. მაგალითად, ჩეხეთში ძველი ქალაქის უბანში აღმოჩენილ იქნა ქვანახშირის დიდი საბადო. მისი ათვისებისთვის საჭირო შეიქნა ძველი შენობა-ნაგებობების გადაადგილება. მაგალითად, ერთ-ერთი ძვირადღირებული ნაგებობა გადაადგილებული იქნა დაახლოებით 1 კილომეტრზე.

ტექნიკური თვალსაზრისით შედარებით მარტივად სრულდება შენობის გადაადგილება პირდაპირი კაპიტალური კედლების თანხვედნილი მიმართულებით და შენობის მცირე გვერდის მიმართულებით მოძრაობისას. ამ შემთხვევაში გადაადგილების მანძილი და გადაადგილებისათვის საჭირო მოწყობილობა არის შედარებით მარტივი და იაფი.

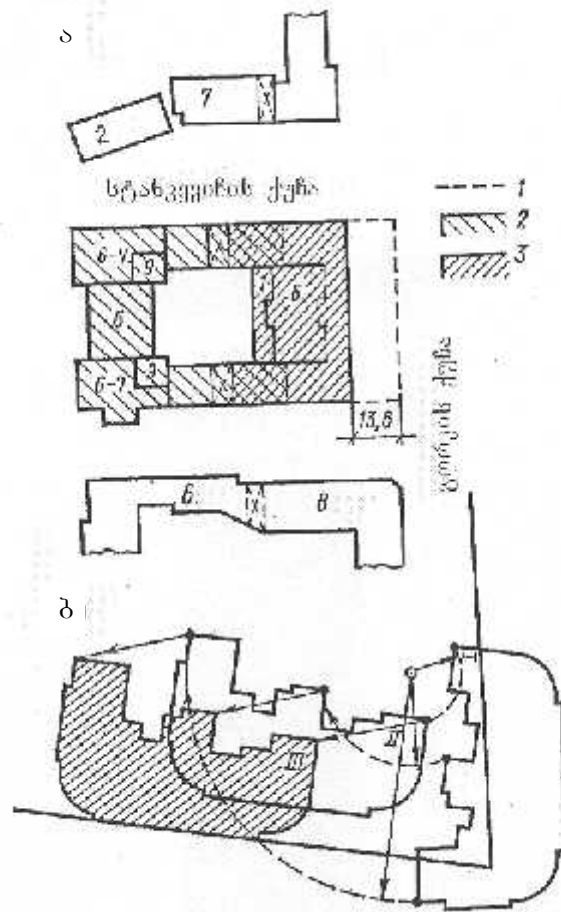
შედარებით რთულია შენობის გადაადგილება გრძივი კედლის გასწვრივი მიმართულებით, რაც ითხოვს დამატებითი ღონისძიებების გატარებას (სურ. 10.3 ა). რა თქმა უნდა, კიდევ უფრო რთულდება შენობის გადაადგილება ირიბი (აღმაცერი) მიმართულებით და მობრუნების შემთხვევაში (სურ. 10.3 ბ).

შენობათა გადაადგილების კონსტრუქციული გადაწყვეტის პრინციპი ნახვენებია 10.3 სურათზე. შენობა მოიჭრება საძირკვიდან გადაჭრის დონეზე და დამაგრდება ლითონის ორტესებრი კოჭოვანი სარტყელებით. კედლები, რომელთა დერძი ემთხვევა მოძრაობის მიმართულებას, ეყრდნობა განივ კოჭებს. შენობის გადაადგილების მიმართულებით ლიანდაგზე მოძრავ საგორავებზე მოწყობილია კოჭები.



სურ. 10.1 კონსტრუქციული გადაწყვეტა შენობის მიშენებისას

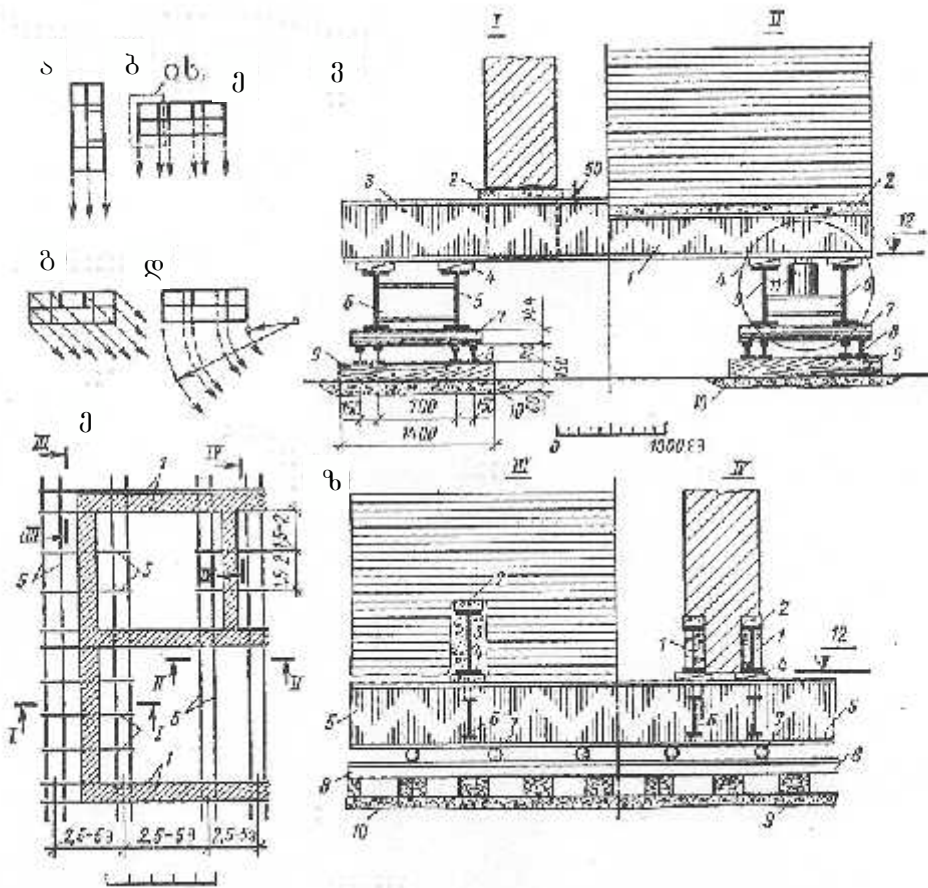
- ა - მინაშენი საძირკვის მიბჯენა ჩაღრმავებით არაუმეტეს არსებულისა;
- ბ - იგივე ახალი საძირკვის უფრო ღრმად ჩაღრმავებისას;
- გ - სრიალა ტიპის ანკერი;
- დ - შემაერთებელი კონსტრუქციულ-გეგმარებითი ბიჯი:
  - 1 - ძველი კონსტრუქციული ელემენტები;
  - 2 - ახალი საძირკვლები და კედლები;
  - 3 - კონსოლური კოჭი ან მიშენების საძირკვის ფილა;
  - 4 - შპუნტების რიგი; 5 - ღუზა; 6 - ბმა; 7 - ჩანგალი; 8 - მანჭვალი;
  - 9 - საყრდენი კუთხოვანა.



სურ. 10.2 მოსკოვში შენობათა გადაადგილების მაგალითები

- ა - მოსკოვის საქალაქო საბჭოს შენობის გადაადგილება და რეკონსტრუქცია;
- ბ - მოსკოვის თვალის სწულებათა საავადმყოფოს გადაადგილება:
  - 1 - მოსკოვის საქალაქო საბჭოს შენობის პირველსაწეისი მდებარეობა;
  - 2 - 1930 წელს მინაშენი;
  - 3 - მინაშენის ნაწილობრივი დაშლა, გასული საუკუნის 40-იან წლებში მინაშენის გადაადგილება და დაშენება;
  - 4 - საავადმყოფოს გადაადგილების I, II და III სტადიები.





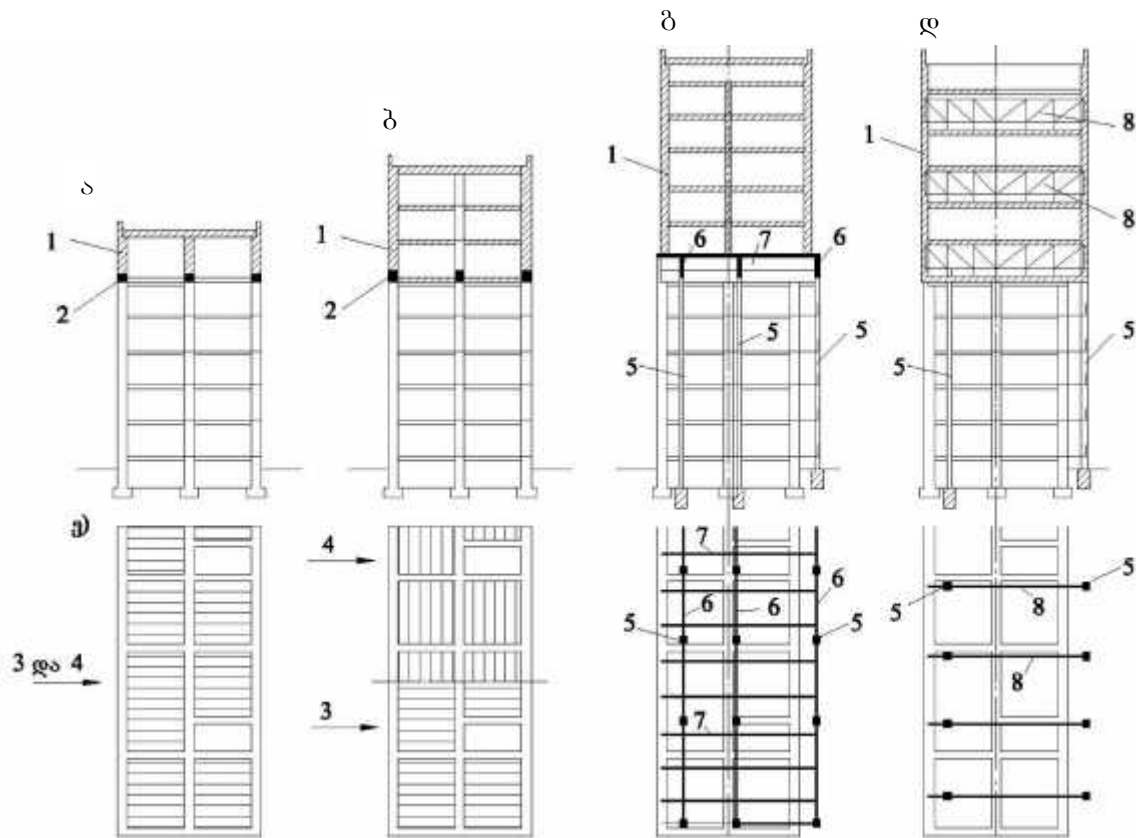
სურ. 10.3 გადაადგილების სახეები და მათი კონსტრუქციული განხორციელება

- ა - შენობის გადაადგილება პირდაპირი მიმართულებით გრძივი ღერძის პარალელურად;
- ბ - იგივე გრძივი მიმართულებით;
- გ - მობრუნებით;
- დ - ჩარჩოს საყრდენი სქემა გადაადგილებისთვის;
- ე - ორი კვეთა მოძრაობის განივი მიმართულებით:
  - 1 - რანდკოჭები N 24÷40; 2 - ფიცარი ქვევებული ამორტიზაციისათვის;
  - 3 - განივი კოჭი N 50÷60; 4 - ლითონის სოლები;
  - 5 - მოძრავი კოჭი N 50÷60; 6 - დიაფრაგმა N 24÷30 ყოველ 2.5÷3.0 მ;
  - 7 - საგორავეები ყოველ 0.7-0.9 მეტრში; 8 - რელსები; 9 - შპალები;
  - 10 - ხრეშოვანი ფუძე; 11 - დომკრატი; 12 - მოჭრის დონე.

## §2 დაშენების სახეები და მათი თავისებურება

დაშენება, ე. ი. შენობის ცალკეული ელემენტის ან მთელი შენობის ამაღლება, სრულდება ექსპლუატაციის პირობიდან გამომდინარე ან ქალაქგანაშენიანების მოთხოვნით. კონსტრუქციული თვალსაზრისით დაშენება

არსებობს სამი სახის: ჩვეულებრივი, კონსტრუქციული სქემის შეცვლით და არადატვირთულით (სურ. 10.4). ჩვეულებრივი დაშენება (სურ. 10.4 ა) – ესაა შენობის 1–2 ან მეტი სართულით ამადლება მისი შიგა სტრუქტურის ძირითადი კედლების და ჩონჩხის შენარჩუნებით, ჩვეულებრივი ტრადიციული მეთოდით მშენებლობისას მათი ფუძე-საძირკვლების მდგომარეობიდან გამომდინარე. აღნიშნულმა დაშენებებმა შესაძლებელია ექსპლუატაციის პერიოდში გამოიწვიოს გრუნტის შემკვრივება, რაც ხშირად საკმარისი მარაგია დაშენებისათვის.



სურ. 10.4 დაშენების სახეები და კონსტრუქციული სქემები

- ა – ჩვეულებრივი დაშენება; ბ – იგივე კონსტრუქციული სქემის შეცვლით; დ – იგივე საქვესართულე კოჭებით (ფერმებით, ჩარჩოთი);
- ე – გეგმების და ჭრილების კონსტრუქციული სქემები:
  - 1 – დასაშენებელი სართულები;
  - 2 – სიხისტის სარტყელი კედლებზე;
  - 3 – შენობაში არსებული გადახურვის სქემები;
  - 4 – დასაშენებელ სართულებში გადახურვის სქემები;
  - 5 – ზედნაშენის სვეტი (კოლონა);
  - 6 – ფუძე-ბაჟნის ძირითადი კოჭები;
  - 7 – მეორეხარისხოვანი კოჭები;
  - 8 – დასაშენებელი სართულების კედელ-კოჭები.

დაშენებისას შენობის კონსტრუქციული სქემის შეცვლის შემთხვევაში (სურ. 10.4 ბ) საჭიროა შენობა გათავისუფლდეს დამატებითი დატვირთვისაგან. ე. ი. დასაშენებელი სართულების მასა გადაეცეს არსებული შენობის ძირითად მზიდ და

იმ კონსტრუქციებს, რომლებიც არსებულ შენობაში არ არის დატვირთული ან ნაკლებად დატვირთულია. ასეთი სახის დაშენება მიზანშეწონილია მხოლოდ მაშინ, როდესაც მოცემული მოცულობის მშენებლობა არ შეიძლება განხორციელდეს ჩვეულებრივი მეთოდით, რაც დასაბუთებული უნდა იყოს შენობა-ნაგებობათა პროექტის მომზადებისას.

10.4 გ სურათზე ნაჩვენებია შენობის გადახურვის სქემის მაგალითი, რაც გათვალისწინებულია შენობაზე დაშენებისას. აქ გადახურვებიდან დატვირთვებს იღებს შენობის მზიდი გრძივი კედლები, ხოლო დამატებითი სართულების გადახურვებით გამოწვეული დატვირთვა გადაეცემა განივ კედლებს.

მაშასადამე, დაშენების მასის გადანაწილება ხდება შედარებით თანაბრად: სხვა კონსტრუქციული სქემის შემთხვევაში შენობისათვის უნდა გამოიძებნოს სართულების დაშენების კონსტრუქციული სქემის სხვა ვარიანტი. დაშენებისას კონსტრუქციული სქემის შეცვლა საშუალებას იძლევა არსებულ შენობას დავაშენოთ 3–4 სართული.

არადატვირთული დაშენება, როგორც თვით დასახელება მიგვითითებს, შეიძლება ნებისმიერ შენობაზე და ნებისმიერი სიმაღლის, რაზეც ჩვენი ქვეყნის შემთხვევაში, საკმარისზე მეტი მაგალითები გვაქვს. მაგალითად, თბილისის პირობებში: კ. გამსახურდიას, ა. ყაზბეგის, საბურთალოს, ნუცუბიძის ქუჩები და ბევრი სხვა, სადაც შენობის შიგა გეგმარები მთლიანად შეიცვალა, ვინაიდან არ პასუხობს თანამედროვე მოთხოვნათა ნორმებს. განაშენიანებულ კვარტლებში და ქუჩებზე კიდევაც დაბალსართულიანი ცალკეული შენობები, რომელთა სართულიანობა სასურველზე დაბალია და ამახინჯებს ქუჩის ან კვარტლის იერ-სახეს. ე. ი. არ უპასუხებს ქალაქგანაშენიანების მოთხოვნებს, რისთვისაც საჭიროა გაიზარდოს შენობის სიმაღლე, რიგ შემთხვევაში რამდენიმე სართულითაც კი, როგორც გაკეთდა საბურთალოს და ა. ყაზბეგის ქუჩებზე. მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს არადატვირთული დაშენების სქემა. კონსტრუქციული არადატვირთული სქემით დაშენების შემთხვევაში, იგი წარმოდგენილია ახალი საყრდენების ან სხვა მზიდი დასაშენებელი შენობის ელემენტებისგან, რომლებიც ეფუძნება საკუთარ საძირკვლებს.

ეს მზიდი კონსტრუქციები შეიძლება განლაგდეს როგორც არსებული შენობის შიგა გაბარიტების მხრიდან, ისე მის გარეთა პერიმეტრზე. საძირკვლების სირთულიდან გამომდინარე, დამატებითი საყრდენები სასურველია განლაგდეს უფრო დიდი დაშორებით, ვიდრე ახალი მშენებლობისას. ბევრ შემთხვევაში საძირკვლები ემიჯნება მონოლითური ბეტონის მასივის ან დასატენი ხიმინჯების

სახით, ვინაიდან მსხვილგანზომილებიანი ელემენტების გამოყენება ყოველთვის შეუძლებელია.

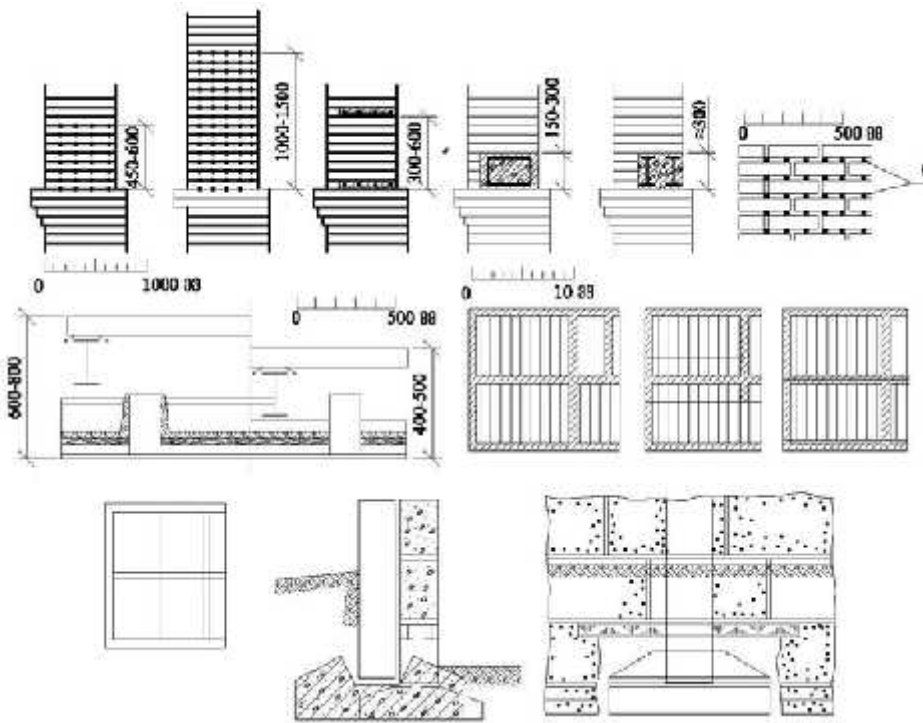
დაშენებული სართულების გეგმა და კონსტრუქციები შეიძლება სრულიად განსხვავებული იყოს არსებული შენობისგან, რამდენადაც ისინი დამოკიდებულია მხოლოდ მზიდი კონსტრუქციების ან არადატვირთული ჩონჩხის (კარკასის) დანაშენიანებაზე.

დანაშენიანების სართულების ჩონჩხს (კარკასს) აქვს ორი კონსტრუქციული ვარიანტი. შესაძლებელია მოეწყოს ფუძე-ბაქანი (მაგიდა), რომელზედაც ახალ სართულებს შეიძლება ჰქონდეს ნებისმიერი კონსტრუქციული გადაწყვეტა. შესაძლოა ასევე ყოველ სართულზე ან სართულგამოშვებით მოეწყოს მზიდი ელემენტები კოჭების (ფერმები, ჩარჩოები) სახით დასაშენებელი კოლონების (სვეტები) თავზე. ამის მკაფიო მაგალითია აშშ-ს ქალაქ ნიუ-იორკში ცენტრალური რკინიგზის ვაგზალი (არქიტექტურულ-ისტორიული ძეგლი). მასზე დააშენეს 59 სართული, რომლის საერთო სიმაღლეა 244 მეტრი.

### §3 დასაშენებელი შენობების შესახებ კონსტრუქციულ გადაწყვეტათა თავისებურება

ქვემოთ აღწერილია კონსტრუქციული გადაწყვეტა, რომელიც მიეკუთვნება დასაშენებელ შენობათა შეცვლას ან გაძლიერებისთვის მომზადებას. ასევე ზოგიერთი სახის კონსტრუქციები, რომელიც დამახასიათებელია და უშუალოდ უკავშირდება დაშენების საკითხს. დაშენების საკითხის გადაწყვეტისას აუცილებელია გულდასმით იქნეს შესწავლილი შენობის ტექნიკური მდგომარეობა, მისი კონსტრუქციები, განსაკუთრებით მზიდი, და ასევე ზედა სართული, სხვენის გადახურვა და თვით ჭერი იმდენად, რამდენადაც მასში განლაგდება ბევრი დანადგარი: სავენტილაციო ყუთი, კამერები, გამაფართოებელი აგზი (ბაკი) და მილგაყვანილობა, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს შენობის ამადლებისას (დაშენებისას). აუცილებელია ყურადღებით იქნეს შესწავლილი კედლებში დატანებული ყველა სახის არხი, სავენტილაციო და სხვა კონსტრუქციები, რათა დაშენების შემდეგ ისინი შემთხვევით არ აღმოჩნდნენ ამოქოლილები, რაც ყოველად დაუშვებელია. სასხვენო გადახურვა ჩვეულებრივი დაშენებისას ან კონსტრუქციული სქემის ცვლილებებისას წარმოადგენს გადახურვის შემადგენელ ნაწილს და დასაშენებელი შენობის პირველი სართულის ფუძეს. ამიტომ სასხვენო

გადახურვის გაძლიერება ხშირად საჭირო ხდება, რათა აიტანოს მასზე დადგმული სართულის – იატაკის კონსტრუქციის, ტიხრების, ავეჯის და სხვა დატვირთვები.



სურ. 10.5 კონსტრუქციული თავისებურება და დაშენების კვანძები:

- ა – სხვადასხვა სახის ხისტი სარტყელები;
- ბ – არმირების დეტალები;
- გ – პირველი დაშენებული სართულის იატაკის გადახურვის ორი ვარიანტი არსებულის შენარჩუნებით;
- დ – არსებული კონსტრუქციული სქემა;
- ე – გარკვეული ნაწილი დატვირთვებისა გადაცემა არადატვირთულ განივ კედლებს;
- ვ – მთლიანი დატვირთვების გადაცემა;
- ზ – ახალი საყრდენების შემოტანა კედლების განტვირთვისათვის;
- თ – საძირკველი ახალი საყრდენებისთვის;
  - 1 – სარდაფის ძველი კედელი;
  - 2 – საძირკველის და კედლის დაშლის ადგილი;
  - 3 – საძირკველებში ღიობის გადამკეტი კოჭი;
  - 4 – საძირკველი სვეტის (კოლონის) ქვეშ;
  - 5 – სვეტები (კოლონები).

გადახურვას აძლიერებენ ადრე აღწერილი მეთოდებით, ხშირად რთული პირობების შემთხვევაში იღებენ სპეციალურ გადაწყვეტილებებს.

საჭირო ხდება დასაშენებელი სართულის იატაკი დაეყრდნოს სპეციალურად დაწყობილ კოჭებზე, არსებულის შეუცვლელად. ასეთი კონსტრუქციის შემთხვევაში გადახურვა საგრძნობლად იზრდება, რაც არასასურველია, ვინაიდან რთულდება კიბის კონსტრუქცია. დაუსაბუთებლად იზრდება შენობის გასათბობი მოცულობა და წარმოიქმნება დიდი მანძილი ფანჯრებს შორის ორ მომიჯნავე ვერტიკალურ სართულს შორის, რაც ესთეტიკურად არასასურველია.

ახალი კოჭების ჩაწობა სასურველია შეძლებისდაგვარად დაბლა, რისთვისაც მათ განალაგებენ ძველ კოჭებს შორის და იღებენ ან ამცირებენ სასხვენო გადახურვის დათბუნებას. ჩვეულებრივი სახის დაშენებისას რიგ შემთხვევაში მიზანშეწონილია შენარჩუნებული იქნეს სახურავის კონსტრუქცია. მაგალითად, ქ. თბილისში განხორციელებული იქნა დიდი რაოდენობით დაშენება ერთი სართულის ოდენობით (ნუცუბიძის, ქავთარაძის და სხვა ქუჩებზე). დაშენების შემთხვევაში, კედლების ამოყვანის პარალელურად სახურავი იწოდა დომკრატების მეშვეობით. ჩვეულებრივი დაშენების შემთხვევაში და კონსტრუქციული სქემით აუცილებლად გასათვალისწინებელია სარტყლის მოწყობა ყველა ძველ კედელზე ჩონჩხის სიხისტის გაზრდის მიზნით, რათა თანაბრად გადაეცეს დატვირთვა სართულის დაშენებისას. კედლების წყობის ხარისხიდან გამომდინარე, სარტყლის ვერტიკალურ ზომად მიღება დაბალი სიხისტის შემთხვევაში, აგურის წყობის 6-8 რიგი 10 მმ დიამეტრის არმატურის ღეროების გამოყენებით.

მაღალი სიხისტის შემთხვევაში იყენებენ იგივე კონსტრუქციას. ოღონდ სართულის სიმაღლედ მიიღება აგურის წყობის 13-20 რიგი. საჭიროა გაანგარიშებით შემოწმდეს კედლების თბოიზოლაცია. შენობის რეკონსტრუქციის მიზანია, რომ შენარჩუნებული იქნეს როგორც წარსულის კვალი, ისე მატერიალური ღირებულება. მიუხედავად იმისა, რომ მხატვრული ხარისხი შეიძლება თანამედროვე თვალთახედვით არაღირებული მოგვეჩვენოს და შესაძლოა სადავოც კი აღმოჩნდეს.

რეკონსტრუქციის არანაკლებ სერიოზულ ამოცანას წარმოადგენს მისი ფონდირება და ტექნიკური მდგომარეობა, რისთვისაც საჭიროა შესრულებული იქნეს პრაქტიკული სამშენებლო სარემონტო სამუშაოები და გამოძებნილი იქნეს ახალი მოწინავე ტექნიკური გადაწყვეტილებები. მაშასადამე, ფრთხილი მიდგომა არსებული სამშენებლო ფონდის მიმართ წარმოადგენს სერიოზულ პატრიოტულ ამოცანას, რომელიც უნდა გადაწყდეს ტექნიკურად სრულყოფილად და ეკონომიკურად დასაბუთებული მეთოდებით.

## XI თავი

### შენობის მიწისზედა კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერება

მშენებლობის პრაქტიკაში ცნობილია შენობა-ნაგებობათა არათანაბარი ჩაჯდომის და რღვევის საკმარისზე მეტი შემთხვევა. მათი გამოკვლევისას ვრწმუნდებით, რომ რიგ შემთხვევებში ამის მიზეზია პროექტირებისას და აგება-მონტაჟისას დაშვებული შეცდომები. ზოგჯერ იგი განპირობებულია სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების დაბალი ხარისხით, დაშვებული ცდომილებებითა და უზუსტობებით. ხშირად შენობა-ნაგებობათა მნიშვნელოვანი დეფორმაციები და ავარიები გამოწვეულია სამშენებლო მოედნის უხარისხო საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგად.

შენობა-ნაგებობების დეფორმაციათა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შენობების ზედნაშენი კონსტრუქციების გაძლიერება-გამაგრების მეთოდის შერჩევა უმეტესწილად დამოკიდებულია მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური (გრუნტის თვისებების) შესწავლის ხარისხზე; მათზე მოქმედი დატვირთვების სიდიდესა და ხასიათზე; არსებული საძირკვლებისა და მზიდი ელემენტების კონსტრუქციების მდგომარეობაზე (შენახულობა); მუშაობის საწარმოო მეთოდსა და გამოყენებული დანადგარების ხარისხზე. პრაქტიკამ დაგვანახვა, რომ განსაკუთრებით საშიში დეფორმაციები წარმოიშობა ძველ შენობა-ნაგებობებში, სადაც არაა გათვალისწინებული მოსალოდნელი არათანაბარი დაჯდომის განვითარება, რის გამოც შენობას აღენიშნება მრავალრიცხოვანი დეფექტი. ისინი ასუსტებენ შენობის მზიდ კონსტრუქციებს: დგარებს, კედლებს, გადახურვებსა და კიბის უჯრედებს, რის გამოც ვითარდება მარშების დაძვრა, ღიობების და კედლების ვერტიკალიდან გადახრა და სხვა.

დაზიანების თავისებურებისა და ხასიათიდან გამომდინარე, ესა თუ ის კონსტრუქციული ღონისძიება უზრუნველყოფს არსებული შენობის ექსპლუატაციისათვის ვარგისიანობას და მის ხანგრძლივობას.

გამაფრთხილებელ ანუ წინმსწრებ დამზღვევ გადაწყვეტას მიმართავენ მიმდინარე სამუშაო ტექნოლოგიური პროცესების უწყვეტობისათვის, ასევე სარემონტო და საავარიო სიტუაციების წარმოქმნისას.

კონსტრუქციების გაძლიერება შეიძლება შესრულდეს დროებითი გამაფრთხილებელი (წინმსწრები) და მუდმივი სქემით. კონსტრუქციების დროებითი სქემით გამაგრება-გაძლიერებას მიმართავენ შენობის ავარიული დაზიანებიდან დეფორმაციის ხანგრძლივად მიმდინარეობის შემთხვევაში. დეფორმაციის

სტაბილიზაციის შესაბამისად დროებითი გამაგრების ღონისძიება იცვლება მუდმივით.

კონსტრუქციების გაძლიერება როგორც მაფრთხილებელი (წინმსწრები), ისე აღდგენითი (მუდმივი), სრულდება შენობა-ნაგებობების ელემენტების მზიდუნარიანობის ამაღლებით ან შენობა-ნაგებობათა სივრცითი კონსტრუქციული სქემის შეცვლით, ან კიდევ სიხისტის და სიმტკიცის გაზრდით.

დღესდღეობით დამუშავებული და პრაქტიკაში გამოყენებულია შენობის ექსპლუატაციის ხარისხის ამაღლების მრავალრიცხოვანი მეთოდი.

ერთ-ერთი მეთოდი აგურის კედლების შემთხვევაში ითვალისწინებს ზედნაშენის (საძირკვლის ზედა ნაწილის) კონსტრუქციების, შუაკედლების გამაგრებას ზედნადების და დაძაბული სარტყლების საშუალებით, ან განმტვირთავი კოჭების, ჩანგალ-მჭიმების მოწყობით და ა.შ. მეორე მეთოდით ფუძის მზიდუნარიანობის ასამაღლებლად კი მიმართავენ საძირკვლის გაფართოებით ან მისი ჩაღრმავებით შენობის კედლების ქვეშ დანატენი ან ნაბურღინიექციური ხიმინჯების შედგმით, ასევე არსებული ხიმინჯების ჩაწნეხით, მათი სიგრძის გაზრდის მიზნით, რათა ხიმინჯი დავიდეს მტკიცე ძირითად ქანამდე. აღნიშნული მეთოდით იქნა გაძლიერებული გამსახურდიას და საბურთალოს ქუჩის კუთხეში ყოფილი საკომისიო მაღაზიის შენობის საძირკველი (სამუშაოთა მწარმოებელი ინჟინერი ვ. დანელია).

ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტების გაძლიერებამდე საჭიროა მათი განტვირთვა დროებითი საყრდენების მოწყობით. აქ ხშირად უშვებენ შეცდომებს. დატვირთვა დეფორმირებული კონსტრუქციიდან მთლიანად გადაეცემა დეფორმირებულ საძირკველს, რითაც ამძიმებს მისი მუშაობის პირობებს, ამიტომ დატვირთვა ისე უნდა გადანაწილდეს, რომ მთლიანად ან ნაწილობრივ განიტვირთოს დეფორმირებული საძირკველი, ე. ი. დატვირთვა გადაეცეს საიმედო ფუძეს, რისთვისაც ეწყობა სპეციალური დროებითი საყრდენები და ბაქნები.

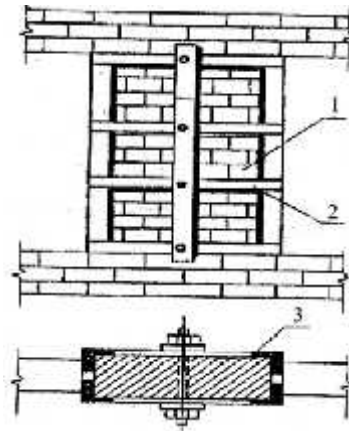
ძირითადი ამოცანის განხორციელებამდე აღნიშნული დროებითი ღონისძიებები (საყრდენები და ბაქნები) უნდა ვიქონიოთ მუდმივი მეთვალყურეობის, კონტროლის ქვეშ და საჭიროების შემთხვევაში მივმართოთ დამატებით ოპერაციებს (დამატებითი განმტვირთავი საყრდენების დაყენება ან არსებულებების აწვევა სოლების მეშვეობით).

აგურის დეფორმირებულ შენობაში კარ-ფანჯრების და სხვა ღიობები, ასევე შუაკედლები უნდა გაძლიერდეს ლითონის ან რკინაბეტონის გარსაკრავებით (კორსეტებით). აგურის კედლის შემთხვევაში, როდესაც უკვე შესრულებულია



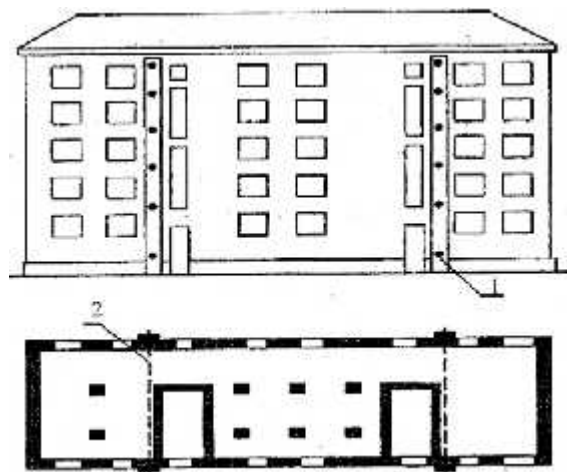
დროებითი გამაგრებითი სამუშაოები, ხოლო დაზიანებული ნაწილი ჩატარებული ღონისძიებების (სამუშაოების) ზემოთაა, შუაკედლისები შეიძლება მთლიანად გადაიწყოს ან გაძლიერდეს.

ლითონის გარსაცმის (კორსეტი) კონსტრუქცია მზადდება 100-200 მმ კვეთის ვერტიკალური დგარ-კუთხოვანებისგან, რომლებიც ებჯინება შუაკედლისების წიბოებს და მოიცავენ შუაკედლების მთლიან ღიობს. დგარებს, გარკვეული ინტერვალით, ორივე მხრიდან მიედულება ჰორიზონტალურად 6-8 მმ სისქის ზოლოვანი ლითონის თამასები. აღნიშნული გარსაცმი (კორსეტი) თითქმის ორჯერ ზრდის შუაკედლისის მზიდუნარიანობას (სურ. 11.1). შენობის შიგა მხრიდან აღნიშნული ლითონის კარკასი ეწყობა შუაკედლებში ამოღებულ ღარებში და შემდგომ ილესება ცემენტის ხსნარით.



სურ. 11.1. აგურის შუაკედლისის გაძლიერება ლითონის გარსაკრავით.

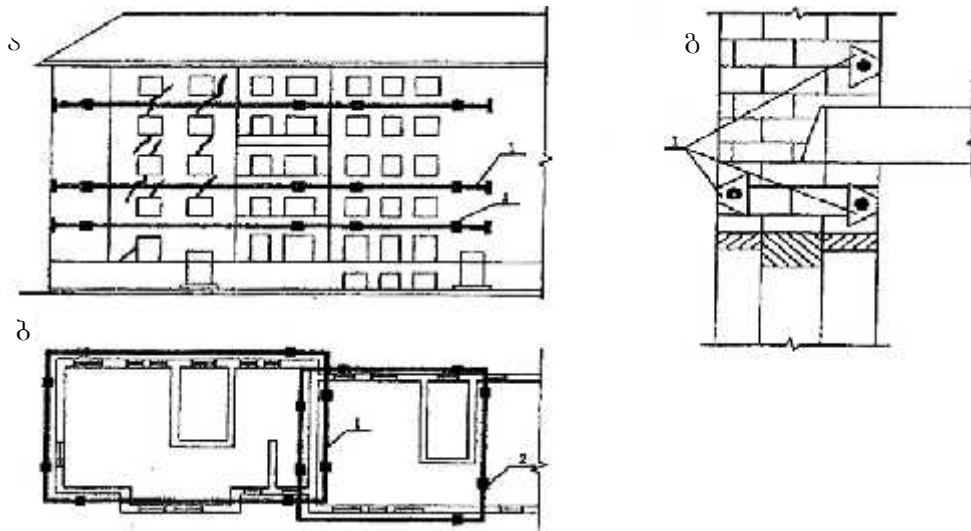
- 1 – აგურის წყობა;
- 2 – ლითონის თამასა;
- 3 – კუთხოვანა.



სურ. 11.2. შენობის გაძლიერება ვერტიკალური ზედსადები სარტყლებით.

- 1 – შველერის ზედსადები სარტყელი;
- 2 – ლითონის მჭიმი.

რკინაბეტონის გარსაკრავი (კორსეტი) გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ძაბვამ მუშა შუაკედლის კვეთში შეიძლება გამოიწვიოს წყობის დაშლა, რაზეც მიგვანიშნებს შენობის კონსტრუქციებში წარმოშობილი სახიფათო ბზარები, განსაკუთრებით მზიდი კედლების შეპირაპირების ადგილებში, ასევე როდესაც კედლები დაძრულია ვერტიკალიდან და მისი ცალკეული უბნები ამობურცულია (ამოზრდილია). ამ შემთხვევაში დეფორმაციის შემდგომი განვითარების აღსაკვეთად აწყობენ ზედნადებ სარტყელს (სურ. 11.2). აღნიშნული სარტყელი წარმოადგენს ვერტიკალურ შეწყვილებულ ანკერთა სისტემას №12÷14 შევლერებისგან, რომლებიც შეკრულია ჰორიზონტალური მრგვალი 18÷28 მმ დიამეტრის არმატურის მჭიმებით. სასურველია, მჭიმების მოწყობა რკინაბეტონის გადახურვის დონეზე მათი იატაკში შემდგომი ჩამალვით. მჭიმი სარტყლების დაჭიმვა მიმდინარეობს ხელით, მუფტების მეშვეობით, რომლებსაც აქვთ შებრუნებული ხრახნ-კუთხვილები. მჭიმები გაიანგარიშება წყობის გამჭიმავ ძალაზე. ანკერები და მჭიმები შენობის გარეთა მხრიდან უნდა ჩავფლათ ამოღებულ ღარებში, რომლებიც შემდგომ ამოიღესება ცემენტის ხსნარით. ზამთრის პირობებში შენობის შიგა მხარეს ლითონის ელემენტებით ყინვის შეღწევის თავიდან ასაცილებლად მჭიმების გარეთა მხრიდან ეწყობა თბოსაიზოლაციო შუასადებები. მჭიმების მოწყობას გააჩნია გარკვეული უპირატესობა სხვა მეთოდებთან შედარებით, რამდენადაც ისინი უზრუნველყოფენ შენობის არათანაბარი დეფორმაციების გათანაბრებას; აღდგენითი სამუშაოების წარმართვას შენობის ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში; დეფორმირებული კედლების გარკვეული უბნის გადაწყობის აუცილებლობის გამორიცხვას. ასევე ისინი იძლევიან დაზიანებული შენობის აღსადგენად საჭირო ლითონის საგრძნობ ეკონომიას.



სურ. 11.3. შენობის გაძლიერება დაძაბული სარტყელებით.

- ა - ფასადი;
- ბ - შენობის გეგმის ფრაგმენტი;
- გ - მჭიმების განლაგების ვარიანტები;
- 1 - 22-32 მმ დიამეტრის არმატურის მჭიმები;
- 2 - ფესურა.

დაძაბული მჭიმი სარტყელი შედგება ლითონის (არმატურის) 22-32-მილიმეტრიანი ღეროებისგან, რომლებიც ეწყობა დაზიანებულ შენობაზე ან მის გარკვეულ ნაწილზე, სართულშორის ან სასხვენო გადახურვის დონეზე.

მჭიმი სარტყელების დაჭიმვა ხდება ხელით ხრახნული მუფტების მეშვეობით.

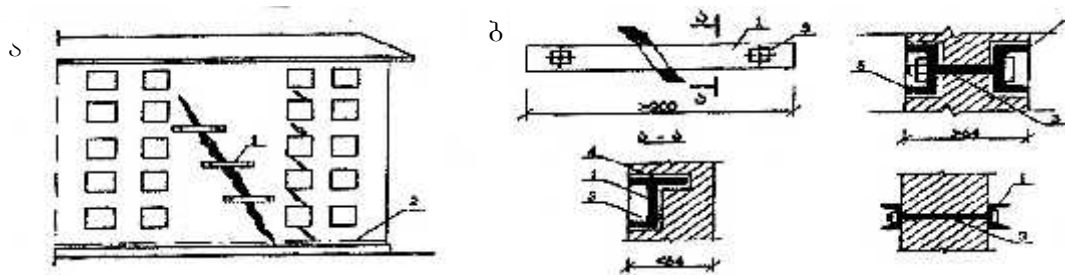
მჭიმი სარტყელების დაყენებისათვის გამოტეხავენ ჰორიზონტალურ ღარს დაზიანებული, დეფორმირებული კედლის გარეთა არეს მთელი კედლის სიგრძეზე ან დაზიანებულ უბანზე. აღნიშნული მეთოდითაა გამაგრებული ქ. თბილისში გამსახურდიას და პავლოვის ქუჩის კუთხეში არსებული შენობა.

მჭიმი სარტყელების ღეროებს, რომლებიც წარმოადგენენ ვერტიკალურ 10-15 ნომერ კუთხოვანებს, ამაგრებენ საყრდენ ელემენტებზე შენობის კუთხეებში და კედლების შეპირაპირების ან გადაბმის ადგილას.

მჭიმი სარტყელები, როგორც წესი, უნდა იყოს შეკრული. მჭიმი სარტყლის დიდი ზომა არ უნდა აღემატებოდეს 1.5-მცირე ზომას. მისი სიგრძე 15-18 მეტრია, ეწყობა დეფორმირებული შენობის ნაწილზე და უნდა მოიცავდეს შენობის დაუზიანებელი ნაწილის სულ მცირე 1.5 მეტრს.

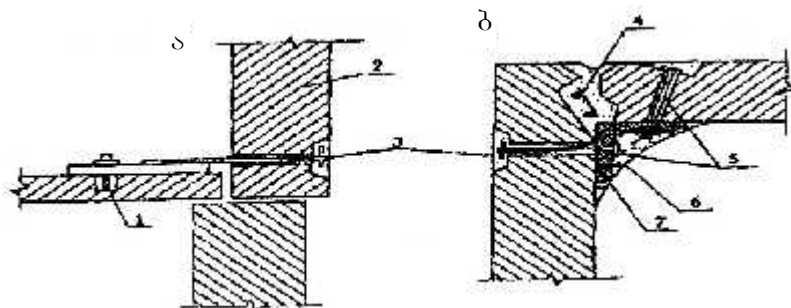
მჭიმი სარტყლის ღეროების კვეთის შერჩევა ხდება საკედლე მასალის გახლეჩის ძალის გასაანგარიშებელი წინააღობის, მისი სიგანის და სიგრძის მიხედვით. ღეროების განივკვეთები, რომლებიც იღებენ კედელში მღუნავ მომენტს,

დაწესდება ისე, რომ მათი სიმტკიცე უტოლდებოდეს წყობის სიმტკიცის გადამჭრელ ძალას.



სურ. 11.4. აგურის შენობების გაძლიერება ჩანგალ-მჭიდებით ან განმტვირთავი კოჭებით. ა – ფასადი; ბ – გაძლიერების ფრაგმენტი;

- 1 – ჩანგალ-მჭიდი;
- 2 – საძირკვლის ზედა ბაჟნის ან სარდაფის დონეზე განმტვირთავი შევლერის კოჭი;
- 3 – მომჭიმავი ჭანჭიკი;
- 4 – თამასა-ანკერი;
- 100 მარკის ჭანჭიკი.



სურ. 11.5 მსხვილპანელოვანი შენობის კონსტრუქციების გამაგრება. ა – ანკერებით; ბ – მჭიდებით;

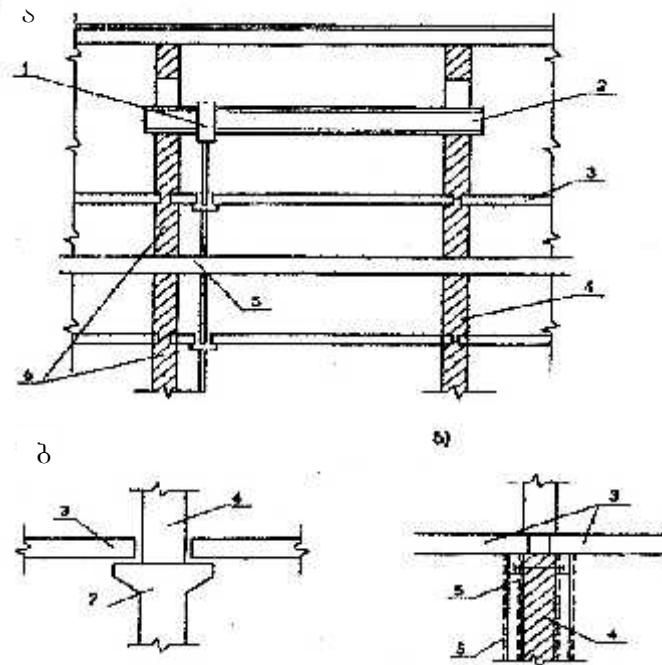
- 1 – ანკერი;
- 2 – საკედლე პანელი;
- 3 – მჭიდი;
- 4 – არმატურის კარკასი;
- 5 – მჭიდი;
- 6 – ბადეზე შევლესვა;
- 7 – ლითონის კუთხოვანა.

$$N=0.2 hLb ,$$

სადაც N ძაბვაა ღეროებში, კნ; R – წყობის გახლეჩის საანგარიშებელი წინაღობა კნ/მ<sup>2</sup>; L – კედლის სიგრძე მეტრებით; b– კედლის სიგანე მეტრებში.

ბზარები შენობა-ნაგებობათა კედლებში ასევე შეიძლება გაძლიერდეს კავ-მჭიმების საშუალებით, რომელიც ეწყობა ყოველი სართულის დონეზე, რათა მოახდინოს დატვირთვების გადანაწილება დეფორმირებული კედლის უბნის ნაწილიდან კედლის მტკიცე უბანზე, რაც ეწინააღმდეგება ბზარების შემდგომ გახსნას.

კავშირში შედგება შველერის ან კუთხოვანის სულ მცირე 2 მეტრი სიგრძის ნაჭრებისაგან და მაგრდება კედლებზე 20-22 მმ-იანი ორი საანკერო ჭანჭიკით (სურ. 11.6). ისინი მაგრდებიან ბზარებიდან სულ მცირე 1 მეტრ მანძილზე.



სურ. 11.6. პანელურ შენობაში გადახურვების მზიდუნარიანობის ამაღლება და გაძლიერება

- გადახურვის შეკიდვით;
- საკედლე პანელების კონსოლური გაფართოებით;
- სისხისტის წიბოების დაყენებით;
- ლითონის საკიდი;
- კოჭი;
- გადახურვები;
- საკედლე პანელი;
- მჭიდი;
- ბზარები, გახლეჩა; განახლეჩი;
- ნალები ლითონის ბადეზე.

განმტვირთავი კოჭების დანიშნულებაა შენობა-ნაგებობების საერთო გაძლიერება, რისთვისაც გამოიყენება №22-27 შველერი. ისინი ეწყობა საძირკელის ზედა შეჭრის სიბრტყის ან პირველი სართულის საფანჯრე ღიობის დონეზე (სურ. 11.6). ორმხრივი განმტვირთავი კოჭები ეწყობა 64 სმ და მეტი სისქის კედლის შემთხვევაში და ანკერდება 16-20-მილიმეტრიანი ჭანჭიკებით ყოველ 2.0÷2.5 მეტრ მანძილზე. ცალმხრივი განმტვირთავი კოჭები კი ეწყობა მცირე სისქის კედლების შემთხვევაში და ანკერდება ზოლურების ან მრგვალი არმატურის გამოყენებით, იგივე ინტერვალით, როგორც ორმხრივი კოჭების შემთხვევაში.

კავშირები და განმტვირთავი კოჭები ეწყობა კედელში ამოღებულ ღარებში ცემენტის ხსნარზე, რომელთა სიღრმე არ უნდა იყოს ზოლოვანი პროფილის

ბაქნის სიგანეზე ნაკლები. ანკერების დამაგრების შემდეგ ღარი ამოივსება სათანადო შემკვრივების 100 მარკის ბეტონით. ლითონის ყველა დეტალი დაფარული უნდა იქნეს ანტიკოროზული შედგენილობის ლაკ-საღებავებით.

მსხვილ-პანელოვანი შენობა-ნაგებობისათვის, მისი კონსტრუქციის თავისებურებიდან გამომდინარე, გამოყენებული უნდა იქნეს სხვა გამაფრთხილებელი ანუ წინმსწრები ღონისძიებები: როგორცაა სასართულე, ჰორიზონტალური არმირებით (სურ. 11.6) გადახურვა; ფილების პანელებზე გაძლიერებით როგორც შიგა, ასევე გარეთა კედლებზე (სურ. 11.6); გადახურვებზე და კონსოლებზე დაყრდნობით (სურ. 11.6); ვერტიკალური კვანძების არმირებით და სხვა.

მოყვანილი კონსტრუქციული გადაწყვეტები მიგვანიშნებენ, რომ გამაგრება-გაძლიერების მეთოდის შერჩევა უმეტესწილად ხდება შენობა-ნაგებობათა დანიშნულების, კონსტრუქციული სქემის, დეფორმაციათა გამომწვევი მიზეზებისა და ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის გათვალისწინებით.

ጾ ጎ ፍ ጎ ግ ጠ 0

# საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრის

ბრძანება №1-1/251

2011 წლის 18 თებერვალი

ქ. თბილისი

## საქართველოს ტერიტორიაზე ტექნიკური ზედამხედველობისა და სამშენებლო სფეროში 1992 წლამდე მოქმედი ნორმების, წესების და ტექნიკური რეგულირების სხვა დოკუმენტების გამოყენების შესახებ

„ნორმატიული აქტების შესახებ“ საქართველოს კანონის მე-13 მუხლის პირველი პუნქტის შესაბამისად, სამშენებლო დარგში დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციის, ზედამხედველობისა და ექსპერტიზის ჩატარების ღონისძიებათა უზრუნველყოფის მიზნით, ვბრძანებ:

1. საქართველოს ტერიტორიაზე შესაბამისი სამშენებლო ნორმებისა და წესების, აგრეთვე სხვა ნორმატიული აქტების დამტკიცებამდე, სამშენებლო საქმიანობისას გამოყენებულ იქნეს დანართში მოცემული ტექნიკური ზედამხედველობისა და სამშენებლო სფეროში 1992 წლამდე მოქმედი ნორმები, წესები და ტექნიკური რეგულირების სხვა დოკუმენტები, აგრეთვე მათი ის ნაწილები, რომლებიც არ ეწინააღმდეგებიან საქართველოს მოქმედ კანონმდებლობას და რომელთა ალტერნატივა არ არსებობს ეროვნული სამშენებლო ნორმების და წესების ან ნორმატიული აქტების სახით.

2. ეს ბრძანება ამოქმედდეს გამოქვეყნებისთანავე.

ვ. ქობალია

სამშენებლო ნორმები და წესები და ტექნიკური რეგულირების სხვა დოკუმენტები		
№	ნორმების აღნიშვნა	ნორმების დასახელება
		სამშენებლო ნორმები და წესები, ნაწილი 1
1	СНиП 1.02.01-85	მშენებლობაში საპროექტო სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის შემადგენლობის, დამუშავების, შეთანხმებისა და დამტკიცების ინსტრუქცია
2	СНиП 1.02.07-87	საინჟინრო საძიებო სამუშაოები მშენებლობისათვის
		სამშენებლო ნორმები და წესები, ნაწილი 2
3	СНиП 2.01.01-82	სამშენებლო კლიმატოლოგია და გეოფიზიკა (გეოფიზიკის ნაწილი)
4	СНиП 2.01.07-85	დატვირთვები და ზემოქმედებები
5	СНиП 2.01.14-83	ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრა
6	СНиП 2.01.15-90	საშიში გეოლოგიური პროცესებისაგან ტერიტორიების, შენობების და ნაგებობების დაცვა. პროექტირების ძირითადი დებულებები.
7	СНиП 2.01.28-85	საწარმოო ტექნიკური ნარჩენების გაუვნებელყოფისა და დამარხვის პოლიგონები. პროექტირების ძირითადი დებულებები
8	СНиП 2.01.54-90	სამოქალაქო თავდაცვის დამცავი ნაგებობები მიწისქვეშა სამთო გამონამუშევრებში
9	СНиП 2.02.01-83	შენობებისა და ნაგებობების ფუძეები
10	СНиП 2.02.03-85	ხიმინჯოვანი საძირკვლები
11	СНиП 2.02.05-87	დინამიურ დატვირთიანი მანქანების საძირკვლები
12	СНиП 2.03.01-84*	ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები



13	СНнП 2.03.03-85	არმოცემენტის კონსტრუქციები
14	СНнП 2.03.04-84	აწეული და მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში მუშაობისათვის განკუთვნილი ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები
15	СНнП 2.03.06-85	ალუმინის კონსტრუქციები
16	СНнП 2.03.09-85	აზბესტოცემენტის კონსტრუქციები
17	СНнП 2.03.11-85	სამშენებლო კონსტრუქციების დაცვა კოროზიისგან
18	СНнП 2.03.13-88	იატაკები
19	СНнП 2.04.02-84	წყალგაყვანილობა. გარე ქსელები და ნაგებობები
20	СНнП 2.04.03-85	კანალიზაცია. გარე ქსელები და ნაგებობები
21	СНнП 2.04.05-86	გათბობა, ვენტილაცია და კონდიციონერება
22	СНнП 2.04.07-86	გათბობის ქსელები
23	СНнП 2.04.08-87*	გაზმომარაგება
24	СНнП 2.04.09-84	შენობების და ნაგებობების სახანძრო ავტომატიკა
25	СНнП 2.04.12-86	ფოლადის მილგაყვანილობების სიმტკიცეზე ანგარიში
26	СНнП 2.04.14-88	მილგაყვანილობებისა და მოწყობილობების თბოიზოლაცია
27	СНнП 2.05.03-84	მილები და ხიდები
28	СНнП 2.05.06-85	მაგისტრალური მილსადენები
29	СНнП 2.05.07-85*	საწარმოო ტრანსპორტი
30	СНнП 2.05.09-90	ტრამვაისა და ტროლეიბუსის ხაზები
31	СНнП 2.05.11-83	შიდა სამეურნეო სავაჭრობილო გზები კოლმეურნეობებში, მეურნეობებში და სხვა სასოფლო სამეურნეო საწარმოებში და ორგანიზაციებში
32	СНнП 2.05.13-90	ქალაქებისა და სხვა დასახლებული პუნქტების ტერიტორიებზე გასაცემი ნავთობსარეწები
33	СНнП 2.06.03-85	მელიორაციული სისტემები და ნაგებობები
34	СНнП 2.06.04-82*	ჰიდროტექნიკურ ნაგებობაზე ზემოქმედებები და დატვირთვები. (ტალღებიდან, ყინულებიდან და გემებიდან)
35	СНнП 2.06.05-84	გრუნტის კაშხლები
36	СНнП 2.06.06-85	ბეტონისა და რკინაბეტონის კაშხლები
37	СНнП 2.06.07-87	საყრდენი კედლები, გამსავალი შლუზები, თევზამტარი და თევზდამცავი ნაგებობები
38	СНнП 2.06.08-87	ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები
39	СНнП 2.06.09-84	ჰიდროტექნიკური გვირაბები
40	СНнП 2.06.14-85	სამთო გამონამუშევრის დაცვა მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლებისგან
41	СНнП 2.06.15-85	ტერიტორიების საინჟინრო დაცვა დატბორვისაგან და ქვედატბორვისგან
42	СНнП 2.07.01-89	ქალაქთმშენებლობა
43	СНнП 2.08.02-89	საზოგადოებრივი შენობები და ნაგებობები
44	СНнП 2.09.03-85	საწარმოო დაწესებულების ნაგებობები
45	СНнП 2.09.04-87	ადმინისტრაციული და საყოფაცხოვრებო შენობები.
46	СНнП 2.10.03-84	მეცხოველეობის, მეფრინველეობის და მხეცსაშენთა შენობები და სათავსები
47	СНнП 2.10.04-85	სათბურები
48	СНнП 2.10.05-85	მარცვლეულის შესანახი და გადასამუშავებელი დაწესებულებები, შენობები და ნაგებობები
49	СНнП 2.11.02-87	მაცივრები
50	СНнП 2.11.04-85	ნავთობის, ნავთობპროდუქტების და თხევადი აირის მიწისქვეშა საცავები
51	СНнП II-3-79**	სამშენებლო თბოტექნიკა

52	СНнП II-7-81*	მშენებლობა სეისმიურ რაიონებში („სტრანსპორტო ნაგებობების“ და „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების“ ნაწილი)
53	СНнП II-8-78	შენობები და ნაგებობები გამონამუშევარ ტერიტორიაზე
54	СНнП II-11-77	სამოქალაქო თავდაცვის შენობები და ნაგებობები
55	СНнП II-12-77	ხმაურისაგან დაცვა
56	СНнП II-22-81	ქვისა და არმირებული ქვის კონსტრუქციები
57	СНнП II-23-81*	ლითონის კონსტრუქციები
58	СНнП II-25-80	ხის კონსტრუქციები
59	СНнП II-26-76	სახურავები
60	СНнП II-35-76*	საქვაზე დანადგარები
61	СНнП II-39-76	რკინიგზები 1520 მმ-იანი.
62	СНнП II-40-80*	მეტროპოლიტენები
63	СНнП II-44-78	სარკინიგზო და საავტომობილო გზების გვირაბები
64	СНнП II-58-75	თბოელექტროსადგურები
65	СНнП II-89-80	საწარმოო დაწესებულებათა გენერალური გეგმები
66	СНнП II-94-80	მიწისქვეშა გამონამუშევრები
67	СНнП II-106-79	ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების საწყობები
68	СНнП II-108-78	მშრალი მინერალური სასუქების და მცენარეთა დაცვის ქიმიურ საშუალებათა საწყობები
		სამშენებლო ნორმები და წესები, ნაწილი 3
69	СНнП 3.02.01-87	მიწის ნაგებობები, საფუძვლები და საძირკვლები
70	СНнП 3.02.03-84	მიწისქვეშა სამთოგამონამუშევრები
71	СНнП 3.05.04-85*	წყალმომარაგების და კანალიზაციის ნაგებობები და გარე ქსელები
72	СНнП 3.06.04-91	ხიდები და გვირაბები
73	СНнП 3.06.06-88	აეროდრომები
74	СНнП III-4-80*	უსაფრთხოების ტექნიკა მშენებლობაში
75	СНнП III-43-75	ხიდები და მილები
76	СНнП III-44-77	გვირაბები სარკინიგზო, საავტომობილო გზების და ჰიდროტექნიკური. მეტროპოლიტენი.
77	СН6-71	მითითება საცხოვრებელი მშენებლობის სახარჯთაღრიცხვო დანახარჯების შემადგენლობასა და მათ მიმდევრობაზე
78	СН213-73	შენობა-ნაგებობების მშენებლობის (რეკონსტრუქციის) პროექტებისა და ხარჯთაღრიცხვების ექსპერტიზის ჩატარების ინსტრუქცია
		სამშენებლო ნორმები
79	СН441-72*	შენობა-ნაგებობათა და საწარმოთა ნაკვეთებისა და მოედნების შემოსაზღვრის პროექტირების მითითებები
80	СН460-74	შენობა-ნაგებობების სამშენებლო მუშა ნახაზების შემადგენლობის დროებითი ინსტრუქცია
81	СН473-75	ტყის მასალათა საწყობების პროექტირების ხანმარსაწინალო ნორმები
82	СН477-75	დროებითი ინსტრუქცია „კედელი გრუნტში“ მეთოდით მოსაწყობი ნაგებობათა კედლების და ფილტრაციის საწინააღმდეგო საფარის პროექტირებაზე
83	СН481-75	მინაპაკეტების მონტაჟის, ექსპლუატაციისა და პროექტირების ინსტრუქცია
84	СН484-76	სახალხო მეურნეობის ობიექტების განსათავსებლად განკუთვნილი, სამთოგამონამუშევრების საინჟინრო ძიების ინსტრუქცია
85	СН522-79	სამთოგამონამუშევარ ტერიტორიებზე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა პროექტირების მშენებლობის და ექსპლუატაციის ინსტრუქცია
86	СН528-80	მშენებლობაში გამოსაყენებელი ფიზიკური სიდიდეების ჩამონათვალი
		დებულებები და წესები

87		არმატურის წინასწარ დაძაბვის გარეშე, მიმღე და მსუბუქი ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების პროექტირების სახელმძღვანელო (СНиП 2.03.01-84-ზე) მოსკოვი 1986 წ.
88		ლითონის კონსტრუქციების პროექტირების სახელმძღვანელო (СНиП II-03-81*-ზე), მოსკოვი 1989 წ.
89	დებულება	შენობებისა და ნაგებობების, მათი ნაწილებისა და კონსტრუქციული ელემენტების ავარიის მიზეზების გამოძიების დებულება
90	დებულება	მაღალსართულიანი ნაგებობის მშენებლობის პროცესში ლიფტების ექსპლუატაციის დებულება
91	ПУЕ	ელექტროდანადგართა მოწყობის წესები (ПУЭ)- მოსკოვი, ენერგოატომგამოცემა 1987წ.
		სამშენებლო ნორმები და წესები, ნაწილი 4
92	СНиП IV-1-84	მშენებლობაში სახარჯთაღრიცხვო ნორმატიული დოკუმენტების სისტემა
93	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 1 (კრებული 1-5)
94	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 2 (კრებული 6-15)
95	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 3 (კრებული 16-26)
96	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 4 (კრებული 27-32)
97	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 5 (კრებული 33, 34)
98	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 6 (კრებული 35)
99	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 7 (კრებული 36-44)
100	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 8 (კრებული 45-47)
101	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 9 (კრებული 48)
102	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 10 (კრებული 49)
103	СНиП IV-2-82	სამშენებლო სამუშაოებზე სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ფასების კრებულები, ტომი 11 (კრებული 50)
104	СНиП IV-2-82 დამატება №1	სამშენებლო კონსტრუქციების და სამუშაოების სახარჯთაღრიცხვო ნორმების დანართი დამატება №1
105	СНиП IV-2-82 დამატება №2	სამშენებლო კონსტრუქციების და სამუშაოების სახარჯთაღრიცხვო ნორმების დანართი დამატება №2
106	СНиП IV-2-82 დამატება №3	სამშენებლო კონსტრუქციების და სამუშაოების სახარჯთაღრიცხვო ნორმების დანართი დამატება №3
107	СНиП IV-3-82	სამშენებლო მანქანების ექსპლუატაციის სახარჯთაღრიცხვო ნორმების კრებული და დამატებები კრებულზე
108	СНиП IV-3-82 დამატება №1	სამშენებლო მანქანების ექსპლუატაციის ღირებულების განსაზღვრის წესების დანართი დამატება №1
109	СНиП IV-4-82	მშენებლობაში მასალების, ნაკეთობების და კონსტრუქციების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების განსაზღვრის და ტვირთების გადაზიდვის წესების კრებულები და დამატებები კრებულზე
110	СНиП IV-6-82	მოწყობილობების მონტაჟის ნორმები კრებულები და დამატებები კრებულზე
111	СНиП IV-6-82	მოწყობილობების მონტაჟის ნორმები კრებულები 1-36
112	დებულება	მოწყობილობათა მონტაჟის ნორმების გამოყენების საერთო დებულება
113	СНиП IV-7-82	სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ზამთრის პირობებში წარმოებისას დამატებითი დანახარჯების სახარჯთაღრიცხვო ნორმების კრებული
114	СНиП IV-8-82	მშენებლობაში ზედნადები ხარჯების და გეგმიური დაგროვებების ნორმების დამუშავების და გამოყენების წესები
115	СНиП IV-9-82	მშენებლობაში დროებითი შენობებისა და ნაგებობების სახარჯთაღრიცხვო დანახარჯების დამუშავების და გამოყენების ნორმების კრებული და დამატება კრებულზე

116	СНиП IV-10-82	მშენებლობის ხარჯთაღრიცხვაში შესატანი სხვა და სხვა დანახარჯების განსაზღვრის წესი
117	СНиП IV-11-82	მოწყობილობების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების განსაზღვრის წესები
118	СНиП IV-12-82	საწარმოო შენობების ინვენტარისა და ხელსაწყოების სახარჯთაღრიცხვო დანახარჯების ნორმების დამუშავებისა და გამოყენების წესები
119	СНиП IV-16-84 <sup>1</sup>	მშენებლობაში სახარჯთაღრიცხვო ნორმების და ღირებულების განსაზღვრის წესები
		სამშენებლო ნორმები და წესები, ნაწილი 5
		მშენებლობაში მასალების ხარჯის საერთო საწარმოო ნორმები
120	СНиП 5-01-18-86	მშენებლობაში მასალების ხარჯის საწარმოო ნორმების დებულება
121	СНиП 5-01-18-86	მშენებლობაში მასალების ხარჯის საერთო საწარმოო ნორმები, კრებულები №01-54
122	ССН-84	ისტორიული და კულტურის ძეგლების სარესტავრაციო-აღდგენითი სამუშაოების ნორმები და წესები
123	ССН-84	ისტორიული და კულტურის ძეგლების სარესტავრაციო-აღდგენითი სამუშაოები, კრებულები 1-25
124	ნორმები	მონუმენტალური მხატვრობის რესტავრაციის სახარჯთაღრიცხვო ნორმები
125	მითითებები	ისტორიის და კულტურის ძეგლების სარესტავრაციო-აღდგენითი სამუშაოების ნორმების გამოყენების მითებები
126	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმების კრებული, ტომი I-V
127	ВЗЕР-88	საერთო ნაწილი
128	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმები, ტომი I (კრებულები 1-7)
129	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმები, ტომი II (კრებულები 8-11)
130	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმები, ტომი III (კრებულები 12-14)
131	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმები, ტომი IV (კრებულები 15-25)
132	ВЗЕР-88	სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების ზონალური ერთეული ნორმები, ტომი V
	ЕНиП	სამშენებლო, სამონტაჟო და სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების წარმოების ერთეული ნორმები
133	ЕНиП	სამშენებლო, სამონტაჟო და სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების წარმოების ერთეული ნორმები, საერთო ნაწილი
134	ЕНиП	სამშენებლო, სამონტაჟო და სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების წარმოების ერთეული ნორმები კრებულები E1, E2, E2-1-E2-4, E3, E4, E4-1-E4-3, E5, E5-1-E5-3, E6, E-7, E-8, E8-1-E8-3, E9, E9-1, E9-2, E10-E20, E20-1, E20-2, E21, E22, E22-1, E22-2, E23, E23-1-E23-9, E-24, E24-1, E24-2, E25, E26, E27, E28, E28-1-28-3, E29, E30, E31, E32, E33, E34, E-35, E36, E36-1, E35-2, E37, E37-1-E37-3, E38, E38-1, E38-2, E39, E40, E40-1-E40-6
	ВНиП	სამშენებლო, სამონტაჟო და სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების უწყებრივი ნორმები
135	ВНиП	სამშენებლო, სამონტაჟო და სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების უწყებრივი ნორმების კრებულები DB1, B1-1-B1-3, B2, B2-1, B2-2, B3, B3-1-B3-12, B4, B4-1-B4-3, B5, B5-1-B5-4, B6, B6-1-B6-20, B7, B7-1-B7-5, B8, B9, B9-1, B9-2, B10, B10-1-B10-3, B11, B12, B12-1-B12-4, B13, B13-1-B13-4, B14, B14-1-B14-4, B15, B15-1, B15-2, B16, B17, B17-1-B17-12, B18, B18-1, B18-2, B19, B20
136	ცნობარი	სამშენებლო სამუშაოებზე მასალათა ხარჯვის ნორმების ცნობარი
137	ინსტრუქცია	საწარმოო და არასაწარმოო დანიშნულების შენობა-ნაგებობების ფიზიკური ცვეთის განსაზღვრის ინსტრუქცია
138	ВСН-53-86 (h)	საცხოვრებელი სახლების ფიზიკური ცვეთის შეფასების წესები
139	ВСН-01-89	ავტომობილების მომსახურების საწარმოები
140		მომხმარებელთა ელექტრომომწყობილობების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები, მოსკოვი 1986წ.
141		მომხმარებელთა ელექტრომომწყობილობების ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები, მოსკოვი 1986წ.

142		ელექტროსადგურებისა და ქვესადგურების მოწყობილობათა ექსპლუატაციის ტექნიკური უსაფრთხოების წესები, მოსკოვი 1972წ.
143		ელექტრომოწყობილობების ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები, მოსკოვი 1988წ.
144		სინქრონული ჰიდროაგრეგატები, 1955 წ.
145		ელექტრომოწყობილობების გამოცდის ნორმები, მოსკოვი 1978 წ.
146		უსაფრთხოების ტექნიკა ფოლადსადნობ წარმოებაში, მოსკოვი 1984 წ.
147		უსაფრთხოების ტექნიკის წესები საავტომობილო სატრანსპორტო წარმოებებში, მოსკოვი 1974 წ.
148		უსაფრთხოების ტექნიკის წესები საავტომობილო ტრანსპორტის საწარმოებებში, მოსკოვი 1972 წ.
149		უსაფრთხოების ტექნიკის წესები საავტომობილო სატრანსპორტო წარმოებებში, მოსკოვი 1966 წ.
150		უსაფრთხოების საერთო წესები მეტალურგიული წარმოების საწარმოებისა და ორგანიზაციებისათვის, მოსკოვი 1977 წ.
151		ამწეების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ინსტრუქციების კრებული, მოსკოვი 1984 წ.
152		ამწეების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ინსტრუქციების კრებული, მოსკოვი 1985 წ.
153		ამწეების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ინსტრუქციების კრებული, მოსკოვი 1976 წ.
154		უსაფრთხოების ტექნიკა ტვირთამწე მანქანების ექსპლუატაციისას, მოსკოვი 1975 წ.
155		ტვირთამწევი ამწეების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ინსტრუქციების კრებული, მოსკოვი 1972 წ.
156		ტვირთამწევი ამწეების მოწყობის და უსაფრთხო ექსპლუატაციის კრებული, მოსკოვი 1976 წ.
157		წნევის ქვეშ მომუშავე ჭურჭლების მოწყობისა და უსაფრთხო ექსპლუატაციის წესები, მოსკოვი 1976 წ.
158		სტაციონალური, კონტეინერული და მოძრავი ავტოგასამართი სადგურების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები, მოსკოვი 1988 წ.
159		მშენებლობაში შრომის დაცვის ტიპური ინსტრუქციების კრებული, კიევი 1983 წ.
160		ხელმძღვანელების, სპეციალისტების და მომსახურეების თანამდებობათა კლასიფიკაციური ცნობარი, მოსკოვი 1987 წ.
161		ელექტროტექნიკური ცნობარი (სამტომეული), მოსკოვი 1980 წ.
162		მშენებლობაში ზედნადები ხარჯების ნორმების კრებული, მოსკოვი 1983 წ.
163		მადნეული, არამადნეული და ქვიშობრივი საბადოების მიწიშქვეშა წესით დამუშავების უსაფრთხოების ერთიანი წესები, 1971 წ.
164		სახალხო მეურნეობის მიწის წიაღში განთავსებული მშენებარე (რეკონსტრუქციაში მყოფი) სამთოტექნიკური ობიექტების უსაფრთხოების დარგობრივი წესები, რაც არ არის დაკავშირებული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებასთან, 1971 წ.
165		მაგისტრალური გაზსადენის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები
166		მაგისტრალური ნავთობსადენის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები, 1980 წ.
167		ჰაერის დაყოფის პროდუქტების წარმოების და მოხმარების უსაფრთხოების წესები, 1978 წ.
168		„ამიაკის სამაცივრო დანადგარების მოწყობისა და უსაფრთხო ექსპლუატაციის წესები“, 1981 წ.
169		„აფეთქებად საშიში ქიმიური, ნავთობქიმიური და ნავთობგადამამუშავებელი საწარმოების უსაფრთხოების საერთო წესები“, 1988 წ.
170	BCH-75	„ჰაერის დაყოფით აირადი და გათხევადებული პროდუქტების საწარმოების დაპროექტების ინსტრუქცია“, 1975 წ.

(სსმ III, 24.09.2008 N141 მუხ. 1390)

რეგისტრირებულია  
საქართველოს იუსტიციის  
სამინისტროში  
სარეგისტრაციო კოდი  
330.010.040.22.024.012.196

**საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის  
ბრძანება N 1-1/1924**

**2008 წლის 17 სექტემბერი ქ. თბილისი**

**სამშენებლო ნორმებისა და წესების - “შენობების და ნაგებობების  
ფუძეები (პნ 02.01-08)” დამტკიცების შესახებ**

“სამშენებლო საქმიანობის შესახებ” საქართველოს კანონის მე-6 მუხლის მე-4 პუნქტის, მე 8 მუხლის მე 2 პუნქტისა და “საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს დებულების დამტკიცების შესახებ” საქართველოს მთავრობის 2004 წლის 10 სექტემბრის N 77 დადგენილების მე 8 მუხლის მე 3 პუნქტის “რ” ქვეპუნქტის თანახმად, ებრძანებ:

1. დამტკიცდეს თანდართული სამშენებლო ნორმები და წესები - “შენობების და ნაგებობების ფუძეები” და საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის 2006 წლის 16 მარტის N 1-1/213 ბრძანების “ეროვნული სამშენებლო ნორმების და წესების კლასიფიკატორის დამტკიცების შესახებ” შესაბამისად მიენიჭოს სათანადო შიფრი - პნ 02.01-08.

2. ბრძანების ამოქმედება არ ვრცელდება იმ პროექტების საპროექტო დოკუმენტაციის მიმართ, რომელთა მშენებლობის ნებართვის გაცემის პროცედურა დაწყებულია ზემოაღნიშნული ბრძანების ძალაში შესვლამდე.

3. ეს ბრძანება ამოქმედდეს 2009 წლის 1 იანვრიდან.

*ე. შარაშიძე*

## სამშენებლო ნორმები და წესები – „შენობების და ნაგებობების ფუძეები“ (პნ 02.01-08)

### მუხლი 1. გამოყენების სფერო

1. სამშენებლო ნორმები და წესები – „შენობების და ნაგებობების ფუძეები“ პნ 02.01-08 განსაზღვრავს შენობა-ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების ნორმებს – დისპერსიულ გრუნტებში.

2. წინამდებარე სამშენებლო ნორმების გამოყენება სავალდებულოა ფუძეების დაპროექტებისას განსაკუთრებული თვისების მქონე გრუნტებზეც: ნაჯდომად, გაჯირჯკვბად, წყალნაჯერ ბიოგენურ გრუნტებსა და ღამებზე, ალუვიურ და მარილშემცველ გრუნტებზე.

3. წინამდებარე სამშენებლო ნორმები უნდა იქნეს გამოყენებული სეისმურ რაიონებში ასაკგბ ნაგებობათა ფუძეების და საპაერო ელექტროგადამცემი ხაზების საერდენების ფუძეების გაანგარიშებისას. ეს ნორმები არ გამოიყენება პიდროტექნიკურ ნაგებობათა, გზების, აეროდრომების, ხიმინჯოვანი საძირკვლების, ღრმა საერდენების და დინამიკურად დატვირთული საძირკვლების ფუძეების დაპროექტებისას.

### მუხლი 2. ტერმინები და განსაზღვრებები

ა) ფუძე - გრუნტის შემოსაზღვრული ნაწილი, სადაც საძირკველთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება დაძაბული მდგომარეობა და ადგილი აქვს დეფორმაციას;

ბ) საძირკველი - ძირითად მიწის ზედაპირს ქვემოთ განლაგებული კონსტრუქცია, რომელიც იღებს დატვირთვას ზედნაშენიდან და გადასცემს ამ დატვირთვას ფუძეს;

გ) ბუნებრივი ფუძე - ბუნებრივი განლაგების პირობებში მყოფი ფუძე-გრუნტები;

დ) ხელოვნური ფუძე - სპეციალური მეთოდებით შემკვრივებული ან გამაგრებული ფუძე-გრუნტები;

ე) დაჯდომა - ვერტიკალურად ძირს მიმართული კუმშითი დეფორმაცია, რომლის დროსაც გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები უმნიშვნელოდ იცვლება;

ვ) ნაჯდომა - ვერტიკალურად ძირს მიმართული კუმშითი დეფორმაცია, როგორც შედეგი ლიოსისებრ გრუნტების დასველებისა, რომლის დროსაც გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მკვეთრად იცვლება;

ზ) წნევა - ფართობის ერთეულზე მოსული დატვირთვა კპა (კგძ/სმ<sup>2</sup>);

თ) ძაბვა - საანგარიშო კვეთის ფართობის ერთეულზე მოსული ძალა კპა (კგძ/სმ<sup>2</sup>);

ი) გრუნტი - ნებისმიერი ქანი ან ნიადაგი (აგრეთვე ადამიანის საწარმოო და სამრეწველო მოღვაწეობის მყარი ნარჩენები), რომლებიც წარმოადგენენ დროში ცვალებად მრავალკომპონენტიან სისტემას და გამოიყენებიან, როგორც საშენი მასალა ან ფუძე შენობა-ნაგებობისა;

კ) სეისმური დატვირთვა - ინერციული ძალა, რომელიც წარმოიქმნება გრუნტების სეისმური რხევებით – მიწისძვრისას.

### მუხლი 3. ძირითადი აღნიშვნები

აღნიშვნა	განზომილება	მნიშვნელობა
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>ა) საიმედოობის კოეფიციენტები</b>		
$\gamma_c$	-	დატვირთვის მიხედვით
$\gamma_m$	-	მასალის მიხედვით
$\gamma_E$	-	გრუნტის მიხედვით
$\gamma_n$	-	ნაგებობის დანიშნულების მიხედვით
$\gamma_c$	-	მუშაობის პირობების მიხედვით
<b>ბ) გრუნტის მახასიათებლები</b>		
$X$	-	მახასიათებლის საშუალო მნიშვნელობა
$X_n$	-	მახასიათებლის ნორმატიული მნიშვნელობა
$X$	-	მახასიათებლის საანგარიშო მნიშვნელობა
$\rho$	ტ/მ <sup>3</sup>	გრუნტის სიმკვრივე
$\rho_s$	ტ/მ <sup>3</sup>	გრუნტის ნაწილაკების სიმკვრივე
$\rho_d$	ტ/მ <sup>3</sup>	გრუნტის სიმკვრივე მშრალ მდგომარეობაში
$\rho_{sh}$	ტ/მ <sup>3</sup>	წყალში შეტივტივებული გრუნტის სიმკვრივე
$e$	-	ფორიანობის კოეფიციენტი
$W$	%	ბუნებრივი ტენიანობა
$W_p$	%	ტენიანობა აგორების ზღვარზე
$W_L$	%	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე
$W_{sat}$	%	სრული წყალნაჯერობა
$S_r$	-	ტენიანობის ხარისხი
$I_p$	-	პლასტიკურობის რიცხვი
$I_L$	-	დენადობის მაჩვენებელი
$\gamma$	კნ/მ <sup>3</sup>	გრუნტის კუთრი წონა
$\gamma_s$	კნ/მ <sup>3</sup>	გრუნტის ნაწილაკების კუთრი წონა
$\gamma_{sh}$	კნ/მ <sup>3</sup>	შეტივტივებული გრუნტის კუთრი წონა
$\varepsilon$	-	ფარდობითი დეფორმაცია
$C$	კპა	კუთრი შეჭიდულობის ძალა
$\varphi$	გრად.	შიგა ხახუნის კუთხე
$E$	მპა	დეფორმაციის მოდული
$\nu$	-	პუასონის კოეფიციენტი
$R_c$	კპა	კლდოვანი გრუნტის სიმტკიცის ზღვარი ერთდერძა კუმშვაზე
$C_v$	-	კონსოლიდაციის კოეფიციენტი
<b>გ) დატვირთვები, დაბევები, წინაღობები</b>		
$F$	კნ	ძალა, ძალის საანგარიშო მნიშვნელობა
$N$	კნ	საძირკვლის ძირის მართობი ძალა
$G$	კნ	საძირკვლის საკუთარი წონა
$P$	კპა	საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე
$\sigma$	კპა	ნორმალური დაბევა
$\tau$	კპა	მხები დაბევა
$\sigma_z$	კპა	სრული ვერტიკალური ნორმალური დაბევა
$\sigma_{zg}$	კპა	იგივე, გრუნტის საკუთარი წონისაგან
$\sigma_{zp}$	კპა	იგივე, დამატებითი გარე დატვირთვებისაგან
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
$P_{sw}$	კპა	გაჯირჯვის წნევა
$R$	კპა	ფუძე-გრუნტის საანგარიშო წინაღობა
$R_o$	კპა	გრუნტის პირობითი საანგარიშო წინაღობა



Fu	კა	ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალა
დ) ფუძის და ნაგებობის დეფორმაცია		
S	სმ	ფუძის დაჯდომა
$\bar{S}$	სმ	ფუძის საშუალო დაჯდომა
$S_u$	სმ	ფუძის დეფორმაციის ზღვრული მნიშვნელობა
$S_{st}$	სმ	ჩაჯდომა
$\Delta S$	სმ	დაჯდომათა (ჩაჯდომათა) სხვაობა
i	-	საძირკვლის (ნაგებობის) დახრა
u	სმ	პორიზონტალური გადაადგილება
ე) გეომეტრიული მახასიათებლები		
b	მ	საძირკვლის ძირის სიგანე
a (L)	მ	საძირკვლის ძირის სიგრძე
B	მ	სარდაფის სიგანე
$\eta = a / b$	-	საძირკვლის ძირის გვერდების ფარდობა
A	მ <sup>2</sup>	საძირკვლის ძირის ფართობი
L	მ	შენობის სიგრძე
d, d <sub>n</sub> , d <sub>i</sub>	მ	საძირკვლის ჩაღრმავება შესაბამისად მოშანდაკების დონიდან, ბუნებრივი რელიეფიდან დაკვანძლი სარდაფის იატაკიდან
d <sub>b</sub>	მ	სარდაფის სიღრმე მოშანდაკების ზედაპირიდან
d <sub>f</sub> , d <sub>fn</sub>	მ	გრუნტის სეზონური ჩაყინვის სიღრმე შესაბამისად საანგარიშო და ნორმატიული
d <sub>w</sub>	მ	მიწისქვეშა წყლის დონის სიღრმე
$\lambda = d / b$	-	საძირკვლის ფარდობითი ჩაღრმავება
h	მ	გრუნტის ფენის სისქე
H <sub>c</sub>	მ	კუმშვადი ზონის სიზრქე
H	მ	ფენის სიზრქე
z	მ	სიღრმე საძირკვლის ძირიდან
$\xi = 2z / b$	-	ფარდობითი სიღრმე
DL	მ	მოშანდაკების ნიშნული
NL	მ	ბუნებრივი რელიეფის ზედაპირის ნიშნული
FL	მ	საძირკვლის ძირის ნიშნული
BC	მ	კუმშვადი ზონის ქვედა საზღვარი
WL	მ	მიწისქვეშა წყლის დონე
h <sub>st</sub>	მ	ჩაჯდომადი ზონის სისქე
H <sub>sw</sub>	მ	გაჯირჯვის ზონის სისქე

#### მუხლი 4. ძირითადი დებულებები

1. ნაგებობათა ფუძე უნდა დაპროექტდეს თანახმად შემდეგი ჩამონათვალისა:

ა) მშენებლობისათვის გეოდეზიური, საინჟინრო-გეოლოგიურ ძიებათა შედეგების საფუძველზე

ბ) მონაცემებით, რომლებიც ახასიათებს ნაგებობის დანიშნულებას, ტექნოლოგიურ თავისებურებას, საძირკველზე მოქმედ დატვირთვებს და ექსპლუატაციის პირობებს.

გ) საპროექტო გადაწყვეტილების დასაბუთება – შესაძლო ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარებით.

დ) ფუძე-სადირკვლების დაპროექტებისას საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს მშენებლობის ადგილობრივი პირობები, აგრეთვე მსგავს გეოლოგიურ პირობებში განხორციელებული მშენებლობის გამოცდილება.

2. საინჟინრო ძიებათა შედეგები საშუალებას უნდა იძლეოდეს შეირჩეს ფუძის და სადირკველის ტიპი, სადირკველის ჩაღრმავება და ზომები. დაუშვებელია ფუძეების დაპროექტება შესაბამისი საინჟინრო ძიებათა ჩატარების გარეშე.

3. ფუძე-სადირკველის პროექტში გასათვალისწინებელია ნიადაგის რეკულტივაცია და განაშენიანების რაიონის გამწვანება.

### **მუხლი 5. ფუძეების დაპროექტება. ზოგადი ცნებები**

1. ფუძეების დაპროექტება მოიცავს გაანგარიშებით დასაბუთებულ არჩევანს: ფუძის ტიპს, სადირკველის ტიპს, მასალას და ზომებს.

2. ფუძე გაიანგარიშება ზღვრული მდგომარეობის ორი ჯგუფით: დეფორმაციაზე (მორე ჯგუფი) და ზიდვის უნარზე (პირველი ჯგუფი). დეფორმაციაზე გაანგარიშება სავალდებულოა ყველა ნაგებობისათვის, რომელთა ფუძე დისპერსიული გრუნტია; ზიდვის უნარზე კი – შემდეგ შემთხვევებში:

- ა) სადირკველს გადაეცემა მნიშვნელოვანი პორიზონტალური დატვირთვა.
- ბ) ასაგები ნაგებობა განთავსდება ფერდოს წარბაზე, ან მის ახლოს.
- გ) ფუძე ძლიერკუმშვადი გრუნტია.

3. სისტემის საანგარიშო სქემა: სადირკველი და ფუძე აირჩევა ძირითადი ფაქტორების მიხედვით, რომლებიც მსაზღვრელია ფუძის დაძაბული მდგომარეობის და დეფორმაციისა (ნაგებობების სტატიკური სქემა, მისი აშენების პირობა, ფუძე-გრუნტის აგებულება, მისი შესაძლო ცვლილება ნაგებობის აგების და ექსპლუატაციის დროს და სხვა).

### **მუხლი 6. გაანგარიშებაში გასათვალისწინებელი დატვირთვები და ზემოქმედებანი**

1. სადირკველიდან ფუძეზე გადაეცემული დატვირთვები დგინდება მათი ერთობლივი მუშაობის პირობით. ამასთან, დატვირთვები და ზემოქმედებანი მიიღება სათანადო ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად. ფუძეთა გაანგარიშება სადირკველთან ერთობლივ მუშაობის პირობით წარმოებს, როგორც კოჭის ან ფილის დრეკად ფუძეზე ფუძეების გაანგარიშება სადირკველის ზედა ნაშენთან მუშაობისას არ სრულდება – ნაგებობის სივრცითი სიხისტის განსაზღვრის ხორთულისა და იმ უზუსტობის გამო, რაც საშუალებას არ იძლევა ფუძის ყველა წერტილში განისაზღვროს დეფორმაცია (სასრულო ელემენტების ან სხვა მსგავსი გაანგარიშების მეთოდი არ იძლევა საჭირო სიზუსტის გარანტიას). ფუძეზე სადირკველის ზედნაშენ კონსტრუქციებიდან გადმოცემული დატვირთვა, მათი გადანაწილების აღრიცხვის გარეშე დასაშვებია, როდესაც სრულდება გაანგარიშება:

- ა) III კლასის ნაგებობათა ფუძისა;
- ბ) ფუძის საშუალო დეფორმაციის პირობებში;
- გ) ტიპური პროექტის ადგილობრივ გრუნტულ პირობებთან მიბმისას.

2. ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშება უნდა შესრულდეს დატვირთვითა ძირითადი თანწობით. ფუძის ზიდვის უნარზე გაანგარიშება უნდა შესრულდეს ძირითადი თანწობით, ხოლო განსაკუთრებული დატვირთვის ზემოქმედებისას –

ძირითად და განსაკუთრებულ დატვირთვაზე ამასთან, გადახურვის და თოვლისმიერი დატვირთვები დეფორმაციაზე გაანგარიშებისას ითვლებიან ხანგრძლივად მოქმედად, ზიდვის უნარზე გაანგარიშებისას კი – ხანმოკლედ.

3. ფუძეთა გაანგარიშებისას გასათვალისწინებელია საძირკვლის ახლოს დასაწყობებულ მასალებისაგან დატვირთვები.

### მუხლი 7. გრუნტების მახასიათებლების ნორმატიული და საანგარიშო მჩვენებლები

1. ფუძის ზიდვის უნარისა და მისი დეფორმაციის მსაზღვრელი ძირითადი პარამეტრები არიან გრუნტის მექანიკური მახასიათებლები: შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi$ , კუთრი შეჭიდულობის ძალა  $C$ , დეფორმაციის მოდული  $E$ , პირობითი საანგარიშო წინაღობა  $R_0$ , ფუძის სიხისტის კოეფიციენტი და სხვა.

2. ბუნებრივი და ხელოვნური გრუნტების ნორმატიული მახასიათებლები საჭიროა განისაზღვროს ლაბორატორიული და საველე გამოცდებით, მისი მოსალოდნელი დასველების გათვალისწინებით.

3. გრუნტის ნორმატიული და საანგარიშო მახასიათებლები განისაზღვრება ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდით.

4. ფუძის ყველა გაანგარიშება უნდა შესრულდეს გრუნტის საანგარიშო მახასიათებლების  $X$  გამოყენებით.  $X$  გაანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$X = X_n / \gamma_x \quad (1)$$

სადაც,  $X_n$  მოცემული მახასიათებლის ნორმატიული მნიშვნელობაა;

$\gamma_x$  საიმედოობის კოეფიციენტი გრუნტის მიხედვით.

გრუნტის მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა დგინდება მახასიათებელთა ცვალებადობის განსაზღვრებათა რიცხვის და ალბათობის საიმედოობის მიხედვით. გრუნტის სხვა მახასიათებლებისათვის მიიღება  $\gamma_x = 1$ .

5. ალბათობის საიმედოობა  $\alpha$  – გრუნტის საანგარიშო მახასიათებლების განსაზღვრისას მიიღება: ზიდვის უნარისათვის -  $\alpha = 0,95$ , დეფორმაციაზე  $\alpha = 0,85$ . გრუნტის საანგარიშო მახასიათებლები ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშებისას აღინიშნება  $C_{II}$ ,  $\varphi_{II}$  და  $\gamma_{II}$ , ხოლო მახასიათებლები ზიდვის უნარზე გაანგარიშებისას აღინიშნებიან  $C_I$ ,  $\varphi_I$  და  $\gamma_I$ .

6. გრუნტების მახასიათებლების განსაზღვრებათა რაოდენობა უნდა დადგინდეს გრუნტების არაერთგვაროვნობის ხარისხის, განსაზღვრებათა სიზუსტის და ნაგებობის კლასის მიხედვით.

7. ფუძის წინასწარი გაანგარიშებისას ან II და III კლასის ნაგებობებისათვის დასაშვებია გრუნტის ნორმატიული და საანგარიშო მახასიათებლები განისაზღვროს მათი ფიზიკური მახასიათებლებით (იხ. დანართი 2).  $C_n$ ,  $\varphi_n$ ,  $E$  და  $R_0$  მნიშვნელობები მიიღება დანართი 3-ის 1-5 ცხრილების მიხედვით. საანგარიშო მახასიათებლები კი მიიღება გრუნტის მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტების გამოყენებით:

ა) ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშებისას  $\gamma_x = 1$ .

ბ) ფუძის ზიდვის უნარზე გაანგარიშებისას კუთრი შეჭიდულობისათვის  $\gamma_{x(C)} = 1,50$ .

- გ) ქვიშოვანი გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხისათვის  $\gamma_{\text{შფ}} = 1,10$ .
- დ) ასევე მტვროვან-თიხოვანი გრუნტისათვის  $\gamma_{\text{შფ}} = 1,15$ .

### მუხლი 8. მიწისქვეშა წყლები

1. ფუძეთა დაპროექტებისას გასათვალისწინებელია მიწისქვეშა წყლის დონის ცვალებადობა ნაგებობის აგების და მისი ექსპლუატაციის დროს, მიწისქვეშა წყლის აგრესიულობის ხარისხის დადგენა მიწისქვეშა კონსტრუქციების დახაცავად.

2. სეზონური და მრავალწლიური მიწისქვეშა წყლის დონის ცვალებადობა ისახლერება ჰიდროგეოლოგიური სამსახურის დაკვირვებათა საფუძველზე.

3. სამშენებლო ტერიტორიის პოტენციური დატბორვის ხარისხი უნდა შეფასდეს მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობებისა და დასაპროექტებელი ნაგებობის კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური თავისებურებების მიხედვით.

4. თუ მიწისქვეშა წყლის პროგნოზირებადი დონე გააუარესებს ფუძე-გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს და დაარღვევს ნაგებობების ნორმატიულ საექსპლუატაციო პირობას, მაშინ პროექტში გასათვალისწინებელია დამცავი ღონისძიებები, კერძოდ, მიწისქვეშა კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია, უნდა გამოირიცხოს წყალგადენა წყალსადენ-კანალიზაციის ქსელებიდან მათი კონტროლირებად არხებში ჩალაგებით, შეზღუდვა წყლის დონის აწვეისა ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდით, დრენაჟით და ა. შ. შერჩევა ამა თუ იმ მეთოდისა ან კომპლექსური ღონისძიებების ჩატარება საჭიროა დაეფუძნოს ტექნიკურ-კონსტრუქციულ გაანგარიშებას.

5. ფუძე-საძირკველების დაპროექტებისას დაწვევითი მიწისქვეშა წყლის პიეზომეტრიული დონის ქვემოთ, გასათვალისწინებელია ღონისძიება წყლის დაწვევისაგან ქვაბულის ამობურცვის და შენობის დაცურების საწინააღმდეგოდ.

### მუხლი 9. საძირკვლის ჩაღრმავება

1. საძირკვლის ჩაღრმავება განისაზღვრება:

- ა) ნაგებობის კონსტრუქციული თავისებურებით;
- ბ) დატვირთვის სიდიდისა და ხახიათის მიხედვით;
- გ) არსებული და დასაპროექტებელი რელიეფის თავისებურებით;
- დ) ახლომდებარე ნაგებობების საძირკვლის ჩაღრმავებით;
- ე) სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობებით.

(შენიშვნა: ტერმინში – გრუნტის მახასიათებლები იგულისხმება არა მარტო მისი მექანიკური, არამედ, ფიზიკური მახასიათებლებიც).

2. გრუნტის სეზონური ჩაყინვის სიღრმე მიიღება საშუალო არითმეტიკული ჰიდრომეტრსამსახურის მრავალწლიანი დაკვირვებიდან.

3. გრუნტის სეზონური ჩაყინვის ნორმატიული სიღრმე  $d_{\text{ჩ}}$  (მ) დასაშვებია გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით:

$$d_{in} = d_0 \sqrt{M_t} \quad , \quad (2)$$

აქ  $M_t$  უგანზომილებო კოეფიციენტია, მიიღება პიდრომეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვების ბაზაზე;  $d_0$  სიღრმე სიდიდით ტოლია:

- ა) თიხნარებსა და თიხებისათვის – 0,23;
- ბ) თიხაქვიშების, მტერიანი და წვრილი ქვიშებისათვის – 0,28;
- გ) კენჭოვან, მსხვილ და საშუალო ხიმსხოს ქვიშისათვის – 0,30;
- დ) მსხვილნატეხოვანი გრუნტისათვის – 0,34.

4. არაერთგვაროვანი აგებულების გრუნტებისათვის  $d_0$  მიიღება, როგორც საშუალო ჩაყინვის სიღრმის ფარგლებში.

5. გრუნტის საანგარიშო ჩაყინვის სიღრმე (მ), განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$d_f = k_h d_{in} \quad , \quad (3)$$

სადაც,  $d_{in}$  გრუნტის ნორმატიული ჩაყინვის სიღრმეა;  $k_h$  - კოეფიციენტი, ითვალისწინებს ნაგებობისაგან თბური რეჟიმის გავლენას, მისი მნიშვნელობა მიიღება ცხრილი 1-ის მიხედვით.

ცხრილი 1

ნაგებობის თავისებურება	კოეფიციენტი, როცა საანგარიშო სადღველამისო პაერის ტემპერატურა შენობაში გარე საძირკველთან შედარებით °C				
	0	5	10	15	20 და მეტი
უსარდაფო იატაკი, რომელიც დაგებულია გრუნტზე	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
გრუნტზე წოდანებით	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
დათბილებულ გადახურვაზე	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
სარდაფით ან ტექნიკური იატაკქვეშით	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

მუხლი 10. საძირკვლის ჩაღრმავების შერჩევა გრუნტულ პირობის მიხედვით

ცხრილი 2

საძირკვლის ძირის ქვემოთ განლაგებული გრუნტები	მანძილი მოშანდაკების დონიდან მიწისქვეშა წყლის დონემდე	საძირკვლის ჩაღრმავების სიღრმე, d
კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი, მსხვილნატეხოვანი ქვიშოვანი შემესებით, კენჭოვანი ქვიშები, მსხვილი და საშუალო ხიმსხოს ქვიშები	ნებისმიერი	დამოუკიდებლად ჩაყინვის სიღრმისა (მაგრამ არანაკლებ 0,50 მ)
წვრილი და მტვროვანი ქვიშები, აგრეთვე თიხაქვიშა მყარ	$d_w > d_f + 2$ მ	- " -

მდგომარეობაში $I_L < 0$		
იგივე გრუნტები $I_L \geq 0$	$d_w \leq d_f + 2$ მ	არანაკლებ $d_f$
თიხნარი და თიხა მყარ და ნახევრად მყარ მდგომარეობაში	$d_w > d_f + 2$ მ	$\geq 0,5 d_f$
იგივე გრუნტები	$d_w \leq d_f + 2$ მ	$\geq d_f$
მტვროვან თიხოვანი გრუნტები პლასტიკურ მდგომარეობაში	ნებისმიერი	$\geq d_f$

1. ყინვისმიერი ბურცვალობის არდაშვების მიზნით, გასათბობ ნაგებობაზე გარე საძირკვლებისათვის საძირკვლის ჩაღრმავება მიიღება მე-2 ცხრილის შიგა საძირკვლებისათვის გრუნტის საანგარიშო ჩაყინვის მიხედვით.

2. გასათბობ ნაგებობაში შიგა საძირკვლებისათვის ცივი სარდაფით და ტექნიკურ იატაკქვეშა საძირკვლის ჩაღრმავება მიიღება სარდაფის იატაკის დონიდან ან ტექნიკური იატაკქვეშის მიხედვით, მე-2 ცხრილიდან.

3. გარე და შიგა საძირკვლების ჩაღრმავება გაუთბობი ნაგებობებისათვის მიიღება მე-2 ცხრილის თანახმად; ამასთან, ჩაღრმავება უსარდაფო ან ტექნიკურ იატაკქვეშის არმქონე ნაგებობებისათვის იანგარიშება მოშანდაკების ზედაპირიდან.

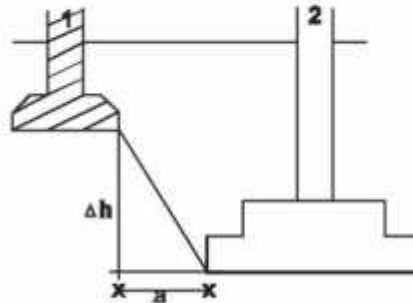
4. ფუძე-საძირკვლის პროექტში გასათვალისწინებელია ღონისძიება, რომელიც ფუძე-გრუნტის დატენიანებას ან გაყინვას აღკვეთს მშენებლობის დროს.

5. საძირკვლის ჩაღრმავება, არსებული ნაგებობის საძირკველთან თანაბარი დატვირთვების დროს უნდა შესრულდეს ერთ დონეზე. მნიშვნელოვნად ჭარბი დატვირთვისას, ასაგები საძირკვლის ჩაღრმავება არსებულიდან იქნება

$$\Delta h \leq a \operatorname{tg} \psi, \quad (4)$$

$$\text{სადაც, } \operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \varphi_1 + \frac{C_1}{p}$$

$a$  - მანძილი საძირკვლებს შორის (მ). აქ  $\varphi_1$  და  $C_1$  საანგარიშო მნიშვნელობებია შიგა ხახუნის კუთხისა და კუთრი შეჭიდულობის, ხოლო  $p$  საშუალო წნევაა ზემოთ განლაგებული საძირკვლის ძირზე.



ნახ. 1. ჩაღრმავება არსებულ საძირკველთან  
(1. არსებული საძირკველი; 2. ასაგები საძირკველი)  
მუხლი II. ფუძეთა გაანგარიშება დეფორმაციაზე

1. გაანგარიშების მიზანია შეიზღუდოს ფუძის აბსოლუტური და ფარდობითი დეფორმაცია იმ ფარგლებში, რაც ნაგებობათა ნორმალური ექსპლუატაციის გარანტიას იძლევა.

2. ფუძის დეფორმაცია იყოფა: დაჯდომად, რაც შედეგია ფუძე-გრუნტის შემკვრივების და ნაჯდომად, რაც შედეგია არა მარტო შემკვრივებისა გარე დატვირთვისგან, არამედ გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ძირეულად შეცვლისა გრუნტის დატენიანების გამო.

3. დეფორმაციაზე გაანგარიშება უნდა წარმოებდეს საძირკვლისა და ფუძის ერთობლივი მუშაობის პირობებში. ფუძის და საძირკვლის ერთობლივი დეფორმაცია შეიძლება ხასიათდებოდეს:

- ა) ფუძის და საძირკვლის აბსოლუტური დეფორმაციით  $S$ ;
- ბ) ფუძის საშუალო დეფორმაციით  $\bar{S}$ ;
- გ) ორ მუზობელი საძირკვლის ფარდობითი უთანაბარო დეფორმაციით  $\Delta S/L$ ;
- დ) საძირკვლის (ნაგებობის) გადახრით  $i$ ;
- ე) ფარდობითი ჩაღუნვით ან ამოღუნვით  $f/L$ ;
- ვ) ღუნვადი უბნის სიშრუდით  $p$ ;
- ზ) ნაგებობის ფარდობითი გრეხის კუთხით  $\theta$ ;
- თ) საძირკვლის პორიზონტალური გადაადგილებით  $u$ .

4. ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშება სრულდება პირობით:

$$S \leq S_u, \quad (5)$$

სადაც,  $S$  საძირკვლისა და ფუძის ერთობლივი დეფორმაციაა,  $S_u$  – ნაგებობებისათვის ზღვრული დეფორმაციის მნიშვნელობა, რაც დგინდება მე-4 დანართის 1 ცხრილის თანახმად.

5. ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშება სრულდება როგორც წრფივად დეფორმადი ნახევარსივრცე პირობითად შეზღუდული სიზრქით  $H_c$  ან წრფივად დეფორმადი ფენა, თუ:

- ა) კუმშვად სიზრქეში  $H_c$ -ზე განლაგებულია გრუნტი, რომლის  $E \geq 100$  მპა;
- ბ) საძირკვლის სიგანე  $b \geq 10$  მ და  $E \geq 10$  მპა.

წრფივად დეფორმადი ფენის სიზრქე მიიღება ნაკლებად კუმშვადი ფენის სახურავამდე.

6. ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშება გულისხმობს, რომ საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე უნდა იყოს ნაკლები ან ტოლი ფუძის საანგარიშო წინააღობაზე.

$$P \leq R, \quad (6)$$

სადაც,  $P$  საშუალო წნევის მნიშვნელობაა, კპა.  $R$  – გრუნტის საანგარიშო წინააღობა, კპა.

საშუალო წნევის მნიშვნელობა გამოითვლება ზოგად შემთხვევაში

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

სადაც,  $N$  საძირკველი ძირზე გადაცემული დატვირთვაა, კნ;

A – საძირკვლის ძირის ფართობი (ზოლოვან საძირკვლის შემთხვევაში საძირკვლის სიგანე მრავლდება 1-ზე),  $A = b \times l$   
M – მომენტი საძირკვლის ძირზე, კნ. მ;  
W – საძირკვლის ძირის წინაღობის მომენტი,

$$W = \frac{ba^2}{6} \text{ მ}^3.$$

როდესაც საძირკვლის ძირი კვადრატულია ან სწორკუთხედი, საშუალო წნევა გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{A} \left( 1 \pm \frac{6e}{b} \right).$$

სადაც, e ექსცენტრისიტეტია საძირკვლის ცენტრსა და ძალის მოდების წერტილს შორის.  
ფუძე-გრუნტის საანგარიშო წინაღობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [ M_7 k_z b \gamma_{11} + M_4 d_1 \gamma'_{11} + (M_4 - 1) d_b \gamma'_{11} + M_c C_{11} ]. \quad (7)$$

სადაც,  $\gamma_{c1}$  და  $\gamma_{c2}$  მუშაობის პირობის კოეფიციენტებია, მიიღება მე-3 ცხრილის მიხედვით;

k - კოეფიციენტია;  $k = 1$ , როცა გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლები C და  $\phi$  უშუალოდ ცდითაა განსაზღვრული, როცა C და  $\phi$  მიიღება ამ ნორმების დანართებიდან, მაშინ  $k = 1,1$ ;

b – საძირკვლის ძირის სიგანე, მ;

$M_7, M_4, M_c$  – უგანზომილებო კოეფიციენტები მიიღება მე-4 ცხრილის თანახმად;

$k_z$  - კოეფიციენტია;  $k_z = 1$ , როცა  $b < 10$  მ; თუ  $b > 10$  მ, მაშინ

$$k_z = \frac{8}{b} + 0,2 ;$$

$\gamma_{11}$  - საძირკვლის ძირის ქვემოთ განფენილი გრუნტის კუთრი წონა კნ/მ<sup>3</sup>;

$\gamma'_{11}$  - იგივე საძირკვლის ძირის ზემოთ;

$d_1$  - საძირკვლის ჩაღრმავება უსარდაფო შენობებში მოშანდაკების დონიდან, სარდაფიან შენობებში კი სარდაფის იატაკის დონიდან და ისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \gamma_{cf}}{\gamma'_{11}}, \quad (8)$$

სადაც,  $h_s$  გრუნტის ფენის სიზრქეა საძირკვლის ძირიდან სარდაფის იატაკამდე, მ;

$h_{cf}$  – სარდაფის იატაკის სიზრქე, მ;



$\gamma_{ei}$  – სარდაფის იატაკის კონსტრუქციის საანგარიშო კუთრი წონა, კნ/მ<sup>3</sup>;  
 $d_b$  – სარდაფის სიღრმე – მანძილი მოშანდაკების დონიდან სარდაფის იატაკემდე.  
 როცა სარდაფის სიგანე  $B > 20$ , მაშინ  $d_b = 0$ ; როცა  $B \leq 20$ , ხოლო სარდაფის სიღრმე მეტია 2 მ-ზე, მაშინ  $d_b = 2$ .

ცხრილი 3

გრუნტები	კოეფიციენტი, $\gamma_{ei}$	კოეფიციენტი $\gamma_{e2}$ ხისტ კონსტრუქციულ სქემიანი ნაგებობისათვის, რომელთა L/H ტოლია	
		4 და მეტი	1,5 და ნაკლები
მსხვილნატეხიანი ქვიშოვანი შემეხებით და ქვიშოვანი, გარდა წვრილისა და მტვროვანისა	1,4	1,2	1,4
წვრილი ქვიშები	1,3	1,1	1,3
მტვროვანი ქვიშები	1,25 1,1	1,0	1,2
ნაკლებტენიანი და ტენიანი წყალგაჯერებული		1,0	1,2
მტროვან-თიხივანი, აგრეთვე მსხვილნატეხიანი მტვროვან თიხივანი შემეხებით რომელთა $I_s \leq 0,25$	1,25	1,0	1,1
აგრეთვე, როცა $0,25 < I_s \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
აგრეთვე, როცა $I_s > 0,5$	1,1	1,0	1,0

შენიშვნა: L/H შუალედურ მნიშვნელობისათვის  $\gamma_{ei}$  და  $\gamma_{e2}$  კოეფიციენტები იღება ინტერპოლაციით.

ცხრილი 4

შოგა ხახუნის კუთხე $\varphi_{II}$ გრად.	კოეფიციენტები			შოგა ხახუნის კუთხე $\varphi_{II}$ გრად.	კოეფიციენტები		
	$M\gamma$	$Mq$	$Mc$		$M\gamma$	$Mq$	$Mc$
0	0	1	3,14	23	0,69	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24

19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

7. როდესაც ფუძე-გრუნტი მსხვილნატეხიანია, საანგარიშო წინაღობა R გამოითვლება (7) ფორმულით. თუ შემესების რაოდენობა აღემატება 40%-ს, მაშინ R-ის მნიშვნელობა მსხვილნატეხიანი გრუნტის შემესების მიხედვით განისაზღვრება.

8. ხელოვნური ფუძის მოწყობისას, R გამოითვლება შეცვლილი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების მიხედვით.

9. წვეტილი საძირკვლისათვის გრუნტის საანგარიშო წინაღობა განისაზღვრება, როგორც ზოლოვანისათვის R-ის მნიშვნელობის გაზრდით, R-ის გამოთვლისათვის  $k_d$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა აიღება მე-5 ცხრილიდან.

ცხრილი 5

საძირკვლის ძირის ფორმა	$k_d$ კოეფიციენტის მნიშვნელობა ქვიშებისათვის (გარდა ფხვიერისა) და მტვროვან-თიხიანი გრუნტებისათვის, რომელთა $e$ და $I_L$ არის		
	$e \leq 0,5$ $I_L \leq 0$	$e = 0,6$ $I_L = 0,25$	$e \geq 0,7$ $I_L \geq 0,5$
სწორკუთხედი	1,3	1,15	1,0
კუთხური შენაკტით	1,3	1,15	1,15

10. (7) ფორმულით გამოთვლილი R მნიშვნელობა შეიძლება 20%-ით გაიზარდოს, თუ ფუძის საანგარიშო დეფორმაცია არ აღემატება ზღვრული მნიშვნელობის 40%.

11. თუ  $H_c$  კუმულად სიზრქეში საძირკვლის ძირიდან  $z$  სიღრმეზე განფენილია სუსტი გრუნტი, მაშინ საძირკვლის ძირის ზომები ისე უნდა შეირჩეს, რომ დაკმაყოფილდეს შემდეგი პირობა:

$$\sigma_p + \sigma_{zg} \leq R_z \quad (9)$$

სადაც,  $\sigma_p$  და  $\sigma_{zg}$  ვერტიკალური ძაბვებია  $z$  სიღრმეზე გრუნტის საკუთარი წონისა და დამატებითი დატვირთვისაგან.

$R_z$  - გრუნტის საანგარიშო წინაღობა  $z$  სიღრმეზე, კა, რომელიც (7) ფორმულით გამოითვლება.

12. არაცენტრულად დატვირთველი საძირკვლებისათვის ნაპირა წნევა არ უნდა აღემატებოდეს 1,2 R.

13. ცალკეული საძირკვლის ან ნაგებობისათვის მთლიანად გადახრა უნდა გამოითვალოს საძირკვლის ძირზე მოქმედი მომენტით, მეზობელი საძირკვლების ზეგავლენით და ფუძის უთანაბრო კუმშით.

14. საძირკვლისა და გრუნტის ერთობლივი მუშაობისას ზღვრული დეფორმაცია მყარდება შემდეგი პირობების დაცვით:

ა) ტექნოლოგიური და არქიტექტურული მოთხოვნებით;

ბ) სიმტკიცის, მდგრადობის და კონსტრუქციებში ბზარწარმოქმნის მოთხოვნებით.

15. ფუძის ზღვრული დეფორმაციის მნიშვნელობის მიღება დასაშვებია დანართ 4-ის მიხედვით.

16. ფუძის დეფორმაციის გაანგარიშება შეიძლება არ შესრულდეს, თუ საშუალო წნევის მნიშვნელობა დასაპროექტებელი საძირკვლის ძირზე არ აღემატება ფუძის საანგარიშო წინაღობას.

## მუხლი 12. ფუძის გაანგარიშება ზიდვის უნარზე

1. ზიდვის უნარზე გაანგარიშება ტარდება იმ მიზნით, რომ დაცული იყოს ნაგებობის სიმტკიცის და მდგრადობის პირობა, აგრეთვე არ მოხდეს საძირკვლის დაძვრა.

2. ფუძის გაანგარიშება ზიდვის უნარზე წარმოებს შემდეგი პირობით:

$$F \leq \frac{\gamma_c F_u}{\gamma_u} \quad (10)$$

სადაც,  $F$  საანგარიშო დატვირთვაა ფუძეზე გამოთვლილი მე- $n$  მუხლის 1-ლი პუნქტის თანახმად;  $F_u$  – ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალაა;  $\gamma_c$  - საიმედოობის კოეფიციენტი მუშაობის პირობაზე მიიღება ქვიშისათვის (გარდა მტვროვნისა)  $\gamma_c = 1,0$ . მტვროვან-ქვიშებისა და აგრეთვე მტვროვან-თიხოვანი გრუნტებისათვის სტაბილიზებულ მდგომარეობაში  $\gamma_c = 0,9$ . მტვროვან-თიხოვანი გრუნტებისათვის არა სტაბილიზებულ მდგომარეობაში,  $\gamma_c = 0,85$ .  $\gamma_u$  - საიმედოობის კოეფიციენტი ნაგებობის დანიშნულების მიხედვით I კლასისათვის 1,2; II კლასისათვის 1,15 და III კლასისათვის 1,10. გამოუფიტავ და სუსტად გამოფიტული კლდოვანი გრუნტებისათვის  $\gamma_c = 1,0$ ; გამოფიტულ კლდოვან გრუნტებისათვის  $\gamma_c = 0,9$ ; ძლიერ გამოფიტულისათვის  $\gamma_c = 0,8$ .

3. კლდოვანი გრუნტებისათვის ფუძის ზღვრული წინაღობის ვერტიკალური შემდგენელი

$$N_u = R_c b' L' \quad (11)$$

სადაც,  $R_c$  კლდოვანი გრუნტის სიმტკიცეა ერთდერძა კუმშვაზე;  $b'$  და  $L'$  - სათანადო საძირკვლის დაყვანილი სიგანე და სიგრძე გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$b' = b - 2 e_b, \quad L' = L - 2 e_l; \quad (12)$$

სადაც,  $e_b$  და  $e_l$  – შესაბამისად კვანძების ცენტრებიდან  $b$  და  $L$  მხარეზე, მ.

4. არაკლდოვანი გრუნტებით აგებული ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალა (სტაბილიზებულ მდგომარეობაში) საჭიროა განისაზღვროს იმ პირობით, რომ

ნორმალური  $\sigma$  და  $\tau$  მხები ცოცვის ზედაპირზე ექვემდებარება შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg}\varphi_1 + C_1, \quad (13)$$

სადაც,  $\varphi_1$  და  $C_1$  სათანადოდ ზღვრული საანგარიშო მნიშვნელობაა შიგა ხახუნის კუთხისა და კუთრი შეჭიდულობის ძალისა.

5. არაკლდეანი ფუქე-გრუნტის ზღვრული წინაღობის ძალის ვერტიკალური შემდგენელი  $N_u$  (სტაბილიზებულ მდგომარეობაში) დასაშვებია გამოითვალოს (14) ფორმულით

$$N_u = b' l' ( N_\gamma \xi_\gamma b' \gamma_1 + N_q \xi_q \gamma_1' d + N_c \xi_c C_1 ). \quad (14)$$

სადაც,  $b'$  და  $l'$  აღნიშნულია ისევე, როგორც ფორმულაში II;  $N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  – უგანზომილებო კოეფიციენტები დამოკიდებული  $\varphi_1$ -ზე, მათი მნიშვნელობები მიიღება მე-6 ცხრილიდან.  $\gamma_1$  და  $\gamma_1'$  – კუთრი წონები ხაძირკვლის ძირის ქვემოთ და მის ზემოთ განლაგებული გრუნტებისა.  $C_1$  გრუნტის კუთრი შეჭიდულობის ძალა, კპა;  $d$  – ხაძირკვლის ჩაღრმავება, მ;

ცხრილი 6

შიგა ხახუნის კუთხე $\varphi$ , გრად.	კოეფიციენტები	ზიდვის უნარის კოეფიციენტები $N_\gamma, N_q, N_c$ გარე დატვირთვის ტოლქმედის დახრის $\delta$ კუთხის მიხედვით, გრადუსებში									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	$N_\gamma$ $N_q$ $N_c$	0 1,00 5,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	$N_\gamma$ $N_q$ $N_c$	0,20 1,57 6,49	{ 0,05 1,26 2,93 }	$\delta'=4,9$	-	-	-	-	-	-	-
10	$N_\gamma$ $N_q$ $N_c$	0,60 2,47 8,34	0,42 2,16 6,57	{ 0,12 1,60 3,38 }	$\delta'=9,8$	-	-	-	-	-	-
15	$N_\gamma$ $N_q$ $N_c$	1,35 3,94 10,98	1,02 3,45 9,13	0,61 2,84 6,88	{ 0,21 2,06 3,94 }	$\delta'=14,5$	-	-	-	-	-
20	$N_\gamma$ $N_q$ $N_c$	2,88 6,40 14,84	2,18 5,56 12,53	1,47 4,64 10,02	0,82 3,64 7,26	{ 0,36 2,69 4,65 }	$\delta'=18,9$	-	-	-	-
25	$N_\gamma$	5,87	4,50	3,18	2,00	1,05	{ 0,58 }	$\delta'=22,9$	-	-	-

	$N_{\phi}$ $N_c$	10,66 20,72	9,17 17,53	7,65 14,26	6,13 10,99	4,58 7,68	3,60 5,58				
30	$N_{\gamma}$ $N_{\phi}$ $N_c$	12,39 18,40 30,14	9,43 15,63 25,34	6,72 12,94 20,68	4,44 10,37 16,23	2,63 7,96 12,05	1,29 5,67 8,09	$\left\{ \begin{array}{l} 0,95 \\ 4,95 \\ 6,85 \end{array} \right\}$	$\delta'=26,5$	-	-
35	$N_{\gamma}$ $N_{\phi}$ $N_c$	27,50 33,30 46,12	20,58 27,86 38,36	14,63 22,77 31,09	9,79 18,12 24,45	6,08 13,94 18,48	3,38 10,24 13,19	$\left\{ \begin{array}{l} 1,60 \\ 7,04 \\ 8,63 \end{array} \right\}$	$\delta'=29,8$	-	-
40	$N_{\gamma}$ $N_{\phi}$ $N_c$	66,01 64,19 75,31	48,30 52,71 61,63	33,84 42,37 49,31	22,56 33,26 38,45	14,18 25,39 29,07	8,26 18,70 21,10	$\left\{ \begin{array}{l} 4,30 \\ 10,46 \\ 11,27 \end{array} \right\}$	$\delta'= 32,7$	-	-
45	$N_{\gamma}$ $N_{\phi}$ $N_c$	177,61 134,87 133,87	126,09 108,24 107,23	86,20 85,16 84,16	56,50 65,58 64,58	32,26 49,26 48,26	20,73 35,93 34,93	$\left\{ \begin{array}{l} 11,26 \\ 25,24 \\ 24,24 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 5,45 \\ 16,82 \\ 15,82 \end{array} \right\}$	$\delta'= 35,2$	-

**შენიშვნა:** 1.  $\phi_1$  და  $\delta$  შუალედი მნიშვნელობისათვის  $N_{\gamma}$ ,  $N_{\phi}$  და  $N_c$  კოეფიციენტები მიიღება ინტერპოლაციით.

6. ფიგურულ ფრჩხილებში მოცემულია ზიდვის უნარის კოეფიციენტების მნიშვნელობები შესაბამისად დატვირთვის დახრის კუთხის ზღვრული მნიშვნელობისათვის.  $\xi_{\gamma}$ ,  $\xi_{\phi}$ ,  $\xi_c$  - საძირკვლის ფორმის კოეფიციენტები განისაზღვრება ფორმულით:

$$\xi_{\gamma} = L - \frac{0,25}{\eta}; \quad \xi_{\phi} = L + \frac{1,5}{\eta}; \quad \xi_c = L + \frac{0,3}{\eta}; \quad \text{სადაც } \eta = L/b \quad (15)$$

$L$ ,  $b$  შესაბამისად საძირკვლის სიგრძე და სიგანეა, არაცენტრული დატვირთვის დროს, ტოლი  $L'$ ,  $b'$ , რაც განისაზღვრება (12) ფორმულით. თუ  $\eta = L/b < 1$ , მე-15 ფორმულაში საჭიროა  $\eta = 1$ . გარე დატვირთვის ტოლქმედის  $\delta$  გადახრა ვერტიკალიდან განისაზღვრება შემდეგი პირობიდან:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{F_h}{F_v} \quad (16)$$

$F_h$  და  $F_v$  - შესაბამისად გარე დატვირთვის პორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელებია საძირკვლის ძირზე. (16) ფორმულით გაანგარიშება დაიშუება, თუ სრულდება შემდეგი პირობა:

$$\operatorname{tg} \delta < \sin \phi_1 \quad (17)$$

7. საძირკვლის ძერაზე გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი პირობიდან:

$$\sum F_{s,a} \leq \frac{\gamma_c \sum F_{s,r}}{\gamma_n} \quad (18)$$

სადაც,  $\Sigma F_{x,z}$  და  $\Sigma F_{y,z}$  ცოცვის ზედაპირზე პროექციათა ჯამია შესაბამისად დამძრავი და დამჭერი ძალებისა, რომლებიც განისაზღვრებიან გრუნტის აქტიური და პასიური დაწნევით საძირკვლის გვერდით ზედაპირზე.  $\gamma_c$  და  $\gamma_n$  – აღნიშვნები იგივეა, რაც (10) ფორმულაში.

8. ფუძის გაანგარიშება ზიდვის უნარზე დასაშვებია შესრულდეს გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით, მაგალითად, წრიულ-ცილინდრულით, თუ:

- ა) ფუძე არაერთგვაროვანია ხიდრმეზე;
- ბ) დატვირთვა საძირკვლის სხვადასხვა მხარეს განსხვავებულია;
- გ) ნაგებობა წარბაზე ან მის მახლობლად.

8. საძირკვლის მდგრადობა ფუძის ყინვისმიერ ბურცვალობაზე შემოწმდება იმ შემთხვევაში, თუ გრუნტი ბურცვალია.

### **მუხლი 13. დეფორმაციის შემცირების ღონისძიებანი და მათი გავლენა ნაგებობაზე**

1. ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების მოთხოვნების შესასრულებლად, გარდა საძირკვლის ზომების შეცვლისა გეგმაში ან ხიდრმეში, მათ შორის დამატებითი კავშირების შემოტანა საძირკვლის გადაადგილების აღსაკვეთად, ან განსხვავებული ტიპის საძირკვლის გამოყენება და ა.შ. – აუცილებელია შემდეგი ღონისძიების გატარება:

- ა) ფუძე-გრუნტების დაცვა მათი თვისებების გაუარესების საწინააღმდეგოდ;
- ბ) გრუნტების ხამშენებლო თვისებების გარდაქმნა-გაუმჯობესება;
- გ) კონსტრუქციული ღონისძიებანი, ნაგებობის მგრძობელობაზე ფუძის დეფორმაციის მიმართ.

2. ერთი ან კომპლექსური ღონისძიების შერჩევა უნდა მოხდეს მე-5 მუხლის 1-ლი და მე-3 პუნქტების მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

3. ღონისძიებებს, რომლებიც უზრუნველყოფს ფუძე-გრუნტის თვისებათა დაცვას გაუარესებისაგან მიეკუთვნებიან:

- ა) წყალდაცვითი ღონისძიებები მოედნებზე, რომლებიც აგებულია წყალგონვადი გრუნტებით (ვერტიკალური მოშანდაკებით წყალაცილება აღნიშნული ტერიტორიიდან, დრენაჟების მოწყობა, ფილტრაციის საწინააღმდეგო ფარდები, კერანები და ა.შ.);
- ბ) ფუძე-გრუნტის დაცვა ქიმიურად აქტიური ხსნარებისაგან;
- გ) დინამიკური ზემოქმედებისაგან ფუძე-გრუნტის დაცვა;
- დ) ბუნებრივი სტრუქტურის დაცვა ქვაბულის ამოდებისას.

4. გრუნტების ხამშენებლო თვისებების შეცვლა, გადასვლა ბუნებრივიდან ხელონურ ფუძეზე:

- ა) გრუნტების ზედაპირული შემაგრება სატკეპნებით, ან მიძე სავარდნებით;
- ბ) გრუნტების ხიდრმითი შემკვრივება გრუნტის ხიმინჯებით ან ვიბრირებით;
- გ) მიტვირთვა ნაყარით;
- დ) გრუნტის შემაგრება ცემენტაციით ან ხილიკატიზაციით;
- ე) გრუნტის გამაგრება თერმული წესით;
- ვ) გრუნტების დაარმატურება სპეციალური ბადეებით და ა. შ.

5. კონსტრუქციული ღონისძიებები, რომლებიც ამცირებს ნაგებობის მგრძობელობას ფუძის დეფორმაციისადმი, შემდეგია:

- ა) ნაგებობის რაციონალური გამოთლიანება გეგმასა და სიმაღლეში;

- ბ) ნაგებობის სივრცითი სიმტკიცის და სიხისტის გაზრდა კონსტრუქციის გაძლიერებით განსაკუთრებით სარდაფის ნაწილში;
- გ) ნაგებობის დამყოლობის გაზრდა მოქნილი ასაწობი კონსტრუქციების გამოყენებით;
- დ) ტექნოლოგიური მოწყობილობების შექმნა ნაგებობის კონსტრუქციების გასასწორებლად.

6. კონსტრუქციებში ძაღვების შესამცირებელ ღონისძიებებს ფუძესთან ურთიერთქმედებისას მიეკუთვნება:

- ა) ნაგებობის განთავსება მოედნებზე ისე, რომ გათვალისწინებულ იქნეს მათი საინჟინრო-გეოლოგიური აგებულება და ნეგატიური გავლენა (მაგალითად, სუსტი გრუნტის ჩანართები, ძველი სამთო გამონამუშევარი და სხვ.);
- ბ) შესაბამისი კონსტრუქციის საძირკვლის შერჩევა;
- გ) დასაბუთებული სიჩქარე და მიმდევრობა ნაგებობის ცალკეული ნაწილის აგებისას.
- დ) კვანძების დროული დამონოლითობა და სხვ.

#### **მუხლი 14. სეისმურ რაიონებში ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების თავისებურება**

1. 7, 8 და 9 ბალიან სეისმურ რაიონებში მშენებლობისას დაპროექტება წარმოებს სათანადო სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად.

2. ფუძეთა დაპროექტება სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინებით, საჭიროა შესრულდეს ზიდვის უნარზე, საძირკვლის მიახლოებითი ზომები შეიძლება განისაზღვროს დეფორმაციაზე გაანგარიშებით სეისმური დატვირთვის გაუთვალისწინებლად.

3. ზიდვის უნარზე არაცენტრული დატვირთვის ვერტიკალურ მდგენელზე ფუძეთა გაანგარიშება სრულდება შემდეგი პირობის მიხედვით:

$$N_a \leq \gamma_{c,eq} N_{u,eq} / \gamma_n \quad (19)$$

სადაც,  $N_a$  საანგარიშო, არაცენტრული დატვირთვის ვერტიკალური მდგენელია დატვირთვის განსაკუთრებულ თანწობაში;  $N_{u,eq}$  - სეისმური დატვირთვისას ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალის ვერტიკალური შემდგენი.  $\gamma_{c,eq}$  - მუშაობის პირობების სეისმურობის კოეფიციენტი, ტოლი 1,0; 0,8; 0,6 შესაბამისად, I, II და III კატეგორიის გრუნტებისათვის. ნაგებობებისათვის, რომლებიც აიგება მიწისძვრის განმეორებად I, 2, 3 რაიონებში,  $\gamma_{c,eq}$  უნდა გამრავლდეს შესაბამისად 0,85; 1,0 და 1,15-ზე.  $\gamma_n$  - ნაგებობის საიმედოობის კოეფიციენტი აიღება მე-12 მუხლის მე-2 პუნქტის თანახმად. დატვირთვის პორიზონტალური მდგენელი გათვალისწინება საძირკვლის ძვრაზე.

4. თუ დატვირთვებისაგან აღძრული მომენტები მოქმედებს ორი მიმართულებით, ფუძის გაანგარიშება უნდა შესრულდეს განცალკევებულად, ძალის და მომენტის მოქმედებაზე ცალკეული მიმართულებით – ერთი მეორისაგან დამოუკიდებლად.

5. თუ არაკლდოვან გრუნტებში საძირკვლის ჩაღრმავება ერთ ღონეზე არ ხერხდება, შიგა სახუნის კუთხის საანგარიშო მნიშვნელობა უნდა შემცირდეს: 7-ბალიან რაიონებში 2<sup>0</sup>-ით, 8-ბალიანში – 4<sup>0</sup>-ით და 9-ბალიანში 7<sup>0</sup>-ით.

#### **მუხლი 15. ჩაჯდომად გრუნტებში ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების**

## თავისებურება

1. ჩაჯდომადი თვისების ფუძე-გრუნტი უნდა დაპროექტდეს ჩაჯდომადობის თავისებურების გათვალისწინებით.

2. ფუძეთა დაპროექტებისას გასათვალისწინებელია ჩაჯდომადი გრუნტების ტენიანობის გაზრდა შემდეგი მიზეზებით:

ა) გრუნტების დასველება ზემოდან რაიმე გარე წყაროთი ან ქვემოდან მიწისქვეშა წყლის დონის აწევით.

ბ) ტენის თანდათანობით დაგროვება გრუნტში ზედაპირული წყლის ინფილტრაციის შედეგად.

3. ტენიანობის მიხედვით ჩაჯდომადი გრუნტების საანგარიშო მდგომარეობად ითვლება:

ა) სრული წყალჩაჯერობა ( $S_r \geq 0,8$ ).

ბ) ფუძე-გრუნტის არ დასველების პირობაში ტენიანობის დამყარებული მნიშვნელობა  $W_{eq}$  მიიღება ტოლი ბუნებრივი ტენიანობის  $W$ , თუ  $W \geq W_p$ , და აგორების ზღვარის ტენიანობის, თუ  $W < W_p$ .

4. ჩაჯდომადი გრუნტები ხასიათდება: ფარდობითი ჩაჯდომადობით  $e_{st}$ , საწყისი ჩაჯდომადობის წნევით  $P_{st}$ , საწყისი ჩაჯდომადობის ტენიანობით  $W_{st}$ ,  $e_{st}$  და  $P_{st}$  მნიშვნელობები მიიღება თანახმად დანართი 5-ის მოთხოვნების.

5. ჩაჯდომად გრუნტებით აგებული ფუძის გაანგარიშებისას უნდა იქნას გათვალისწინებული:

ა) ჩაჯდომა გარე დატვირთვისაგან  $S_{st,p}$  ჩაჯდომადობის ზედა ზონაში საძირკველის ძირიდან იმ დონემდე, სადაც ჯამური ძაბვა გარე დატვირთვისა და გრუნტის საკუთარი წონისაგან, გაუტოლდება საწყის ჩაჯდომადობის წნევას.

ბ) ჩაჯდომა გრუნტის საკუთარი წონისაგან  $S_{st,g}$  ჩაჯდომადობის ქვედა ზონაში დაწეებული იმ სიღრმიდან, სადაც ჯამური ვერტიკალური ძაბვა აღემატება საწყის ჩაჯდომადობის წნევას  $P_{st}$ .

გ) გრუნტების ჩაჯდომის, უთანაბრობა  $\Delta S_{st}$ .

დ) ფუძის პორიზონტალური გადაადგილება  $u_{st}$ , ჩაჯდომადობის ძაბრის მრუდხაზულ ფარგლებში გრუნტის საკუთარი წონისაგან.

6. გრუნტის ჩაჯდომადობის განსაზღვრისას საჭიროა გაითვალისწინოთ: მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები, გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და მათი არაერთგვაროვანობა, საძირკველების ურთიერთგანლაგება და მათი ზომები, საძირკველზე გადაცემული დატვირთვები, ნაგებობების კონსტრუქციული თავისებურებანი, კერძოდ, სარდაფების განლაგება და ა.შ. გარდა ამისა, უნდა გაითვალისწინოთ, რომ ზემოდან დასველების შემთხვევაში, როცა დასველების ფართობის ხიზანე  $B_{\sigma}$ -ს ტოლია ან აღემატება ჩაჯდომის ხიზრქეს  $H_{st}$ , ხოლო ქვემოდან დასველებისას (გრუნტის წყლის დონის აწევისას), მოხალოდნელია ჩაჯდომა გრუნტის საკუთარი წონისაგან  $S_{st,g}$ .

7. გრუნტის საკუთარი წონით გამოწვეული ჩაჯდომადობას იყოფა 2 ტიპად:

ა) I ტიპი – ისეთი ჩაჯდომადი გრუნტებია, რომელთა ჩაჯდომა დასველების პირობაში საკუთარი წონისაგან 5 სმ-მდეა.

ბ) II ტიპი – ისეთი ჩაჯდომადი გრუნტებია, რომელთა ჩაჯდომა დასველების პირობაში 5 სმ-ზე მეტია.



8. ჩაჯდომადი გრუნტებით აგებული ფუძის გაანგარიშება სრულდება შესაბამისად წინამდებარე სნ და V მუ-15 მუხლის მიხედვით. ამასთან, დეფორმაციები გამოითვლება, როგორც დაჯდომისა და ჩაჯდომის ჯამი.

9. დასველების პირობაში ჩაჯდომადი გრუნტების საანგარიშო წინაღობა მიიღება:

ა) საწყისი ჩაჯდომადობის წნევისა  $P_{st}$ , გრუნტის შესაძლო ჩაჯდომის გამორიცხვით;

ბ) მნიშვნელობისა, რომელიც მიიღება (7) ფორმულით გაანგარიშებისას.

10. საძირკვლის წინასწარი ზომები დაინიშნება გრუნტის პირობითი საანგარიშო წინაღობის მიხედვით რეკომენდებული დანართი 3-ის მუ-4 ცხრილით.

11. ფუძის გაანგარიშებისას I ტიპის ჩაჯდომად გრუნტებზე მოთხოვნა ითვლება დაკმაყოფილებულად, თუ ჯამი ვერტიკალური ძაბვისა გარე დატვირთვის და გრუნტის საკუთარი წონისაგან არ აღემატება საწყის ჩაჯდომადობის წნევას  $P_{st}$ .

12. ფუძის შესაძლო დასველების ვითარებაში, საჭიროა გათვალისწინება შემდეგი ღონისძიებებისა:

ა) გრუნტის ჩაჯდომადი თვისებების აღკვეთა მთელ ჩაჯდომად სიზრქეში;

ბ) ჩაჯდომადი სიზრქის ჩაჭრა ღრმა საძირკველების გამოყენებით;

გ) წყალდაცვითი ღონისძიებების გატარება.

13. ღრმა საძირკველის დაპროექტებისას გასათვალისწინებელია I ტიპის ჩაჯდომად გრუნტებში გრუნტის წინაღობის ძალა საძირკველის გარე პირველზე. II ტიპის ჩაჯდომად გრუნტებში – გრუნტების ნეგატიური წნევა, როგორც შედეგი ჩაჯდომისა.

### **მუხლი 16. საპაერო ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენების ფუძეთა დაპროექტების თავისებურებები**

1. ამ მუხლის მოთხოვნა დაცული უნდა იქნეს საპაერო ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენების ფუძეთა დაპროექტებისას ისევე, როგორც განმანაწილებელი I კვ და მეტი ძაბვითი ქვესადგურებისათვის. (შენიშვნა: დატვირთვის ხასიათის მიხედვით, საყრდენები იყოფა: შუალედური, ანკერული და კუთხური.)

2. გრუნტების საანგარიშო მახასიათებლები დადგინდება მუ-7 მუხლის 1-ლი და მუ-7 პუნქტების მოთხოვნების თანახმად. ფუძის დეფორმაციაზე გაანგარიშებისას დასაშვებია საიმედოობის კოეფიციენტი გრუნტის მიხედვით  $\gamma_{\Sigma}$  მიღებული იქნეს 1-ის ტოლი. მასობრივი საყრდენებისათვის მახასიათებლების ნორმატიული მნიშვნელობები შეიძლება მიღებული იქნეს რეკომენდებული დანართი 2-ის ცხრილი 1-ის მიხედვით. ამასთან,  $C_n$ ,  $\Phi_n$  და E მოყვანილი მტეროვან-თიხოვანი გრუნტებისათვის, რომელთა დენადობის მაჩვენებელია  $0,5 < I_L \leq 0,75$ , დაიშვება  $0,5 < I_L \leq 1,0$  დიაპაზონისათვის. ფუძეთა გაანგარიშებისას ზიდვის უნარზე საიმედოობის კოეფიციენტი გრუნტის მიხედვით მიიღება მუ-7 ცხრილით.

გრუნტები	გრუნტების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის საანგარიშო მნიშვნელობის განსაზღვრა		
	$\rho_1$ სიმკვრივის	შიგა ხახუნის კუთხის, $\varphi_1$	კუთრი შეჭიდულობის ძალის $C_1$
ქვიშოვანი თიხაქვიშა, როცა $I_L \leq 0,25$ და თიხნარი და თიხა, როცა $I_L \leq 0,5$	1,0	1,1	4,0
თიხაქვიშა, როცა $I_L > 0,25$ და თიხნარი და თიხა, როცა $I_L > 0,5$	1,0	1,1	2,4
	1,0	1,1	3,3

3. ფუძის გაანგარიშება დეფორმაციასა და ზიდვის უნარზე უნდა შესრულდეს საყრდენთა ყოველგვარ რეჟიმში მუშაობისათვის (დინამიკური ზემოქმედება ქარისმიერი დატვირთვისაგან საყრდენის კონსტრუქციაზე გაითვალისწინება მხოლოდ ფუძის ზიდვის უნარზე გაანგარიშებისას). მკუშმაკვი დატვირთვებისაგან – საძირკვლის ცალკეული ბლოკების დაჯდომის და გადახრის ზღვრული მნიშვნელობები რეკომენდებულია დანართი 4-ის მიხედვით.

4. გაჯირჯვად გრუნტებში ფუძის გაანგარიშებისას ზიდვის უნარზე საჭირო არაა იმავდროულად ყინვისმიერი ბურცვადობის და ხანმოკლე დატვირთვების (ქარისმიერი და სადენების გაწყვეტა) გათვალისწინება.

5. დასაშვებია ამოგლეჯად და ანკერული საძირკვლების ფუძეთა დეფორმაციაზე გაანგარიშება არ შესრულდეს, თუ ამომგლეჯი ძალა ცენტრულია საძირკვლის ძირის მიმართ და სრულდება შემდეგი პირობა:

$$F_n - G_n \cos\beta \leq \gamma_c R_o' A_o \quad (20)$$

სადაც,  $F_n$  - ამომგლეჯი ძალის ნორმატიული მნიშვნელობაა, კნ (კგძ);

$G_n$  - საძირკვლის ან ფილის წონის ნორმატიული მნიშვნელობაა კნ (კგძ);

$\beta$  - ამომგლეჯი ძალის ვერტიკალიდან გადახრის კუთხე, გრად;

$\gamma_c$  - მუშაობის პირობის კოეფიციენტი, მიიღება ამავე მუხლის მე-6 პუნქტის მითითების თანახმად.

$R_o'$  - უკუჩაყრის გრუნტის საანგარიშო წინაღობა კპა, მიიღება თანახმად რეკომენდებული 3 დანართის მე-5 ცხრილის მიხედვით.

$A_o$  - საძირკვლის ზედაპირის ამომგლეჯი ძალის მართობული პროექციის ფართობია, მ<sup>2</sup>.

6. მუშაობის პირობის კოეფიციენტი  $\gamma_c$  - ფორმულა (20) მიიღება

$$\gamma_c = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4,$$

სადაც,  $\gamma_1 = 1,2; 1,0$  და  $0,8$  საყრდენებისათვის, რომელთა ბაზაა B (მანძილი ცალკეული საძირკვლების ღერძებს შორის) ტოლი 5; 2,5 და 1,5. B შუალედური მნიშვნელობებისათვის  $\gamma_1$  განისაზღვრება ინტერპოლაციით.  $\gamma_2 = 1,0$  ნორმალური და  $\gamma_3 = 1,2$  - მონტაჟისა და ავარიული მუშაობის რეჟიმის შემთხვევისათვის  $\gamma_4 = 1,0; 0,8$

და 0,7 შესაბამისად საყრდენებისათვის: შუალედური სწორის, შუალედური კუთხურისა და ანკერებისათვის.  $\gamma_4 = 1,0$  და 1,15 შესაბამისად – ხოკოსებრ საძირკვლებისა და მჭიმებიან ანკერული საყრდენებისათვის, რომელთა ბოლოები ჩამაგრებული არიან გრუნტებში.

7. კუმშვად - გადაძირავებული საძირკვლების ფუძეთა საანგარიშო წინაღობა განისაზღვრება (7) ფორმულით, როცა  $\gamma_{e2} = 1$ . მაქსიმალური წნევა საძირკველის ძირის ნაპირზე არ უნდა აღემატებოდეს 1,2 R-ს.

8. საძირკველზე ამომგლეჯი ძალის ქმედებისას, ფუძის გაანგარიშება ზიდვის უნარზე საჭიროა შესრულდეს, პირობით:

$$F - \gamma_f G_n \cos\beta \leq \gamma_c F_{ua} / \gamma_n \quad (21)$$

სადაც, F ამომგლეჯი ძალის საანგარიშო მნიშვნელობაა, კნ (კგძ);  
 $\gamma_f$  - საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვის მიხედვით, 0,9-ს ტოლი;  
 $G_n$  - საძირკველის წონის ნორმატიული მნიშვნელობა, კნ (კგძ);  
 $\beta$  - ამომგლეჯი ძალის გადახრის კუთხე ვერტიკალთან, გრად;  
 $\gamma_c$  - საიმედოობის კოეფიციენტი მუშაობის პირობაზე, და იღება 1-ის ტოლი;  
 $F_{ua}$  - ამომგლეჯადი საძირკველის ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალა კნ (კგძ) განისაზღვრება ამავე მუხლის მე-9 პუნქტის თანახმად;  
 $\gamma_n$  საიმედოობის კოეფიციენტი, დანიშნულების მიხედვით აიღება საყრდენებისათვის:  
 ა) შუალედური სწორის - 1,0;  
 ბ) პირდაპირი ანკერულის - 1,2;  
 გ) კუთხური (შუალედური და ანკერული) - 1,3;  
 დ) სპეციალურის - 1,7.

9. ამომგლეჯადი საძირკველის ფუძის ზღვრული წინაღობის ძალა  $F_{ua}$  განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$F_{ua} = \gamma_{bf} (V_{bf} - V_f) \cos\beta + C_o [A_1 \cos(\varphi_0 - \beta / 2) + A_2 \cos(\varphi_0 + \beta / 2) + 2 A_3 \cos \varphi_0] \quad (22)$$

სადაც,  $\gamma_{bf}$  უკუჩაყრის გრუნტის კუთრი წონის საანგარიშო მნიშვნელობაა კნ/მ<sup>3</sup> (კგძ/მ<sup>3</sup>);  
 $V_{bf}$  - ამობურცვის პირამიდის მოცულობაა მ<sup>3</sup> (სმ<sup>3</sup>);  
 $V_f$  - საძირკველის იმ ნაწილის მოცულობა, რომელიც იმყოფება ამობურცვის პირამიდაში მ<sup>3</sup> (სმ<sup>3</sup>), ანკერულ ფილებისათვის  $V_f = 0$ ;  
 $A_1, A_2$  და  $A_3$  - ამობურცვის წიბოს ფართობები - შესაბამისად ქვედა, ზედა და გვერდითი;  
 $C_o$  და  $\varphi_0$  - საანგარიშო მნიშვნელობები უკუჩაყრის გრუნტის კუთრი შეჭიდულების და შიგახახუნის კუთხის.

$$C_o = \eta C_1; \quad \varphi_0 = \eta \varphi_1 \quad (23)$$

სადაც,  $C_1$  და  $\varphi_1$  საანგარიშო მნიშვნელობებია ბუნებრივი სტრუქტურის გრუნტის კუთრი შეჭიდულების და შიგა ხახუნის კუთხის, მიიღება მე-8 ცხრილის მიხედვით.

საუნაირის გრუნტები	კოეფიციენტი $\eta$ ჩანაყარი გრუნტის $\rho$ $\text{ტ/მ}^3$ სიმკვრივის მნიშვნელობისათვის	
	1,55	1,7
ქვიშები (გარდა მტვროვანისა) ტენიანი და წყალნაჯერი	0,5	0,8
მტვროვანი თიხოვანი გრუნტები, რომელთა $I_L \leq 0,5$	0,4	0,6

შენიშვნები: მნიშვნელობა მტვროვანი ქვიშებისა, თიხებისა და თიხნარებისათვის, რომელთა  $0,5 < I_L \leq 0,75$  და თიხაქვიშებისთვის, როცა  $0,5 < I_L \leq 1$ , უნდა შემცირდეს 15%-ით.

### მუხლი 17. გაჯირჯვებად გრუნტებზე შენობა-ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების თავისებურება

1. გაჯირჯვებადი გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძეები უნდა დაპროექტდეს იმის მიხედვით, რომ ტენიანობის მომატებისას (დახველების შემთხვევაში) მოხდება შებრუნებული პროცესი – გაჯირჯვება. გაჯირჯვების თავისებობით ძირითადად თიხოვანი გრუნტები ხასიათდება. შეიძლება თიხოვანი გრუნტების გაჯირჯვება მოხდეს მათზე ქიმიური ნივთიერებების მოქმედებითაც, მაგალითად, გოგირდმჟავას მოქმედებით.

2. გაჯირჯვებადი გრუნტები ხასიათდება:

- ა) გაჯირჯვების წნევით –  $P_{sw}$ ;
- ბ) გაჯირჯვების ტენიანობით –  $W_{sw}$ ;
- გ) შეფარდებითი გაჯირჯვებით მოცემული წნევისათვის –  $\epsilon_{sw}$ ;
- დ) ფარდობითი შეკლებით გამოშრობისას –  $\epsilon_{sh}$ .

3. აღნიშნული მახასიათებლები განისაზღვრება დანართში მოცემულ მეთოდებითა შესაბამისად.

4. გაჯირჯვებად გრუნტებზე ფუძეთა დაპროექტებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული:

- ა) გრუნტის გაჯირჯვება მიწისქვეშა წყლების დონის აწევით;
- ბ) გრუნტის გაჯირჯვება ზედაპირული ანდა ტექნოლოგიური წყლებით;
- გ) ფუძე-გრუნტებში ტენიანობის მომატება გამოწვეული აორთქლების ბუნებრივი პირობების დარღვევით, მაგალითად ტერიტორიის ასფალტირება და სხვ.;
- დ) გრუნტის შეკლება გამოწვეული თბური წყაროებით.

5. გაჯირჯვებადი გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძე უნდა გაანგარიშდეს მუხლი II-ის მეთოდების შესაბამისად. ფუძის დეფორმაციის სიდიდის განსაზღვრისას გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ფუძის დაჯდომის სიდიდე, გამოწვეული გრუნტის შეკლებით. დაჯდომის ორივე სიდიდე შეჯამებულ უნდა იქნეს, რაც გაჯირჯვების შედეგად ფუძე-გრუნტების აწევის სიმაღლეზე უნდა განისაზღვროს იმ დაშვებით, რომ ფუძე-გრუნტის დაჯდომა გარე დატვირთვების შედეგად დამთავრებულია. გაჯირჯვების და შეკლების დეფორმაციის ზღვრული მნიშვნელობების განსაზღვრა დასაშვებია დანართი 4-ის რეკომენდაციებით.

6.  $\xi_{sw}$  და  $\xi_{sh}$  განისაზღვრება ნიმუშების ლაბორატორიული ცდებით. მათი ხაანგარიშო მახასიათებლები შეიძლება აღებულ იქნეს ნორმატიულის ტოლი თუ დაეუშვებთ, რომ (I) ფორმულაში გრუნტის საიმედოობის კოეფიციენტი  $\gamma_E = 1$ .

## მუხლი 18. წვალნაჯერ ბიოგენურ გრუნტებსა და ლამებზე აგებული შენობა-ნაგებობის ფუძეთა დაპროექტების თავისებურება

1. წვალნაჯერი ბიოგენური გრუნტებით (ტორფები და საპრობელები) და ლამებით წარმოდგენილი ფუძეების დაპროექტებისას უნდა გავითვალისწინოთ მათი ძლიერი კუმშვალობა, დროში დაჯდომის ნელი განვითარება, რაც არსებითად ცვლის ფუძეების კონსოლიდაციის პროცესში მისი სიმტკიცის დეფორმაციულ და ფილტრაციულ მახასიათებლებს. ასევე საყურადღებოა ისიც, რომ გრუნტის წყლები ბიოგენურ გრუნტებსა და ლამებში, როგორც წესი, მიწისქვეშა კონსტრუქციების მასალის მიმართ გამოიჩენენ ძლიერი აგრესიულობით.

2. ბიოგენური გრუნტებისა და ლამების დეფორმაციის, სიმტკიცისა და ფილტრაციის მახასიათებლები უნდა განისაზღვროს დატვირთვის იმ დიაპაზონში, რომელიც შეესაბამება დასაპროექტებელი შენობის ფუძის დაძაბულ მდგომარეობას. ბიოგენური გრუნტებისა და ლამების მახასიათებლები უნდა დადგინდეს გრუნტის ნიმუშის როგორც ვერტიკალური, ისე პორიზონტალური მიმართულებით გამოცდის შემდეგ.

3. ბიოგენური გრუნტებითა და ლამებით აგებული ფუძეების გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს მუხლის მოთხოვნების შესაბამისად. ასევე საყურადღებო და გასათვალისწინებელია ფუძეზე დატვირთვის გადაცემის ხინჯარე, გრუნტში ეფექტური დაბუების ცვლილება და მისი ანიზოტროპიული თავისებურებანი ფუძის კონსოლიდაციის პროცესში. (შენიშვნა: ბიოგენური გრუნტებისა და ლამების ანიზოტროპიული თვისებები შეიძლება არ იქნეს მიღებული მხედველობაში, თუ მათი პორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებებით მახასიათებლები ერთმანეთისგან განსხვავდება არა უმეტეს 40%-ისა).

4. არ დაიშვება საძირკვლების დაფუძნება ძლიერდატორფილი გრუნტის უშუალო ზედაპირზე, ტორფზე, ლამებზე და მცირე რაოდენობის მინერალების შემცველ საპრობელზე. თუ უშუალოდ საძირკვლის ძირის ქვეშ მდებარეობს გრუნტის ფენა, რომლის დეფორმაციის მოდულიც  $E < 5$  მპა (50 კგ/სმ<sup>2</sup>) და მისი სისქე მეტია საძირკვლის სიგანეზე, ფუძის დაჯდომა უნდა განისაზღვროს საძირკვლის ძირის ქვეშ სრული წნევის გათვალისწინებით.

5. როდესაც ფუძე წარმოდგენილია ბიოგენური გრუნტებით, ან ლამებით, რომელთა შიხუნარიანობა მცირეა, უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი ღონისძიებანი: ღრმა საძირკვლებით ბიოგენური გრუნტისა და ლამის ფენის ნაწილობრივი ან მთლიანი ნაჭრით; ბიოგენური გრუნტის, ან ლამის სრული ან ნაწილობრივი შეცვლა ქვიშით, ღორღით, ხრეშით ან სხვა. ნაგებობის ფუძის ან მთელი სამშენებლო მოედნის გრუნტის შემკვრივება დროებითი ან მუდმივი დამატებითი დატვირთვით ნაყარი გრუნტის ან სხვა მასალის გამოყენებით; ლამების გამაგრება ინექციური ხიმინჯებით. დამატებითი დატვირთვისას დაპროექტება წარმოებს მე-5 მუხლის მოთხოვნების შესაბამისად. ამასთანავე, უნდა დადგინდეს დამატებითი დატვირთვის ფენის სისქე და ზომები, ასევე დრო, რომელიც აუცილებელია ფუძის კონსოლიდაციის მოცემული ხარისხის მისაღწევად და ფუძის საბოლოო დაჯდომა დამატებითი დატვირთვის ქვეშ.

## მუხლი 19. ელუვიურ გრუნტებზე შენობა-ნაგებობების ფუძეების დაპროექტების თავისებურება

1. ელუვიური გრუნტები კლდოვანი ქანების გამოფიტვის შედეგად მიღებული პროდუქტია, რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით ინარჩუნებს თავდაპირველი ქანის

სტრუქტურასა და ტექსტურას. ელუვიური გრუნტების ფუძედ გამოყენების შემთხვევაში, დაპროექტებისას უნდა გაითვალისწინოთ:

ა) მათი მნიშვნელოვანი არაერთგვაროვანობა სიღრმეზე და გეგმაში, რაც განპირობებულია იმით, რომ კლდოვანი ქანები სხვადასხვა ხარისხითაა გამოფიტული;

ბ) ელუვიური გრუნტების (განსაკუთრებით, მსხვილნატეხი და ძლიერ გამოფიტული) სიმტკიცე მცირდება მათი ღია ქვაბულში ყოფნის დროს;

გ) ქვაბულის მოწყობის დროს, ელუვიური თიხაქვიშები და მტვროვანი ქვიშა წყლით გაჯერების შემთხვევაში შესაძლებელია გადავიდეს დენად მდგომარეობაში;

დ) ელუვიური მტვროვანი ქვიშები, რომელთა ფორიანობის კოეფიციენტი  $e > 0.6$  და ტენიანობის ხარისხი  $S_r < 0.7$ , შეიძლება იყოს ნაჯდომადი.

2. ელუვიური გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძის სიმტკიცის შემცირების შესაძლებლობა და ხარისხი ღია ქვაბულებში უნდა განისაზღვროს სავსე ცდებით. ცდები შეიძლება ჩატარდეს ლაბორატორიის პირობებშიც სპეციალურად შერჩეული გრუნტის ნიმუშებზე (მონოლითებზე). ელუვიური გრუნტების სიმტკიცის მახასიათებლების შესაძლო შემცირების შესაფასებლად დასაშვებია მიახლოებითი მეთოდები, რომლებიც ითვალისწინებს დროის მოცემულ მონაკვეთში შემდეგ ცვლილებებს: კლდოვანი ქანების სიმკვრივეს; მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების შეჭიდულობას; ქვიშოვან გრუნტებში 0,1 მმ-ზე მცირე და მსხვილნატეხ გრუნტებში 2 მმ-ზე მცირე ნაწილაკების შემცველობას.

3. ელუვიური გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძეების გაანგარიშება უნდა ვაწარმოოთ მე-5 მუხლის მოთხოვნების შესაბამისად. ხოლო, თუ ელუვიური გრუნტები ნაჯდომადია უნდა გაითვალისწინოთ მე-15 მუხლის მოთხოვნები.

4. ელუვიური გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძეების გაანგარიშებისას, როდესაც ფუძის საანგარიშო დეფორმაცია ზღვრულზე მეტია ან მისი მზიდუნარიანობა არასაკმარისია, უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი ღონისძიებანი:

ა) გრუნტის ბალიშების მოწყობა შემკვრივებული ქვიშის, ღორღის, ხრეშის ან მსხვილნატეხი გრუნტებისაგან, რომლებიც შეიცავენ საწყისი ქანების ნატეხებს;

ბ) ფუძის ზედა ფენიდან კლდოვანი გამოფიტული ქანების "ჯიბების" სრული ან ნაწილობრივი შეცვლა ქვიშით, ღორღითა და ხრეშით მათი წინასწარი შემკვრივებით.

5. ფუძე-საძირკვლების პროექტში ქვაბულის მოწყობისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ელუვიური გრუნტების დაცვა ატმოსფეროსა და წყლის ზემოქმედებისაგან. ამ მიზნით უნდა მოეწიოს სპეციალური წყალდამცავი ღონისძიებანი. არ უნდა დაეუშვათ დროის ინტერვალები ფუძე-საძირკვლის მოწყობის დროს. კლდოვანი ქანების დამუშავება აფეთქებით ყოველთვის არაა მიზანშეწონილი.

## **მუხლი 20. მარილშემცველ გრუნტებზე აგებული შენობა-ნაგებობების ფუძეების დაპროექტების თავისებურება**

1. ფუძედ გამოყენებულ მარილშემცველ გრუნტებზე დაპროექტებისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი თავისებურებანი:

ა) წყლის ხანგრძლივი ფილტრაციისას მარილების გამოტუტვა იწვევს სუფოზიური დეფორმაციების  $S_{\alpha}$  წარმოშობას;

ბ) მარილების გამოტუტვის პროცესში იცვლება გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, რომლებიც, როგორც წესი, იწვევს მისი სიმტკიცის მახასიათებლების შემცირებას;

გ) მათი დახველების შემთხვევაში ხდება გრუნტის გაჯირჯება ან დაჯდომა;

დ) გრუნტის წყლების გაზრდილი აგრესიულობა მიწისქვეშა კონსტრუქციების მიმართ, გრუნტში არსებული მარილების წყალში გახსნის ხარჯზე.

2. მარილშემცველი გრუნტები ხასიათდება ფარდობითი სუფოზიური კუმშვადობით  $\varepsilon_{\text{ფ}}$ , რომელიც განისაზღვრება საველე გამოცდებით, სტატიკური დატვირთვით ხანგრძლივი დაღობისას. საშენებლო მოედნის ცალკეული უბნების დეტალური გამოკვლევებისათვის დამატებით გამოიყენება ლაბორატორიული მეთოდები (კომპრესიულ-ფილტრაციული გამოცდა). ანალოგიურ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში მშენებლობის გამოცდილებამ გვინუნა, რომ ფარდობითი სუფოზიური კუმშვა უნდა განისაზღვროს მხოლოდ ლაბორატორიული მეთოდით.

3.  $\varepsilon_{\text{ფ}}$ -ის ნორმატიული მნიშვნელობა უნდა განისაზღვროს მე-5 მუხლის მოთხოვნების შესატყვისად.  $\varepsilon_{\text{ფ}}$ -ის საანგარიშო მნიშვნელობა შეიძლება ჩაითვალოს ნორმატიული მნიშვნელობის ტოლად, როცა (I) ფორმულაში გრუნტის საიმედოობის კოეფიციენტი  $\gamma_{\text{ფ}} = 1$ .

4. მარილშემცველი გრუნტი თუ გაჯირჯეებადია ან ჩაჯდომადია, მაშინ ფუძეების გაანგარიშება უნდა წარმოებდეს მე-15 და მე-17 მუხლების მოთხოვნების შესაბამისად. ფუძის დეფორმაცია უნდა განისაზღვროს გარე დატვირთვით გამოწვეული დაჯდომის, ჩაჯდომის, გაჯირჯეების და სუფოზიური დაჯდომის გათვალისწინებით. სუფოზიური დაჯდომა უნდა განისაზღვროს დანართი 5-ის მითითებების შესაბამისად. როდესაც არ არის გრუნტების ხანგრძლივი დაღობის ან სუფოზიური ცდების საშუალება, რათა მოხდეს მარილების გამოტუტვა, ფუძის დეფორმაციები განისაზღვრება, როგორც მარილშემცველი გრუნტებისათვის წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში.

5. ხანგრძლივად დამბალი და მარილგამოტუტული გრუნტებისათვის ფუძის საანგარიშო წინაღობა R გამოითვლება (7) ფორმულით, სადაც გამოიყენება ( $\varphi_{\text{II}}$  და  $C_{\text{II}}$ ) სიმტკიცის მახასიათებლების საანგარიშო მნიშვნელობები, რომლებიც მიიღება მარილების გამოტუტვის შედეგად წყალნაჯერ მდგომარეობაში მყოფი გრუნტებისათვის. როდესაც არ არის გრუნტის ხანგრძლივი დაღობისა და მარილების გამოტუტვის საშუალება, ფუძის საანგარიშო წინაღობა გამოითვლება (7) ფორმულით. ამ შემთხვევაში გამოიყენება მარილშემცველი გრუნტების სიმტკიცის მახასიათებლები წყალნაჯერ მდგომარეობაში.

6. მარილშემცველი გრუნტებით წარმოდგენილი ფუძეების გაანგარიშებისას, როდესაც საანგარიშო დეფორმაციები ზღვრულზე მეტია, ან ფუძის მზიდუნარიანობა არასაკმარისია, უნდა გაეთვალისწინოთ წყალდამცავი ღონისძიებანი, ხოლო აუცილებლობის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

- ა) კონსტრუქციული ღონისძიებანი;
- ბ) ფუძეში მარილშემცველი გრუნტის ნაწილობრივი ან მთლიანი მოჭრა და მტვროვან-თიხოვანი გრუნტის ბალიშის მოწყობა;
- გ) ღრმა საძირკვლით მარილშემცველი ფენის ჩატრა;
- დ) გრუნტის დატკეპნა ან შემკვრივება ხსნარებით;
- ე) გრუნტიდან მარილის მოცილება წინასწარი გამოტუტვით;
- ვ) ღონისძიებების კომპლექსი, რომელშიც გაერთიანებულია წყალდამცავი და კონსტრუქციული ღონისძიებანი, ასევე გრუნტის ბალიშის მოწყობა.

**მუხლი 1. ფუძე-გრუნტების კლასიფიკაცია**

1. გრუნტების კლასიფიკაცია ითვალისწინებს მათ დაყოფას მსგავსი ნიშნების მიხედვით. სახელდობრ:

- ა) კლასი – სტრუქტურული კავშირების ხასიათის მიხედვით;
- ბ) ჯგუფი – წარმოშობის მიხედვით (გენეტიკური ნიშნით);
- გ) ქვეჯგუფი – წამოყალიბების პირობების მიხედვით;
- დ) ტიპი – პეტროგრაფიული აგებულებით, გრანულომეტრიული შედგენილობით და არაერთგვაროვნობის ხასიათის მიხედვით;
- ე) სახეობა – სტრუქტურის, ტექსტურის, აგებულების ხიმკროვის და წანართების მიხედვით;
- ვ) ნაირსახეობა – ფიზიკური, ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური თვისებებით და მდგომარეობით.

2. გრუნტი იყოფა 2 კლასად:

- ა) კლდოვანი გრუნტი, რომელსაც მიეკუთვნება ამოფრქვეული, დანადგის და მეტამორფული ქანები ხისტი სტრუქტურული კავშირებით ხაწილაკებს შორის, განლაგებული მოლიანი ან მასიუების სახით;
- ბ) არაკლდოვანი გრუნტები, რომელსაც მიეკუთვნება მსხვილნატეხოვანი, ქვიშოვანი და მტვროვან-თიხოვანი გრუნტები.

3. დანართ 1-ში მოცემულია:

- ა) კლდოვანი გრუნტის ნაირსახეობა სიმტკიცის ზღვრის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 1
- ბ) მსხვილნატეხოვანი და ქვიშოვანი გრუნტების ტიპები გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 2
- გ) ქვიშოვანი გრუნტების სახეობა ფორიანობის კოეფიციენტის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 3
- დ) მსხვილნატეხოვანი და ქვიშოვანი გრუნტების ნაირსახეობა ტენიანობის ხარისხის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 4
- ე) მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების ტიპები პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 5
- ვ) მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების ნაირსახეობა დენადობის მაჩვენებელის მიხედვით \_\_\_\_\_ ცხრილი 6



**მუხლი 2. კლდოვანი გრუნტის ნაირსახეობა სიმტკიცის ზღვრის მიხედვით**  
ცხრილი 1

გრუნტის ნაირსახეობა	სიმტკიცის ზღვარი ერთდერძა კუმშვაზე, კპა (კგ/მ <sup>2</sup> )
ა) ძლიერ მტკიცე	$R_c > 120000$ (1200)
ბ) მტკიცე	$120000$ (1200) $> R_c > 50000$ (500)
გ) საშუალო სიმტკიცის	$50000$ (500) $\geq R_c > 15000$ (150)
დ) მცირე სიმტკიცის	$15000$ (150) $\geq R_c > 5000$ (50)
ე) ნახევრად კლდოვანი	$R_c < 5000$ (50)

**მუხლი 3. მსხვილნატეხიანი და ქვიშოვანი გრუნტების ტიპები**  
გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით

ცხრილი 2

გრუნტის დასახელება	ფრაქციის მასა პროცენტულად საერთო მასაში
ა) მსხვილნატეხიანი:	
ა.ა) კაქაროვანი (ღოდოვანი)	500 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ა.ბ) რიყნარი (ყოროვანი)	100 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ა.გ) ხრეშოვანი (ღორღოვანი)	10 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ა.დ) კენჭოვანი (ხვინტოვანი)	2 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ბ) ქვიშოვანი:	
ბ.ა) კენჭოვანი ქვიშა	2 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 25%-ზე მეტია
ბ.ბ) მსხვილი ქვიშა	0,5 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ბ.გ) საშუალო სიმსხოს ქვიშა	0,25 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია
ბ.დ) წვრილი ქვიშა	0,1 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 75%-ზე მეტია
ბ.ე) მტვროვანი ქვიშა	0,1 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 75%-ზე ნაკლებია

**მუხლი 4. ქვიშოვანი გრუნტების სახეობა ფორიანობის კოეფიციენტის მიხედვით**

ცხრილი 3

ქვიშების დასახელება	მკერიე	საშუალო სიმკერიეს	ფხვიერი
ა) კენჭოვანი ქვიშა, მსხვილი და საშუალო სიმსხოს ქვიშები	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,7$	$e > 0,7$
ბ) წვრილი ქვიშა	$e < 0,6$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
გ) მტვროვანი ქვიშა	$e < 0,6$	$0,60 \leq e \leq 0,8$	$e > 0,8$

**მუხლი 5. მსხვილნატეხიანი და ქვიშოვანი გრუნტების ნაირსახეობა**  
ტენიანობის ხარისხის მიხედვით

ცხრილი 4

გრუნტების დასახელება	ტენიანობის ხარისხი $S_r$
ა) მცირეტენიანი	$0 < S_r \leq 0,5$
ბ) ტენიანი	$0,5 < S_r \leq 0,8$
გ) წყალნაჯერი (გაქვნილი)	$0,8 < S_r \leq 1,0$

**მუხლი 6. მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების ტიპები პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით**

ცხრილი 5

გრუნტების დასახელება	პლასტიკურობის რიცხვი
ა) თიხაქვიშა	$1 \leq I_p \leq 7$
ბ) თიხნარი	$7 < I_p \leq 17$
გ) თიხა	$I_p > 17$

**მუხლი 7. მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების ნაირსახეობა დენადობის მაჩვენებლის მიხედვით**

ცხრილი 6

თიხოვანი გრუნტების დასახელება	დენადობის მაჩვენებელი $I_L$
ა) თიხაქვიშები	
ა.ა) მყარი	$I_L < 0$
ა.ბ) პლასტიკური	$0 \leq I_L \leq 1$
ა.გ) დენადი	$I_L > 1$
ბ) თიხნარები და თიხები:	
ბ.ა) მყარი	$I_L < 0$
ბ.ბ) ნახევრად მყარი	$0 \leq I_L \leq 0,25$
ბ.გ) ძველპლასტიკური	$0,25 < I_L \leq 0,50$
ბ.დ) რბილპლასტიკური	$0,50 < I_L \leq 0,75$
ბ.ე) დენადპლასტიკური	$0,75 < I_L \leq 1$
ბ.ვ) დენადი	$I_L > 1$

**მუხლი 1. გრუნტების სიმტკიცისა და დეფორმაციის მახასიათებლები**

დანართ 2-ში მოცემულია:

ა) მეოთხეული წარმოშობის ქვიშოვანი გრუნტების  $C_u$  კუთრი შეჭიდულობის,  $\varphi_a$  შიგა ხახუნის კუთხის, გრად. და  $E$  დეფორმაციის მოდულის, მპა (კგ/სმ<sup>2</sup>) ნორმატიული მნიშვნელობები ..... ცხრილი 1

ბ) მეოთხეული წარმოშობის მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების  $C_u$  კუთრი შეჭიდულობის,  $\varphi_a$  (კგ/სმ<sup>2</sup>) და  $\varphi_a$  შიგა ხახუნის კუთხის ნორმატიული მნიშვნელობები ..... ცხრილი 2

გ) არასაფლომადი მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების  $E$  დეფორმაციის მოდულის, მპა (კგ/სმ<sup>2</sup>) ნორმატიული მნიშვნელობები ..... ცხრილი 3

დ) გრუნტების მახასიათებლები მოყვანილია 1-3 ცხრილებში. დასამუშავია გამოსაყენებლად ფუძის გაანგარიშებისას.

**მუხლი 2. მეოთხეული წარმოშობის ქვიშოვანი გრუნტების  $C_u$  კუთრი შეჭიდულობის,  $\varphi_a$  (კგ/სმ<sup>2</sup>),  $\varphi_a$  შიგა ხახუნის კუთხის, გრად. და დეფორმაციის მოდულის, მპა (კგ/სმ<sup>2</sup>) ნორმატიული მნიშვნელობები**

ცხრილი 1

ქვიშოვანი გრუნტები	მახასიათებლების აღნიშვნა	მახასიათებლები $\alpha$ ფორიახობის კოეფიციენტის მიხედვით			
		0,45	0,55	0,65	0,75
ა) კვებოვანი და მსხვილი	$C_u$	2,0 (0,02)	1,0(0,01)	-	-
	$\varphi_a$	43	40	38	-
	$E$	50(500)	40(400)	30(300)	-
ბ) საშუალო ხიმსხოსი	$C_u$	3,0(0,03)	2,0(0,02)	1,0(0,01)	-
	$\varphi_a$	40	38	35	-
	$E$	50(500)	40(400)	30(300)	-
გ) წურილი	$C_u$	6,0(0,08)	4,0(0,04)	2,0(0,02)	-
	$\varphi_a$	38	36	32	28
	$E$	48(480)	38(380)	28(280)	18(180)
დ) მტვროვანი	$C_u$	8,0(0,08)	6,0(0,06)	4,0(0,04)	2,0(0,02)
	$\varphi_a$	36	34	30	26
	$E$	39(390)	28(280)	18(180)	11(110)

დანართი 2-ის გაგრძელება

მუხლი 3. მეოთხეული წარმოშობის მტვრევან-თხივანი გრუნტების  $C_n$  კუთრი შეჭიდულობის, კპა (კგ/სმ<sup>3</sup>) და  $\varphi_n$  შიგა ხახუნის კუთხის ნორმატიული მნიშვნელობები

ცხრილი 2

გრუნტების დასახელება და მათი დენადობის მსკენებლების ნორმატიული მნიშვნელობა	მახასიათებლები $\epsilon$ ფორიანობის კოეფიციენტის მიხედვით		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
	$C_n$	$\varphi_n$							
ა) თიხაქვიშები	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$C_n$	21,0(0,21)	17,0(0,197)	15,0(0,15)	13,0(0,13)	-	-	-
		$\varphi_n$	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	$C_n$	19,0(0,19)	15,0(0,15)	13,0(0,13)	11,0(0,11)	9,0(9,0)	-	-
		$\varphi_n$	28	26	24	21	18	-	-
ბ) თიხნარები	$0 < I_L \leq 0,25$	$C_n$	47,0(0,47)	37,0(0,37)	31,0(0,31)	25,0(0,25)	22,0(0,22)	19,0(0,19)	-
		$\varphi_n$	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$C_n$	39,0(0,39)	34,0(0,34)	28,0(0,28)	23,0(0,23)	18,0(0,18)	15,0(0,15)	-
		$\varphi_n$	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$C_n$	-	-	25,0(0,25)	20,0(0,20)	16,0(0,16)	14,0(0,14)	12,0(0,12)
		$\varphi_n$	-	-	19	18	16	14	12
ვ) თიხები	$0 < I_L \leq 0,75$	$C_n$	-	81,0(0,81)	68,0(0,68)	54,0(0,54)	47,0(0,47)	41,0(0,41)	36,0(0,36)
		$\varphi_n$	-	-	20	19	18	16	14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$C_n$	-	-	57,0(0,57)	50,0(0,50)	43,0(0,43)	37,0(0,37)	32,0(0,32)
		$\varphi_n$	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$C_n$	-	-	45,0(0,45)	41,0(0,41)	36,0(0,36)	33,0(0,33)	29,0(0,29)
		$\varphi_n$	-	-	15	14	12	10	7

დანართი 2-ის გაგრძელება

მუხლი 4. არანაჯდომიანი მტროვან-თიხიანი გრუნტების E დეფორმაციის მოდულის, მზა (კგ/სმ²) ნორმატიული მნიშვნელობები

ცხრილი 3

გრუნტების წარმოქმნის და ასაკი	გრუნტების დასახელება დენიაციის მარკებდით	ფორიანობის კოეფიციენტი e											
		0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	2	1,4	1,6	
ბ) მუხლი 2-ის წარმოქმნილი გრუნტები	თიხა-ქვიშები	0 ≤ I <sub>L</sub> ≤ 0,75	32(320)	24(240)	16(160)	10(100)	7(70)	-	-	-	-	-	-
	თიხა-რი	0 ≤ I <sub>L</sub> ≤ 0,25	34(340)	27(270)	22(220)	17(170)	14(140)	11(110)	-	-	-	-	-
		0,25 < I <sub>L</sub> ≤ 0,50	32(320)	25(250)	19(190)	14(140)	11(110)	8(80)	-	-	-	-	-
გ) მუხლი 2-ის წარმოქმნილი გრუნტები	თიხა	0,5 < I <sub>L</sub> ≤ 0,75	-	-	17(170)	12(120)	8(80)	6(60)	5(50)	-	-	-	-
		0 ≤ I <sub>L</sub> < 0,25	-	28(280)	24(240)	21(210)	18(180)	15(150)	12(120)	-	-	-	-
		0,25 < I <sub>L</sub> < 0,50	-	-	21(210)	18(180)	15(150)	12(120)	9(90)	-	-	-	-
		0,5 < I <sub>L</sub> < 0,75	-	-	-	15(150)	12(120)	9(90)	7(70)	-	-	-	-

2. ფორიანობის e კოეფიციენტის შესაღებური მნიშვნელობისათვის C<sub>u</sub>, φ<sub>n</sub> და E სივრცის ინტერპოლაციათ.

3. C<sub>u</sub>, φ<sub>n</sub> და E მნიშვნელობების 1-3 ცხრილებში განსაზღვრისათვის გამოყენება e, I<sub>L</sub> და S<sub>r</sub> ნორმატიული მნიშვნელობები.

**მუხლი 1. ფუძე-გრუნტის R<sub>0</sub> პირობითი საანგარიშო წინაღობები**

1. დანართი 3-ში მოცემულია:

- ა) მსხვილნატეხიანი გრუნტების პირობითი R<sub>0</sub> საანგარიშო წინაღობა \_\_\_\_\_ ცხრილი 1
- ბ) ქვიშოვანი გრუნტების პირობითი R<sub>0</sub> საანგარიშო წინაღობა \_\_\_\_\_ ცხრილი 2
- გ) მტვეროვან-თიხოვანი გრუნტების R<sub>0</sub> პირობითი საანგარიშო წინაღობა \_\_\_\_\_ ცხრილი 3
- დ) ჩაჯდომადი გრუნტების R<sub>0</sub> პირობითი საანგარიშო წინაღობა \_\_\_\_\_ ცხრილი 4
- ე) ნაყარი გრუნტის R<sub>0</sub> პირობითი საანგარიშო წინაღობა \_\_\_\_\_ ცხრილი 5

2. შენიშვნა. ფუძე-გრუნტის პირობითი საანგარიშო წინაღობები (ცხრ. 1-5), გამოიყენება საძირკვლების ზომების წინასწარი განსაზღვრისათვის. R<sub>0</sub>-ის მნიშვნელობის არე საძირკვლების ზომების საბოლოო განსაზღვრისათვის ნაწვენებია მე-11 მუხლის მე-6 პუნქტში.

3. გრუნტებისათვის შუალედური მნიშვნელობები e და I<sub>k</sub> (ცხრ. 1-3), ρ<sub>d</sub> და S<sub>r</sub> (ცხრ. 4) და S<sub>r</sub> (ცხრილი 5) მიიღება ინტერპოლაციით.

4. R<sub>0</sub>-ის მნიშვნელობები მიეკუთვნება საძირკვლებს, რომელთა ძირის სიგანეა 1 მ და ჩადრმავეა d = 2 მ. საძირკვლების ზომების საბოლოო დანიშნისათვის გრუნტის საანგარიშო წინაღობა განისაზღვრება მე-7 ფორმულით.

**მუხლი 2. მსხვილნატეხიანი გრუნტების პირობითი R<sub>0</sub> საანგარიშო წინაღობა**  
ცხრილი 1

გრუნტების დასახელება	R <sub>0</sub> კპა (კგ/სმ <sup>2</sup> )
ა) ხრეშოვანი (ღორღოვანი)შემესებით:	
ა.ა) ქვიშოვანით	600(6)
ა.ბ) მტვეროვან-თიხოვანით	
ა.გ) როდესაც I <sub>L</sub> ≤ 0,5	450(4,5)
ა.დ) 0,5 < I <sub>L</sub> ≤ 0,75	400(4)
ბ) კენჭოვანი (ხეივლოვანი) შემესებით:	
ბ.ა) ქვიშოვანით	500(5)
ბ.ბ) მტვეროვან-თიხოვანით	
ბ.გ) როდესაც I <sub>L</sub> ≤ 0,5	400(4)
ბ.დ) 0,5 < I <sub>L</sub> ≤ 0,75	350(3,5)

მუხლი 3. ქვიშოვანი გრუნტების პირობითი  $R_0$  საანგარიშო წინაღობა

ცხრილი 2

ქვიშები	$R_0$ კპა (კგძ/სმ <sup>2</sup> ), ხიმკვირვის მიხედვით	
	მკვირვი	საშუალო ხიმკვირვის
ა) მსხვილი	600(6,0)	500(5)
ბ) საშუალო ხიმსხოს	500(5,0)	400(4)
გ) წვრილი:		
გ.ა) მცირეტენიანი	400(4,0)	300(3)
გ.ბ) ტენიანი და წყლით გაჯღენთილი	300(3,0)	200(2)
დ) მტვროვანი:		
დ.ა) მცირეტენიანი	300(3,0)	250(2,5)
დ.ბ) ტენიანი	200(2,0)	150(1,5)
დ.გ) წყლით გაჯღენთილი	150(1,5)	100(1,0)

მუხლი 4. მტვროვან-თიხოვანი გრუნტების პირობითი  $R_0$  საანგარიშო წინაღობა

ცხრილი 3

მტვროვან-თიხოვანი გრუნტები	ფორიანობის კოეფიციენტი $e$	$R_0$ კპა (კგძ/სმ <sup>2</sup> ), დენადობის მანქენებლის მიხედვით	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
		ა) თიხაქვიშა	0,5 0,7
ბ) თიხნარი	0,5 0,7 1,0	300(3,0) 250(2,5) 200(2,0)	250(2,5) 180(1,8) 100(1,0)
გ) თიხა	0,5 0,6 0,8 1,1	600(6,0) 500(5,0) 300(3,0) 250(2,5)	400(4,0) 300(3,0) 200(2,0) 100(1,0)

მუხლი 5. ჩაჯღომადი გრუნტების  $R_0$  პირობითი საანგარიშო წინაღობა

ცხრილი 4

გრუნტები	$R_0$ კპა (კგძ/სმ <sup>2</sup> )			
	ბუნებრივი სტრუქტურის გრუნტები, როდესაც მშრალი გრუნტის ხიმკვირევა $\rho_d$ ტ/მ <sup>3</sup>		შემკვირევებული გრუნტები, როდესაც მშრალი გრუნტის ხიმკვირევა $\rho_d$ ტ/მ <sup>3</sup>	
	1,35	1,55	1,6	1,7
ა) თიხაქვიშა	300(3) 150(1,5)	350(3,5) 180(1,8)	200(2,0)	250(2,5)
ბ) თიხნარი	350(3,5) 180(1,8)	400(4,0) 200(2,0)	250(2,5)	300(3,0)

(შენიშვნა. მრიცხველში მოყვანილია ჩაჯღომადი გრუნტები, რომელთა ტენიანობის ხარისხი  $S_r \leq 0,5$ ; მნიშვნელში - იგივე გრუნტები, რომელთა ტენიანობის ხარისხი  $S_r \geq 0,8$ .)

მუხლი 6. ნაყარი გრუნტის R<sub>0</sub> პირობითი საანგარიშო წინაღობა

ცხრილი 5

ყრიდის დახასიათება	R <sub>0</sub> კპა (კგძ/სმ <sup>2</sup> )			
	მსხვილი, საშუალო ხიმსხის და წვრილი ქვიშები ტენიანობის ხარისხის მიხედვით S <sub>r</sub>		მტკრიანი ქვიშები, ქვიშნარები, თიხნარები და თიხები ტენიანობის ხარისხის მიხედვით S <sub>r</sub>	
	S <sub>r</sub> ≤ 0,5	S <sub>r</sub> ≥ 0,8	S <sub>r</sub> ≤ 0,5	S <sub>r</sub> ≥ 0,8
ა) ყრიდები აგებული შემკვრევებით	250(2,5)	200(2,0)	180(1,8)	150(1,5)
ბ) ნაყარი გრუნტები და წარმოების ნარჩენები:				
ბ.ა) შემკვრევებით	250(2,5)	200(2,0)	180(1,8)	150(1,5)
ბ.ბ) შემკვრევებელად	180(1,8)	150(1,5)	120(1,2)	100(1,0)



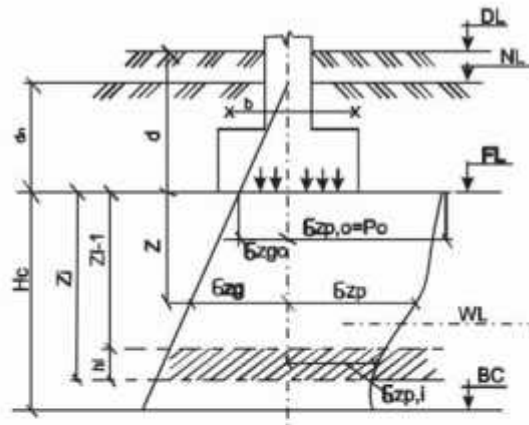
მუხლი 1. ფუძის გაანგარიშება დეფორმაციაზე

1. ფუძის დაჯდომა  $S$ , წრფივად დეფორმირებადი ნახევარსივრცის საანგარიშო სქემის გამოყენებით, განისაზღვრება შრეობრივი შეჯამების მეთოდით შემდეგი ფორმულით:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i} , \quad (1)$$

სადაც,

- ა)  $\beta$  უგანზომილებო კოეფიციენტი და ტოლია 0,8;
- ბ)  $\sigma_{zp,i}$  - დამატებითი ვერტიკალური ნორმალური ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა გრუნტის  $i$ -ურ შრეში, რომელიც უდრის ძაბვების ნახევარჯამს ზედა და ქვედა საზღვარზე;
- გ)  $h_i$  და  $E_i$  - შესაბამისად გრუნტის  $i$ -ური შრის სისქე და დეფორმაციის მოდულია;
- დ)  $n$  - შრეების რიცხვი ფუძის აქტიურ ზონაში. ნორმალური ძაბვის განაწილება ფუძის სიღრმეზე ნაჩვენებია ნახ. N1-ზე.



ნახ. 1. ვერტიკალური ძაბვის განაწილების სქემა წრფივად-დეფორმაციის ნახევარსივრცის მეთოდით

- ე) DL – მოშანდაკების ნიშნული;
- ვ) NL – ბუნებრივი რელიეფის ზედაპირის ნიშნული;
- ზ) FL – საძირკვლის ძირის ნიშნული;
- თ) WL – მიწისქვეშა წყლის დონე;
- ი) BC – კუმშვადი ზონის ქვედა ზღვარი;
- კ)  $d$  და  $d_n$  – საძირკვლის ჩაღრმავება შესაბამისად მოშანდაკებისა და ბუნებრივი რელიეფის ზედაპირის დონიდან;

- ლ)  $b$  – საძირკვლის ძირის სიგანე;
- მ)  $P$  – საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე;
- ნ)  $P_0$  – დამატებით წნევა საძირკვლის ძირზე;
- ო)  $\sigma_z$  – ბუნებრივი დაბვა  $z$  სიღრმეზე საძირკვლის ძირიდან;
- პ)  $\sigma_{z0}$  – ბუნებრივი დაბვა საძირკვლის ძირზე;
- ჟ)  $\sigma_p$  – დამატებითი ვერტიკალური დაბვა  $z$  სიღრმეზე საძირკვლის ზედაპირიდან;
- რ)  $\sigma_{p0}$  – დამატებითი ვერტიკალური დაბვა საძირკვლის ძირზე;
- ს)  $H_c$  – კუმშვადი ზონის სიზრქე.

2. გრუნტების ბუნებრივი დაბვები ( $\sigma_p$ ) საძირკვლის ძირზე და  $z$  სიღრმეზე საძირკვლის ძირიდან განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$\sigma_p = \gamma' d_n + \sum \gamma_i h_i \quad (2)$$

სადაც,

- ა)  $\gamma'$  – გრუნტის კუთრი წონაა, საძირკვლის ძირის მაღლა;
- ბ)  $d_n$  – აღნიშვნა იხილეთ ნახ. №1-ზე;
- გ)  $\gamma_i$  და  $h_i$  – შესაბამისად გრუნტის  $i$ -ური შრის კუთრი წონა და სისქე.

3. გრუნტის კუთრი წონა  $\gamma$  მიწისქვეშა წყლის დონის დაბლა, აიღება გრუნტის წყალში შეწონილი მნიშვნელობით. გრუნტის კუთრი წონა, თუ იგი მდებარეობს მიწისქვეშა წყლის დონის დაბლა და გრუნტის ფენა წყალუქონადია, მისი მნიშვნელობა აიღება წყალში შეტოვების გარეშე.

4. დამატებითი ვერტიკალური დაბვა საძირკვლის ძირიდან  $z$  სიღრმეზე (საძირკვლისათვის სიგანით  $b \geq 10$  მ, მიიღება  $P_0 = P$ ) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_z = \alpha p_0 = \alpha (p - \sigma_{z0}) \quad (3)$$

სადაც,

- ა)  $\alpha$  არის წნევის გაბნევის კოეფიციენტი (ცხრ. 1), რომელიც დამოკიდებულია საძირკვლის ძირის ფორმაზე, სწორკუთხა საძირკვლის გვერდების თანფარდობასა  $\eta = a/b$  და ფარდობით სიღრმეზე  $\xi = 2z/b$ ;
- ბ)  $P_0$  – საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე;
- გ)  $\sigma_{z0}$  – გრუნტის ბუნებრივი დაბვა საძირკვლის ძირზე (მოჭრით მოშანდაკებისას მიიღება  $\gamma' d_n$ , მოშანდაკების გარეშე და მოშანდაკებისას დაერით  $\gamma' d_n$ , სადაც  $\gamma' d_n$  არის გრუნტის კუთრი წონა საძირკვლის ძირის მაღლა;  $d$  და  $d_n$  – აღნიშნულია 1 ნახაზზე).

5. ფუძის კუმშვადი (აქტიური) ზონის ქვედა ზღვარი მიიღება  $z = H_c$  სიღრმეზე, სადაც სრულდება პირობა  $\sigma_p = 0,2 \sigma_{zg}$  (აქ  $\sigma_p$  ვერტიკალური დაბვაა  $z = H_c$  სიღრმეზე,  $\sigma_{zg}$  – გრუნტის საკუთარი წონით გამოწვეული დაბვა იმავე სიღრმეზე). თუ ზემოაღნიშნული ქვედა ზღვრის პირობა სრულდება გრუნტის შრეში, სადაც გრუნტის დეფორმაციის მოდული  $E < 5$  მპა (50 კგ/სმ<sup>2</sup>), მაშინ აქტიური (კუმშვადი) ზონის ქვედა ზღვარი განისაზღვრება  $\sigma_p = 0,1 \sigma_{zg}$  პირობით.

$\xi = 2z/b$	წრფელი	ა. კოეფიციენტი										ზოლუკანი ( $\eta \geq 10$ )
		ა. კოეფიციენტი ხორცკვანძისათვის										
		სწორკუთხედი ტანსაცმის გარემოში a/b										
1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	4	5	6	7	8	9		
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
0,4	0,949	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	
0,8	0,756	0,848	0,866	0,876	0,879	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	
1,2	0,547	0,682	0,717	0,739	0,749	0,754	0,754	0,754	0,754	0,755	0,755	
1,6	0,390	0,532	0,578	0,612	0,629	0,639	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	
2,0	0,285	0,414	0,463	0,505	0,530	0,545	0,550	0,550	0,545	0,550	0,550	
2,4	0,214	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477	0,477	0,470	0,477	0,477	
2,8	0,165	0,260	0,304	0,349	0,383	0,410	0,420	0,420	0,410	0,420	0,420	
3,2	0,130	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374	0,374	0,360	0,374	0,374	
3,6	0,106	0,173	0,209	0,250	0,285	0,319	0,337	0,337	0,319	0,337	0,337	
4,0	0,087	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306	0,306	0,285	0,306	0,306	
4,4	0,073	0,123	0,150	0,185	0,218	0,255	0,280	0,280	0,255	0,280	0,280	
4,8	0,062	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258	0,258	0,230	0,258	0,258	
5,2	0,053	0,091	0,113	0,141	0,170	0,208	0,239	0,239	0,208	0,239	0,239	
5,6	0,046	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223	0,223	0,189	0,223	0,223	
6,0	0,040	0,070	0,087	0,110	0,136	0,173	0,208	0,208	0,173	0,208	0,208	
6,4	0,036	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196	0,196	0,158	0,196	0,196	
6,8	0,031	0,055	0,064	0,088	0,110	0,145	0,185	0,185	0,145	0,185	0,185	
7,2	0,028	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175	0,175	0,133	0,175	0,175	
7,6	0,024	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166	0,166	0,123	0,166	0,166	
8,0	0,022	0,039	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158	0,158	0,113	0,158	0,158	
8,4	0,021	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150	0,150	0,105	0,150	0,150	
8,8	0,019	0,033	0,042	0,055	0,071	0,098	0,143	0,143	0,098	0,143	0,143	
9,2	0,017	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137	0,137	0,091	0,137	0,137	
9,6	0,016	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132	0,132	0,085	0,132	0,132	

<i>I</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
b) 10,0	0,015	0,019	0,026	0,038	0,043	0,056	0,079	0,126
c) 10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,040	0,052	0,074	0,122
d) 10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
e) 11,2	0,012	0,015	0,21	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
ж) 11,6	0,011	0,014	0,020	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
z) 12,0	0,010	0,013	0,018	0,023	0,31	0,040	0,058	0,106

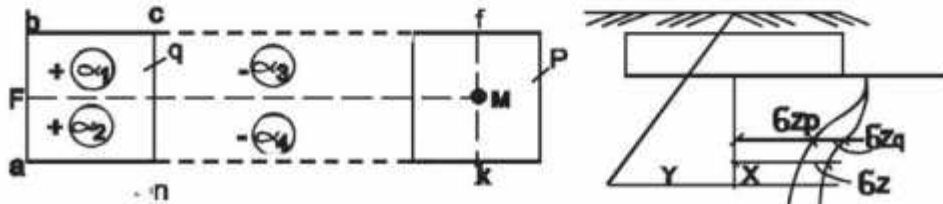
**მუხლი 2. არსებული საძირკვლის დაჯდომა მეზობლად ასაგები ნაგებობის გავლენით**

1. დამატებითი ვერტიკალური  $\sigma_{zPM}$  ძაბვა  $z$  სიღრმეზე იმ ვერტიკალზე, რომელიც გადის გასაანგარიშებელი საძირკვლის ცენტრში, განისაზღვრება ძაბვების ალგებრული შეჯამებით ოთხი ფიქტიური საძირკვლისაგან (ნახ. 2) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_{zqm} = 0,25 \cdot \kappa (\alpha'_1 + \alpha'_2 - \alpha'_3 - \alpha'_4), \quad (4)$$

- სადაც, ა)  $\alpha'_1$  არის ძაბვის გაბნევის კოეფიციენტი  $MfbF$  სწორკუთხედისათვის;  
 ბ)  $\alpha'_2$  -  $MKaF$  სწორკუთხედისათვის;  
 გ)  $\alpha'_3$  -  $MfCm$  სწორკუთხედისათვის;  
 დ)  $\alpha'_4$  -  $Knm$  სწორკუთხედისათვის;  
 ე)  $\kappa$  - საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე.

- ა) მეზობელი საძირკველი      ბ) არსებული საძირკველი      გ) წნევათა ეპიურები



ნახ. 2. დამატებითი ვერტიკალური ძაბვის განაწილება სიღრმეში არსებული საძირკვლის ფუძეში მეზობელი ნაგებობების გავლენის გათვალისწინებით კუთხურ წერტილთა მეთოდით:

- ა) ა - მეზობელი საძირკველი;  
 ბ) ბ - არსებული საძირკველი;  
 გ) გ - წნევათა ეპიურები;  
 დ) p - თანაბარგანაწილებული დატვირთვა არსებული საძირკვლის ძირზე;  
 ე) q - იგივე, მეზობელი საძირკვლის ძირზე.

2. ფიქტიური საძირკვლის განლაგების სქემა ნახაზზე ნაჩვენებია ნიშნებით (+ან-), რაც უნდა გავითვალისწინოთ ფორმულაში.

3. დამატებითი ვერტიკალური სრული ძაბვა  $\sigma'_z$  არსებული საძირკვლის ძირზე  $z$  სიღრმეზე იმ ვერტიკალზე, რომელიც გადის გასაანგარიშებელი საძირკვლის ცენტრში, როდესაც მხედველობაში მიიღება მეზობელი საძირკვლის გავლენა, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma'_z = \sigma_{zp} + \sum_1^k \sigma_{zqM}, \quad (5)$$

- სადაც, ა)  $\sigma_{zp}$  არის დამატებითი ვერტიკალური ძაბვა;  
 ბ)  $z$  სიღრმეზე არსებული საძირკვლის ძირზე;  
 გ)  $K$  - ფიქტიური საძირკვლის რიცხვი;  
 დ)  $\sigma_{zq}$  არის დამატებითი ვერტიკალური ძაბვა  $z$  სიღრმეზე იმ ვერტიკალზე, რომელიც გადის არსებული საძირკვლის ძირზე, მეზობელი საძირკვლის გავლენით კუთხურ წერტილთა მეთოდით.

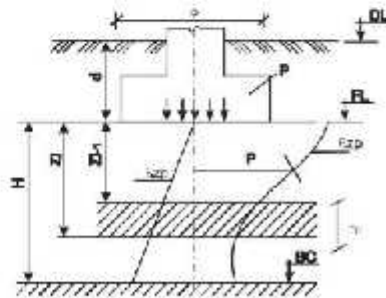
**მუხლი 3. საძირკვლის დაჯდომის განსაზღვრა წრფივად-დეფორმირებადი შრის მეთოდით**

1. ფუძის დაჯდომა წრფივად-დეფორმირებადი შრეების მეთოდით, განსაზღვრება შემდეგი ფორმულით (ნახ. 3):

$$S = \frac{P b K_c}{K_{in}} \sum_1^n \frac{K_i - K_{i-1}}{E_i}, \quad (6)$$

სადაც,

- ა) P არის საძირკვლის ძირზე საშუალო წნევა, როდესაც  $b \geq 10$  მ;
- ბ) b - მართკუთხა საძირკვლის სიგანე ან წრიული საძირკვლის დიამეტრი;
- გ)  $K_c$  და  $K_{in}$  - კოეფიციენტები, რომლებიც აიღება მე-2 და მე-3 ცხრილებიდან;
- დ) n - ფუძის საანგარიშო სისქის ფარგლებში მოქცეული შრეების რიცხვი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება კუშშვადი თვისებებით;
- ე)  $K_i$  და  $K_{i-1}$  - კოეფიციენტები, რომლებიც აიღება მე-4 ცხრილიდან იმის მიხედვით, თუ როგორია საძირკვლის ძირის ფორმა, მართკუთხა საძირკვლის გვერდების ფარდობა და განსახილველი შრეების ხედაპირის ფარდობითი ხაღრმავება საძირკვლის ძირიდან;
- ვ) E - გრუნტის i-ური შრის დეფორმაციის მოდული.



ნახ. 3. დაჯდომის გაანგარიშების სქემა წრფივად-დეფორმირებადი შრეების მეთოდით. (შენიშვნა: ზემოთ ნახევნები ფორმულის გამოყენება დაიშვება ხისტი საძირკვლის დაჯდომის განსაზღვრისათვის).

K<sub>c</sub> კოეფიციენტი

შრის ფარდობითი სისქე $\xi' = 2 H/b$	კოეფიციენტი K <sub>c</sub>
ა) $0 < \xi' \leq 0,5$	1,5
ბ) $0,5 < \xi' < 1$	1,4
გ) $1 < \xi' < 2$	1,3
დ) $2 < \xi' < 3$	1,2
ე) $3 < \xi' < 5$	1,2
ვ) $\xi' > 5$	1,0

ფუძე-გრუნტის დეფორმაციის მოდულის (E) საშუალო მნიშვნელობა, მპა (კგ/სმ <sup>2</sup> )	K <sub>c</sub> კოეფიციენტი საძირკვლის b-ს სიგანის მიხედვით, მ		
	b < 10	10 < b < 15	b > 15
ა) E < 10 (100)	1	1	1
ბ) E ≥ 10 (100)	1	1,35	1,5

2. ფუძის ხანგარიშო სისქედ მიიღება მინიმალური საძირკვლის ძირიდან იმ შრის ზედაპირამდე, რომლის დეფორმაციის მოდული  $E \geq 100$  მპა (1000 კგ/სმ<sup>2</sup>), ხოლო როდესაც  $E \geq 10$  მპა და  $b \geq 10$  მ, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$H = (H_0 + \psi b) K_p, \quad (7)$$

სადაც:  $H_0$  და  $\psi$  მიიღება შესაბამისად ტოლი მტვირთვან-თიხიერანი გრუნტისათვის 9 მ და 0,15; ქვიშოვანი გრუნტისათვის 6 მ და 0,1;

3.  $K_p$  - კოეფიციენტი, რომელიც აიღება 0,8, თუ საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე არის 100 კპა (1 კგ/სმ<sup>2</sup>), ხოლო  $K_p = 1,2$ , თუ საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე არის 500 კპა (5 კგ/სმ<sup>2</sup>) P-ს საშუალო მნიშვნელობისათვის  $K_p$  აიღება ინტერპოლაციით.

**კ კოეფიციენტი**

$\xi = 2z / b$	<b>კ კოეფიციენტი</b> წითელი										ზოლივანი ( $\eta \geq 10$ )	
	<b>კ კოეფიციენტი</b> მართკუთხას ბეჭდების ფარგლებში a / b											
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	4	5	6	7	8		9
ა) 0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ბ) 0,4	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104
გ) 0,8	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208
დ) 1,2	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311
ე) 1,6	0,348	0,380	0,380	0,394	0,397	0,397	0,397	0,397	0,397	0,397	0,397	0,412
ვ) 2,0	0,411	0,446	0,446	0,472	0,482	0,482	0,486	0,486	0,486	0,486	0,486	0,511
ზ) 2,4	0,461	0,499	0,499	0,538	0,556	0,556	0,565	0,567	0,567	0,567	0,567	0,605
თ) 2,8	0,501	0,542	0,542	0,592	0,618	0,618	0,635	0,640	0,640	0,640	0,640	0,687
ი) 3,2	0,532	0,577	0,577	0,637	0,671	0,671	0,696	0,707	0,707	0,709	0,709	0,763
კ) 3,6	0,558	0,606	0,606	0,676	0,717	0,717	0,750	0,768	0,768	0,772	0,772	0,831
ლ) 4,0	0,579	0,630	0,630	0,708	0,756	0,756	0,796	0,820	0,820	0,830	0,830	0,892
მ) 4,4	0,596	0,650	0,650	0,735	0,789	0,789	0,837	0,867	0,867	0,883	0,883	0,949
ნ) 4,8	0,611	0,668	0,668	0,759	0,819	0,819	0,87	0,908	0,908	0,932	0,932	1,001
ო) 5,2	0,642	0,683	0,683	0,780	0,844	0,844	0,904	0,948	0,948	0,977	0,977	1,050
პ) 5,6	0,635	0,697	0,697	0,798	0,867	0,867	0,933	0,981	0,981	1,018	1,018	1,095
ჟ) 6,0	0,645	0,708	0,708	0,814	0,887	0,887	0,958	1,011	1,011	1,056	1,056	1,138
რ) 6,4	0,653	0,719	0,719	0,828	0,904	0,904	0,980	1,041	1,041	1,090	1,090	1,178
ს) 6,8	0,661	0,728	0,728	0,841	0,920	0,920	1,000	1,065	1,065	1,122	1,122	1,215
ტ) 7,2	0,668	0,736	0,736	0,852	0,935	0,935	1,010	1,088	1,088	1,152	1,152	1,251
უ) 7,6	0,674	0,744	0,744	0,863	0,948	0,948	1,036	1,109	1,109	1,180	1,180	1,285
ფ) 8,0	0,679	0,751	0,751	0,872	0,960	0,960	1,051	1,128	1,128	1,205	1,205	1,316
ქ) 8,4	0,684	0,757	0,757	0,881	0,970	0,970	1,065	1,146	1,146	1,229	1,229	1,347
ყ) 8,8	0,689	0,762	0,762	0,888	0,980	0,980	1,078	1,162	1,162	1,251	1,251	1,76
შ) 9,2	0,693	0,768	0,768	0,896	0,989	0,989	1,089	1,178	1,178	1,272	1,272	1,404
ჩ) 9,6	0,697	0,772	0,772	0,902	0,998	0,998	1,100	1,192	1,192	1,291	1,291	1,431



<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ბ) 10,0	0,700	0,777	0,908	1,005	1,110	1,205	1,309	1,456
ვ) 11	0,705	0,786	0,992	1,022	1,132	1,243	1,349	1,506
ძ) 12	0,720	0,794	0,933	1,037	1,151	1,257	1,384	1,550

შენიშვნა: ზ და η შესაძლებელია მნიშვნელობისთვის k კოეფიციენტი განისაზღვრება ინტერპოლაციით.

**მუხლი 4. საძირკვლის დახრილობის კრენის განსაზღვრა**

1. სწორკუთხა ფორმის საძირკვლების დახრა ვერტიკალური დერძიდან, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას საძირკვლის არათანაბარი დაჯდომის შედეგად, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_1 - S_2}{b}, \quad (8)$$

სადაც,

- ა)  $S_1$  და  $S_2$  არის საძირკვლის ნაპირების დაჯდომა;
- ბ)  $b$  - საძირკვლის სიგანე;
- გ)  $\alpha$  - დახრის კუთხე, გრად.

2. ექსცენტრულად დატვირთული სწორკუთხა ფორმის საძირკვლის დახრა (უდიდესი და უმცირესი გვერდების მიმართულებით) წრფივად დეფორმირებადი ნახევარსივრცის მეთოდით იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$i_a = \frac{1 - \mu^2}{E} K_a \frac{N_{ea}}{(a/2)^3}, \quad (9)$$

$$i_b = \frac{1 - \mu^2}{E} K_b \frac{N_{eb}}{(b/2)^3}, \quad (10)$$

სადაც,

- ა)  $N$  არის ევლან ვერტიკალური დატვირთვის ჯამი საძირკვლის ძირზე;
- ბ)  $e_a$  და  $e_b$  - შესაბამისად, მანძილი ტოლქმედების მოდების წერტილიდან საძირკვლის ძირის ნახევრამდე უდიდესი და უმცირესი გვერდების მიმართულებით;
- გ)  $E$  და  $\mu$  - შესაბამისად, გრუნტის დეფორმაციის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი;
- დ)  $K_a$  და  $K_b$  - კოეფიციენტები განისაზღვრება საძირკვლის ძირის გვერდების თანაფარდობით (ცხრილი 5).

ცხრილი 5

**3.  $K_a$  და  $K_b$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები**

კოეფიციენტები	სწორკუთხა ფორმის საძირკვლის გვერდების თანაფარდობა $\eta = a/b$					
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5,0
ა) $K_a$	0,55	0,71	0,83	0,97	1,1	1,44
ბ) $K_b$	0,50	0,39	0,33	0,25	0,19	0,13

4. პუასონის კოეფიციენტი ( $\nu$ ) სხვადასხვა გრუნტებისათვის აიღება:

- ა) მსხვილნამტვრევი - 0,27;
- ბ) ქვიშა და თხაქვიშა - 0,30;
- გ) თხნარი - 0,35,
- დ) თხა - 0,42.

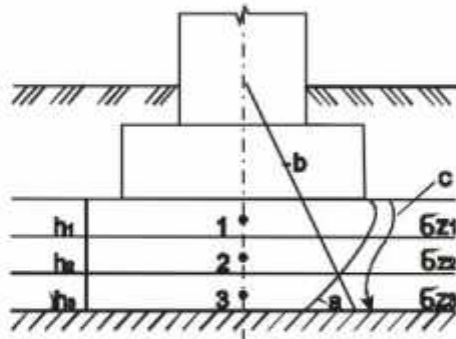
**მუხლი 5. ფუძე-გრუნტების ჩაჯდომის განსაზღვრა**

1. ფუძე-გრუნტების ჩაჯდომა  $S_{sl}$ , რომელიც შეიძლება გამოწვეულ იქნეს მისი დასველებით როგორც ზემოდან, ისე ქვემოდან მიწის წყლის დონის აწევის შედეგად, განსაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{sl} = \sum_{i=1}^n \epsilon_{sl,i} h_i K_{sl,i} , \quad (11)$$

სადაც,

- ა)  $\epsilon_{sl,i}$  არის ფარდობითი ჩაჯდომა, რომელიც განსაზღვრება თითოეული ელემენტარული შრის შუალედისათვის;
- ბ)  $h_i$  - გრუნტის  $i$ -ური შრის სისქე;
- გ)  $K_{sl,i}$  - კოეფიციენტი, რომელიც განსაზღვრება მე-3 პუნქტის მითითებით;
- დ)  $n$  - შრეების რიცხვი, ჩაჯდომადობის ზონის ფარგლებში (ნახ. 4).



ნახ. 4. ფუძის ჩაჯდომის გასაანგარიშებელი სქემა

- ა)  $h_1, h_2$  და  $h_3$  - ჩაჯდომადი ფენის ცალკეული შრეების სისქე;
- ბ)  $\sigma_{z1}, \sigma_{z2}$  და  $\sigma_{z3}$  - შესაბამისად, აღნიშნული შრეების ვერტიკალური ძაბვების მნიშვნელობები;
- გ) 1, 2 და 3 - წერტილების ჩაღრმავების დონე, სადაც ნიმუშები აღება.

2. გრუნტის ფარდობითი ჩაჯდომადობა განსაზღვრება გრუნტის ნიმუშის გამოცდით კუმშვაზე კომპრესიის პირობებში

$$\epsilon_{sl} = \frac{h_0 - h_{sat}}{h_g} , \quad (12)$$

სადაც,

- ა)  $h_0$  არის ნიმუშის სიმაღლე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში და  $P$  წნევის ქვეშ ( $P = \sigma_{zp} + \sigma_{zg}$ ) კომპრესიულ პირობებში;
- ბ)  $h_{sat}$  - ნიმუშის სიმაღლე იმავე წნევის ქვეშ სრული წყალგაღვნივის პირობებში;
- გ)  $h_g$  - იმავე ნიმუშის სიმაღლე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში გრუნტის საკუთარი წონის ეკვივალენტური წნევით.

3. კოეფიციენტი  $K_{sat}$ : როცა საძირკვლის სიგანე  $b \geq 12$  მ, მიიღება 1-ის ტოლი; თუ  $b \geq 3$  მ, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$K_{sat} = 0,5 + 1,5 \frac{(P - P_{stl})}{P_0} , \quad (13)$$

4. აქ  $P$  არის საშუალო წნევა საძირკვლის ძირზე, კპა (კგძ/სმ<sup>2</sup>);  $P_{stl}$  - გრუნტის  $i$ -ური შრის საწყისი ნაჯდომადი წნევა, რომელიც ისეთი წნევის ტოლია, რომლის ზემოქმედებით იწვება გრუნტის ნაჯდომადი დეფორმაციები, მისი დასველების პირობებში ანუ წნევა, რომლის დროსაც ფარდობითი ნაჯდომადობა  $\epsilon_{se} = 0,01$ ;  $P_0$  - წნევა, რომელიც უდრის 100 კპა (1 კგძ/სმ<sup>2</sup>).

5. იმის შემდეგ, როდესაც დამთავრდება ნაჯდომადი დეფორმაციები, იწვება ჯდომადი ხასიათის დეფორმაციები, რომელსაც ანგარიშობენ შრეობრივი შეჯამების მეთოდით. ჯდომადი და ნაჯდომადი ვერტიკალური დეფორმაციების ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს ზღვრული დეფორმაციის მნიშვნელობას (იხ. დანართი 4). ფუძის აქტიური გაურცვლების ქვედა ზღვარი აიღება ისეთი სიღრმით, სადაც გარე დატვირთვებითა და გრუნტის საკუთარი წონით გამოწვეული ჯამური ძაბვა ტოლი იქნება საწყისი ნაჯდომადი წნევისა. საანგარიშო წნევას აღგენენ მე-7 ფორმულით, სადაც  $\Phi_{II}$  და  $C_n$  მნიშვნელობა განისაზღვრება გრუნტის წყლით გაკლენითილი მდგომარეობისათვის.

**მუხლი 6. ფუძის დეფორმაციის განსაზღვრა გაჯირჯებადი გრუნტებისათვის**

1. ფუძის აწვეა გრუნტის გაჯირჯების შედეგად, მისი დასველების გამო, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$h_{sw} = \sum_{i=1}^n \epsilon_{swi} h_i K_{sw,i} , \quad (14)$$

სადაც,

- ა)  $\epsilon_{swi}$  არის გრუნტის  $i$ -ური შრის ფარდობითი ჯირჯადობა;
- ბ)  $h_i$  - გრუნტის  $i$ -ური შრის სისქე;
- გ)  $K_{sw,i}$  - კოეფიციენტი, რომელიც ერთზე ნაკლებია და დამოკიდებულია გრუნტზე გადაცემული წნევის სიდიდეზე იხ. პ. 2;
- დ)  $n$  - შრეების რიცხვი, გრუნტის გაჯირჯების ზონაში.

2. გრუნტის ფარდობითი გაჯირჯება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\epsilon_{sw} = \frac{h_{sat} - h}{h} , \quad (15)$$

სადაც,

ა)  $h$  არის ნიშნის სიმაღლე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, როცა იგი შეკუმშულია კომპრესიის პირობებში ჯამური  $P$  წნევით;

ბ)  $h_{sat}$  - იმავე ნიშნის სიმაღლე იმავე დატვირთვის ქვეშ, მაგრამ დასველების შემდეგ.

3.  $K_{sw}$  კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია სრულ ვერტიკალურ  $\sigma_z$  დაბვაზე, მიიღება:

ა) 0,8 - როცა  $\sigma_z = 50$  კპა (0,5 კგ/სმ<sup>2</sup>);

ბ) 0,6 - როცა  $\sigma_z = 300$  კპა (3 კგ/სმ<sup>2</sup>);

გ) შეადგური მნიშვნელობები კი ინტერპოლაციით მიიღება.

4. სრული ვერტიკალური დაბვა  $z$  სიღრმეზე საძირკვლის ძირიდან განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_z = \sigma_{zp} + \sigma_{zg} + \sigma_{za}, \quad (16)$$

სადაც,

ა)  $\sigma_{zp}$  და  $\sigma_{zg}$  ვერტიკალური დაბვაზე შესაბამისად, საძირკვლისა და გრუნტის საკუთარი წონისაგან;

ბ)  $\sigma_{za}$  - დამატებითი ვერტიკალური წნევა გამოწვეული დასველების ფართობის გარეთ მდებარე გრუნტის წონის გავლენით ( $\sigma_{za} = k_g \gamma (d + z)$ ), სადაც  $k_g$  კოეფიციენტი (ცხვ. 6)

კოეფიციენტი  $k_g$

ცხრილი 6

$(d + z) B_w$	როცა დასველების ფართობის სიგრძის შეფარდება სიგანესთან $L_w / B_w$				
	1	2	3	4	5
ა) 0,5	0	0	0	0	0
ბ) 1	0,58	0,50	0,43	0,36	0,29
გ) 2	0,81	0,70	0,61	0,50	0,40
დ) 3	0,94	0,82	0,71	0,59	0,47
ე) 4	1,02	0,89	0,77	0,64	0,53
ვ) 5	1,07	0,94	0,82	0,69	0,77

5. გაჯირჯავების ქვედა ზღვარი ( $H_{sw}$ ) მიიღება სიღრმეზე, სადაც სრული ვერტიკალური დაბვა უდრის გაჯირჯავების წნევას  $P_{sw}$ , გამოცდების მონაცემების უქონლობის შემთხვევაში მიიღება  $H_{sw} = 5$ მ.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. . . . -  
- : , 1982.
2. . . .  
- : , 1973.
3. . . .  
: - . 1970.
4. . . . ,  
: . . . . - . 1977.
5. . 1991, .
6. - 2.02-83; შენობების და ნაგებობების  
ფუძეები (პნ 02.01-08).
7. . . . . . . . . .  
. - , 1974.
8. . . . . . . . . .  
. . . . - : 1983.
9. . . . . . . . . .  
50 « » . 1962.
10. . . . . . . . . .  
. . 1977.
11. დ. კერესელიძე. გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები. „განათლება“, თბილისი, 1977.
12. ვ. ჯაფარიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტები და მათი ქიმიური გამაგრების ძირითადი მეთოდები. თბილისი, 1976.
13. ვ. ჯაფარიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს თაბაშირშემცველი ლიოსისებრი გრუნტების გამაგრების და შემკვრივების ძირითადი მეთოდები. თბილისი, 1987.
14. თ. ჟორდანიას, ზ. ეზურგაბიას, ი. ირემაშვილის, ა. ეზურგაბიას. შენობა-ნაგებობის თბობგერა და ჰიდროიზოლაცია. სტუ. 2010.
15. ვ. ჯაფარიძე. კარკასულ-ბანელური და მსხვილბლოკური ავარიული საცხოვრებელი სახლების გამაგრება-გადლიერების ღონისძიებები. თბილისი. 2003.

## სარჩევი

შესავალი . . . . .	3
<b>I თავი</b>	
შენობათა დეფორმაციები მათ მახლობლად არაღრმა საძირკვლების მშენებლობისას . . . . .	7
§1 შენობისა და მისი ფუძის დეფორმაციის ბუნება . . . . .	7
§2. შენობათა დეფორმაცია მის მახლობლად სამშენებლო ქვაბულისა და თხრილების დამუშავებისას . . . . .	10
§3. ქვაბულიდან წყალდაწვევითი სამუშაოებით გამოწვეული შენობათა დეფორმაცია . . . . .	13
§4 შენობათა დეფორმაციები მეზობელი უბნის დატვირთვის შემთხვევაში . . . . .	16
§5. შენობა-ნაგებობებში დეფორმაცია, გრუნტის დაჯდომით გამოწვეული . . . . .	19
§6 შენობათა დეფორმაცია, გამოწვეული გრუნტის ბუნებრივი სტრუქტურის დარღვევით. . . . .	21
§7. დეფორმაცია გამოწვეული საძირკვლების სხვადასხვა ღონეზე ჩაღრმავებით . . . . .	23
<b>II თავი</b>	
შენობათა დეფორმაციები მის მახლობლად შპუნტების და ხიმინჯების ჩასობისას . . . . .	25
§1 გრუნტში მიმდინარე პროცესები ხიმინჯის და შპუნტების ჩასობა ვიბროჩაყურსვისას . . . . .	25
§2. შენობა-ნაგებობათა დეფორმაცია მათ მახლობლად ხიმინჯის ან შპუნტის დასობისას . . . . .	29
§3 ხახუნის უარყოფითი ზეგავლენა . . . . .	33
§4. ხიმინჯში საძირკვლის დეფორმაცია მის მახლობლად ქვაბულების დამუშავებისას . . . . .	35
§5. გრუნტის დაჯდომის ზეგავლენა საძირკვლის მდგრადობაზე. . . . .	35
<b>III თავი</b>	
ქ. თბილისის შენობა-ნაგებობათა ფუძე-გრუნტები, მათი დეფორმაცია და ექსპლუატაციის პირობები . . . . .	42
§1 შენობა-ნაგებობათა ფუძე-გრუნტები და მათი დეფორმაციის გამომწვევი პირობები . . . . .	42
§2 დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძის მონაცვლეობა, როგორც ავარიულ შენობა-ნაგებობათა სეისმომდევობის გაუმჯობესების გარანტი . . . . .	46
<b>IV თავი</b>	
არსებულ შენობის მახლობლად მშენებლობისთვის მოედნის საინჟინრო ძიება	50
§1. საერთო დებულება. . . . .	50
§2 სამშენებლო მოედნისა საინჟინრო კვლევა-ძიება. . . . .	53
§3 საინჟინრო-გეოდეზიური გამოკვლევა და დაკვირვება. . . . .	55
§4 საინჟინრო-გროლოგიური გამოკვლევა (ძიება) . . . . .	57
<b>V თავი</b>	
დეფორმირებული შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების გამაგრება-გაძლიერების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები . . . . .	59
§1. შენობა-ნაგებობათა ნულოვანი ციკლის დაპროექტებისადმი წაყენებული მოთხოვნები . . . . .	59

§2. დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების გამოკვლევისთვის ჩასატარებელი სამუშაოები და მათი დასაბუთების აუცილებლობა. . . . .	63
§3. არსებული შენობის გვერდით მცირე სიღრმის საძირკვლის დაპროექტება .	67
§4. შპუნტი, როგორც არსებული შენობის კონსტრუქციების განმცალკევებელი დამცავი ღონისძიება . . . . .	71
§5. შახტური მეთოდით ფუძე-საძირკვლების გაძლიერება . . . . .	73
<b>VI თავი</b>	
საქართველოს არამდგრად გრუნტებზე შენობა-ნაგებობებათა ფუძეების გაუმჯობესების მეთოდები . . . . .	74
§1. საერთო დებულება . . . . .	74
§2. გრუნტების სამშენებლო თვისებების შეცვლის მეთოდები . . . . .	78
§3. საძირკვლების მოწყობა დატორფილ ბიოგენურ გრუნტებზე არსებულ შენობათა მახლობლად. . . . .	80
§4. თაბაშირშემცველ ლიოსისებრ გრუნტებში საძირკვლების კოროზიისაგან, როგორც დაჯდომის გამომწვევი ერთ-ერთი მიზეზთაგან დაცვის ღონისძიებები.	86
§5. გრუნტების გათიხოვნება (კალმატაცია) . . . . .	88
§6. გრუნტის ხელოვნური გაყინვა. . . . .	92
<b>VII თავი</b>	
დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძეების დაპროექტების თავისებურება საძირკვლების გამაგრება-რეკონსტრუქციის შემთხვევაში . . . . .	97
§1. საერთო დებულება . . . . .	97
§2. ცემენტიზაციის მეთოდი . . . . .	102
§3. ფუძე-გრუნტების გამაგრების ქიმიური მეთოდები. . . . .	104
§4. სილიკატიზაცია . . . . .	105
§5. გრუნტების ელექტროქიმიური გამაგრება . . . . .	110
§6. ჩაჯდომის საწინააღმდეგო ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდი . . . . .	113
ა) გრუნტის გამაგრება სინთეზური ფისით . . . . .	113
ბ) ლიოსისებრი ჩაჯდომადი გრუნტების ქიმიური გამაგრება შაბიაზნის ხსნარით (ბორდო) . . . . .	115
დ) თერმული გამაგრება . . . . .	115
§7. ქიმიური გამაგრების კონტროლი. . . . .	116
<b>VIII თავი</b>	
დეფორმირებული საძირკვლების გაძლიერების და რეკონსტრუქციის ძირითადი მეთოდები . . . . .	119
§1. არაღრმა საძირკვლების დაზიანების მახასიათებელი მიზეზები და მათი გაძლიერების შესაძლო ხერხები . . . . .	119
§2. იატაკის კონსტრუქცია სარდაფიან სათავსოებისათვის, გრუნტის წყლის ღონის (ჰორიზონტის) ქვემოთ . . . . .	122
§3. საძირკვლების კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაციის დაცვა . . . . .	125
§4 დეფორმირებული საძირკვლების გაძლიერების და რეკონსტრუქციის ძირითადი მეთოდები. . . . .	128
<b>IX თავი</b>	
ხიმინჯოვანი საძირკვლების პროექტირება ნაბურღ-ინექციური ხიმინჯებით . . .	145
§1 საერთო დებულება . . . . .	145
§2. ნაბურღინექციური ფესურა ხიმინჯების გამოყენების არეალი . . . . .	147
§3 ნაბურღინექციური ხიმინჯების დამზადების ტექნოლოგია . . . . .	150



§4 ნაბურღინექციური ხიმინჯის და ხიმინჯოვანი საძირკვლის კონსტრუირება .	155
§5 ხიმინჯოვანი საძირკვლების დაპროექტება დეფორმირებულ შენობა- ნაგებობათა რეკონსტრუქცია-გაძლიერებისას . . . . .	158
§6 დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა ფუძეების გამაძლიერებელი ნაბურღ-ინექციური ხიმინჯის საველე პირობებში გამოცდა სტატიკური დატვირთვის მიმართ სწრაფმაგრებადი ცემენტის გამოყენებით. . . . .	159
ა) ექსპერტიზის მიზანი და საერთო ამოცანები . . . . .	159
ბ) ექსპერიმენტული საცდელი პოლიგონის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგები . . . . .	160
გ) ექსპერიმენტისათვის გამოსაცდელი და საანკერო ხიმინჯები . . . . .	161
დ) ექსპერიმენტული ხიმინჯების გამოსაცდელი სტენდი . . . . .	165
ე) ნაბურღ-ინექციური ხიმინჯების გამოცდა ჩამწნევი სტატიკური ღერძული დატვირთვების მოქმედებით . . . . .	168
ვ) დასკვნა . . . . .	170
§7. შენობა-ნაგებობის საძირკვლის გაანგარიშების ინჟინრული მეთოდი. . . . .	160
X თავი	
შენობაზე მიშენება, დაშენება და შენობის გადაადგილება. . . . .	186
§1. მიშენება, გადაადგილება და შენობის აწევა . . . . .	186
§2 დაშენების სახეები და მათი თავისებურება . . . . .	190
§3 დასაშენებელ შენობების შესახებ კონსტრუქციულ გადაწყვეტის თავისებურება . . . . .	193
XI თავი	
შენობის მიწისზედა კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერება . . . . .	196
დანართი. . . . .	204
გამოყენებული ლიტერატურა . . . . .	259

## ანოტაცია

წიგნში „შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლებისა და ზედნაშენის გამაგრება-გაძლიერება სხვადასხვა გრუნტოვან გარემოში“ განიხილება მიზეზები, რამაც განაპირობა შენობა-ნაგებობათა დეფორმაცია, დაზიანებები და ავარიები კონკრეტულ გრუნტოვან გარემოსთვის. მოცემულია პრაქტიკული რეკომენდაციები დეფორმაციის თავიდან აცილების მიზნით საინჟინრო-ეკონომიკური დასაბუთების საფუძველზე.