

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ხ ი ღ ს ა ც დ ე ლ ი ც ე ნ ტ რ ი

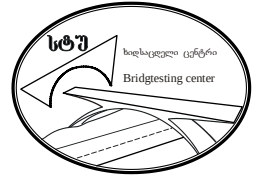
**თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე
მდ. დიდგურაზე არსებული ხიდის
გამოკვლევა-გამოცდა**



თბილისი
2 0 1 3



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ხ ი ლ ს ა ც დ ე ლ ი ც ე ნ ტ რ ი



სტუ ადმინისტრაციის
ხელმძღვანელი, პროფ.

ქ. ქოქრაშვილი

"___" _____ " 2013 წ.

თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე
მდ. დიდგურაზე არსებული ხიდის
გამოკვლევა-გამოცდა

სასწავლო-სამეცნიერო
ცენტრის ხელმძღვანელი

თ. ცვარიანი

შემსრულებლები

1. თ. ცვარიანი ცენტრის ხელმძღვანელი, აკად. დოქტორი, სამუშაოთა საერთო ხელმძღვანელობა, საველე სამუშაოები, ანგარიშის ავტორი
2. გ. დათუკიშვილი წამყ. მეც. მუშაკი, ტ.მ.კ., საველე სამუშაოები, მონაცემთა დამუშავება, ანგარიშის ავტორი
3. თ. ჭურაძე წამყ. მეც. მუშაკი, მეც. დოქტორი, მონაცემთა დამუშავება
4. ი. სლოვინსკი უფ. მეც. მუშაკი, ტ.მ.კ., მონაცემთა დამუშავება
5. კ. კობახიძე მეც. მუშაკი, ტ.მ.კ., საველე სამუშაოები, მონაცემთა დამუშავება, გრაფიკული მასალა
6. ზ. მეგრელიშვილი მეც. მუშაკი, აკად. დოქტორი, საველე სამუშაოები, მონაცემთა დამუშავება
7. უ. სტურუა უფ. ინჟინერი, საველე სამუშაოები, მონაცემთა დამუშავება
8. დ. შიოლაშვილი ინჟინერი, საველე სამუშაოები
10. თ. ჯაფარიძე ინჟინერი, მაგისტრანტი, გრაფიკული მასალა, ანგარიშის გაფორმება
9. თ. პატარკაციშვილი ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა
11. ზ. ტატიშვილი ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა
12. დ. ბედენაშვილი ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა

სარჩევი

შესავალი	4
1. ხიდის მოკლე აღწერა	5
2. ხიდის გამოკვლევა	7
3. ხიდის მაღის ნაშენების სტატიკური გამოცდა	11
4. მაღის ნაშენის დინამიკური გამოცდა	20
5. მაღის ნაშენის დაბალ-დეფორმირებადი მდგომარეობის ანალიზი	22
5.1. საანგარიშო პროგრამული კომპლექსის ЛИРА აღწერა	22
5.2. მაღის ნაშენის დეფორმაციებზე გაანგარიშების შედეგები	23
5.3. მაღის ნაშენის კოჭის შემოწმება მზიდუნარიანობაზე	29
რეკომენდაციები და დასკვნები	32
ლიტერატურა	33
დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი	34

შესავალი

წინამდებარე ანგარიში შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტსა და თბილისის მერიას შორის 2013 წლის 24 ივლისს დადებული ხელშეკრულებით გათვალისწინებული სამუშაოების ნაწილის რეალიზაციის ფარგლებში და მოიცავს ქ. თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე მდ. დიდმურაზე არსებული ხიდის გამოკვლევა-გამოცდას.

ხიდის გამოკვლევა-გამოცდას საფუძვლად დაედო “დამკვეთთან”, ქ. თბილისის მერიასთან შეთანხმებული ტექნიკური დავალება.

გამოკვლევა-გამოცდის სამუშაოების მეთოდика დაფუძნებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდსაცდელი ცენტრის სამოცწლიან გამოცდილებასა და მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნებზე: «СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. Нормы проектирования», «СНиП III-43-75. Мосты и трубы. Правила производства и приемки работ», «СНиП 3.06.07-86. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний», «ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости», «ГОСТ 25192-82. Бетоны. Классификация и общие технические требования».

ხიდის გამოკვლევა-გამოცდის სამუშაოთა ორგანიზაციისა და შესრულების უზრუნველყოფაში აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ქ. თბილისის მერიის სამსახურებმა, რომელთა ოპერატიულმა ქმედებებმა ხელი შეუწვევს სამუშაოთა დროულ და ხარისხიან შესრულებას.

1. ხიდის მოკლე აღწერა

ხიდი მდ. დიდმურაზე ქ. თბილისში განლაგებულია მარშალ გელოვანის გამზირზე, რომელიც წარმოადგენს ქ. თბილისში დასავლეთიდან შემომავალ ძირითად საავტომობილო მაგისტრალს.

ხიდი შედგება ორი განცალკევებული ნაგებობისაგან. ქალაქში შემომავალ მიმართულებაზე მდებარეობს 1957 წელს აგებული ხიდი. მაგისტრალის რეკონსტრუქციის პროცესში 1972 წელს მოხდა ძველი ხიდის გაგანიერება ბურჯების დაგრძელებითა და ახალი მალის ნაშენების დამატებით, რომლებზეც ხორციელდება მოძრაობა ქალაქიდან დასავლეთის მიმართულებით. ხიდის რეკონსტრუქციის პროექტი დამუშავდა საპროექტო ინსტიტუტის “თბილქალაქ-პროექტის” მიერ საავტომობილო გზის რეკონსტრუქციის პროექტის ფარგლებში.

საქართველოს ეროვნული არქივის ფონდებში არ არის შემონახული ხიდის მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის საპროექტო და საშემსრულებლო სამშენებლო დოკუმენტაცია, რის გამოც ხიდის აღწერა შესრულებულია გამოკვლევის პროცესში შესრულებული აზომებითი სამუშაოების მონაცემთა საფუძველზე.

გაერთიანებული ხიდური ნაგებობაზე სავალი ნაწილის გაბარიტია გ-10,8+3,0+10,8 ტროტუარების სიგანით 2,00 მ. თითოეული მიმართულების სამშოლიანი სავალი ნაწილი ერთმანეთისგან განცალკევებულია 3,0 მ სიგანის ამღლებული კონსტრუქციის გამყოფი ზოლით, რომელიც წარმოადგენს რკინაბეტონის გობში მოქცეულ გრუნტის მასივს.

ხიდების სქემა ერთმანეთისგან განსხვავებულია: ძველი ხიდის სქემაა 8,45+22,16+9,00 მ, ხოლო ახალი ხიდისა 8,59+21,60+9,00 მ. ძველ ხიდში გამოყენებულია ჩვეულებრივი რკინაბეტონის T-ებრი კოჭები დიაფრაგმებით, ხიდის განივად 11 კარკასული არმირების მქონე კოჭით, ხოლო ახალი ხიდის მალის ნაშენები შედგენილია თითოეულ განაპირა მალში ხიდის განივად 8 ცალი T-ებრი ჩვეულებრივი რკინაბეტონის კოჭისაგან კარკასული არმირებით და შუა მალში ხიდის განივად 7 ცალი წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის კოჭისაგან. ახალი ხიდის მალის ნაშენის კოჭები ხიდის განივად ერთმანეთთან გაერთიანებულია კოჭების ფილებს შორის მოწყობილი გამონოლითების ნაკერით. ძველი ხიდის მალის ნაშენის კოჭები ერთმანეთთან დაკავშირებულია კოჭების ნახევარდიაფრაგმების გადაბმით ჩასატანებელ დეტალებზე ფოლადის კავშირის ელემენტების დადუღებით და ნაკერის დაბეტონებით. ძველი და ახალი ხიდის მალის ნაშენები ერთმანეთთან დაკავშირებულია განაპირა მეზობელ კოჭებზე მოწყობილი რკინაბეტონის ფილით, რომელიც ამავე დროს წარმოადგენს სავალი ნაწილის გამყოფი ზოლის ფუძეს.

გამომდინარე ხიდის მშენებლობის დროიდან, ძველი ხიდისთვის დროებითი შეუქმნილი დატვირთვად უნდა ჩაითვალოს H-13, რაც წარმოადგენს 13 ტონიანი მანქანების კოლონას მასში ჩართული ერთი 16,9 ტონიანი ავტომობილით, და HK-80, ხოლო ახალი ხიდისთვის დროებითი მოძრავი დატვირთვაა H-30 და HK-80, სადაც H-30 წარმოადგენს 30 ტონიანი ავტომობილების კოლონას.

ხიდების სვადასხვა სქემამ გამოიწვია ახალი ხიდის მალის ნაშენებს შორის შუალედ ბურჯებზე ჩაძირული რიგელის გამოყენების აუცილებლობა.

ხიდის ბურჯები მასიური მონოლითური კონსტრუქციისაა. მათი მასიური მონოლითური საძირკვლები დაფუძნებულია ბუნებრივ ფუძეზე, რომელიც წარმოადგენს ალევროლიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობას სიმტკიცით ცალდერძა კუმშვაზე $R_c=7,0$ მგპა (70 კგ/სმ²).

მდინარის ხარჯი 1%-იანი უზრინვეყოფით შეადგენს $50,2$ მ³/წმ, ხოლო 10%-იანი უზრუნველყოფით – $26,7$ მ³/წმ.

2. ხიდის გამოკვლევა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდსაცდელი ცენტრის სპეციალისტების ჯგუფმა 2013 წლის აგვისტოს თვეში შეასრულა მარშალ გელოვანის გამოზირზე მდ. დიდმურაზე მდებარე ხიდური გადასასვლელის ნაგებობების გამოკვლევა.

გამოკვლევის ჩატარებამდე მოძიებულ იქნა აღნიშნული ხიდური გადასასვლელის შესახებ ტექნიკური დოკუმენტაცია.

გამოკვლევის პროცესში შესრულდა ხიდური გადასასვლელის ტოპოგოდეზიური აგეგმვა, ნაგებობის კონსტრუქციების აზომვა და მათი ვიზუალური და ინსტრუმენტული შემოწმება.

შემოწმების შედეგად დადგინდა ნაგებობის კონსტრუქციებში არსებული რიგი დეფექტები და დაზიანებები, რომელთაგან ნაწილი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხიდის სიმტკიცესა და ხანმდებრობაზე. არსებითად ეს ეხება ძველი ხიდის კონსტრუქციებს, რომელთა რესურსი პრაქტიკულად ამოწურვის ზღვარზეა. კერძოდ აღსანიშნავია შემდეგი დეფექტები და დაზიანებები.

- ახალი ხიდის მაღის ნაშენის კოჭები დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია, მხოლოდ ზოგ ადგილას მცირე ფართობზე აღინიშნება გამოტუტვის ნიშნები;

- დაზიანებულია ახალი ხიდის მეექვსე კოჭის (მაღის ნაშენის ქვემომხრის ნაპირიდან) ფილის დამცავი შრე, ალაგ-ალაგ ფილის არმატურა გაშიშვლებულია და განვითარებულია კოროზიული პროცესი;

- ხიდის საგალი ნაწილისა და ტროტუარების გამყოფი თვალამრიდების სიმაღლე არ შეესაბამება თანამედროვე მოთხოვნებს და საჭიროა მათი შეცვლა 75 სმ სიმაღლის კონსტრუქციით;

- ხიდის საგალი ნაწილი საჭიროებს რეაბილიტაციას ჰიდროიზოლაციის ფენის შეცვლით;

- ხიდის ტროტუარების მოაჯირების დამაგრება მორყეულია, რაც ქმნის მოაჯირების გადაქცევის საშიშროებას და საჭიროა მოაჯირების ლითონის კონსტრუქციების მაღის ნაშენის კონსტრუქციასთან ჩამაგრების გაძლიერება;

- ძველი ხიდის პირველ (მარჯვენა) მცირე მაღის ნაშენში ზემომხრის (დინების მიხედვით) პირველ და მეორე კოჭებს შორის მოწყობილი გამონოლითების ნაკერი ძლიერ არის დაზიანებული, ნაკერის ბეტონი რიგ ადგილებში დაშლილია;

- იმავე კოჭების ფილებზე აღინიშნება მრავლობითი გამოტუტვის ლაქები დიდ ფართობებზე, რაც მიუთითებს ბეტონის კოროზიის მაღალ ხარისხზე;

- ხსენებულ კოჭებს შორის გამაერთიანებელი დიაფრაგმები დაზიანებულია და არმატურა კოროზირებს, ისევე როგორც დიაფრაგმების შეერთების ფოლადის ელემენტები, ხოლო რამდენიმე ადგილზე შეერთების ელემენტები ნაწილობრივ დაკარგულია;

- დაზიანებულია კოჭების ძირის ბეტონი, დამცავი შრე მრავალ ადგილას ავარდნილია და არმატურა განიცდის ძლიერ კოროზიას არმატურის ღეროების განიკვეთის ფართობის საგრძნობი შემცირებით;

– ძველი ხიდის მაღის ნაშენისა და ბურჯების ბეტონი დაბალი ხარისხისაა, ვიბრირების უქონლობის ან არასაკმარისი ხარისხის შედეგად ბეტონში მრავლად აღინიშნება დიდი ზომის ნიჟარები, ამასთან ბურჯების ბეტონში ღორღის ნაცვლად გამოყენებულია მდინარის სრეში;

– არ ხერხდება საყრდენი ნაწილების მდგომარეობის ფიქსაცია, რის გამოც შეუძლებელია მათი მუშაობის ავკარგიანობის შეფასება;

– განსაკუთრებით ავარიულ მდგომარეობაშია ძველი ხიდის შუა, დიდი მაღის დიაფრაგმებიანი კოჭები;

– კოჭების დამაკავშირებელი ნახევარდიაფრაგმები ზემომხრის კოჭებს შორის ურთიერთის მიმართ აცდენილია 3-7 სმ-ზე როგორ თარაზული, ისე შვეული მიმართულებით;

– ზემომხრის ორ კოჭს შორის დიაფრაგმები და მიმდებარე ზონები კოჭებში განიცდის ძლიერ გამოტუტვას, ისევე როგორც კოჭების ფილა;

– მარცხენა ბურჯის თავის ბეტონი მეორე კოჭის დაყრდნობის ზონაში ატეკილია, არმატურა გაშიშვლებულია და კოროდირებს;

– მარცხენა (№3) შუალედი ბურჯის ზემომხრის მხრიდან (დინების მიხედვით) ბურჯის ტანის ზედა ნაწილში აღინიშნება დიდი ზომის შვეული ბზარი;

– ბურჯების კედლებზე აღინიშნება წყლის ჩამონადენების აშკარა კვალი;

– ინსტრუმენტული გამოკვლევით ძველი ხიდის მაღის ნაშენის კოჭების ბეტონის კლასი სიმტკიცეზე კუმშვის მიხედვით არ აღემატება B7,5-B10 (ბეტონის მარკა 100-150);

– ხიდის კოჭების კედლების დამცავი შრის სისქე ნორმაზე ნაკლებია და ზოგ ადგილას არ აღემატება 10 მმ-ს, რის გამოც კოჭების მუშა არმატურა მთელ ხიდზე მეტ-ნაკლებად განიცდის კოროზიას;

– ზუსტად ანალოგიური მდგომარეობაა დანარჩენი ორი მაღის ნაშენის დახასიათების თვალსაზრისით;

– ხიდის ტროტუარების გარეთა მხარეს დანალექ გრუნტზე იზრდება მრავალწლიანი მცენარეული საფარი, რომელიც ხელს უშლის ქვეითთა გადაადგილებას;

– ქვემომხრის ტროტუარის ბეტონის პარაპეტის ბლოკი დაკარგულია;

– ტროტუარის სხმული თუჯის მოაჯირები რიგ ადგილებში კოროდირებულია და მათზე საღებავის ფენა დატანილია გაწმენდის გარეშე;

– ზემომხრის ტროტუარის რიგი სექციები დაზიანებულია და შეცვლილია არასტანდარტული ელემენტებით;

– მოაჯირების სახელურები რამდენიმე ადგილას დაზიანებულია და შეჭმულია ჟანგისგან;

– ხიდქვეშა სივრცე ძლერ არის დანაგვიანებული როგორც საყოფახოვრებო ნარჩენებით, ასევე სამშენებლო ნაგვის ელემენტებით, მდინარის კალაპოტში მრავლადაა ბუჩქოვანი მცენარეები და მცირე ზომის ხეები, ყოველივე ეს წყალდიდობისას ხიდის ხვრეტის ჩახერგვის საშიშროებას ქმნის, რაც შეიძლება გახდეს მიზეზი ხიდის ბურჯების საძირკვლის გამორეცხვისა და ამის შედეგად ბურჯების მიერ მდგრადობის დაკარგვის შედეგად ხიდის დანგრევისა;

– ქედა ბიეფში არსებული ჭავჭავიშვილის კედლის შიდა ზედაპირი უსწორმასწოროა, ხოლო მდინარის ჭავლი უშუალოდ ეჯახება მარცხენა ნაპირის დამცავ კედელს და იწვევს მისი ძირის გამოცეცხვას;

– სანაპირო ბურჯებს არა აქვთ ფრთები, რის გამოც არ არის უზრუნველყოფილი სავალი ნაწილის ყრილის შეუღლება ბურჯთან და მისი მდგრადობა;

– ხიდის მისასვლელი ყრილების კონუსები არ არის ფორმირებული, დანაგვიანებულია და მათზე ფორმირებულია ხშირი ბუჩქოვანი და მცირე ზომის ხეების მცენარეული საფარი;

ხიდი-გზაგამტარის მზიდი კონსტრუქციების საერთო შეფასების მიზნით რკინაბეტონში არმატურის კოროზიის აღმოჩენ და დამდგენი ხელსაწყოთი DIGITAL HALF-GELL TEST KIT DHC 04. დადგენილი იქნა წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის კოჭის კარკასის არმატურის კოროზიის ხარისხი (პროცენტებში).

რკინაბეტონის კონსტრუქციებში არმატურის დამცველი ფენის სისქის გამზომი ხელსაწყოთი COLEPBRAND REBAR CHECKER, გაზომილი იქნა რკინაბეტონის კოჭის კარკასის არმატურის დამცველი ფენის სისქე.

გაზომვების დაწყებამდე მაღის ნაშენის კოჭზე ცარცით მოინიშნა ე.წ. „ეკრანი“ (გაზომვების ველი) 1-1,5 მ-ის ფარგლებში, რომელიც დაიყო პირობით 20-25 სმ-ის უბნებად. ამ უბნებზე მოხდა ანათვლების აღება. ანათვლების აღების შემდეგ მიღებულია რიცხვითი ველი.

რიცხვით ველის კვანძებში ფიქსირდება მაღის ნაშენის კოჭში კარკასის არმატურის კოროზიული პროცესების მიერ გამოწვეული ბეტონის ზედაპირის ფიზიკო-ქიმიური თვისებების ცვლილების შედეგად დამყარებული ელექტროპოტენციალის მნიშვნელობა, რომელთა შესაბამისად ხელსაწყოთი მწარმოებლის მიერ მოცემული გრაფიკის მიხედვით ფასდება მაღის ნაშენის კოჭში კარკასის არმატურის კოროზიულობის პროცენტული სიდიდე. გამოთვლები მიახლოებითია.

რიცხვით ველში 25X25 სმ. უბნების ცენტრში განლაგებული რიცხვები გვიჩვენებს მაღის ნაშენის კოჭის კარკასის არმატურის ბეტონის დამცავი ფენის სისქეს მილიმეტრებში.

რიცხვითი ველიდან კარგად ჩანს, რომ ძველი ხიდის მაღის ნაშენის კოჭში უანგვითი პროცესები ინტენსიურად (>5%) მიმდინარეობს. ხოლო ახალი ხიდის კოჭში კოროზიული პროცესი სუსტად არის გამოხატული და ძირითადად მიმდინარეობს იქ სადაც ხიდის სავალი ნაწილის ჰიდროიზოლაცია ატარებს წყალს ხიდის სავალი ნაწილიდან.

ახალი ხიდის მაღის ნაშენების წინასწარ დაძაბული და ჩვეულებრივი რკინაბეტონის კოჭების კარკასის არმატურის დამცველი ფენის სისქე ნორმის ფარგლებშია. ძველი ხიდის მაღის ნაშენების კოჭებსა და დიაფრაგმებში დამცავი

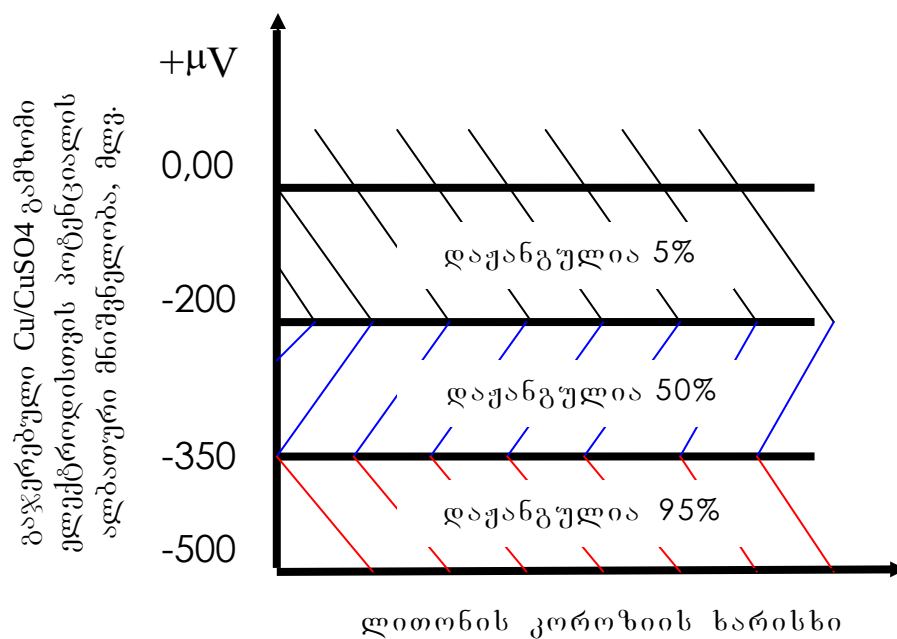
ფენის სისქე როგ შემოხვევებში არ აღემატება 10 მმ, რაც ამ ტიპის კონსტრუქციებისთვის დადგენილ სიდიდეზე ნაკლებია.



ფოტო 1. DIGITAL HALF-CELL TEST KIT DHC 04



ფოტო 2. COLEPBRAND REBAR CHECKER



ნახ. 2.1. არმატურის ლითონის კოროზიის შეფასების დიაგრამა

3. ხიდის მაღის ნაშენების სტატიკური გამოცდა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდსაცდელი ცენტრის სპეციალისტების ჯგუფმა 2013 წლის 14 აგვისტოს ჩაატარა მდ. დიდრეზაზე მარშალ გელოვანის გამზირზე მდებარე ხიდის მაღის ნაშენების სტატიკური გამოცდა დროებით შვეულ დატვირთვაზე.

გამოცდის პროცესს ესწრებოდნენ ქ. თბილისის მერიის წარმომადგენლები: გ. ყოჩიაშვილი, ი. ჯაფარიძე, აგრეთვე შპს “თბილსერვის ჯგუფის” დირექტორი თ. შიოლაშვილი, დირექტორის მოადგილე ლ. დავითური, შპს “ლაბორატორიის” დირექტორი გ. ქოქრაშვილი და განყოფ. უფროსი ზ. ზურაბიანი.

ხიდის კონსტრუქციების გამოკვლევის მასალების ანალიზის საფუძველზე და “დამკვეთთან”, ქ. თბილისის მერიასთან შეთანხმებით მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება, რომ სტატიკურ გამოცდას დაქვემდებარებულიყო მხოლოდ ქვემოთხსენიებული ხიდის მაღის ნაშენი.

ზემოთხსენიებული ხიდის გამოცდა, რომელიც აიგო 1953 წლის ნორმების მიხედვით და გათვალისწინებული იყო H-13 დატვირთვაზე, გამომდინარე ნაგებობის კონსტრუქციების მდგომარეობიდან (ბეტონის დაბალი ხარისხი, ბეტონის ღრვევა მნიშვნელოვან ფართობებზე, მუშა არმატურის ძლიერი კოროზია), ჩაითვადა არამიზანშეწონილად, რადგან გამოცდა ნორმებით გათვალისწინებული სიდიდის საცდელი დატვირთვით დაკავშირებული იყო ნაგებობის ღრვევის შესაძლებლობის მაღალ რისკთან, რაც ხიდის მდებარეობისა და მნიშვნელობის გათვალისწინებით დაუშვებელია.

გამოცდის პროცესში დროებითი დატვირთვის სახით გამოყენებული იყო დატვირთული სატვირთო ავტომობილები (ცხრ. 3.1) საერთო წონით 155.35 ტ.

მაღის ნაშენის გამოცდის პროცესში დატვირთული ავტომობილები გამოსაცდელ მაღის ნაშენზე განლაგდა მაღის შუაში ავტოტრანსპორტის სავალი ნაწილის გრძივი ღერძის მიმართ სიმეტრიულად. გამოცდის პროცესში მაღის ნაშენის დატვირთვა საცდელი დატვირთვით შესრულდა ორ-ორჯერ, რადგან გაზომვების შედეგების მიხედვით დაფიქსირდა ჩაღუნვების სიდიდეების კარგი დამთხვევა.

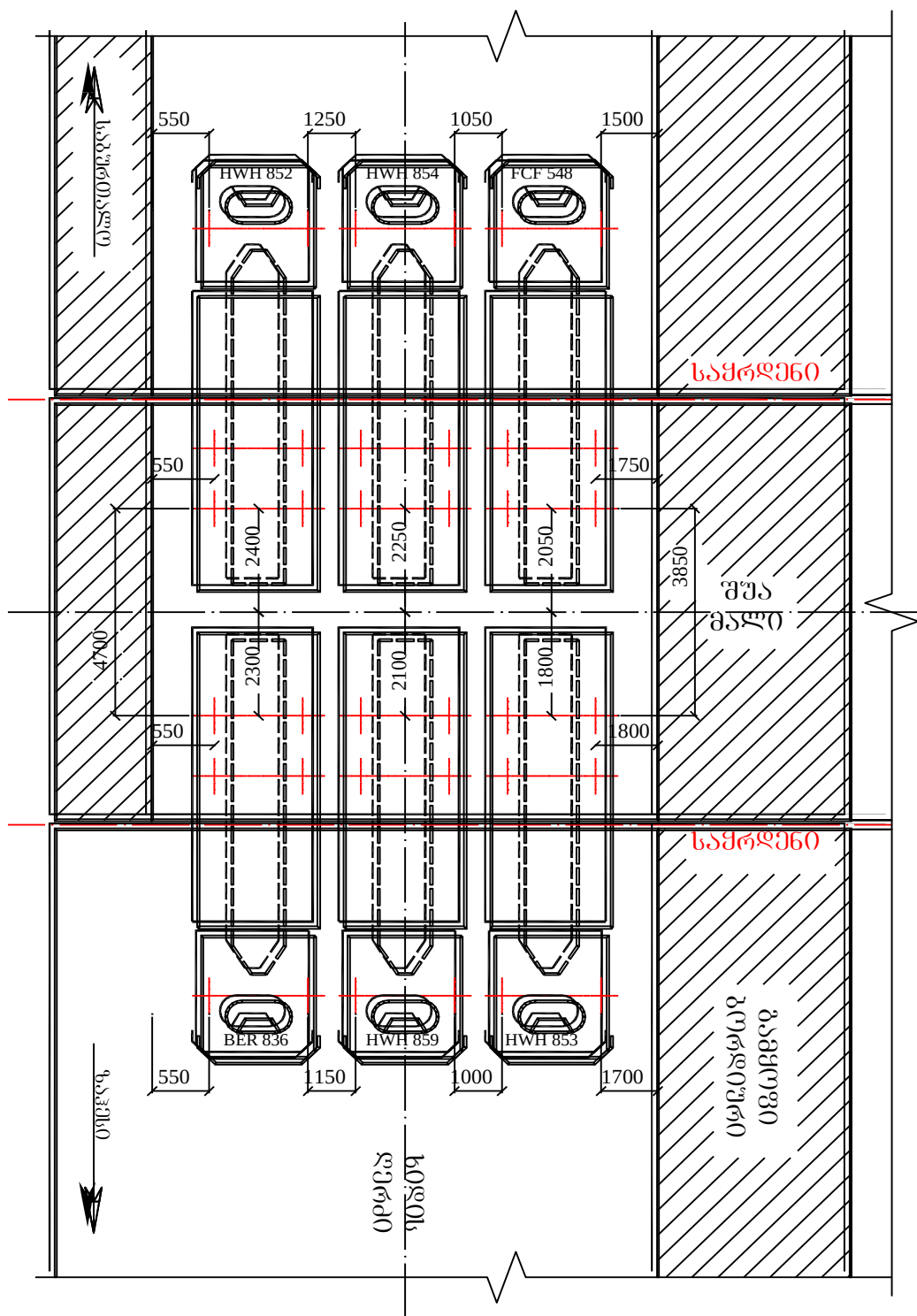
კონსტრუქციის გამოცდისას იზომებოდა საცდელი დატვირთვის ზემოქმედებისას მაღის ნაშენის შუა კვეთის ჩაღუნვა. გაზომვებისთვის გამოყენებული იყო მაქსიმუმის ტიპის მექანიკური ჩაღუნვომომები დანაყოფის ფასით 0,1 მმ, რომლებიც განლაგებული იყო მაღის ნაშენის შემადგენელი ყოველი კოჭის შუა კვეთის ქვეშ.

გამოცდის პროცესში საცდელი დატვირთვის განლაგება, საცდელი ავტომობილების ჩვენებით, მოყვანილია ნახაზებზე (ნახ. 3.1 – 3.6). გამოცდის შედეგები მოყვანილია ცხრილებში (ცხრილი 3.2 და 3.3) და ნახაზებზე (ნახ. 3.7, 3.8).

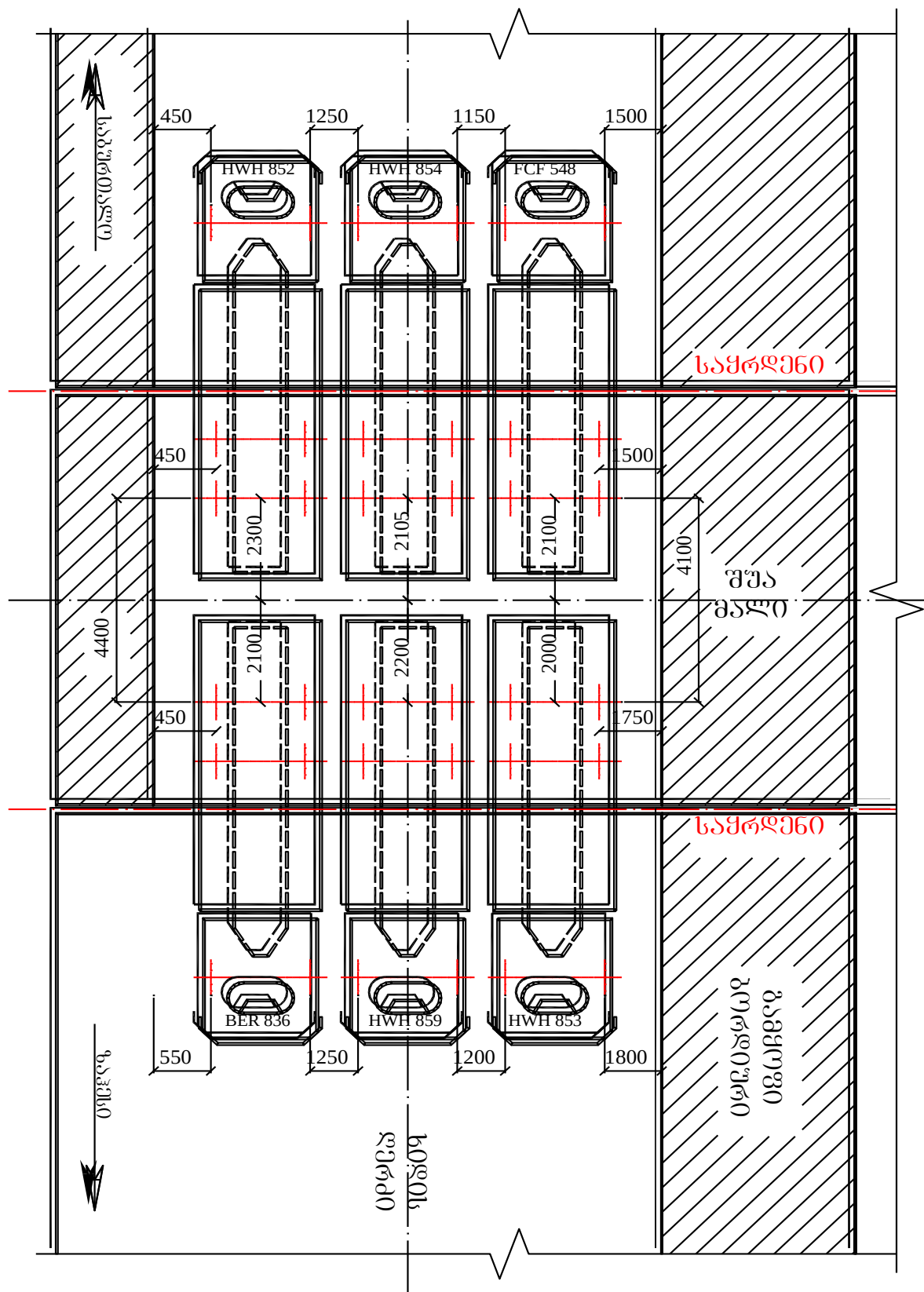
საცდელი დატვირთვის ქვეშ მაღის ნაშენების ჩაღუნვების სიდიდეების ანალიზი აჩვენებს კონსტრუქციის ნორმალურ მუშაობას დროებითი დატვირთვის ზემოქმედებისას.

საცდელი დატვირთვის ავტომობილების წონები

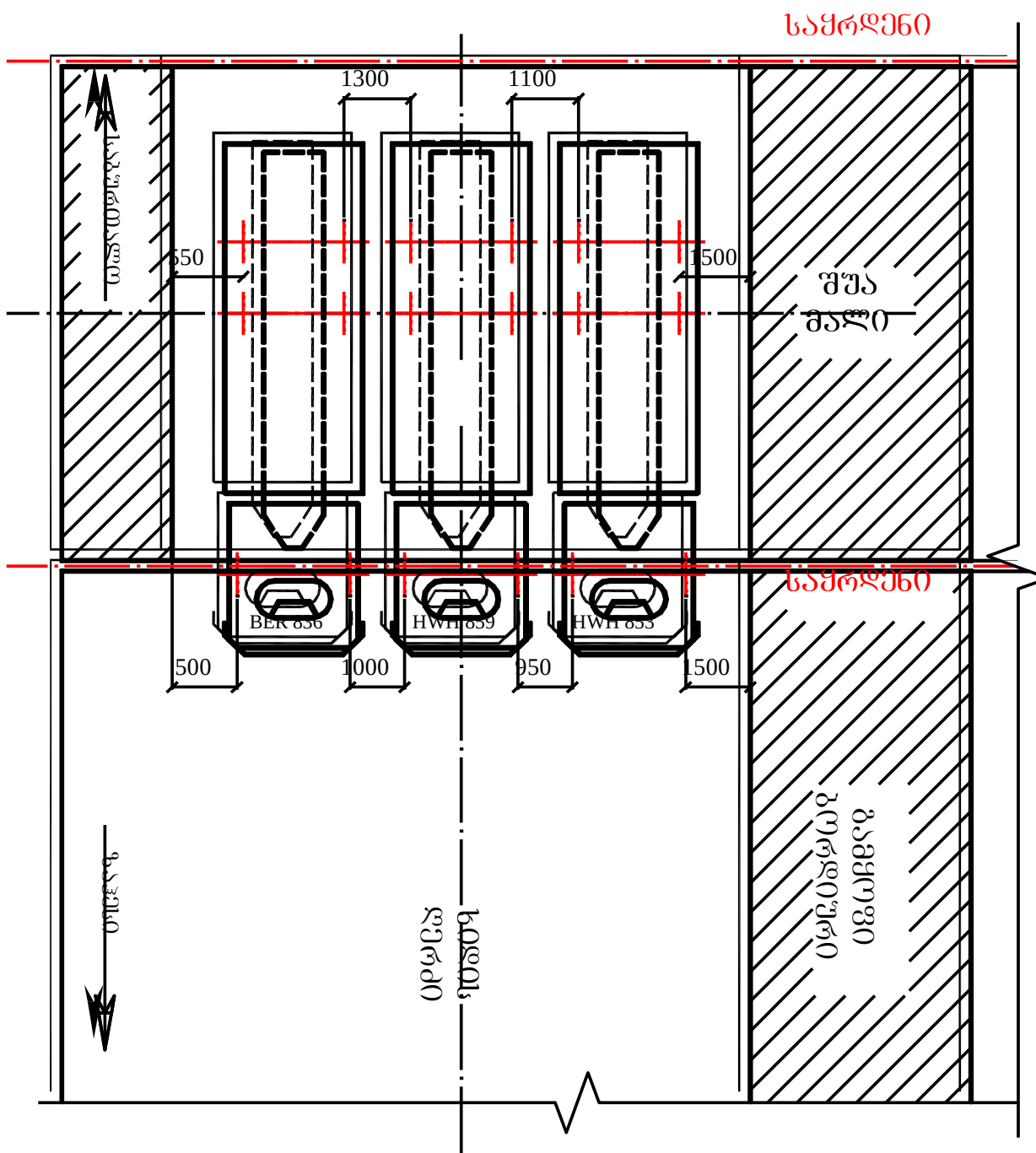
№	დატვირთვის ტიპი		წონა, ტ		
	მოდელი	ძარის ნომერი	ღერძებზე მოსული წონა		ჯამი
1		FCF-548	1.	5.90	26.8
2.			12.60		
3.			8.30		
2		HWH-852	1.	5.621	25.55
2.			12.009		
3.			7.92		
3		HWH-853	1.	5.962	27.1
2.			12.737		
3.			8.401		
4		HWH-854	1.	5.50	25.0
2.			11.75		
3.			7.75		
5		HWH-859	1.	5.555	25.25
2.			11.868		
3.			7.827		
6		BER-836	1.	5.643	25.65
2.			11.868		
3.			7.739		



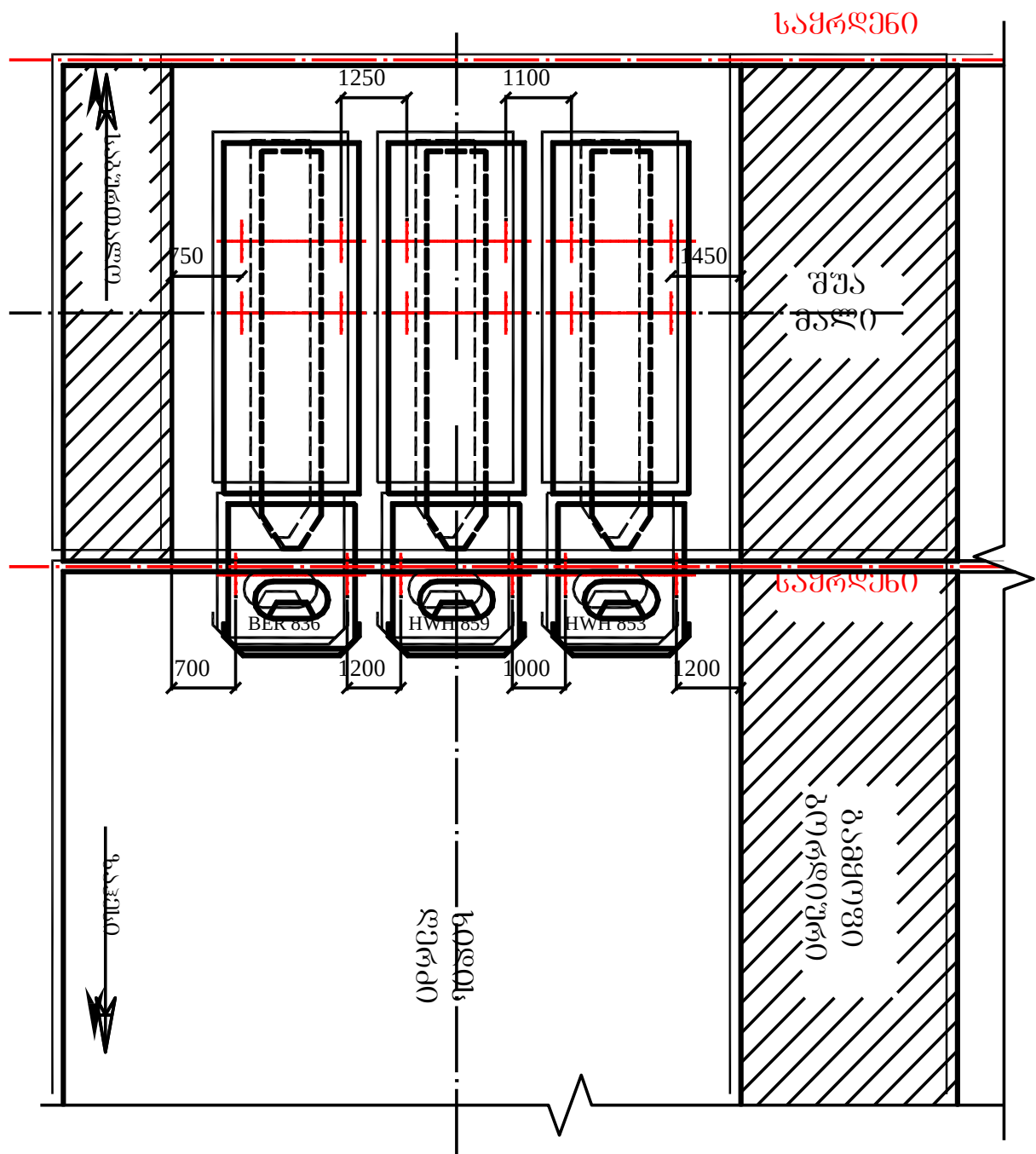
ნახ. 3.3. საცდელი დატვირთვის I დაყენება მცირე მასში



ნახ. 3.4. საცდელი ლაბორატორიის II დაყენება მცირე მასში



ნახ. 3.5. საცდელი დატვირთვის I დაყენება მცირე მალში II სქემის მიხედვით



ნახ. 3.6. საცდელი დატვირთვის II დაყენება მცირე მაღში II სქემის მიხედვით

ცხრილი 3.2.

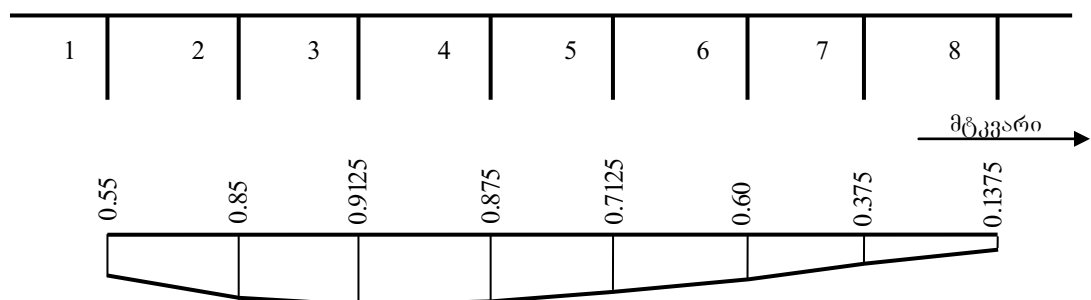
ჩაღუნებულობების ანათვლები საცდელი დატვირთვის განლაგებისას მცირე მალში

ანათვალი დატვირთვა	ხელსაწყო ნომერი							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	445	356	353.5	230	240.5	321	265	261
1	450	364.5	363	238.5	248	327	269	262
0	445	356.5	354	230	241	321	265.5	260.5
1	451	365	363	239	248	327	269	262
0	445	356	354	230	241	321	265.5	260.5

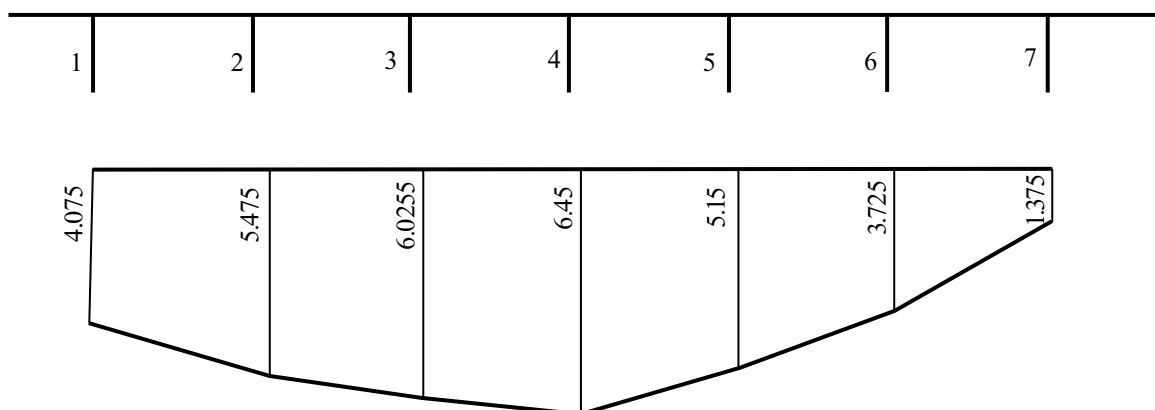
ცხრილი 3.3.

ჩაღუნებულობების ანათვლები საცდელი დატვირთვის განლაგებისას დიდ მალში

ანათვალი დატვირთვა	ხელსაწყო ნომერი						
	1	2	3	4	5	6	7
0	219	846	282	333	225	347	270
1	262	302	344	398	278	385	282
0	220	247	284	334	227	349	271
1	259	301	344	399	278	386	287
0	220	247	285	334	227	348	271



ნახ. 3.7. ჩაღუნვები მცირე მალში, მმ.



ნახ. 3.8. ჩაღუნვები დიდ მალში, მმ.

4. მაღის ნაშენის დინამიკური გამოცდა

ხიდის დინამიკური პარამეტრების დასადგენად ხიდის სტატიკური გამოცდის შემდეგ შესრულდა მარჯვენა სანაპირო მაღის დინამიკური გამოცდა.

დინამიკური გამოცდა შესრულდა მაღის ნაშენის სავალ ნაწილზე მძიმე სატვირთო მანქანის გავლისას მაღის ნაშენის რხევების ფიქსაციის საშუალებით. რხევების ფიქსაცია განხორციელდა ხელსაწყო DYNST-1-ის გამოყენებით, რომელიც მიერთებული იყო ნოუტბუქთან. დინამიკური ეფექტის დასაზუსტებლად სავალ ნაწილზე ავტომობილი მოძრაობდა სხვადასხვა სიჩქარით, რის შედეგად ხდებოდა მაღის ნაშენის სავალ ნაწილზე ავტომობილის სხვადასხვა ინტენსივობით ზემოქმედება. დინამიკურ გამოცდას დაექვემდებარა 22 მ სიგრძის წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის მაღის ნაშენი, რადგან ამ ტიპის მაღის ნაშენებისთვის დინამიკური ეფექტი უფრო მეტადა საგრძნობი ფაქტორია, ვიდრე ჩვეულებრივი რკინაბეტონის და, ამასთან, ნაკლები სიგრძის მაღის ნაშენებისთვის.

ხელსაწყო DYNST-1-ის ტექნიკური პარამეტრები შემდეგია.
დეფორმაციების გაზომვის დიაპაზონი არ არის შეზღუდული
დეფორმაციების ათვლის დისკრეტულობა, მმ 0,04; 0,02; 0,01
გასაზომი ვიბრაციების სიხშირეთა დიაპაზონი, ჰც. 0÷40
წამყვანი შკივის ცილინდრული ნაწილის
დიამეტრის ნომინალური მნიშვნელობა, მმ 31,44±0,01;
გაზომვებისას გამოყენებადი საკონტაქტო მავთულის
დიამეტრის ნომინალური მნიშვნელობა, მმ 0,4±0,01
გაბარიტული ზომები, მმ:
- ამთვლელი თავაკი 87×72×96
- ელექტრონული ბლოკი 200×145×75

მასა, კგ:
- ამთვლელი თავაკი 1
- ელექტრონული ბლოკი 0,5

ექსპლუატაციის პირობები:
- ჰაერის ტემპერატურა, °C +5 ÷ +55
- ფარდობითი ტენიანობის ზედა ზღვრული მნიშვნელობა 35°C -ზე და უფრო დაბალ ტემპერატურებზე ტენის კონდენსაციის გარეშე, % . . . 80±3
- ატმოსფერული წნევა, კპა 84,0 ÷ 106,7
- დასაშვები დატვირთვის ძალა ამთვლელი თავაკის ღერძზე, ნ,
- ღერძული ≤5
- რადიალური ≤10

ხელსაწყო კონსტრუქციულად შედგება ორი ამთვლელი თავაკისა და ელექტრონული ბლოკისაგან, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან შემაერთებელი კაბელებით და გასართებით. ხელსაწყო ელექტრული კვება ხორციელდება მუდმივი დენის წყაროდან ძაბვით 12 V (2A) (აკუმულატორი ან

ქსელური ადაპტერი). ხელსაწყოს ელექტრონული ბლოკი მიერთებულია პერსონალურ კომპიუტერთან, რომელიც ახორციელებს გაზომვათა მონაცემების დამუშავებას, გასაკონტროლებელი პარამეტრების მნიშვნელობების გამოთვლას და ასახვას კომპიუტერის დისპლეიზე მიღებულ ვიბროგრამასთან ერთად, აგრეთვე მონაცემთა ბაზაში მათ დამახსოვრებას. მონაცემთა დამუშავება ხდება შესაბამისი სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფით “BRIDGE”.

ხელსაწყო აღჭურვილია აგრეთვე დისტანციური რადიომართვის პულტით (50 მ რადიუსის ფარგლებში).

ამოვლელი თავაკების ძირითად ნაწილს შეადგენს BE 178A ტიპის კუთხურ გადაადგილებათა ფოტოელექტრული გარდამქმნელი (ინკრემენტალური ენკოდერი). მის გამოსავალ ლილვზე დამატებით დამაგრებულია ღარებიანი ქრომირებული დისკო $31,44 \pm 0,01$ მმ-ის ტოლი კალიბრებული დიამეტრით საკონტაქტო მავთულის წამოსაცმელად, რომლის ერთი ბოლო მაგრდება გამოსაცდელ კონსტრუქციაზე, კონკრეტულ შემთხვევაში ხიდის მაღის ნაშენის შუა (მე-7) კოჭის ძირზე, ხოლო მეორე – იჭიმება სისტ ფუძეზე დამაგრებული ზამბარით. ამგვარად ხორციელდება გამოსაცდელი კონსტრუქციის ვერტიკალური დეფორმაციების გარდაქმნა ენკოდერის ლილვის შესაბამის კუთხურ გადაადგილებებად. სისტემა გათვლილია იმგვარად, რომ ლილვის ერთი სრული შემობრუნება შეესაბამება საკონტაქტო მავთულის 100 მმ-ის ტოლ გრძივ გადაადგილებას.

ამოვლელი თავაკები აღჭურვილია აგრეთვე სპეციალური სამაგრი მოწყობილობებით გასაკონტროლებელი ობიექტის მიმართ მათი კორპუსების უძრავად დასაფიქსირებლად.

ინკრემენტალური ენკოდერი ქმნის ორ გამზომ სიგნალს: $\sin j$ და $\cos j$. ამ სიგნალების ანალიზის საფუძველზე ხორციელდება გადაადგილებათა სიდიდეებისა და მიმართულებების განსაზღვრა, რომელთა ციფრობრივი მნიშვნელობები გადაეცემა პროცესორს ენერგოდამოუკიდებელი მეხსიერებით და შემდეგ პერსონალურ კომპიუტერს.

გამოცდის შედეგად დადგინდა, რომ ხიდის 21,6 მ სიგრძის მაღის ნაშენის დინამიკური კოეფიციენტია $(1+\mu)=1,22$. ამ სიდიდის თეორიული მნიშვნელობა ნორმების მიხედვით ტოლია $(1+\mu)=1,13$.

იმავე მაღის ნაშენის კონსტრუქციის საკუთარი რხევების პერიოდია $T=0,297$ წმ (სიხშირე $\varphi=3,367$ ჰც.), რაც ნორმებით შეზღუდული დიაპაზონის 0,45-0,6 წმ გარეთ იმყოფება. კონსტრუქციის რხევების ჩაქრობის დეკრემენტის სიდიდე $\psi=0,223$, რაც ამ ტიპის კონსტრუქციებისთვის დამახასიათებელი დიაპაზონის ფარგლებშია.

5. მაღის ნაშენის დაკაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი

5.1. საანგარიშო პროგრამული კომპლექსის ЛИРА აღწერა

საანგარიშო კომპლექსი ЛИРА წარმოადგენს სასრულ ელემენტთა მეთოდზე დაფუძნებულ საანგარიშო პროგრამების ერთობლიობას, რომლის საშუალებით გაიანგარიშება მყარი ტანის მექანიკის ამოცანები. სწორედ ასეთი ამოცანების კლასს განეკუთვნება ხიდების კონსტრუქციების გაანგარიშების ამოცანები.

გარდა ობიექტის მოდელის ზოგადი გაანგარიშებისა სტატიკური დატვირთვის ყველა შესაძლო სახეობაზე, ტემპერატურულ, დეფორმაციულ და დინამიკურ ზემოქმედებებზე, პკ ЛИРА ავტომატურ რეჟიმში განსაზღვრავს საანგარიშო დატვირთვებისა და ძალების თანწყობებს, ასრულებს რკინაბეტონისა და ფოლადის ელემენტების კვეთების შერჩევასა და შემოწმებას, ადგენს კონსტრუქციულ ნახაზებს. პკ ЛИРА შესძლებლობას იძლევა გამოკვლეულ იქნას საანგარიშო მოდელის საერთო მდგრადობა, შემოწმდეს ელემენტების კვეთების სიმტკიცე რღვევის სხვადასხვა თეორიების მიხედვით.

გაანგარიშებების შედეგების ვიზუალიზაცია საშუალებას იძლევა შემდგომი ანალიზისთვის აისახოს ობიექტის დაკაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა გადაადგილებებისა და ძალების იზოველების, ძალებისა და ჩაღუნვების ეპიურების, ელემენტის რღვევის მოზაიკის, მთავარი და ექვივალენტური ძაბვების სახით და ა.შ.

პროგრამის საანგარიშო მოდულში დაცულია სასრულ ელემენტთა დიდი მოცულობის ბიბლიოთეკა, რომელიც სასუალებას იძლევა შეიქმნას საკვლევი ობიექტის ადექვატური საანგარიშო მოდელები პრაქტიკულად შეზღუდვების გარეშე. ამასთან დასაშვებია კონსტრუქციული მასალებისა და ელემენტების დეფორმაციულობის კანონის წრფივი და არაწრფივი ხასიათის გათვალისწინება, რაც, მაგალითად, შესაძლებელს ხდის რკინაბეტონის სხვადასხვა სახეობების გაანგარიშებას.

პკ ЛИРА-ს თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს სასრულ ელემენტთა მეთოდი, რომელიც რეალიზებულია გადაადგილებების ფორმით, კერძოდ, პკ იყენებს შესაძლო გადაადგილებათა პრინციპს. საანგარიშო მოდელის შიგნით გადაადგილებები წარმოადგენს მოდელის შემადგენელი სასრული ელემენტების დეფორმაციების შედეგს. ეს სასრული ელემენტები შეირჩევა ბიბლიოთეკიდან, რომელიც შეიცავს სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციებისთვის დამახასიათებელ ელემენტებს: ღეროებს, ბრტყელი ამოცანის სამკუთხა და ოთხკუთხა ელემენტებს, ფილებს, გარსებს, სივრცული ამოცანის ელემენტებს – ტეტრაედრს, პარალელეპიპედს, სამწახნაგა პრიზმებს. გარდა ამისა ბიბლიოთეკა შეიცავს სასრული სიხისტის კავშირებს, კვანძებს შორის დრეკად დამყოლობას, ელემენტებს, რომელთა მახასიათებლები აღიწერება სიხისტის რიცხვითიო მატრიცით.

ხიდის კოჭოვანი მაღის ნაშენის გაანგარიშებისთვის გამოიყენება წრფივი ამოცანის გადაწყვეტა, რომელშიც არსებობს დატვირთვებისა და გადაადგილებების შორის პირდაპირ პროპორციული დამოკიდებულება გადაადგილებად მცირე

სიდიდის გამო და ასახული ჰუკის კანონით. ამის გამო ზალაშია სუპერპოზიციის პრინციპი და ძალთა მოქმედების დამოუკიდებლობის კანონი.

წინასწარ დაძაბული ელემენტების მოდელირებისთვის გამოიყენება სპეციალური სასრული ელემენტი, რომელიც პირველი დატვირთვისას უზრუნველყოფს საანგარიშო სქემაში საწირო ზალვის წარმოქმნას, შემდეგ კი მუშაობს როგორც ჩვეულებრივი სასრული ელემენტი. ამით უზრუნველყოფილია წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის კოჭების მოდელირება მაღის ნაშენში.

საანგარიშო სქემა წარმოადგენს კონსტრუქციის იდეალიზებულ მოდელს, რომელიც დაყოფილია სასრულ ელემენტებად, რის შედეგად ჩნდება კვანძები. საანგარიშო სქემა ორიენტირებულია დეკარტის მარჯვენა კოორდინატთა სისტემაში. სასრული ელემენტის ფიქსაციისთვის გამოიყენება კოორდინატთა ადგილობრივი სისტემა (ასევე მხოლოდ მარჯვენა დეკარტის სისტემაზე ორიენტირებული).

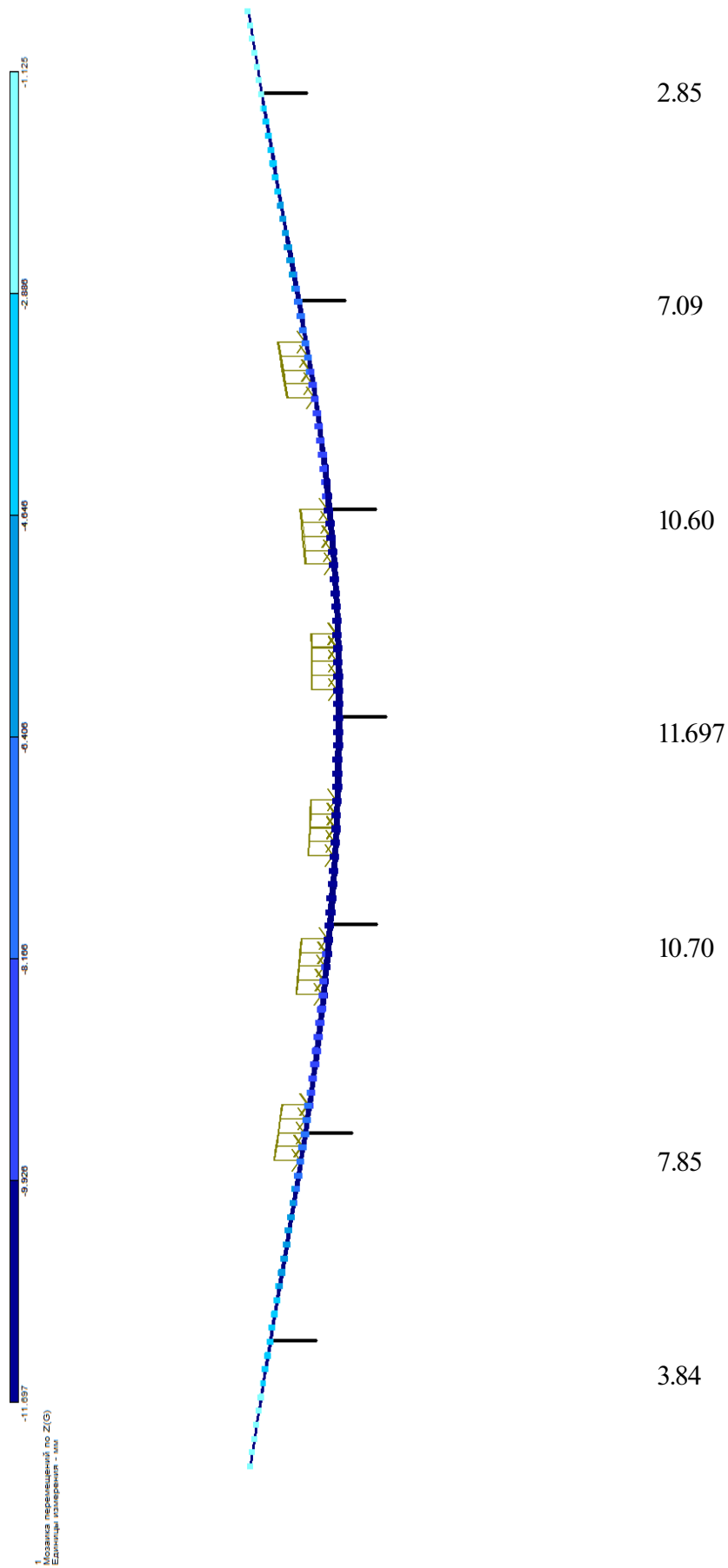
მოდელში დატვირთვის სტატიკური ზემოქმედება მოცემულია შეყურსული ძალების ან მომენტების სახით, რომლებიც მოქმედებენ კავებში ან უშუალოდ ელემენტში მისი ღერძების გასწვრივ.

ამოცანის გადაწყვეტის სიზუსტე დამოკიდებულია სასრული ელემენტის ზომებზე და შეიძლება გადასაწყვეტი ამოცანის ხასიათიდან გამომდინარე. სასრული ელემენტების ერთობლიობა ქმნის სივრცულ ან ბრტყელ ბადეს, რომლის სიხშირე შეიძლება ცხვადასხვა იყოს მოდელის სხვადასხვა ზონაში. რაც უფრო ხშირია ბადე, მით უფრო ზუსტია გაანგარიშების შედეგები, მაგრამ გართულებულია გაანგარიშების პროცესი. ამიტომ უფრო ხშირად ბადის სიხშირეს ზრდიან კონსტრუქციის საკვანძო უბნებში, სადაც ადგილი აქვს ძაბვების, ძაღვებისა და გადაადგილებების კონცენტრაციას ან მათ მკვეთრ ცვლილებებს.

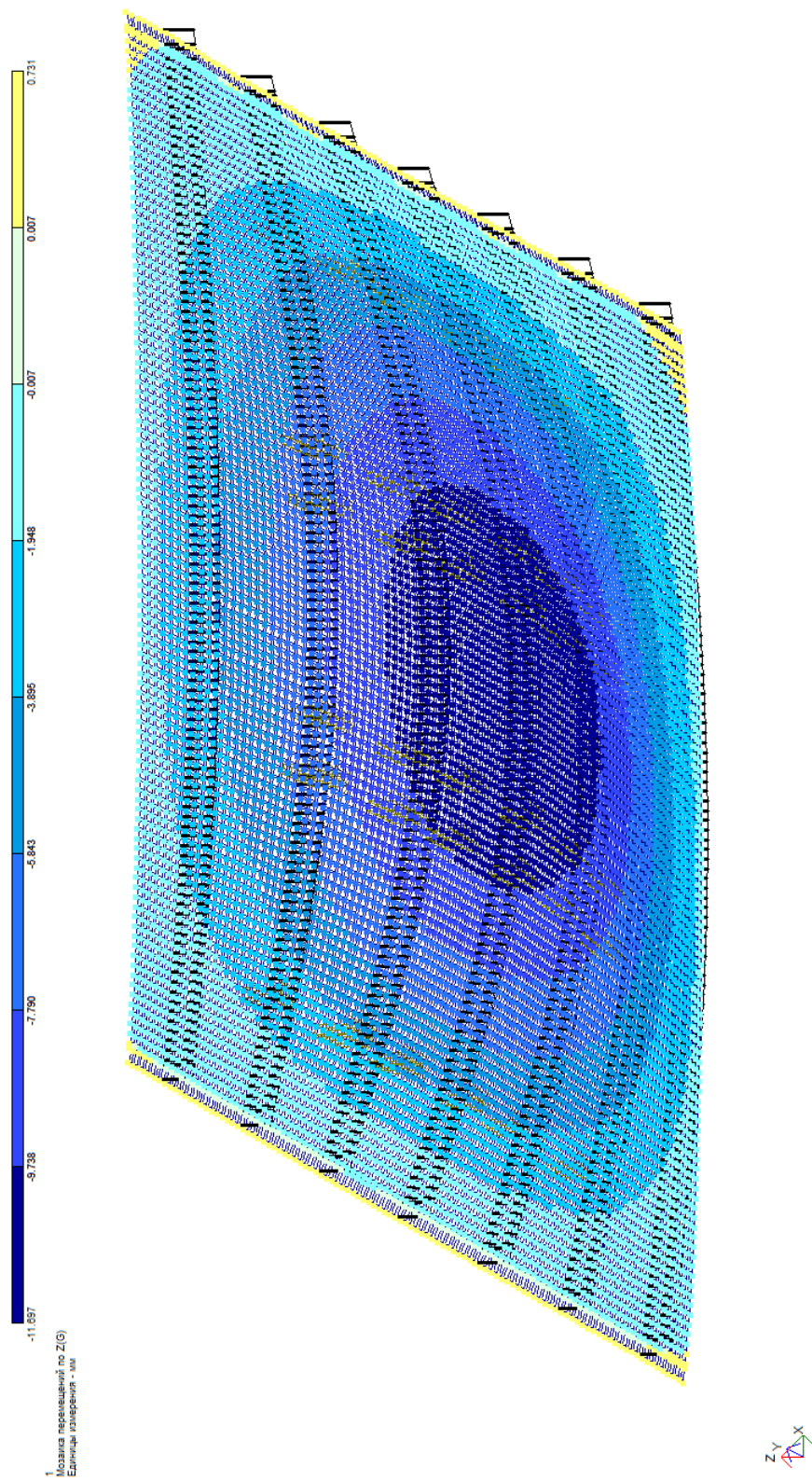
გაანგარიშების შედეგად მიიღება ძაბვების, ძაღვებისა და გადაადგილებების ველები, რომლებიც ასახავენ საანგარიშო კონსტრუქციის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას. ამ მონაცემების შედარება ნორმატულ სიდიდეებთან საშუალებას იძლევა შეფასდეს კონსტრუქციის მუშაობის ხასიათი, მისი რესურსი და გაკეთდეს დასკვნა კონსტრუქციის (ნაგებობის) ვარგისიანობის შესახებ.

5.2. მაღის ნაშენის დეფორმაციებზე გაანგარიშების შედეგები

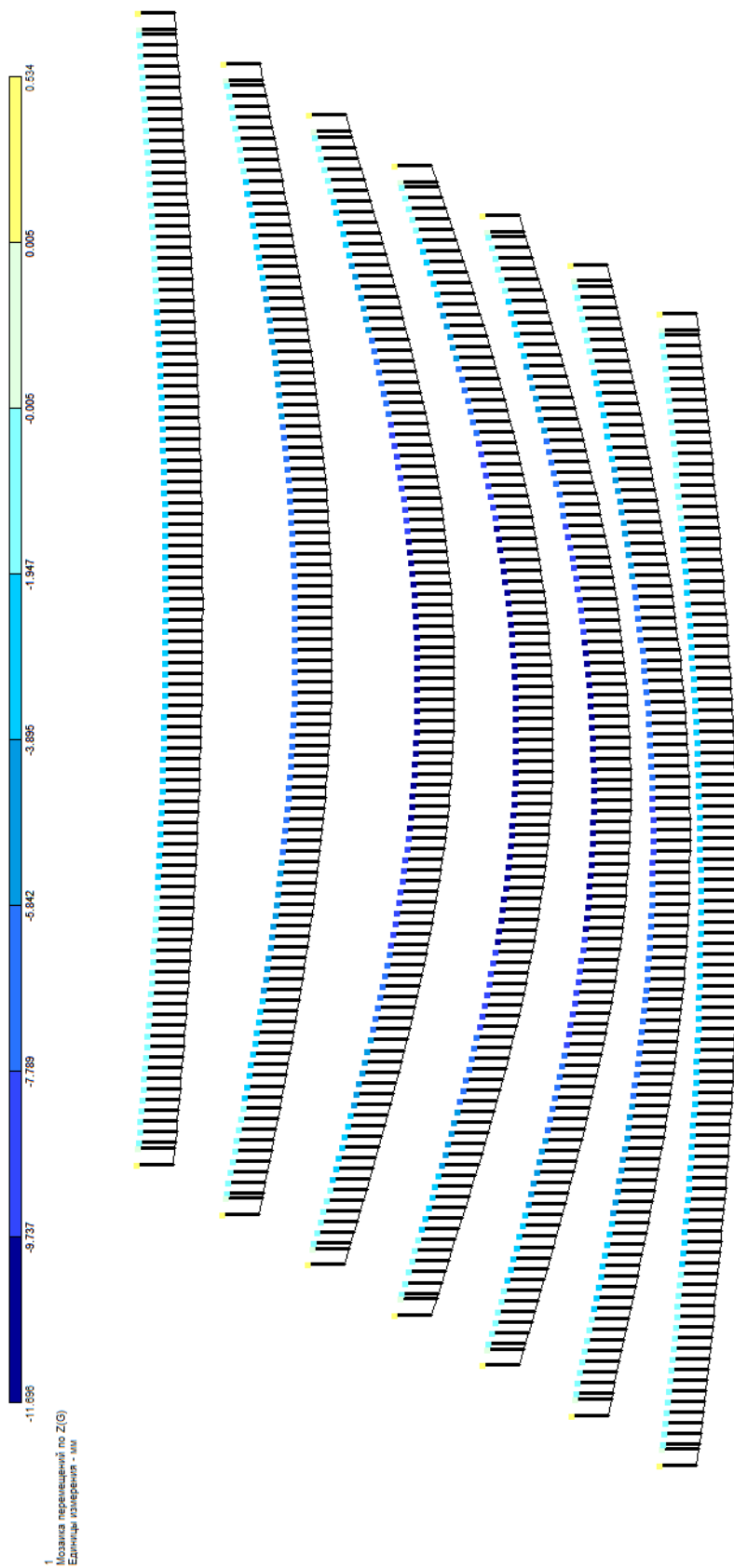
საანგარიშო კომპლექსის ღირა გამოყენებით გაანგარიშებულ იქნა მარშალ გელოვანის სახ. გამზირზე მდებარე ხიდის მაღის ნაშენის დეფორმაციები (ჩაღუნვები) საცდელი დატვირთვის ზემოქმედებისას. თეორიული გაანგარიშებებისა და ექსპერიმენტული მონაცემების შედარებამ აჩვენა მათი დამაკმაყოფილებელი თანხედრობა. კერძოდ, ჩაღუნვების ეპიურის მოხაზულობა ორივე შემთხვევაში ერთნაირია, ხოლო დიდი მაღის ყველაზე დეფორმირებული მე-4 კოჭისათვის თეორიულ და ექსპერიმენტულ ჩაღუნვებს შორის სხვაობამ შეადგინა 5,247 მმ, მაღის ნაშენის გაზრდილი სიხისტით, რაც გამოწვეულია კონსტრუქციაში არსებული სიხისტის მარაგებით.



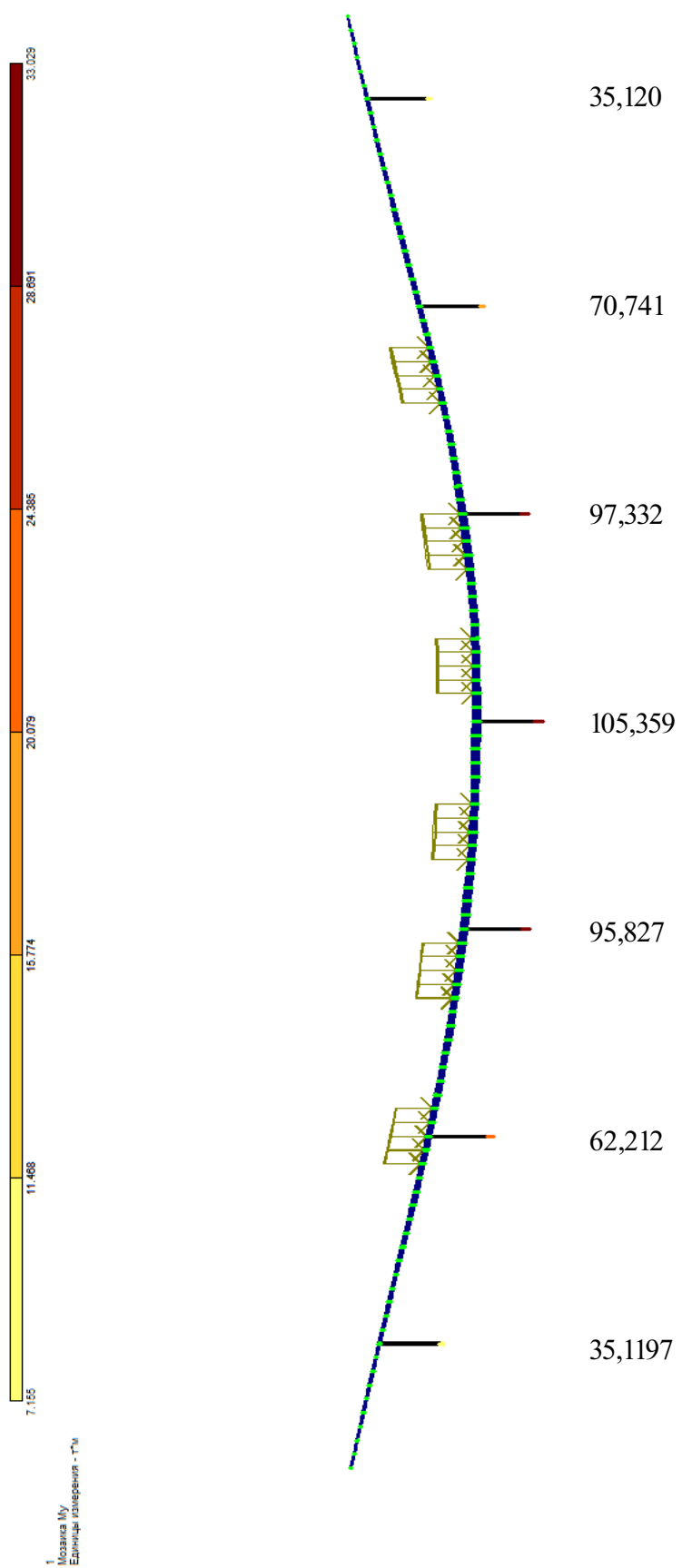
ნახ. 5.1. დიდი მალის ნაშენის შუა კმეთის ჩაღუნვები საცდელი დატვირთვის ზემოქმედებისას



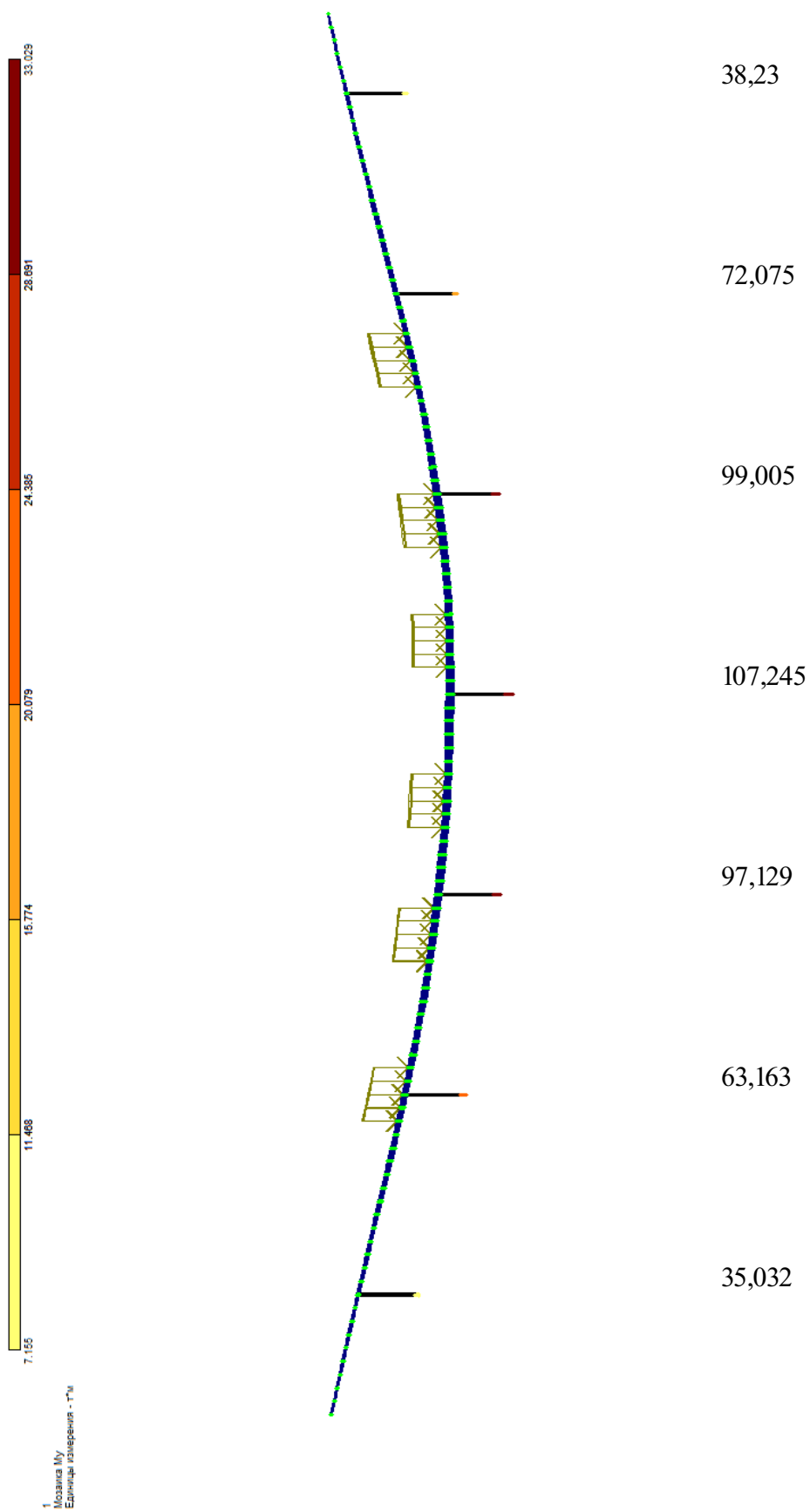
ნახ. 52. დიდი მალის ნაშენის ჩალუნები საცდელი დატვირთვის ზემოქმედებისას



ნახ. 5.3. დიდი მადის ნაშენის კოჭების ჩაღუნვები საცდელი დატვირთვის ზემოქმედებისას



ნახ. 5.4 დიდი მალის ნაშენის შუა კვეთში მდუნავი მომენტები საცდელი დატვირთვის ზემოქმედების, ტმ



ნახ. 5.5. დიდი მაღლის ნაშენის შუა კვეთში მდუნაგი მომენტები A-11 დატვირთვის ზემოქმედებისას, ტმ

5.3. მაღის ნაშენის კოჭის შემოწმება მზიდუნარიანობაზე

ა) ახალი მაღის ნაშენი 22,0 მ სიგრძის კოჭებით.

მაღის ნაშენის წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის კოჭის მზიდუნარიანობის შემოწმებისას მიღებულია შემდეგი საწყისი მონაცემები:

- კოჭის სიგრძე $L=22,0$ მ;
- კოჭის საანგარიშო მაღი $l=21,40$ მ;
- კოჭის სიმაღლე $h=120,0$ სმ;
- კოჭის ბეტონის მარკა M400;
- ბეტონის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე $R_b=160,0$ კგ/სმ²=1,6 კნ/სმ²;
- დაძაბული არმატურის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე I ჯგუფის ზღვრულ მდგომარეობაზე გაანგარიშებისას $R_p=10750$ კგ/სმ²=107,5 კნ/სმ²;
- კოჭის ფილის სისქე $h'_{\text{წ}}=15,0$ სმ;
- კოჭის ფილის სიგანე $b'_{\text{წ}}=242,5$ სმ;
- კოჭის შვეული კედლის სიგანე $b=16,0$ სმ;
- დაძაბული არმატურის განივი კვეთის ფართობი (9 კონა 24 მავთულით დიამეტრით 5 მმ) $A_p=42,39$ სმ²;
- მაღის შუაში დაძაბული არმატურის სიმძიმის ცენტრის დაშორება კოჭის ქვედა წიბოდან $a_p=13,56$ სმ;
- კოჭის მუშა სიმაღლე მაღის შუაში $h_o=106,44$ სმ.

მოყვანილი მონაცემების მიხედვით კოჭის კვეთის შეკუმშული ბეტონის ზონის სიმაღლე შეადგენს ([1], პ. 3.63)

$$x = \frac{R_p A_p}{R_b b} = \frac{107,5 \cdot 42,39}{1,6 \cdot 242,5} = 11,74 \text{ სმ.}$$

$$x=11,74 \text{ სმ} < h'_{\text{წ}}=15,0 \text{ სმ.}$$

შესაბამისად, კვეთის სიმტკიცე მაღის შუაში შეადგენს

$$\begin{aligned} M_{\text{ბლ}} &= R_b b x (h_o - 0,5x) = \\ &= 1,6 \cdot 242,5 \cdot 11,74 (106,44 - 0,5 \cdot 11,74) = 458108,42 \text{ კნ} \cdot \text{სმ} = 458,11 \text{ ტმ.} \end{aligned}$$

მღუნავი მომენტის მაქსიმალური საანგარიშო მნიშვნელობა ყველაზე დატვირთული კოჭისათვის მაღის შუაში საპროექტო მონაცემების გათვალისწინებით შეადგენს

$$M_{0,5}^{\text{ს}} = M_{0,5}^{\text{მუღ}} + M_{0,5}^{\text{ღრ}} = 225,8685 + 149,65 = 375,52 \text{ ტმ.}$$

შესაბამისად,

$$M_{\text{ბლ}}=458,11 \text{ ტმ} > M_{0,5}^{\text{ს}}=375,52 \text{ ტმ}$$

მაღის ნაშენის კოჭის სიმტკიცის პირობა მღუნავი მომენტის მიხედვით დაკმაყოფილებულია დიდი მარაგით.

ბ) ძველი მალის ნაშენი 22,0 მ სიგრძის კოჭებით

მალის ნაშენის ჩვეულებრივი რკინაბეტონის დიაფრაგმებიანი კოჭის მზიდუნარიანობის შემოწმებისას მიღებულია შემდეგი საწყისი მონაცემები:

- კოჭის სიგრძე $L=22,16$ მ;
- კოჭის საანგარიშო მალი $l=21,60$ მ;
- კოჭის სიმაღლე $h=132,0$ სმ;
- კოჭის ბეტონის მარკა M300 (ბეტონის კლასი სიმტკიცეზე კუმშვის მიხედვით B25);
- ბეტონის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე $R_b=135,0$ კგ/სმ²=1,35 კნ/სმ²;
- 14 ცალი AII კლასის Ø28 მმ არმატურის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე I ჯგუფის ზღვრულ მდგომარეობაზე გაანგარიშებისას $R_s=2550$ კგ/სმ²=25,5 კნ/სმ²;
- კოჭის ფილის სისქე $h'_{\text{წ}}=16,0$ სმ;
- კოჭის ფილის სიგანე $b'_{\text{წ}}=136,0$ სმ;
- კოჭის შვეული კედლის სიგანე $b=16,0$ სმ;
- კოჭის მუშა სიმაღლე მალის შუაში $h_o=115,0$ სმ.

მოყვანილი მონაცემების მიხედვით კოჭის კვეთის შეკუმშული ბეტონის ზონის სიმაღლე შეადგენს ([1], პ. 3.63)

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{25,5 \cdot 14 \cdot 6,158}{1,25 \cdot 136,0} = 12,93 \text{ სმ.}$$

$$x=12,93 \text{ სმ} < h'_{\text{წ}}=16,0 \text{ სმ.}$$

შესაბამისად, კვეთის სიმტკიცე მალის შუაში შეადგენს

$$\begin{aligned} M_{\text{ზღ}} &= R_b b x (h_o - 0,5x) = \\ &= 1,25 \cdot 136,0 \cdot 12,93 (115,0 - 0,5 \cdot 12,93) = 238570,78 \text{ კნ} \cdot \text{სმ} = 238,57 \text{ ტმ.} \end{aligned}$$

მღუნავი მომენტის მაქსიმალური საანგარიშო მნიშვნელობა ამჟამად მოქმედი ნორმებით დადგენილი A-11 დატვირთვის შესაბამისად ყველაზე დატვირთული კოჭისათვის მალის შუაში მალის ნაშენის საპროექტო მონაცემების გათვალისწინებით შეადგენს

$$M_{0,5}^{\text{ზ}} = M_{0,5}^{\text{ზღ}} + M_{0,5}^{\text{ვრ}} = 164,0916 + 105,563 = 279,655 \text{ ტმ.}$$

შესაბამისად,

$$M_{\text{ზღ}}=238,57 \text{ ტმ} < M_{0,5}^{\text{ზ}}=279,655 \text{ ტმ,}$$

ანუ სიმტკიცის პირობა ღუნვაზე დაკმაყოფილებული არ არის.

იმის გათვალისწინებით, რომ გაანგარიშების დროს მიღებული საწყისი მონაცემები ახასიათებს “იდეალურ”, ანუ დაუზიანებელ და საპროექტო მონაცემების მქონე კოჭს, ფაქტობრივად კი საქმე გვაქვს კოჭთან, რომელშიც განვითარებულია დესტრუქციული პროცესები, რომელთა შედეგად ბეტონის სიმტკიცე კოჭის რიგ ადგილებში დაქვეითებულია, დაზიანებული ბეტონის კვეთის ზომები მთელ რიგ ადგილებში აღარ შეესაბამება საპროექტო სიდიდეებს, ხოლო არმატურის კოროზიის შედეგად შემცირებულია მისი კვეთი, უნდა ჩაითვალოს, რომ კოჭის ფაქტობრივი მზიდუნარიანობა ნაკლებია გაანგარიშებით მიღებულ სიდიდესთან შედარებით და, შესაბამისად, კოჭის მზიდუნარიანობის დეფიციტი

უფრო მეტია. აქედან გამომდინარე, განხილული მაღის ნაშენის ექსპლოატაცია ნორმებით გათვალისწინებულ საანგარიშო დატვირთვებზე მიუღებელია და მაღის ნაშენი საჭიორებს რეკონსტრუქციას.

რეკომენდაციები და დასკვნები

ქ. თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე მდ. დიდმურაზე მდებარე ხიდის გამოკვლევა-გამოცდის მასალების ანალიზის საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომ:

1. ხიდის შემადგენელი ორი ნაწილი – ძველი და შედარებით ახალი – განსხვავებული ტექნიკური მდგომარეობით ხასიათდება;

2. ახალი ნაგებობის ძირითადი მზიდი კონსტრუქციები დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია;

3. რეაბილიტაციას საჭიროებს ხიდის სავალი ნაწილი საიზოლაციო ფენის ჩათვლით, ტროტუარები და მოაჯირები, აღსადგენია ახალი ხიდის ბეტონის პარაპეტი (თბილისის მხარეს);

4. რეაბილიტაციას საჭიროებს ხიდის მოაჯირები და თვალამრიდები;

5. რეაბილიტაციას საჭიროებს მისასვლელი მიწაყრილები თავისი კონუსებით და გადასასვლელი ფილებით;

6. მოსაწყობია საკარადე კედლების ფრთები სათანადოდ დამუშავებული პროექტის მიხედვით;

7. გასაწმენდია ხიდქვეშა სივრცე და ხიდური გადასასვლელის ქვედა და ზედა ბიეფები;

8. მარცხენა ნაპირზე ქვედა ბიეფში გამორეცხვის საწინააღმდეგო გაძლიერებას საჭიროებს საყრდენი კედლის საძირკველი;

9. ძველი ხიდის მალის ნაშენების რესურსი ამოწურვის ზღვარზეა და ხიდი საჭიროებს რეკონსტრუქციას, რაც უნდა შესრულდეს სპეციალურად დამუშავებული პროექტის მიხედვით;

10. ხიდის ძველი ნაწილის მასალისა და კონსტრუქციების მდგომარეობისა და იმის გათვალისწინებით, რომ ხიდის ამ ნაწილში მალის ნაშენები დაპროექტებულია 1953 წლის ნორმებით, რომელთა მიხედვით მოძრავი შვეული დატვირთვის სახით მიღებული იყო დატვირთვა H-13, ხიდის რეკონსტრუქციამდე დაუშვებელია ხიდზე მძიმეწონიანი სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობა.

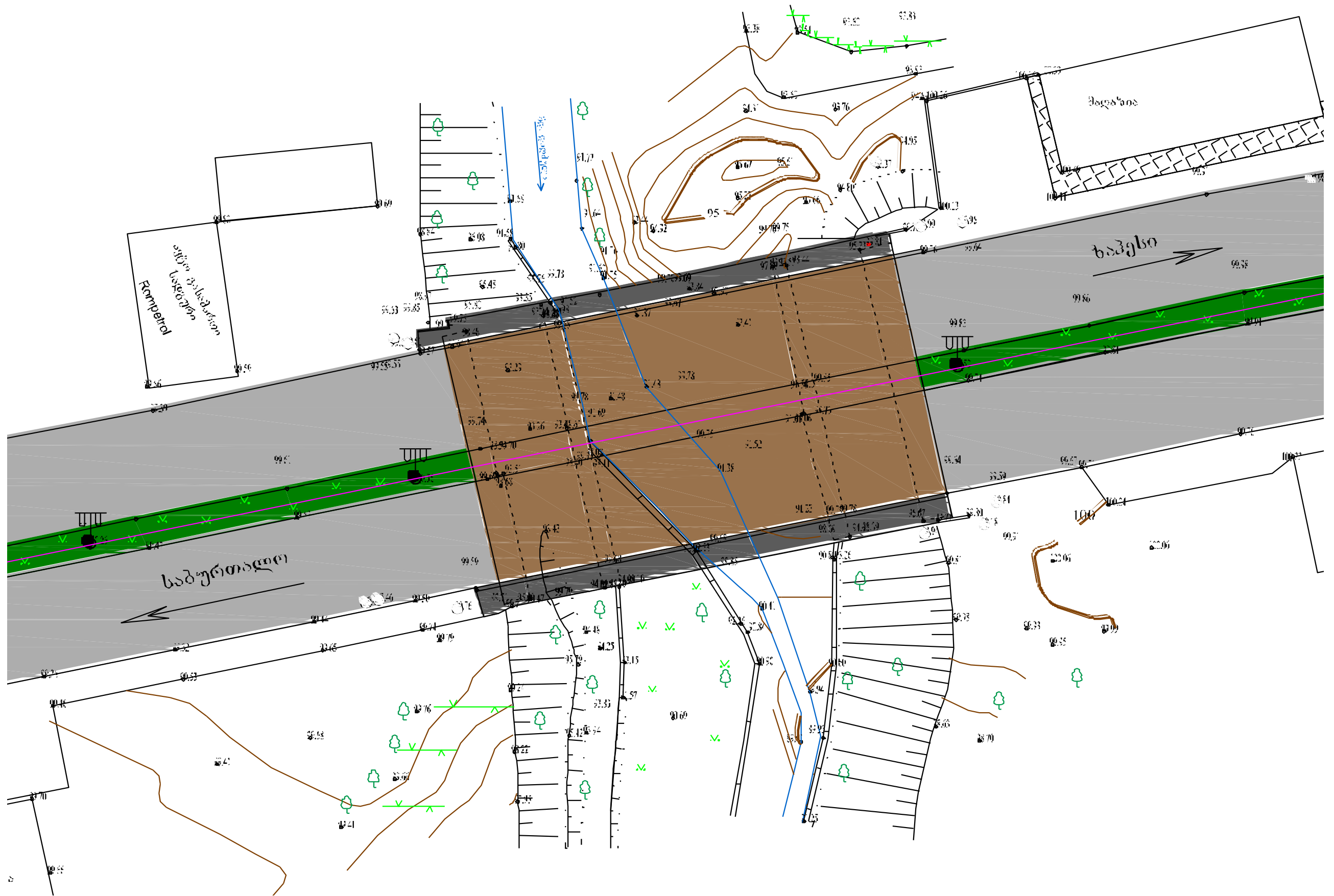
საბოლოოდ კეთდება დასკვნა, რომ ხიდის შედარებით ახალ ნაწილზე სარეაბილიტაციო სამუშაოების შესრულების შემდეგ შესაძლებელია მისი ექსპლუატაცია შეზღუდვების გარეშე მოქმედი ტექნიკური პირობების შესაბამისად.

ძველი ნაწილის შემდგომი ნორმალური ექსპლუატაცია არ არის გარანტირებული და ხიდი საჭიროებს რეკონსტრუქციას სპეციალურად შედგენილი პროექტის საფუძველზე.

ლიტერატურა

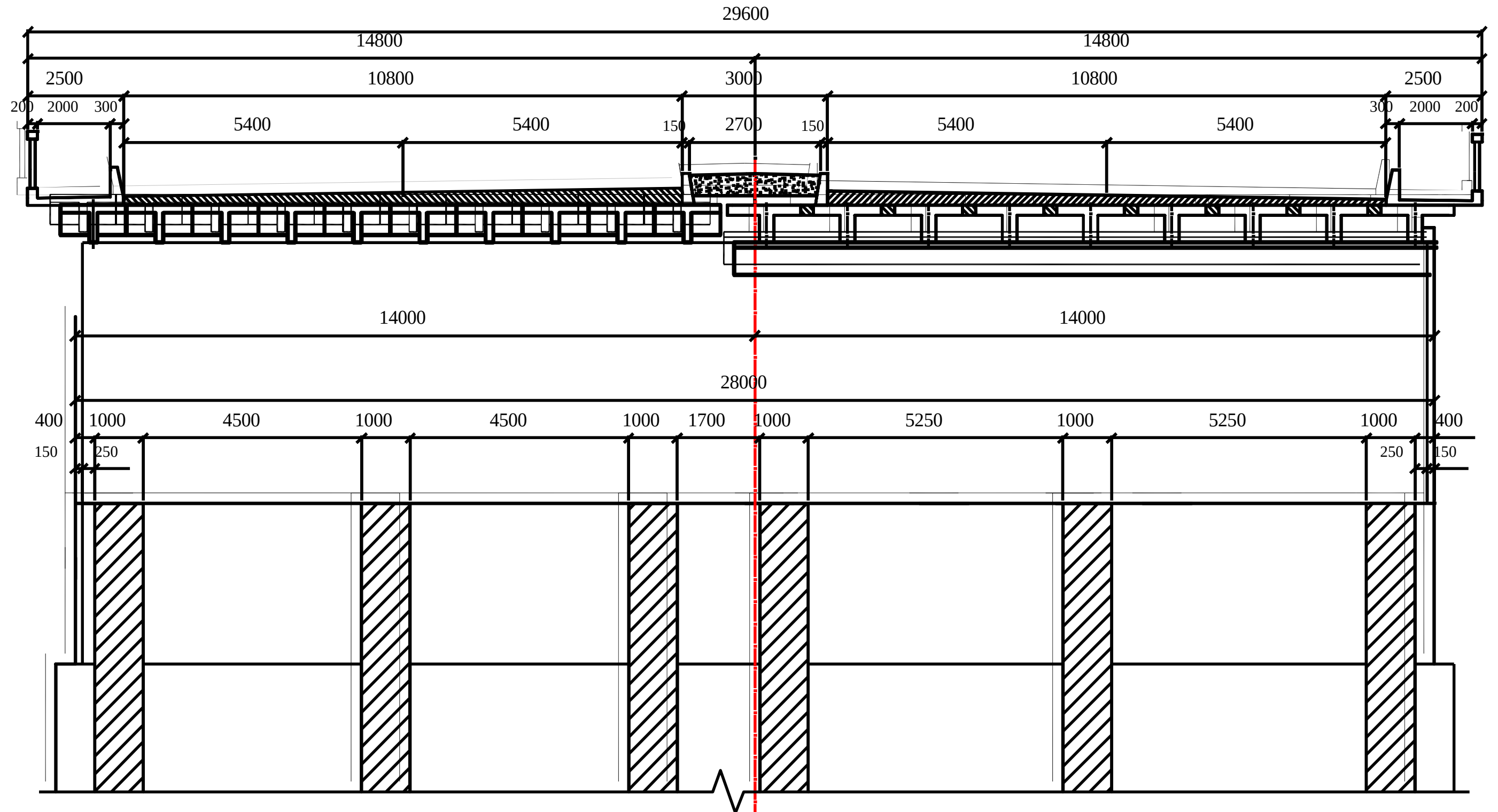
1. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. Нормы проектирования.
2. СНиП Ш-43-75. Мосты и трубы. Правила производства и приемки работ.
3. СНиП 3.06.07-86. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний.
4. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.
5. ГОСТ 25192-82. Бетоны. Классификация и общие технические требования.
6. ВСН 32-89. Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов.

შ ა ნ ა ნ თ ე ბ ი



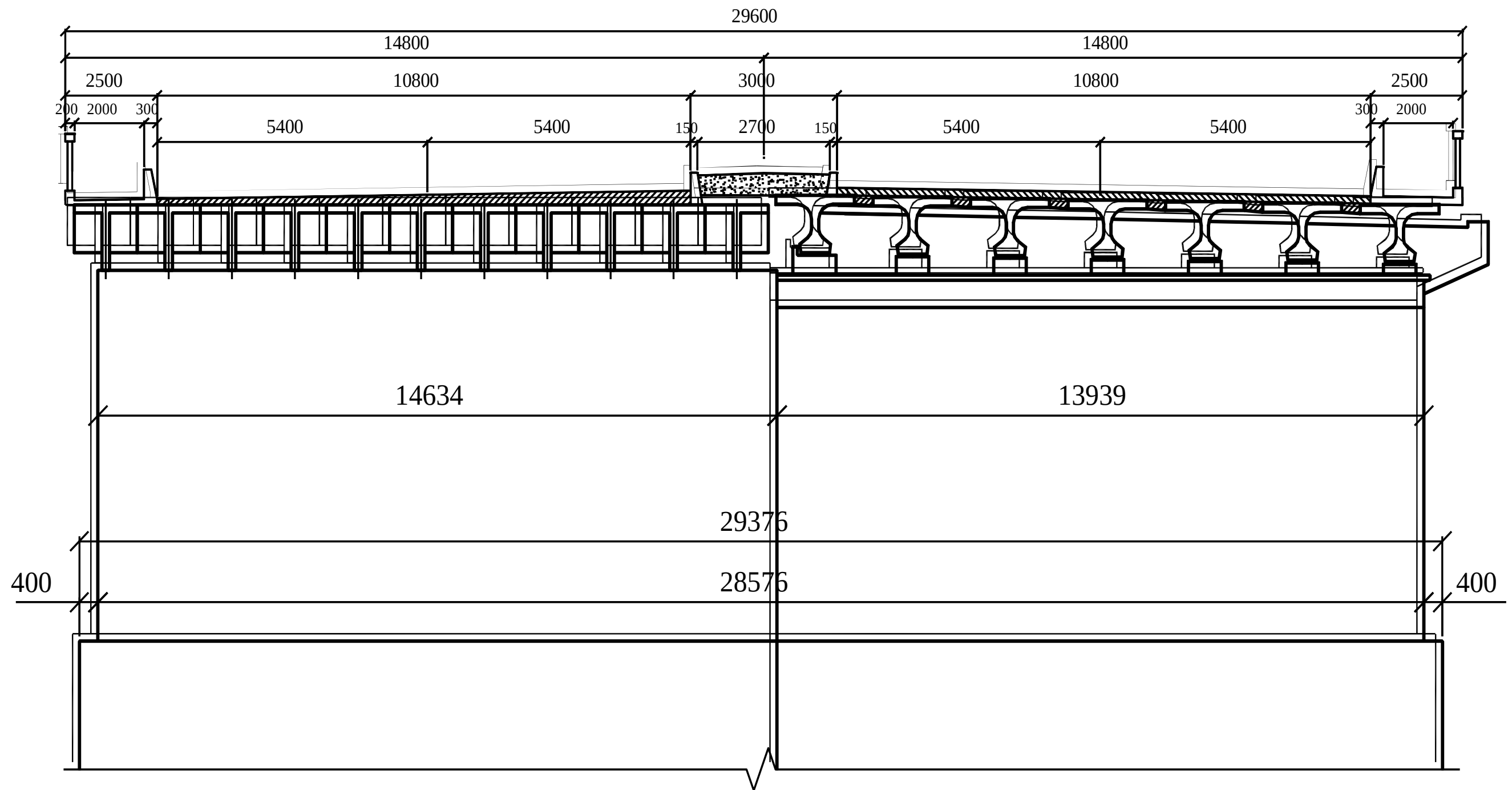
დ 1.1. ხილური გადასასვლელის სიტუაციური გეგმა

განივი ჭრილი 1-1



დ 1.3. განივი ჭრილი 1 - 1

განივი ჭრილი 2-2



დ 14. განივი ჭრილი 2 - 2



დ 2.1. ხიდის საგალი ნაწილი



დ 2.2. ხიდის საერთო ხედი მარცხენა ნაპირიდან



დ 2.3. არასტანდარტულად შეცვლილი მოაჯირის სექცია



დ 2.4. ნაკლული მოაჯირის პარაპეტი ქვემოთხრის მალის ნაშენზე



დ 2.5. კოროდირებული და ცუდად შეღებილი მოაჯირის ნაწილი



დ 2.6. ხედი მაღლის ნასენზე ქვემოდან



დ 2.7. კოროდირებული მუშა არმატურის ღეროები



დ 2.8. დაზიანებული სანაპირო ბურჯის თავი



დ 2.9. დაზიანებული და კოროდირებული მალის ნაშენი და დიაფრაგმა



დ 2.10. დაზიანებული და კოროდირებული მალის ნაშენი და დიაფრაგმები



დ 2.11. დაზიანებული და კოროდირებული მალის ნაშენი და დიაფრაგმები



დ 2.12. დაზიანებული და კოროდირებული მალის ნაშენის კოჭის წიბო



დ 2.13. “ძველი” და “ახალი” მაღის ნაშენები



დ 2.20. დაზიანებული მაღის ნაშენის კონსტრუქცია



დ 2.21. გამოტუტვა “ახალი” მაღის ნაშენის გამონოლითების ნაკერში



დ 2.22. დაზიანებული და კოროდირებული დიაფრაგმა



დ 2.23. დაზიანებები ზემომხრის მადლის ნაშენის განაპირა კოჭში



დ 2.24. დაზიანებული და კოროდირებული კოჭის წიბო



დ 2.25. დაზიანებული და კოროდირებული კოჭების დიაფრაგმა და წიბო



დ 2.26. დაზიანებული კოჭის წიბო კოროდირებული მუშა არმატურით



დ 2.27. მოაჯირი დაზიანებული სამაგრიით



დ 2.28. შუალედი ბურჯი შევსებული ბზარით ბურჯის ტანში



დ 2.29. მისასვლელი მიწაყრილის კონუსი



დ 2.30. ხიდქვეშა სივრცე



დ 2.31. ნაპირდამცავ კედელზე მიშვებული მდინარის ნაკადის ჭავლი
კალაპოტის ქვედა ბიეფში



დ 2.32. ხიდის კალაპოტის ზედა ბიეფი



დ 3.1. საცდელი დატვირთვა მცირე მალში



დ 3.2. საცდელი დატვირთვა დიდ მალში



დ 4.1. ჩანადუნშომეები მცირე მალში



დ 4.2. ჩანადუნშომეები დიდ მალში



დ 4.3. დინამიკური გამოცდის აპარატურის კომპლექსი მაღში

