

მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები –
41°26'14"N 45°01'13"E) აკვედუკის

გამოკვლევა

REP-BR-02/26-003





მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები – 41°26'14"N
45°01'13"E) აკვედუკის გამოკვლევა



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ადმინისტრაციის ხელმძღვანელი

კ. კოპალიანი



სსიპ „აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორბანო-აკრედიტაციის ცენტრი“
GAC-TL-0355

REP-BR-02/26-003

მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები
– 41°26'14"N 45°01'13"E) აკვედუკის

გამოკვლევა

სასწავლო-სამეცნიერო ხიდსაცდელი
ცენტრის ხელმძღვანელი

თ. ცვარიანი

თბილისი
2026



ს ა რ ჩ ე ვ ი

შესავალი.....5

აკვედუკის საერთო მონაცემები.....6

1. აკვედუკის მოკლე აღწერა7

2. აკვედუკის გამოკვლევა10

3. მაღის ნაშენის დაკაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი.....12

3.1. საანგარიშო დატვირთვები12

3.1.1 მუდმივი დატვირთვები.....12

3.1.2 დროებითი დატვირთვები.....12

3.2. მაღის ნაშენის დეფორმაციებზე გაანგარიშების შედეგები.....14

3.3. წყალსადენი მილის კვეთის შემოწმება..... 30

3.4. მაღის ნაშენის კოჭის კვეთის შემოწმება..... 37

3.5. რიგელის კვეთის შემოწმება.....46

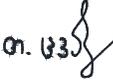
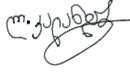
4. დ ა ს კ ვ ნ ა 54

5. რეკომენდაციები..... 55

ლიტერატურა..... 56

დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი..... 57

შემსრულებლები

- | | | |
|-------------------|--|---|
| 1. თ. ცვარიანი |  | სტუ ცენტრის ხელმძღვანელი, აკად. დოქტორი, სამუშაოთა საერთო ხელმძღვანელობა, საველე სამუშაოები, ანგარიშის ავტორი |
| 2. ს. ჯოსაძე |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა |
| 3. ო. მეურმიშვილი |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა. |
| 4. ბ. გელიაშვილი |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა |
| 5. მ. კალანდაძე |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა |
| 6. ლ. კალანდაძე |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა |
| 7. მ. შიოლაშვილი |  | სტუ, ინჟინერი, საველე სამუშაოები, გრაფიკული მასალა. |
| 8. გ. ზექალაშვილი |  | სტუ, წამყ. ინჟინერი, საველე სამუშაოები, მონაცემთა დამუშავება, გრაფიკული მასალა |



შესავალი

წინამდებარე ანგარიში შესრულებულია შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“-სა და „საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს“ შორის 2026 წლის იანვრის თვის ხელშეკრულების საფუძველზე.

ხიდის გამოკვლევას საფუძვლად დაედო „შემსყიდველის“, შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“-ის მიერ გაცემული აკვედუკის გამოკვლევის მომსახურების ჩამონათვალი.

გამოკვლევის სამუშაოების მეთოდოლოგია დაფუძნებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდსაცდელი ცენტრის სამოცდაათ წელზე მეტი ხნის 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», «ВСН 4-81. Инструкция оп проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах», «ГОСТ 25192-82. Бетоны. Классификация и общие технические требования», «EN 1992-2 : Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2», «EN 1998-2: Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 2 Bridges», «EN 1993-2: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 2».

აკვედუკის საერთო მონაცემები

1. აკვედუკის მდებარეობა – კოორდინატები – $41^{\circ}26'14''N$, $45^{\circ}01'13''E$;
2. მდინარე – მტკვარი;
3. აკვედუკის სქემა – $9 \times 18.00 + 5.00 + 11 \times 18.00 + 5.00 + 9 \times 18.00$ მ;
4. ხერტი სინათლეში აკვედუკის ღერძე – 530.33 მ;
5. აკვედუკის სიგრძე – $L=531.73$ მ;
6. აკვედუკის გაბარიტი – $\Gamma=4.00$ მ;
7. მაღის ნაშენი: – 18.00 და 5.00 მ სიგრძის ფოლადის მაღის ნაშენი;
8. მაღის ნაშენში მთავარი კოჭების რაოდენობა: – 2 ცალი;
9. კოჭების ღერძებს შორის მანძილი: – 1.00 მ;
10. აკვედუკის ბურჯები: – 0.53 მ დიამეტრის ფოლადის გარსაცმიანი არმირებული სიმინჯ-ღვარები და რკინაბეტონის რიგელი;
11. ფოლადის წყალსადენი მილის დიამეტრი: – $\emptyset 0.82$ მ;
12. ფოლადის წყალსადენი მილის რაოდენობა: – 2 ცალი;
13. ფოლადის წყალსადენი მილის ღერძებს შორის მანძილი: – 3.15 მ;
14. ფოლადის წყალსადენი მილის ქანობი: – 0.07 %;



1. აკვედუკის მოკლე აღწერა

მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები – 41°26'14"N 45°01'13"E) აკვედუკი აგებულია გასული საუკუნის 1960-იან წლებში.

აკვედუკის საპროექტო დოკუმენტაციის მოძიება ვერ მოხდა, შედეგად მისი ფაქტიური ზომების შედარება საპროექტო მონაცემებთან ვერ განხორციელდა, ამიტომ აკვედუკის აღწერა და ანგარიშში წარმოდგენილი გრაფიკული ნაწილი (აკვედუკის კონსტრუქციების ფაქტიური გეომეტრიული ზომები) მოცემულია ჯგუფის მიერ ჩატარებული საველე და აზომებითი სამუშაოების შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე.

საველე აზომებითი სამუშაოების მიხედვით აკვედუკი გეგმაზე განლაგებულია სწორზე, ფასადზე (რიგელის თავი) – 0.13%-ანი ქანობით, დახრით მტკვრის მარცხენა ნაპირის მიმართულებით. აკვედუკი თითქმის $\approx 90^\circ$ -ანი კუთხით კვეთს მდ. მტკვრის კალაპოტს. აკვედუკის სიმაღლემ (მანძილი წყალსადენი მილის თავის ნიშნულიდან წყლის დონის ნიშნულამდე) შეადგინა 7.10 მ.

ფოლადის მალის ნაშენის მიხედვით აკვედუკი ოცდათერთმეტმალიანი, ჭრილკოჭოვანი სისტემისაა, სქემით $9 \times 18.00 + 5.00 + 11 \times 18.00 + 5.00 + 9 \times 18.00$ მ. აკვედუკის სიგრძემ (ბურჯების ღერძებს შორის მანძილი აკვედუკის გრძივად) შეადგინა 531.73 მ, გაბარიტმა სავალი ნაწილის მიხედვით (Γ) – 1.50 მ, წყალსადენი ფოლადის მილების დიამეტრის გარე კიდეების მიხედვით 4.00 მ.

აკვედუკი შედგება ბურჯებისაგან, ფოლადის მალის ნაშენებისაგან და წყალსადენი ფოლადის მილებისაგან. ბურჯებზე დამონტაჟებულია ფოლადის საყრდენი ნაწილები (საყრდენ ნაწილებზე თავის მხრივ დამონტაჟებულია წყალსადენი მილები) და მალის ნაშენები. მალის ნაშენებზე მოწყობილია ანაკრები კონსტრუქციის რკინაბეტონის ფილები და მოაჯირი (არა აკვედუკის მთლიან სიგრძეზე).

წყალსადენი მილის დიამეტრმა შეადგინა 0820 მმ. აკვედუკის განივად წყალსადენი მილების ღერძებს შორის ზომა დაფიქსირდა 3.15 მ, შიდა კიდეებს შორის ზომამ შეადგინა 2.40 მ. აკვედუკის გრძივად თითოეულ წყალსადენ მილზე შეერთების კვანძმა შეადგინა ორ-ორი ცალი. წყალსადენი მილის მონტაჟი საყრდენ ნაწილზე შესრულებულია ზედა და ქვედა, განივ კვეთში რკალური მოხაზულობის მქონე, შედგენილი (ქვესადები ფურცელი, კედელი, კუთხოვანა, სიხისტის წიბო) კონსტრუქციის ფოლადის „ხამუთის“ საშუალებით. ხამუთების ერთმანეთთან და საყრდენი ნაწილის ზედა საბალანსირე ფოლადის ფურცელთან დაკავშირება შესრულებია ჭანჭიკების საშუალებით.

წყალსადენი მილების დაყრდნობა შესრულებულია აკვედუკის განივად ბურჯის კონსოლებზე დამონტაჟებულ ცალსაგორავიან ფოლადის საყრდენ ნაწილზე.

საყრდენი ნაწილის კონსტრუქცია შედგება ქვედა და ზედა საყრდენი ფილისგან, საბალანსირე ფურცლებისაგან და ლილვაკისაგან (საგორავი). ქვედა საყრდენი ფილის ზომამ აკვედუკის გრძივად და განივად შეადგინა 450 მმ, სიმაღლემ – 60 მმ, ჯვარედინი სიხისტის



ბალიშის გათვალისწინებით – 120 მმ. ზედა ფილის ზომამ აკვედუკის გრძივად შეადგინა 250 მმ, განივად – 500 მმ, სიმაღლემ – 60 მმ. ლილვაკის სიგრძემ შეადგინა 200 მმ, დიამეტრმა $\varnothing 270$ მმ. ფოლადის საყრდენი ნაწილების ჩამაგრება რკინაბეტონის რიგელში შესრულებულია $\varnothing 28$ მმ დიამეტრის A-I კლასის არმატურის ანკერის საშუალებით, ხრახნით – M22.

მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს უშუალოდ ბურჯი. ბურჯებისა და მალის ნაშენების წარმოდგენილი ნუმერაცია მოცემულია მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

აკვედუკს აქვს 32 ბურჯი. №5, №17 და №32 ბურჯის რიგელზე (განსხვავებით დანარჩენი ბურჯებისაგან) მოწყობილია რკინაბეტონის ტუმბოები, რომლებიც ასრულებენ წყალსადენი მილის დაყრდნობის კონსტრუქციას. კონსტრუქციული თვალსაზრისით დანარჩენი ბურჯები, გარდა ზემოთ ხსენებულისა ერთმანეთის იდენტურია, თითოეული მათგანი შედგება ფოლადის $\varnothing 530$ მმ (კედლის სისქით 12 მმ) დიამეტრის მქონე ორი დგარისა და მათზედ გამონოლითებული მართკუთხა განივი კვეთის მქონე რკინაბეტონის რიგელისაგან. ბურჯების ღერძებს შორის მანძილი აკვედუკის გრძივად სხვადასხვაა და იცვლება $4.90 \div 18.20$ მ-ის ფარგლებში. დგარის ღერძებს შორის მანძილმა აკვედუკის განივად შეადგინა – 3.10 მ. რკინაბეტონის რიგელის ზომამ აკვედუკის გრძივად შეადგინა 0.7 მ, აკვედუკის განივად – 4.80 მ, სიმაღლემ – 0.60 მ. №26 ბურჯის დგარებისა და რიგელი კონსტრუქციაში ჩამონტაჟებულია თითო-თითო, ვერტიკალური, რეზინის მილი. ზედა მხრის დგარში ჩამონტაჟებული მილის სიღრმემ შეადგინა 3.40 მ, ქვედა მხრის მილის სიღრმემ – 4.30 მ. რკინაბეტონის რიგელის ზედა სარტყელში ჩამონტაჟებულია 2 ცალი ფოლადის ჩასატანებელი დეტალი (რელსი). ჩასატანებელ დეტალზე განხორციელებულია მალის ნაშენის დაყრდნობა.

აკვედუკის ფოლადის მალის ნაშენები ინდივიდუალური კონსტრუქციისაა. მალეების გადახურვა შესრულებულია $l=17.65 \div 18.0$ და $l=5.0$ მ სიგრძის მალის ნაშენებით. თითოეული მალის ნაშენი განივ კვეთში შედგება ორი ცალი, ორტესებრი განივი კვეთის მქონე მთავარი კოჭისაგან, რომლებიც აკვედუკის განივად ერთმანეთთან დაკავშირებულია განივი კავშირებითა და მათზე დამონტაჟებული სავალი ნაწილის რკინაბეტონის ფილებით. მთავარი კოჭების ღერძებს შორის მანძილმა აკვედუკის განივად შეადგინა 1.00 მ, სიმაღლემ – 0.60 მ, თაროს ზომამ (სიგანე) 0.16 მ. მთავარი კოჭების ვერტიკალური ფურცელი გამჭოლკედლიანია (310×340 მმ ზომების მქონე ექვსკუთხა ამონაჭერი), კოჭების სამშენებლო ბლოკების ერთმანეთთან შეერთება განხორციელებულია სხვადასხვა ზომების (ვერტიკალური $1500 \times 520 \times 10$ მმ, ჰორიზონტალური $600 \times 100 \times 14$ მმ) მქონე ზესადები ფოლადის ფურცლების საშუალებით. განივი კავშირის კონსტრუქციას წარმოადგენს №10 პროფილის მქონე შეწყვილებული ფოლადის შეკლერი და $56 \times 56 \times 5$ მმ განივი კვეთის მქონე თანაბართარიანი კუთხოვანა. განივი კავშირები მთავარი კოჭის ვერტიკალურ ფურცელთან შეერთებულია სიხისტის წიბოს საშუალებით. მალში გრძივი კავშირები განლაგებულია მთავარი კოჭის ქვედა სარტყელის დონეზე. გრძივი კავშირს წარმოადგენს $56 \times 56 \times 5$ მმ განივი კვეთის მქონე



თანაბართარიანი კუთხოვანა, რომელიც მთავარი კოჭის ქვედა სარტყელთან შეერთებულია 12 მმ სისქის ფოლადის ფურცელის საშუალებით. მალის ნაშენის ფოლადის ელემენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია შედუღებით.

მალის ნაშენზე მოწყობილია ანაკრები სავალი ნაწილის კონსტრუქცია.

სავალი ნაწილის კონსტრუქციას წარმოადგენს მალის ნაშენის მთავარ კოჭებზე დამონტაჟებული რკინაბეტონის ფილები და მოაჯირი. რკინაბეტონის ფილის ზომამ აკვედუკის განივად შეადგინა 1.50 მ, გრძივად – 1.00 მ, სიმაღლემ (სისქე) – 0.08 მ. რკინაბეტონის ფილებზე მოწყობილ საცვეთ ფენას წარმოადგენს 2.0÷3.0 სმ სისქის მქონე ასფალტბეტონის საფარი. სავალ ნაწილზე არსებული მოაჯირის კონსტრუქცია შედგება აკვედუკის გრძივად 1.00 მ ბიჯით განლაგებული დგარების, სახელურისა და პორიზონტალური შემავსებლისაგან. დგარის კონსტრუქციას წარმოადგენს 1.27 მ სიგრძის 50×50×5 მმ განივი კვეთის მქონე თანაბართარიანი კუთხოვანა, სახელურს – 40×40×4 მმ განივი კვეთის მქონე თანაბართარიანი კუთხოვანა, ხოლო შემავსებელს Ø12 მმ დიამეტრის A-I კლასის არმატურა. მოაჯირის სიმაღლემ სავალი ნაწილის რკინაბეტონის ფილის ზედაპირიდან შეადგინა 1.10 მ.

აკვედუკის ქვედა (მდ. დინების მიმართულებით) მხრის წყალსადენ მილზე შეკიდულია Ø62 მმ დიამეტრის პოლიეთილენის (ბოჭკოვანი სადენის გასატარებლად) მილი.

მე-11 მალის ნაშენის მიმდებარედ დამონტაჟებულია აკვედუკის სავალ ნაწილზე მისასვლელი კიბის კონსტრუქცია.



2. აკვედუკის გამოკვლევა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდსაცდელი ცენტრის თანამშრომლებმა 2026 წლის იანვრის თვეში გამოიკვლიეს მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები – 41°26'14"N 45°01'13"E) აკვედუკი.

აკვედუკის გამოკვლევის საველე სამუშაოები მოიცავდა გადასასვლელის აგებმას, აკვედუკის კონსტრუქციების (ხილული ნაწილი) აზომვას და მათ ვიზუალურ და ინსტრუმენტულ შემოწმებას.

გამოკვლევის შედეგების ანალიზის მიხედვით ზედა (მდ. დინების მიმართულებით) მხრის წყალსადენი მილის ქანობმა (ქანობი აღებულია აკვედუკის თავსა და ბოლოში - №1 და №32 ბურჯებზე არსებული წყალსადენი მილების დაყრდნობის კვეთის თავზე) აკვედუკის გრძივად შეადგინა 0.07%, ქვედა მხრის წყალსადენის მილის ქანობმა კი – 0.06%

აკვედუკის მზიდი კონსტრუქციების საერთო შეფასების მიზნით ურდვევი კონტროლის მეთოდით **silver shmidt**-ით ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა. რკინაბეტონის რიგელის ბეტონის კლასმა კუმშვაზე სიმტკიცის მიხედვით შეადგინა B25.

გამოკვლევის პროცესში შემოწმდა სხვადასხვა ბურჯის რკინაბეტონის რიგელის კონსტრუქციაში არსებული არმატურის განლაგების ბიჯი, კლასი და დამცავი ფენის ბეტონის სისქე. ამისთვის რიგ შემთხვევაში გამოყენებულ იქნა ხელსაწყო „**NJJ-105 Hand Search**“ სკანერი.

შემოწმების შედეგების მიხედვით დადგინდა, რომ №1 ბურჯის რიგელის კონსტრუქციაში არმატურის ვერტიკალური ღეროები (საკიდები) განლაგებულია 200÷250 მმ ბიჯით. №6 ბურჯის რიგელის კონსტრუქციაში – 160÷200 მმ ბიჯით. №9 ბურჯის რიგელის კონსტრუქციაში – 100÷190 მმ ბიჯით. რიგელში მუშა არმატურის დიამეტრმა შეადგინა Ø28 მმ, კლასით A-III. რაოდენობა რიგელის ზედა და ქვედა სარტყელში დაფიქსირდა ოთხ-ოთხი ცალი. რიგელის კონსტრუქციაში ბეტონის დამცავი ფენის მინიმალურ სისქედ განისაზღვრა 30 მმ. გამოკვლევის შედეგების ანალიზის მიხედვით №8, №10 და №11 ბურჯის (ბურჯების ნუმერაცია მოცემულია მდ. დინების საწინააღმდეგო მიმართულებიდან) ფოლადის დგარის კედლის სისქემ შეადგინა Ø12 მმ. №11 ბურჯის დგარში ვერტიკალური ღეროს დიამეტრმა შეადგინა Ø14 მმ, ჰორიზონტალურისამ (სპირალი) – Ø6 მმ, დამცავი ფენის მინიმალურ სისქედ განისაზღვრა 70 მმ.

აკვედუკის კონსტრუქციების აზომვების შედეგები (ფაქტობრივი გეომეტრიული ზომები) გრაფიკული ნაწილის სახით მოცემულია დან. I-ში.

აკვედუკის გამოკვლევის პროცესში შესრულებული კვლევის შედეგების მიხედვით გამოვლინდა მთელი რიგი დაზიანება-დეფექტები, კერძოდ:

1. ბურჯების რკინაბეტონის რიგელებზე გვხვდება ბეტონის დამცავი შრის გამოფიტული უბნები და ჩამონატეხები, ჩანს არმატურის ღეროები (დან. II. სურ. 1.1);

2. რკინაბეტონის რიგელისა და ფოლადის დგარების გამონოლითების კვანძში დაფიქსირდა მსხვილი ფრაქციის (ქვა) შემავსებელი (დან. II. სურ. 1.2);
3. №2, №4, №7, №8 და №10 ბურჯების რიგელებზე არ არის საყრდენი ნაწილის კონსტრუქციები (დან. II. სურ. 1.3);
4. №1, №2, №3, №9, №11, და №12 ბურჯების საყრდენი ნაწილების კონსტრუქციებს არ აქვს ლილვაკი (წრიული განივი კვეთის საგორავი), რის გამოც დარღვეულია ბურჯზე წყალგამტარი მილის დაყრდნობის კვანძი (დან. II. სურ. 1.4);
5. წყალგამტარ მილზე არსებული ფოლადის სამაგრის კონსტრუქციები წანაცვლებულია და არ ემთხვევა ბურჯის რიგელზე არსებული საყრდენი ნაწილის ღერძს, გარდა ამისა მათ ნაწილს არ აქვს ზედა სამაგრის კონსტრუქცია (დან. II. სურ. 1.5);
6. ბურჯებზე არსებული საყრდენი ნაწილის ლილვაკი გადახრილია უკიდესურედ, გარდა ამისა №3, №6, №11, №12 და №31 ბურჯზე არსებული საყრდენი ნაწილების ლილვაკი ამოვარდნილია საბაღანსირე კონსტრუქციებიდან (დან. II. სურ. 1.6);
7. რიგელის კონსტრუქციაში ფოლადის საყრდენი ნაწილის ქვედა საყრდენი დაფის ჩამაგრების კვანძში ანკერებს აკლია ქანჩი;
8. დაქანებულია მალის ნაშენების ფოლადის ელემენტები (დან. II. სურ. 1.7);
9. მალის ნაშენებში დაფიქსირდა დეფორმირებული გრძივი კავშირები (დან. II. სურ. 1.8);
10. დეფორმირებულია მე-9 მალის ნაშენის ზედა მხრის მთავარი კოჭი (დან. II. სურ. 1.9);
11. დეფორმირებულია მე-10 მალის ნაშენის ქვედა მხრის მთავარი კოჭი (დან. II. სურ. 1.10);
12. 29-ე და 30-ე მალის ნაშენის გრძივი კოჭები გეგმაში წანაცვლებულია (დან. II. სურ. 1.11);
13. დაზიანებულია სავალი ნაწილის რკინაბეტონის ფილების დამცავი ფენის ბეტონი, გარკვეულ მონაკვეთზე კი საერთოდ არ არის (დან. II. სურ. 1.12);
14. სავალი ნაწილზე არსებული მოაჯირის კონსტრუქცია არ ვრცელდება აკვედუკის მთლიან სიგრძეზე;
15. კალაპოტში, ბურჯების დგარებთან დაგროვილია ხე-მცენარეები (დან. II. სურ. 1.13);

3. მალის ნაშენის დაბაზულ-დემორმირებული მდგომარეობის ანალიზი

3.1. საანგარიშო დატვირთვები

3.1.1 მუდმივი დატვირთვები

ცხრილი 3.1 მუდმივი დატვირთვები ერთი მალისთვის

დატვირთვის დასახელება	ნორმატიული მნიშვნელობა ტ/მ	მოცულობითი წონა ტ/მ ³	საიმედოობის კოეფიციენტი	საანგარიშო მნიშვნელობა ტ/მ
წყლის დატვირთვა სადაწნეო რეჟიმში	1.006	1.0	1.0	1.006

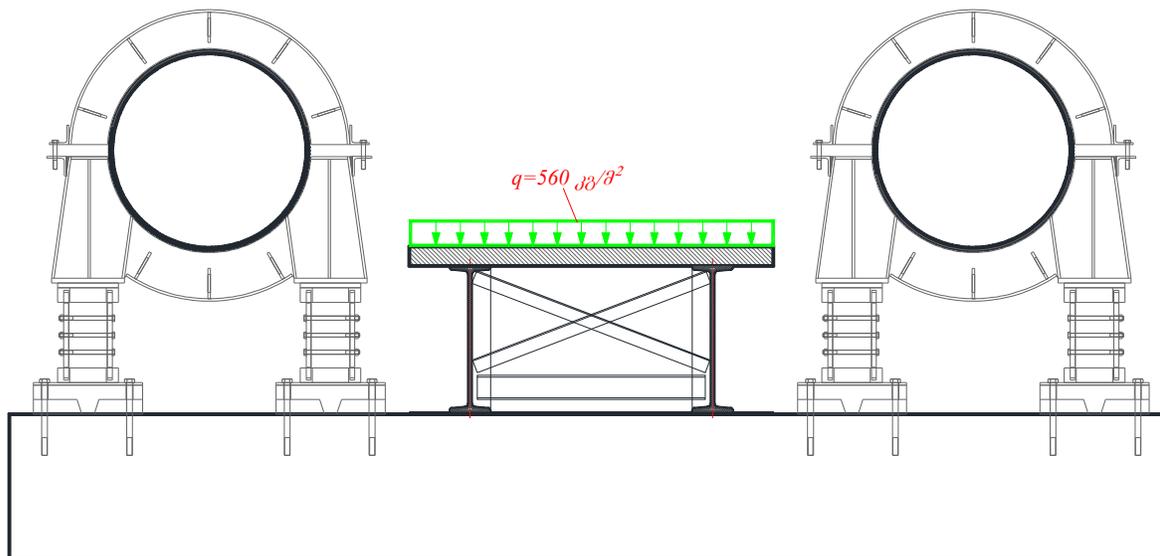
შენიშვნა: მალის ნაშენისა და წყალსადენის წონა ავტომატურად გაიანგარიშება საანგარიშო მოდელის ელემენტების სექციებისა და მასალების წონების გათვალისწინებით პროგრამის მიერ.

3.1.2 დროებითი დატვირთვები

საქვეითო დატვირთვა

საქვეითო დატვირთვა შედგება 560 კგ/მ²-ის ტოლი თანაბარგანაწილებული დატვირთვისგან.

საქვეითო დატვირთვის მოდელის აღწერა მოცემულია 3.1 ნახაზზე.



ნახ.3.1

ტემპერატურული დატვირთვა

$$T_{\max} = 41 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

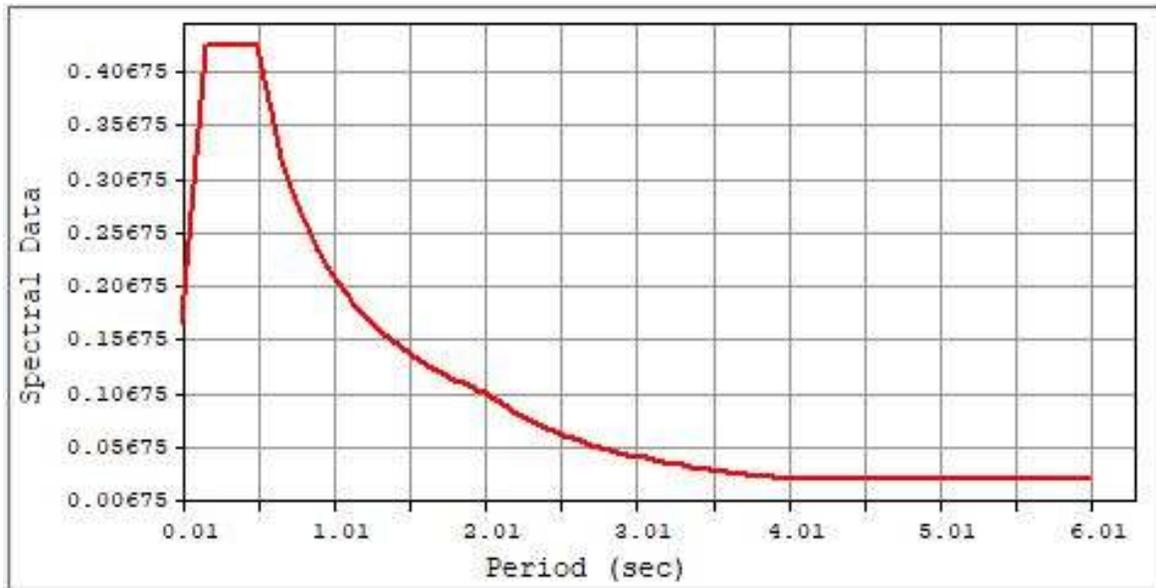
$$T_{\min} = -24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_0 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

(მონაცემები აღებულია ტექნიკური რეგლამენტი-„სამშენებლო კლიმატოლოგია“-დან)

სეისმური დატვირთვა

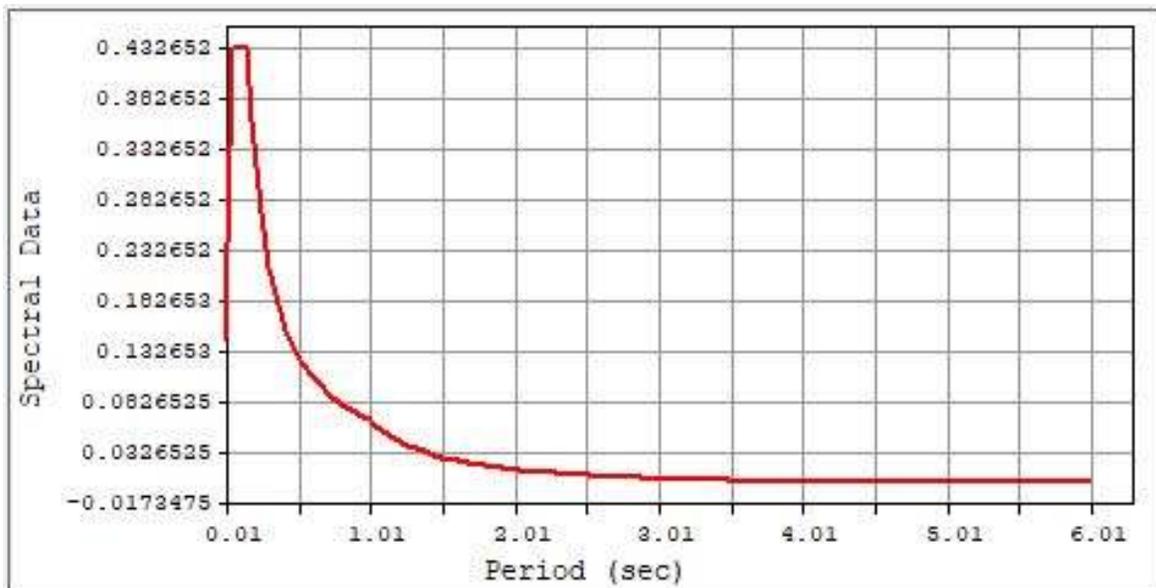
ტიპი 1 - ჰორიზონტალური დრეკადი სპექტრის ფუნქცია



სურ. 1.1

EURO2004 H-ELA: G=B,S=1.2,Tb=0.15,Tc=0.50,Td=2.00,AgR=0.12g,I=1.2,Damping=5.00

ტიპი 1 - ვერტიკალური დრეკადი სპექტრის ფუნქცია

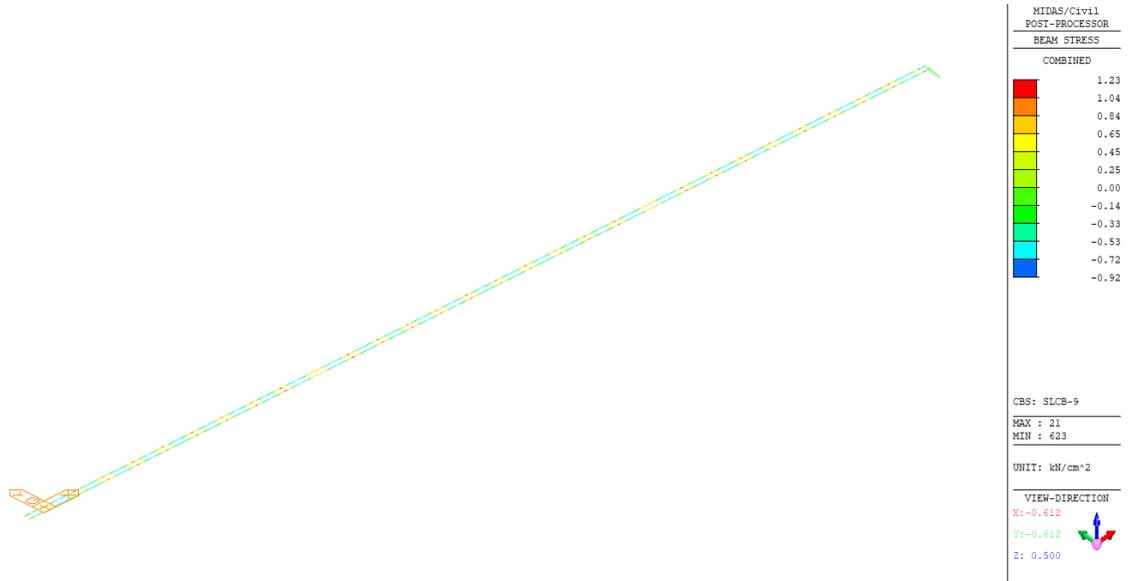


სურ. 1.2

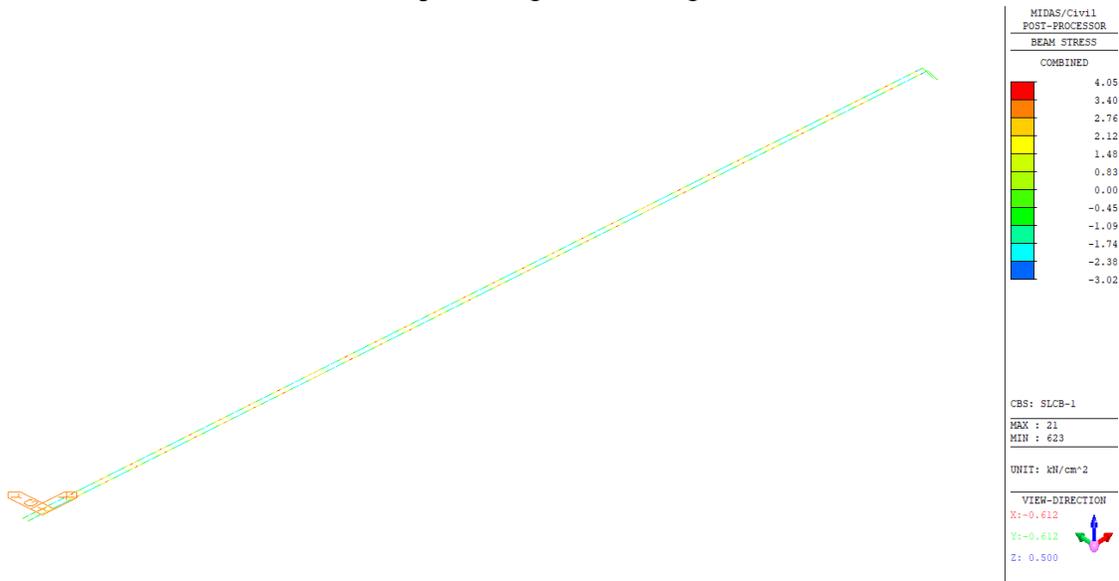
EURO2004 V-ELA: G=B,S=1.00,Tb=0.05,Tc=0.15,Td=1.00,AgR=0.12g,I=1.2,Damping=5.00
(A - სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი აღებულია ტექნიკური რეგლამენტი - „სეისმომდეგეი მშენებლობა“-დან)

3.2. მალის ნაშენის დეფორმაციებზე გაანგარიშების შედეგები

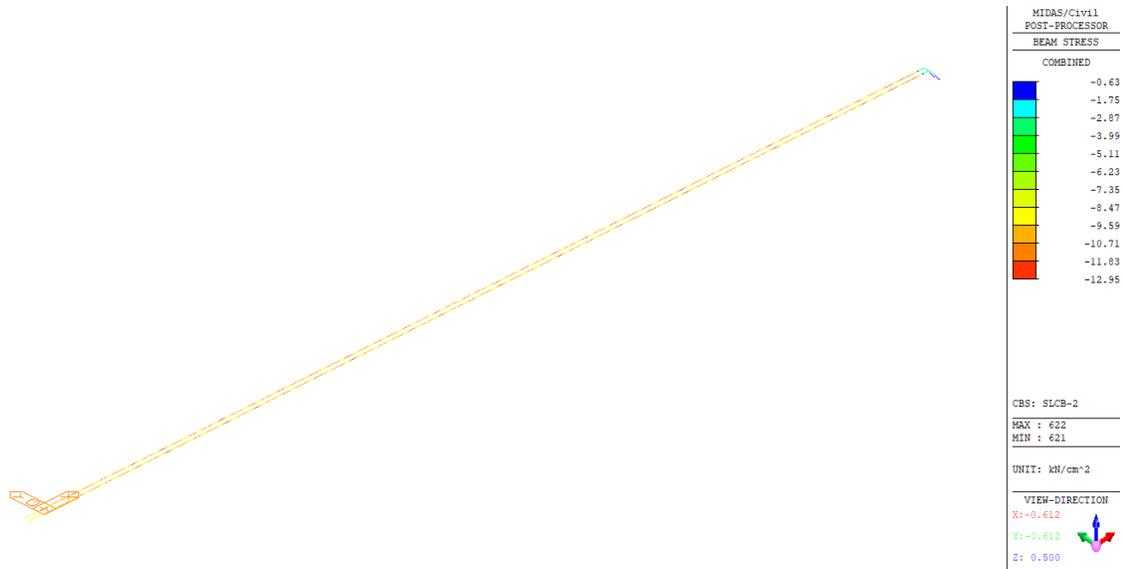
ხიდის მალის ნაშენი გაანგარიშებულ იქნა ნორმებით გათვალისწინებულ დატვირთვაზე პროგრამა Midas Civil 2025-ში.



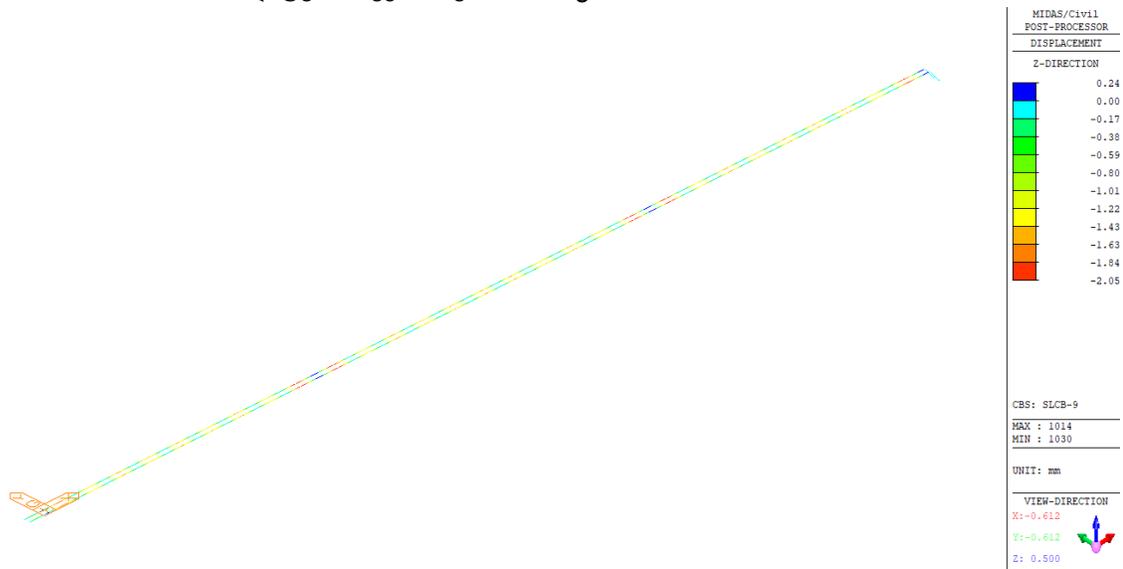
სურ.3.1 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული ძაბვა საკუთარი წონისგან (1.23 კნ/სმ² Stage2-2:self weight)



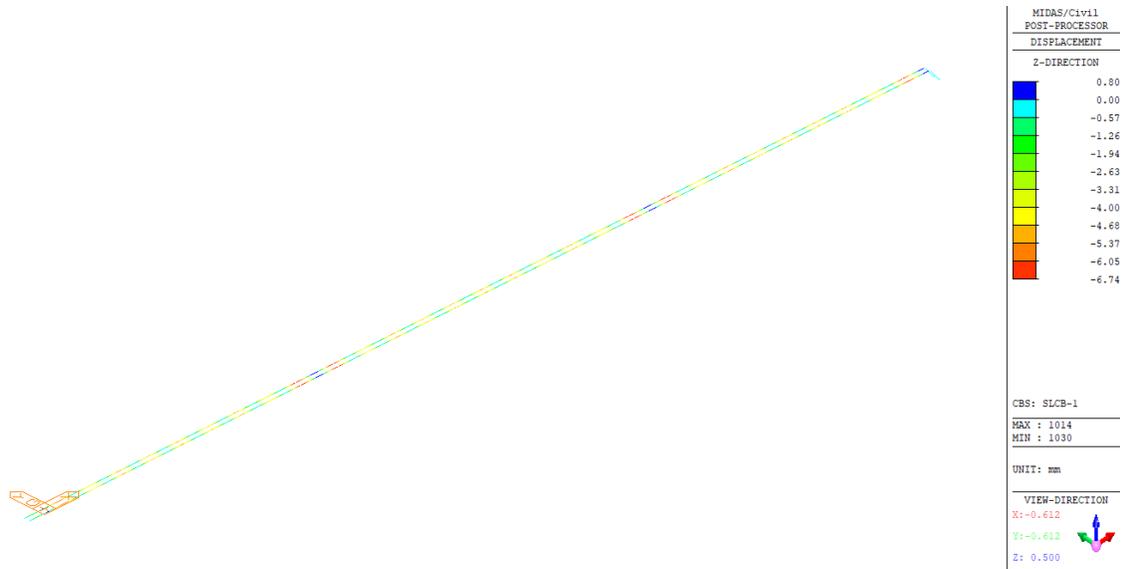
სურ.3.2 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული ძაბვა მუდმივი დატვირთვებისგან (4.05 კნ/სმ² Stage2-2:sLCB-1)



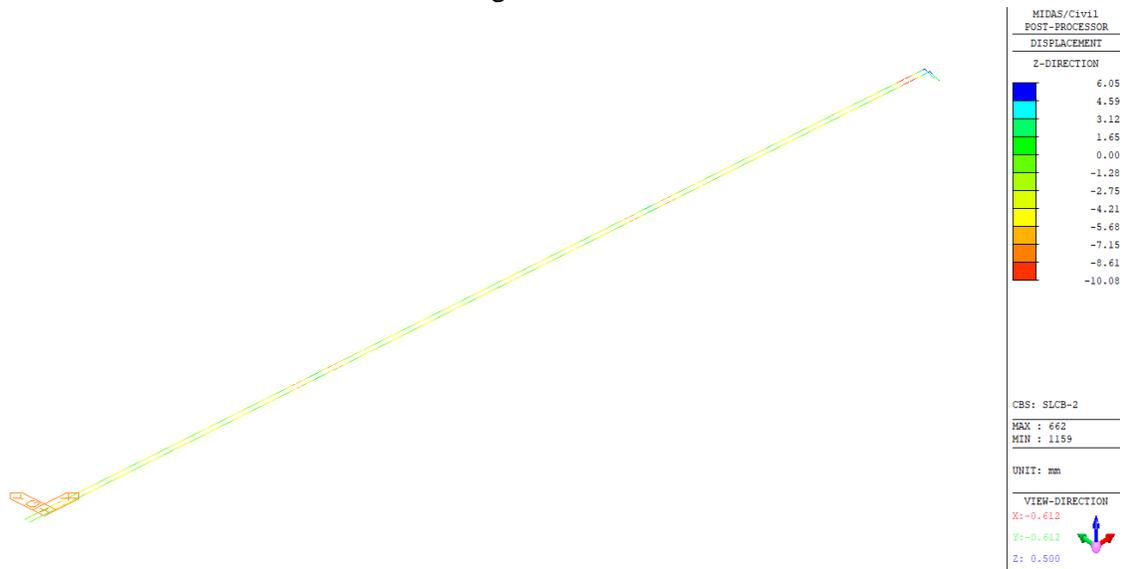
სურ.3.3 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული ძაბვა მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან (12.95 კნ/სმ² PostCS: sLCB-2)



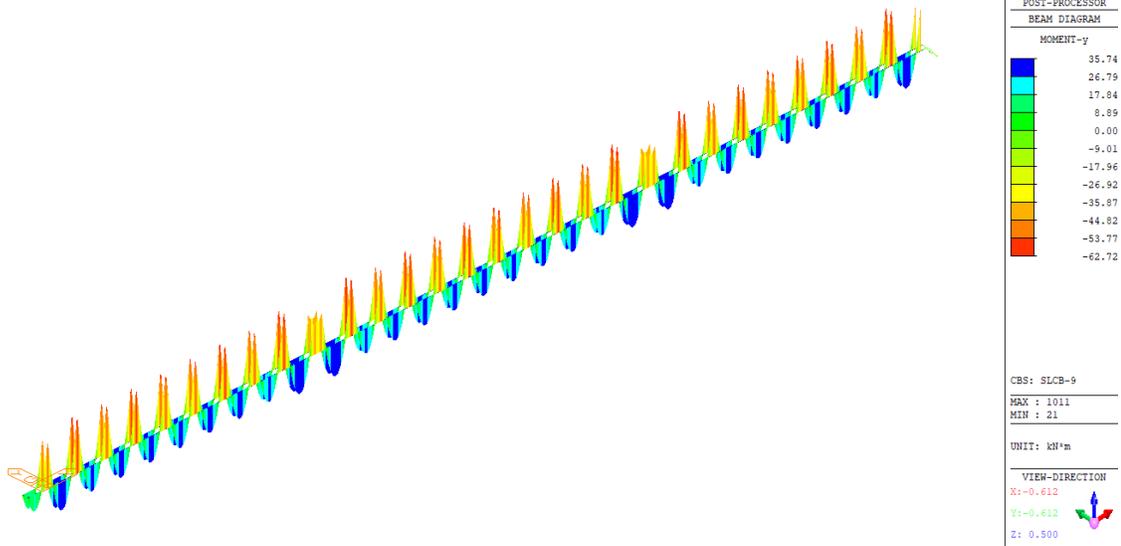
სურ.3.4 ბურჯზე არსებული წყალსადენი მილის ჩაღუნვა Dz საკუთარი წონისგან (2.05 მმ Stage2-2: Self weight)



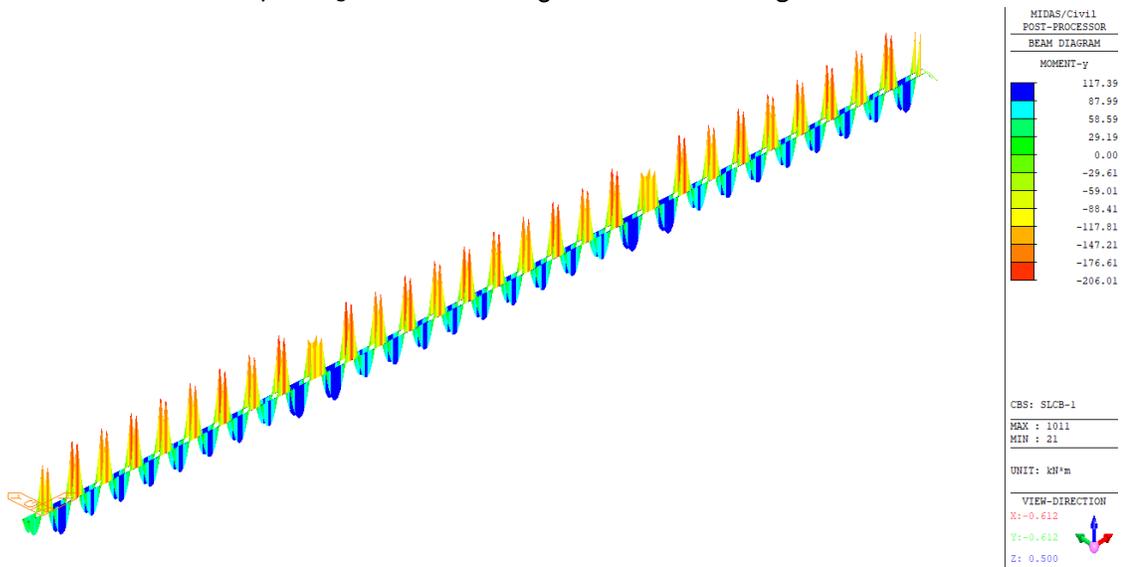
სურ.3.5 ბურჯზე არსებული წყალსადენი მილის ჩალუნვა Dz მუდმივი დატვირთვებისგან (6.74 მმ Stage2-2: sLCB-1)



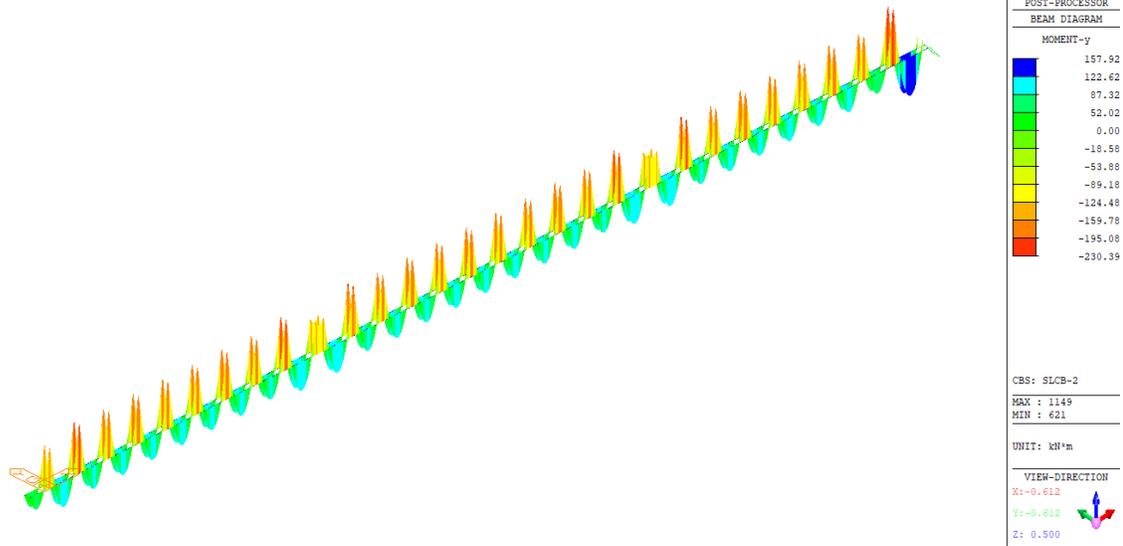
სურ.3.6 ბურჯზე არსებული წყალსადენი მილის ჩალუნვა Dz მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისგან (10.08 მმ PostCS: sLCB-2)



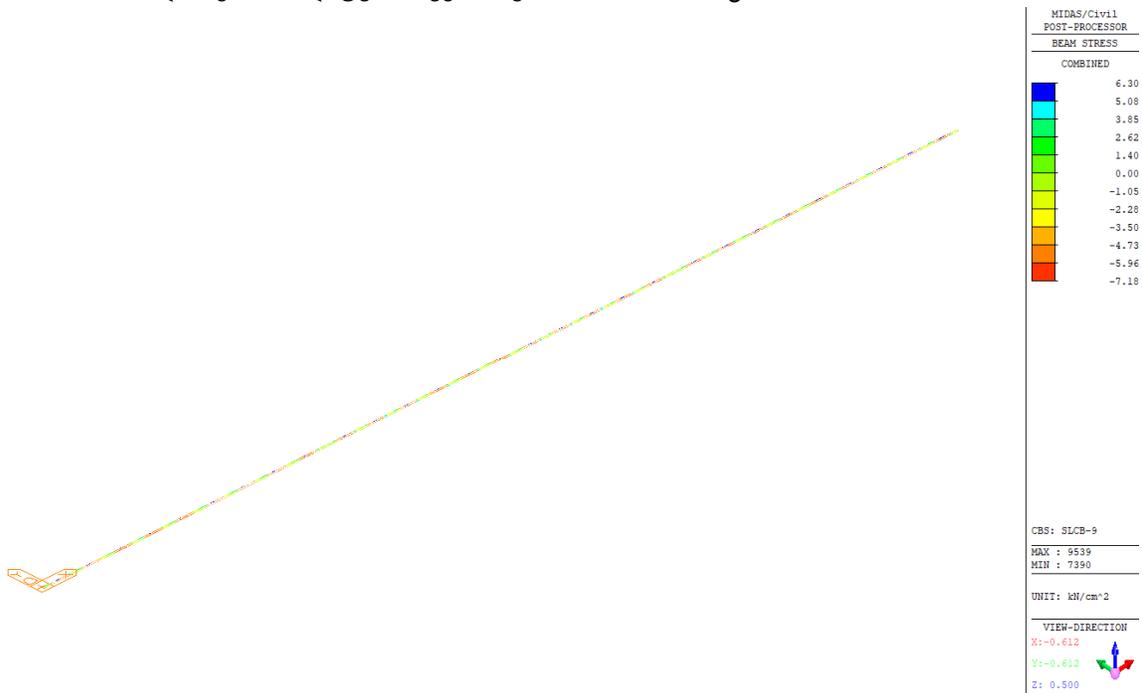
სურ.3.7 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული My მლუნავი მომენტი საკუთარი წონისგან ($M_{max} = 62.72$ კნ·მ PostCS: Self weight)



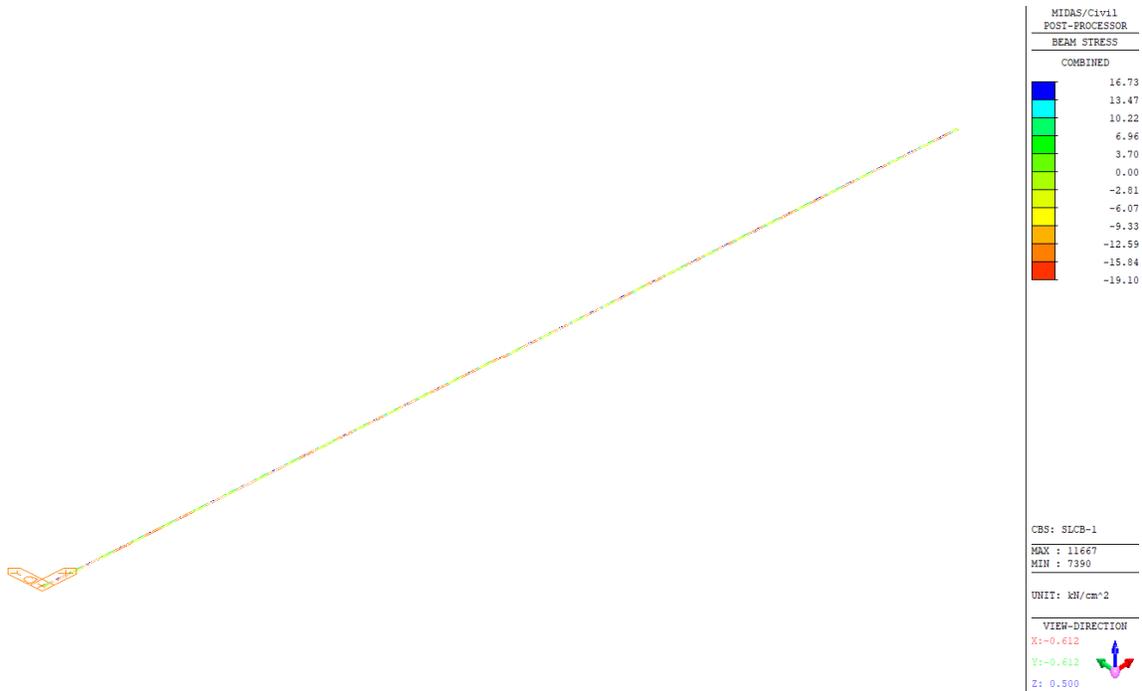
სურ.3.8 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი დატვირთვებისაგან ($M_{max} = 206.01$ კნ·მ PostCS: sLCB-1)



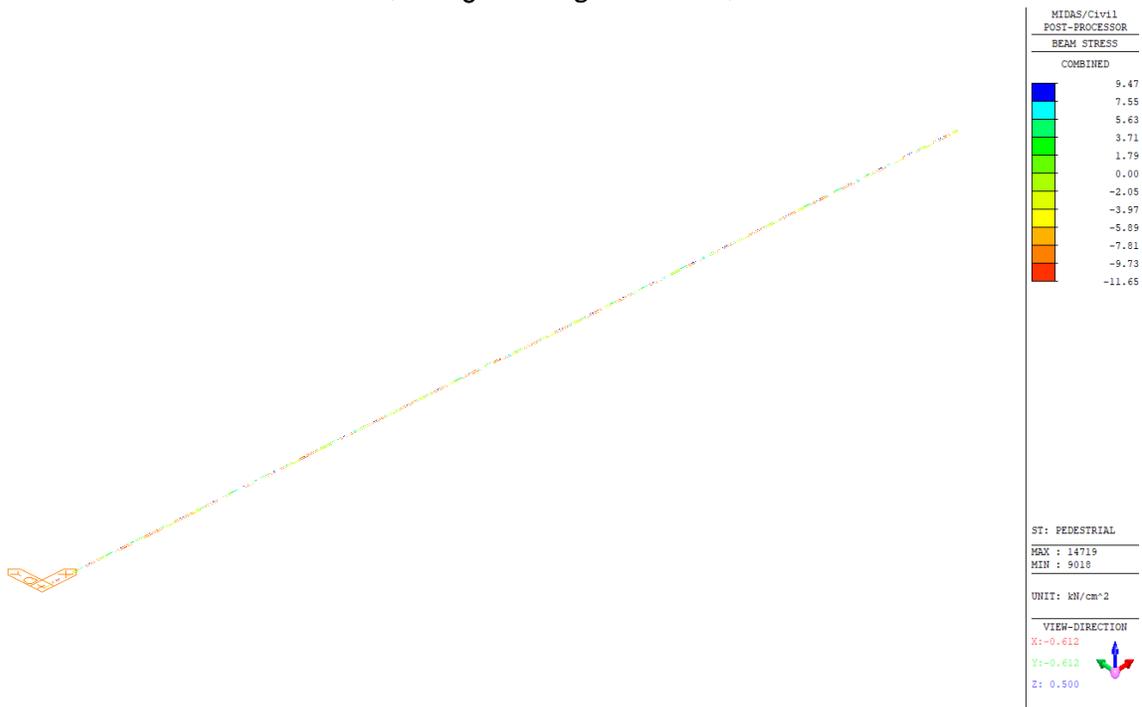
სურ.3.9 ბურჯზე არსებულ წყალსადენ მილში აღძრული My მდუნავი მომენტი მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან ($M_{max} = 230.39$ კნ-მ PostCS: sLCB-2)



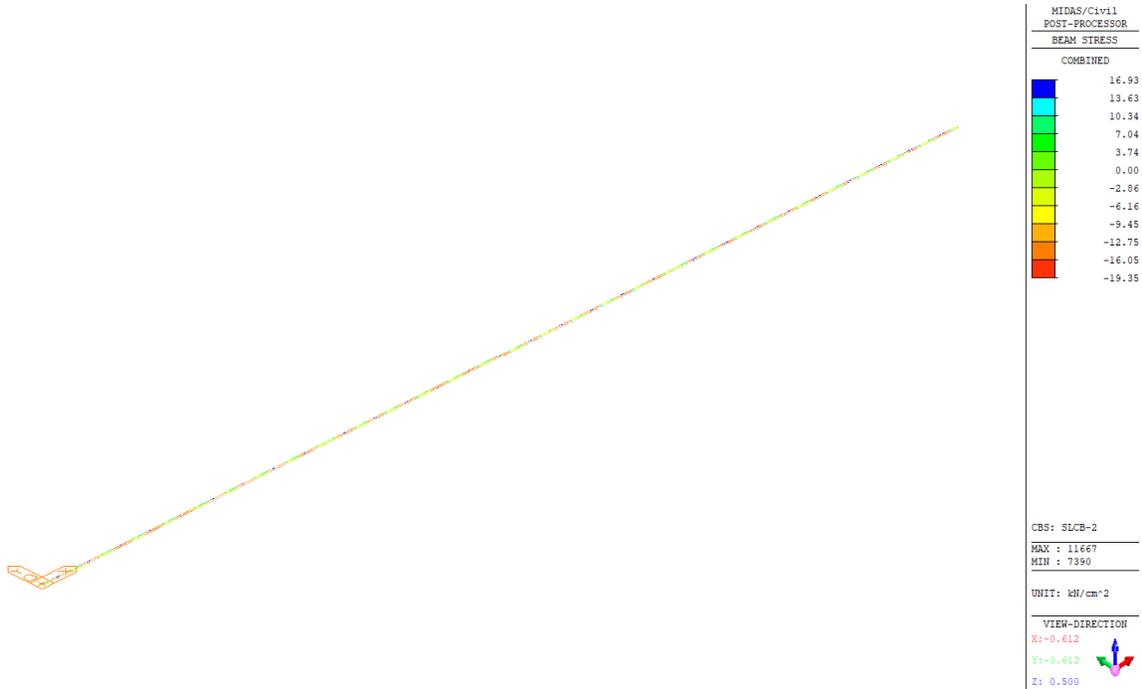
სურ.3.10 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული ძაბვა საკუთარი წონისგან (7.18 კნ/სმ² Stage2-2:self weight)



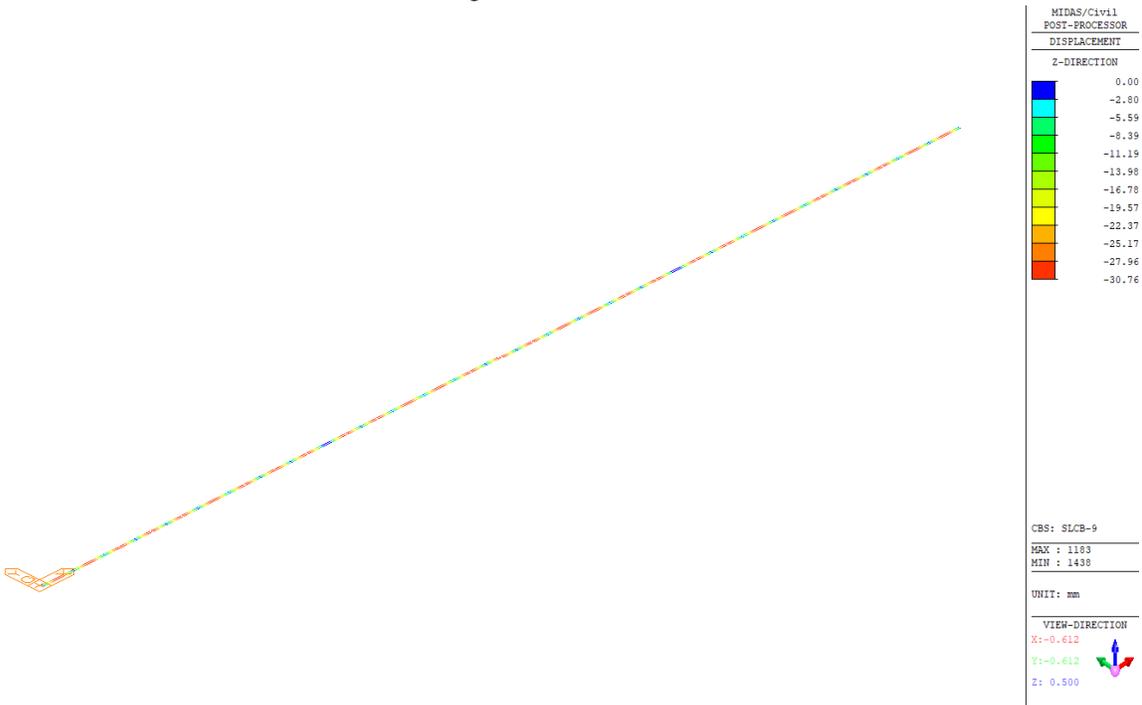
სურ.3.11 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული ძაბვა მუდმივი დატვირთვისგან
(18.62 კნ/სმ² Stage2-2:sLCB-1)



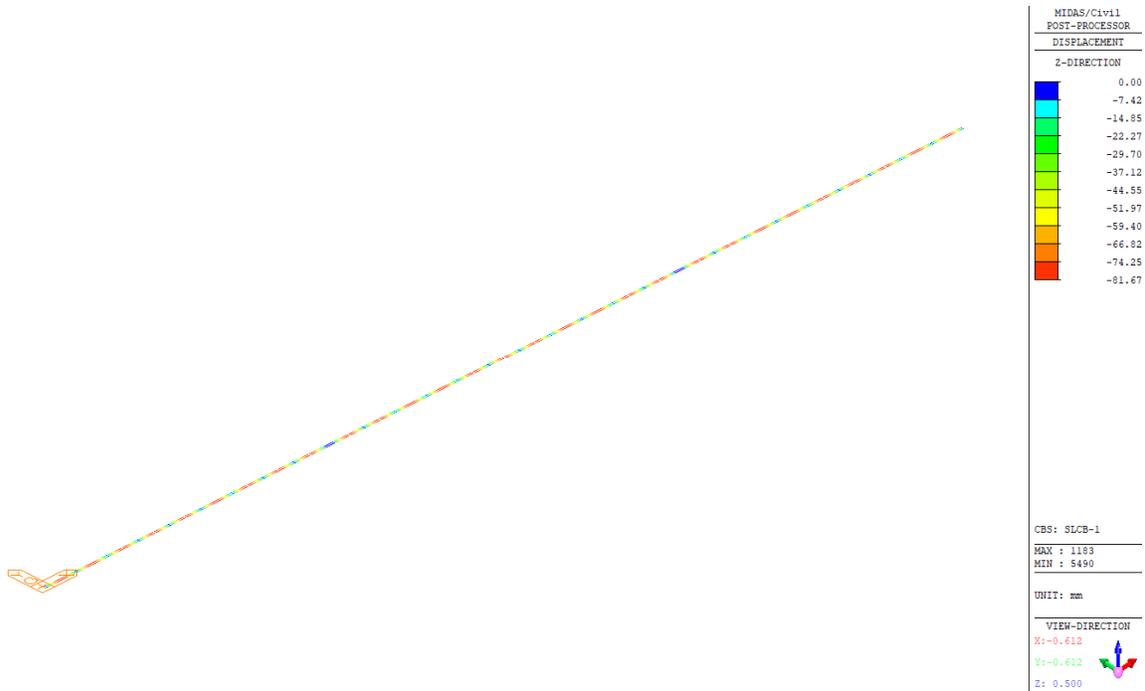
სურ.3.12 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული ძაბვა საქვეითო დატვირთვისგან
(11.65 კნ/სმ² PostCS: Pedesrial)



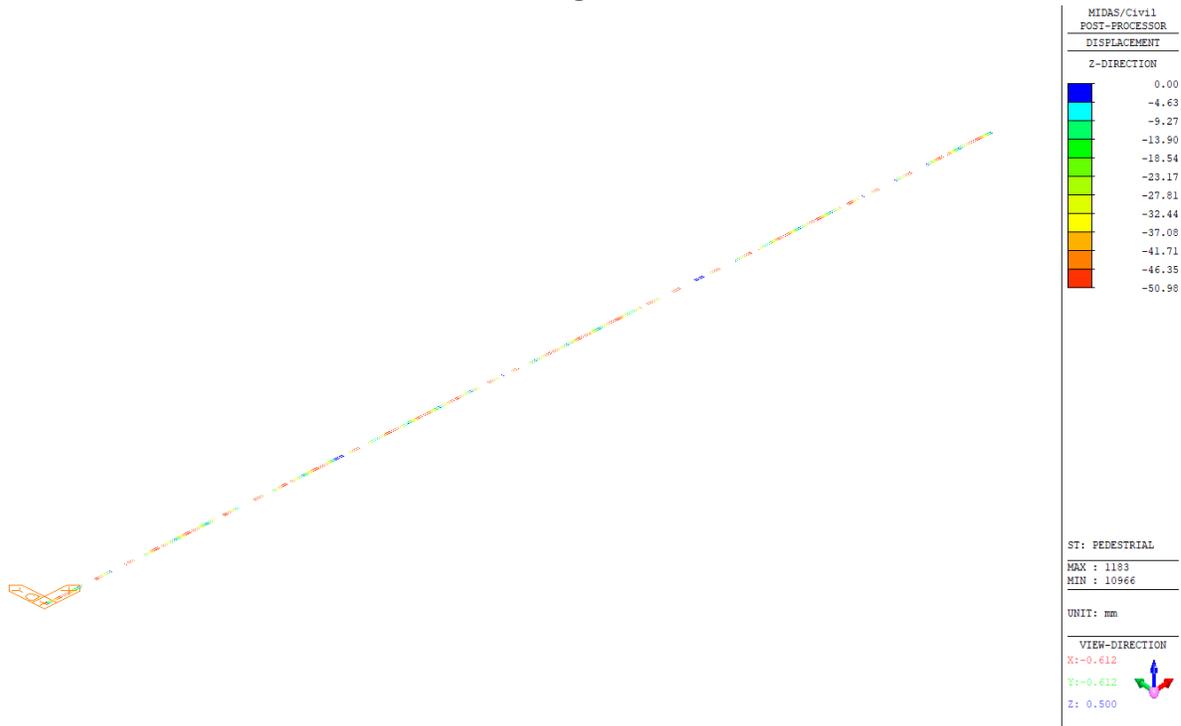
სურ.3.13 მალის ნაშენის კოჭებში აღბრული ძაბვა მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან (19.35 კნ/სმ² PostCS: sLCB-2)



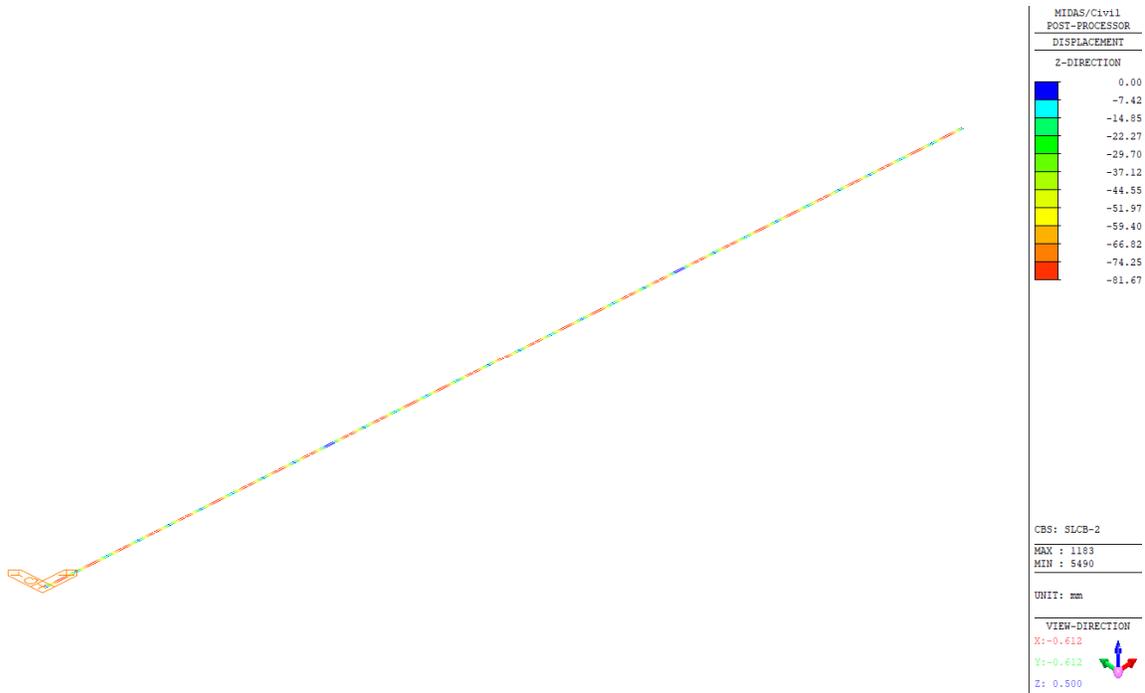
სურ.3.14 მალის ნაშენის კოჭების ჩაღუნვა Dz საკუთარი წონისგან (30.74 მმ Stage2-2: Self weight)



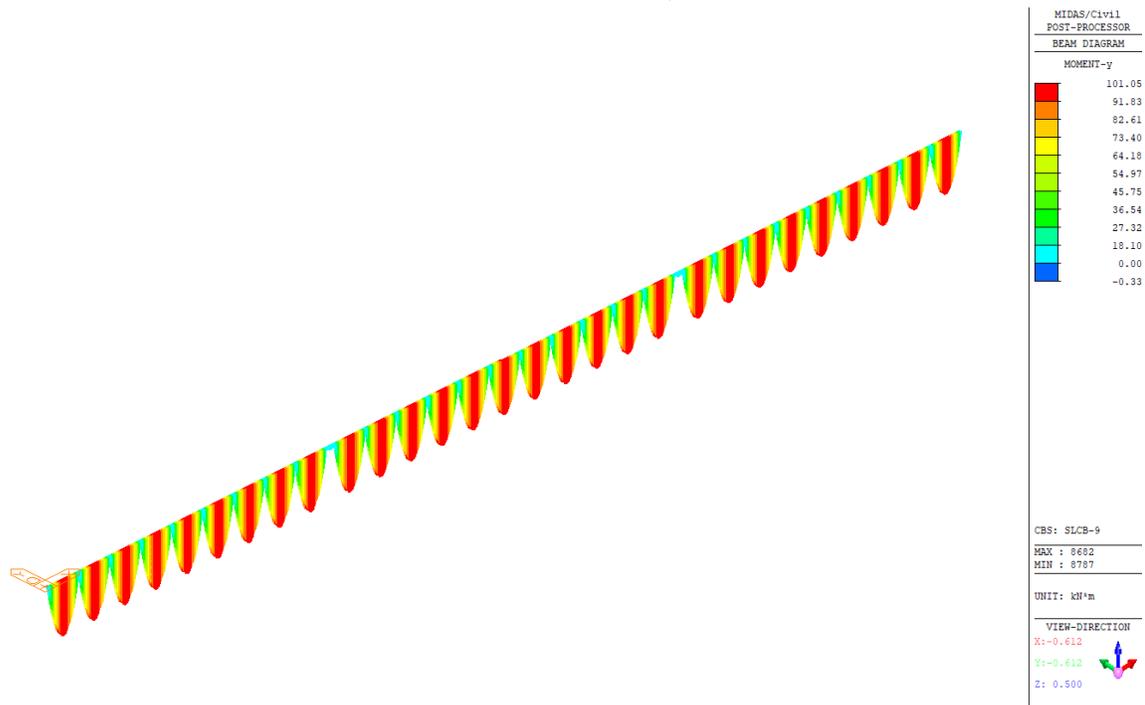
სურ.3.15 მალის ნაშენის კოჭების ჩალუნვა Dz მუდმივი დატვირთვისგან (81.67 მმ Stage2-2: sLCB-1)



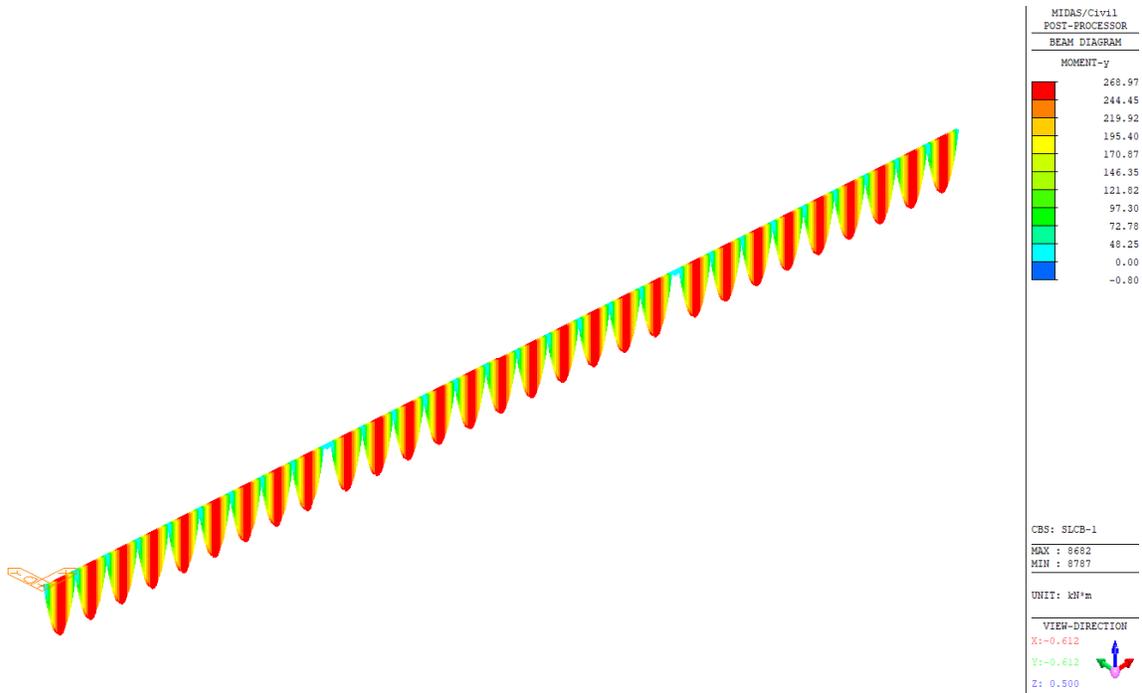
სურ.3.16 მალის ნაშენის კოჭების ჩალუნვა Dz საქვეითო დატვირთვისგან (50.98 მმ PostCS: Pedestrial)



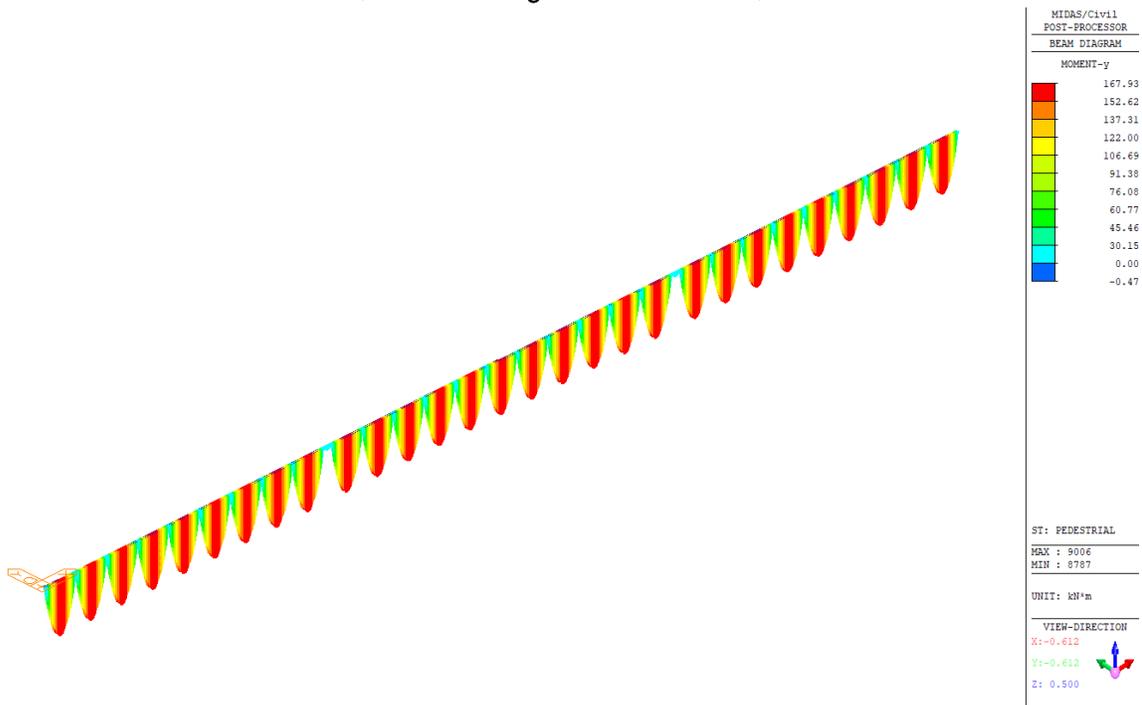
სურ.3.17 მალის ნაშენის კოჭების ჩალუნვა Dz მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისგან (81.67 მმ PostCS: sLCB-2)



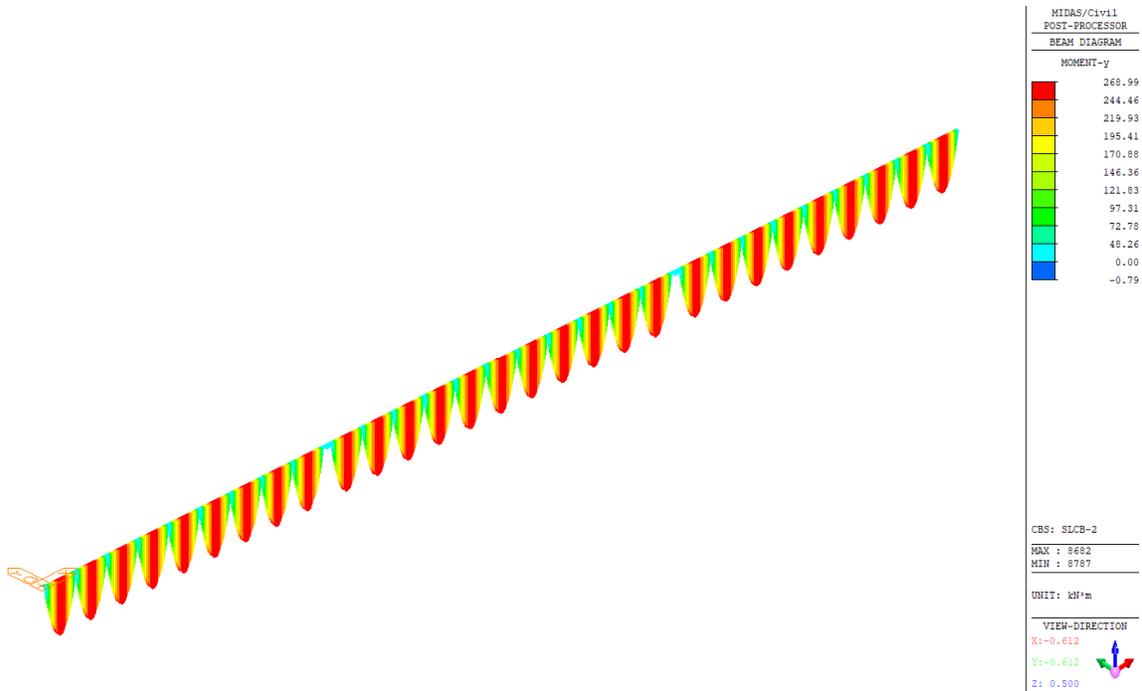
სურ.3.18 მალის ნაშენის კოჭებში აღბრული M_y მდუნავი მომენტი საკუთარი წონისგან ($M_{max} = 101.05$ კნ*მ PostCS: Self weight)



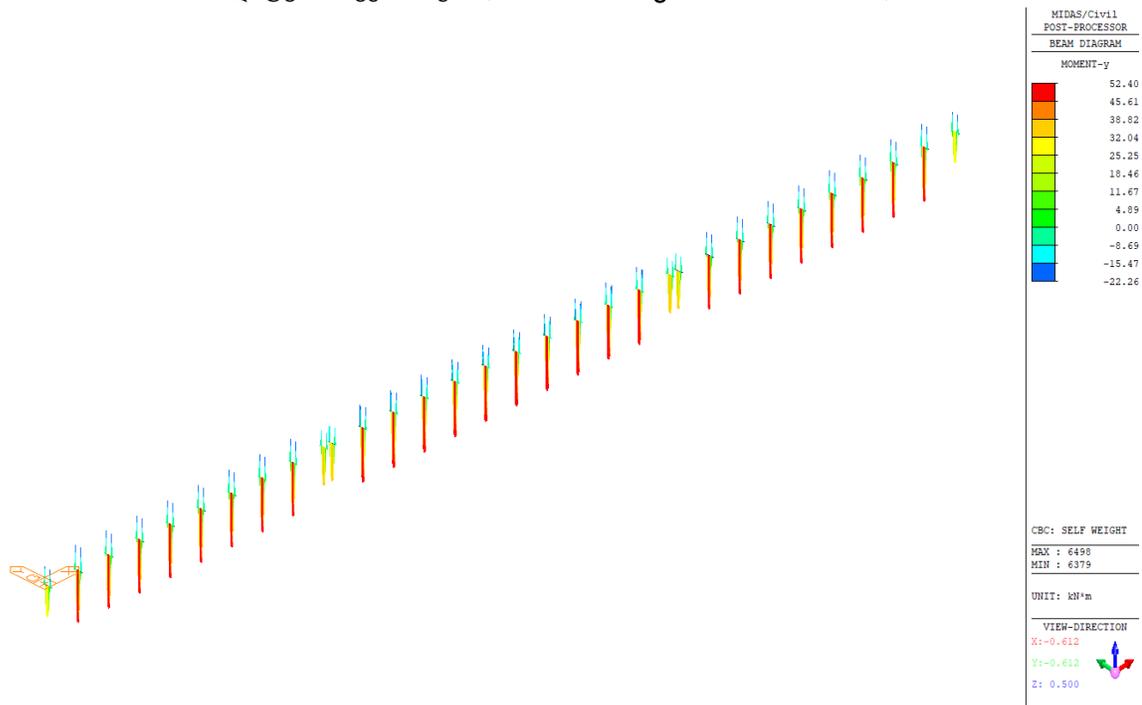
სურ.3.19 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი დატვირთვისაგან
($M_{max} = 268.97$ კნ·მ PostCS: sLCB-1)



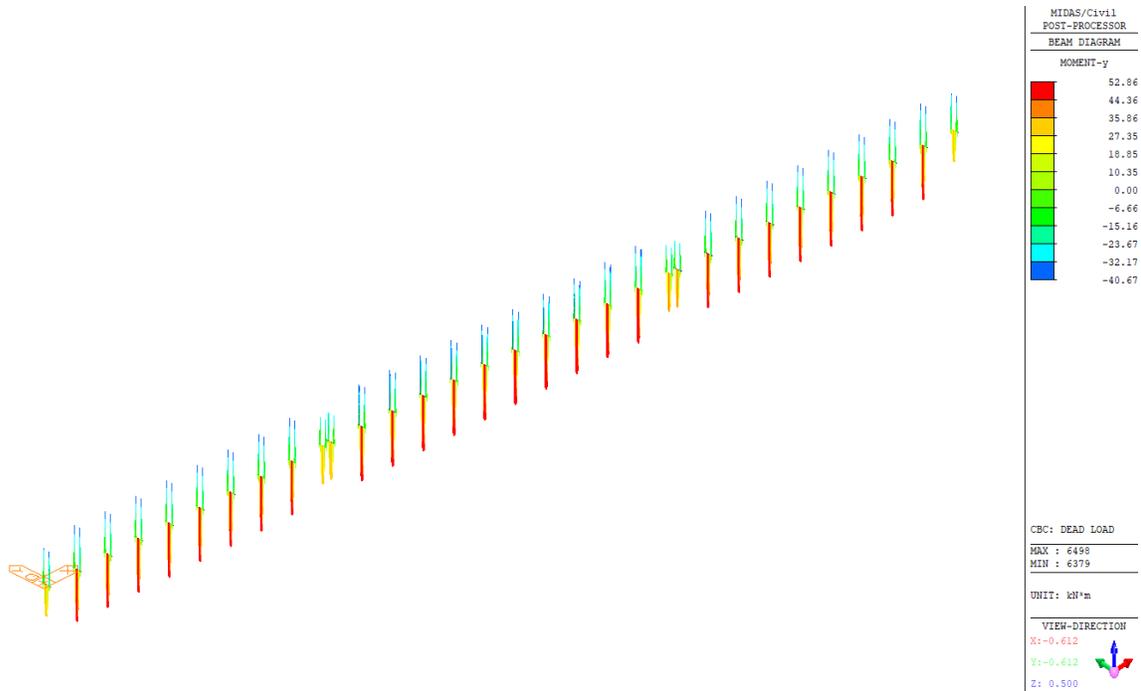
სურ.3.20 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული My მლუნავი მომენტი საქვეითო დატვირთვისაგან
($M_{max} = 167.93$ კნ·მ PostCS: Pedestrial)



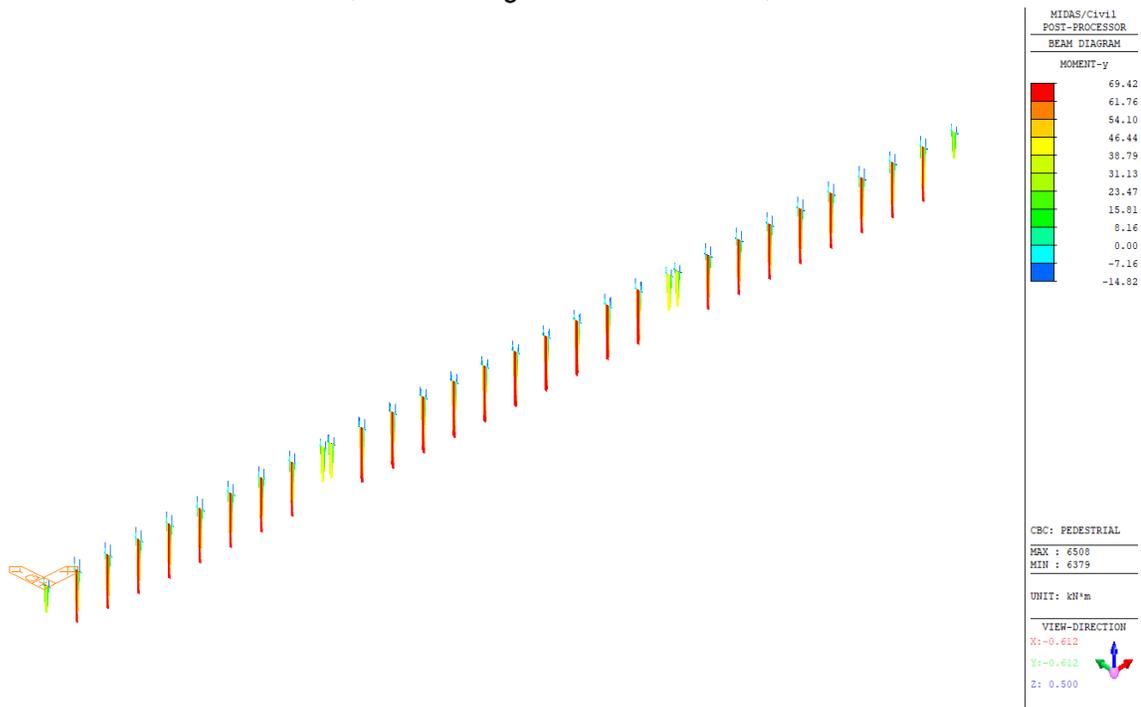
სურ.3.21 მალის ნაშენის კოჭებში აღძრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან ($M_{max} = 268.99$ კნ·მ PostCS: sLCB-2)



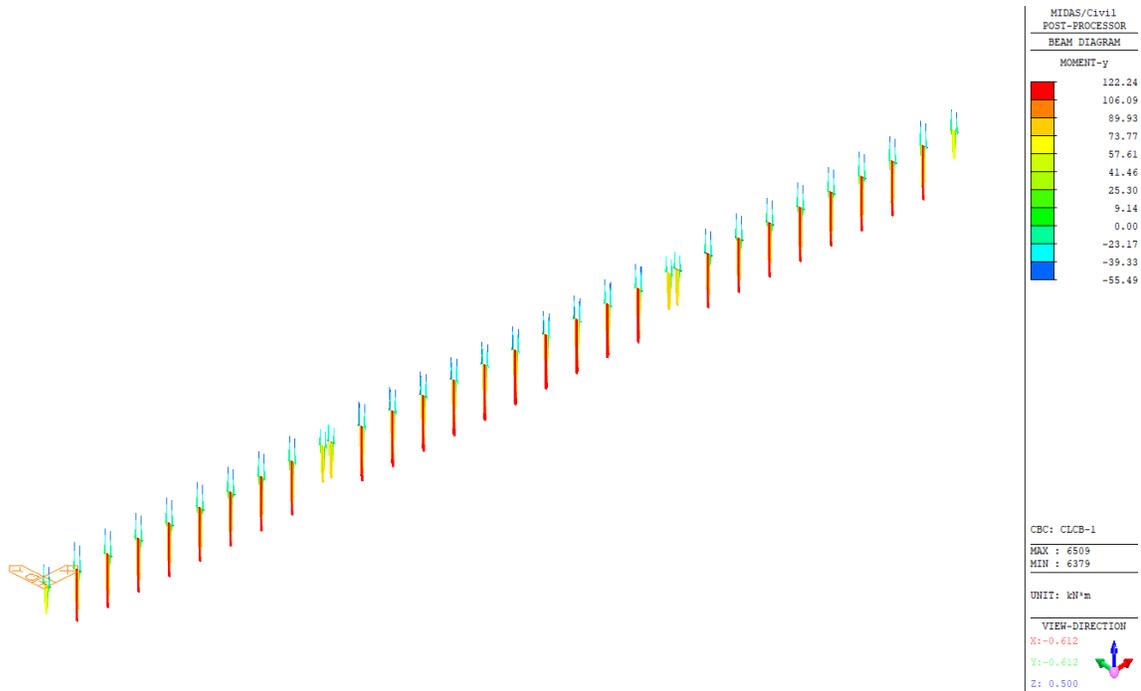
სურ.3.22 რიგელებში აღძრული My მლუნავი მომენტი საკუთარი წონისაგან ($M_{max} = 52.4$ კნ·მ PostCS: Self weight)



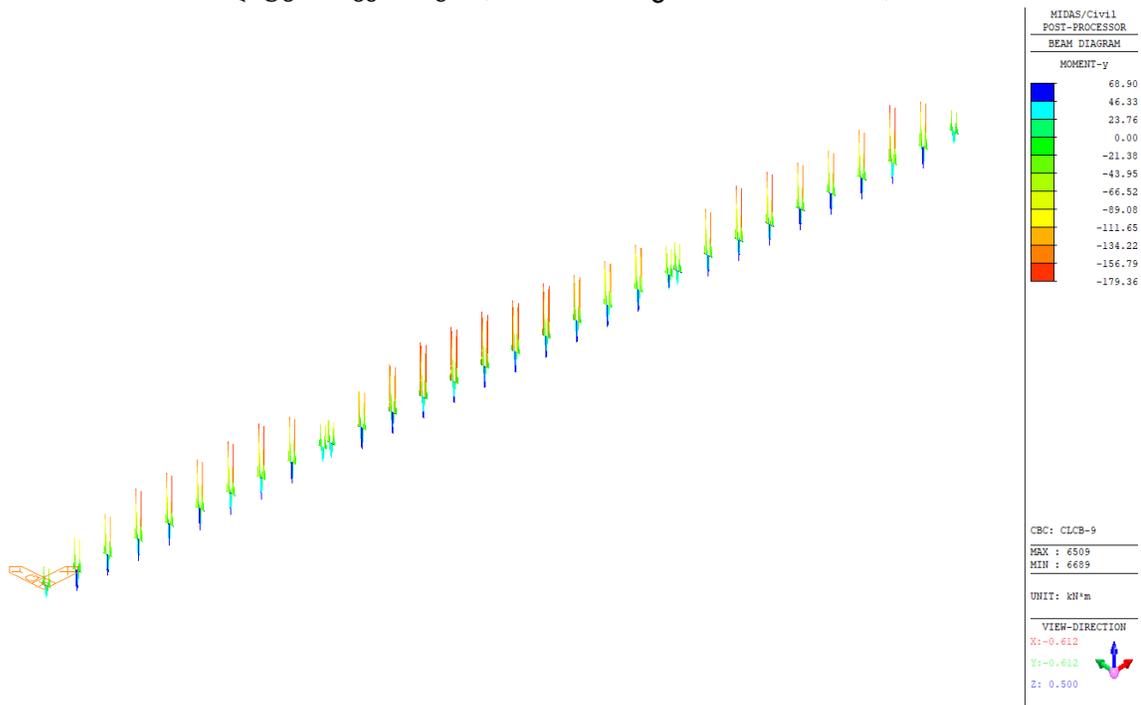
სურ.3.23 რიგელებში აღბრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი დატვირთვისაგან
($M_{max} = 52.86$ კნ·მ PostCS: Dead load)



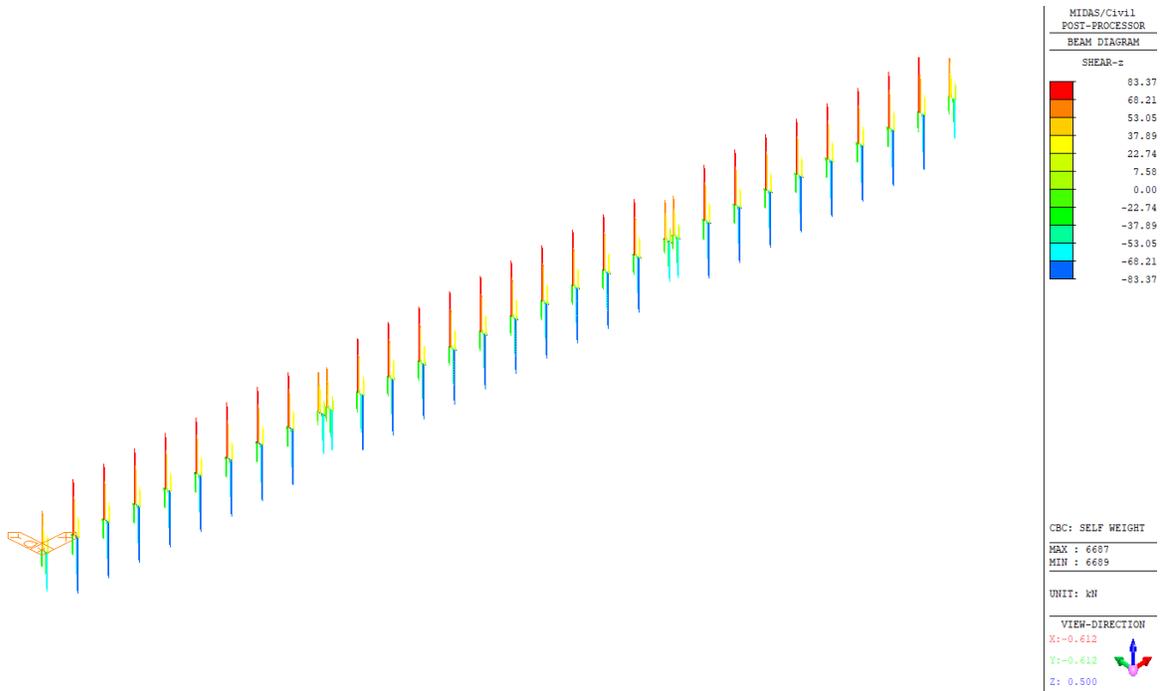
სურ.3.24 რიგელებში აღბრული My მლუნავი მომენტი საქვეითო დატვირთვისაგან
($M_{max} = 69.42$ კნ·მ PostCS: Pedesrial)



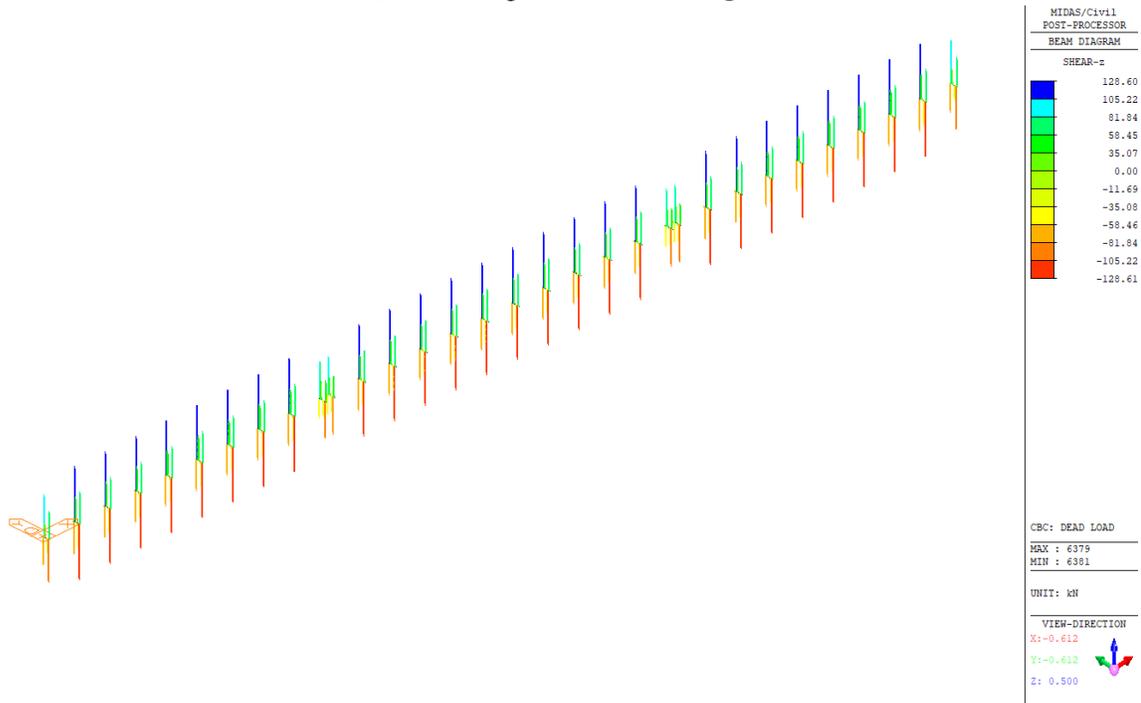
სურ.3.25 რიგელებში აღბრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან ($M_{max} = 122.24$ კნ·მ PostCS: cLCB-1)



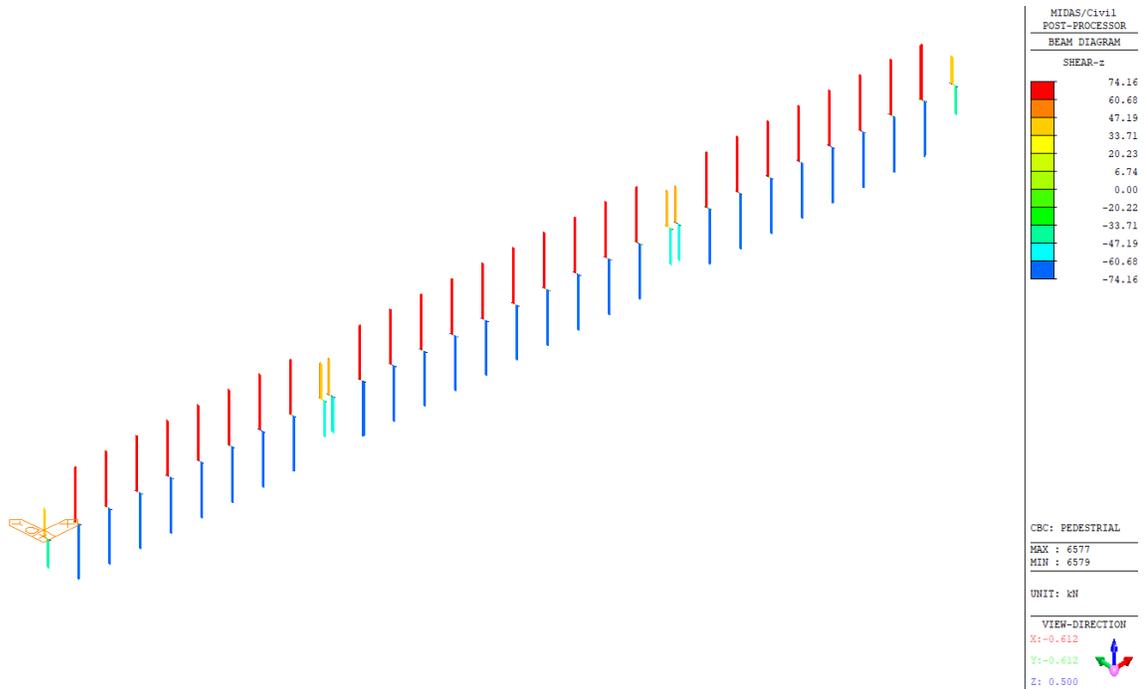
სურ.3.26 რიგელებში აღბრული My მლუნავი მომენტი მუდმივი, დროებითი და სეისმური დატვირთვებისაგან ($M_{max} = 179.36$ კნ·მ PostCS: sLCB-9)



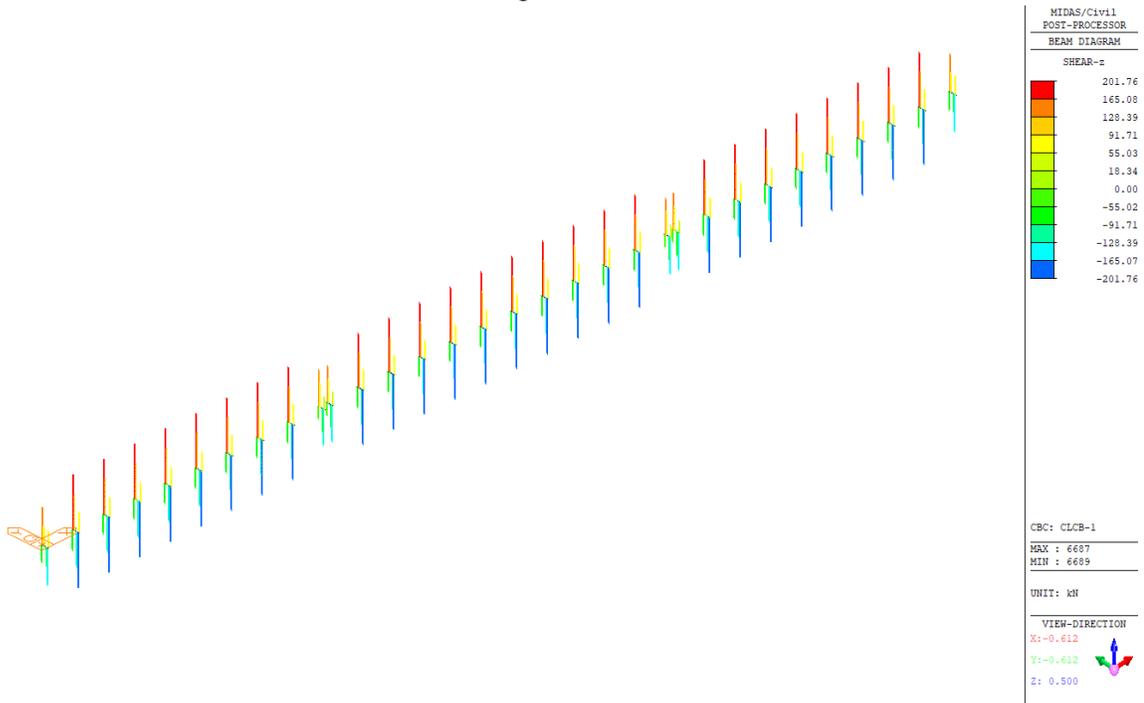
სურ.3.27 რიგელებში აღძრული Q_y განივი ძალა საკუთარი წონისგან
($Q_{max} = 83.37$ კნ PostCS: Self weight)



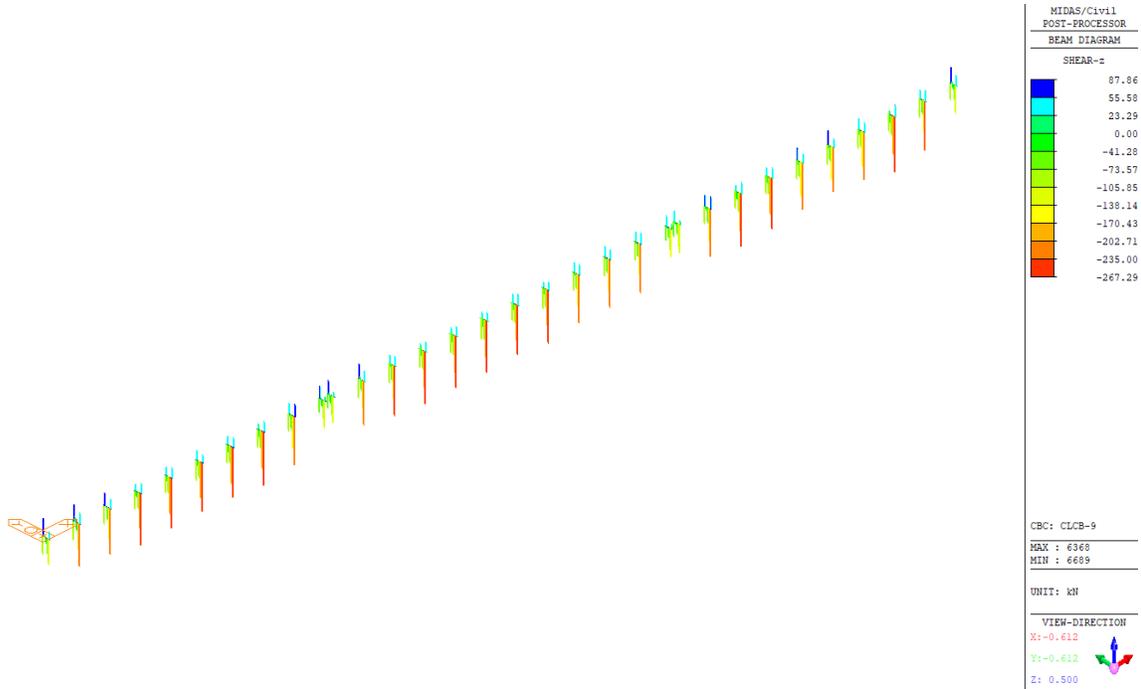
სურ.3.28 რიგელებში აღძრული Q_y განივი ძალა მუდმივი დატვირთვებისგან
($Q_{max} = 128.61$ კნ PostCS: Dead load)



სურ.3.29 რიგელებში აღბრული Q_y განივი ძალა საქვეითო დატვირთვისაგან ($Q_{max} = 74.16$ კნ PostCS: Pedesrial)



სურ.3.30 რიგელებში აღბრული Q_y განივი ძალა მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან ($Q_{max} = 201.76$ კნ PostCS: cLCB-1)



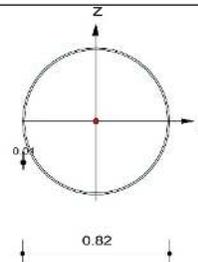
სურ.3.31 რიგელებში აღბრული Q_y განივი ძალა მუდმივი, დროებითი და სეისმური დატვირთვებისაგან ($Q_{max} = 267.29$ კნ PostCS: sLCB-9)

3.3. წყალსადენი მილის კვეთის შემოწმება

MIDAS/Civil		Steel Checking Result	
	Company		Project Title
	Author	p	File Name
			p

1. Design Information

Design Code : Eurocode3-2:05
 Unit System : kN, m
 Member No : 31
 Material : St3sp4 (No:1)
 (Fy = 245000, Es = 206000000)
 Section Name : Pipe (No:1)
 (Rolled : Pipe).
 Member Length : 1.00000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -2145.1 (LCB: 2, POS:I)
 Bending Moments My = -230.39, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = -230.39, Myj = -159.78 (for Lb)
 Myi = -230.39, Myj = -159.78 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 3, POS:1/2)
 Fzz = -74.140 (LCB: 2, POS:I)

Outer Dia.	0.82000	Wall Thick	0.01000
Area	0.02545	Asz	0.01272
Qyb	0.16405	Qzb	0.16405
Iyy	0.00209	Izz	0.00209
Ybar	0.41000	Zbar	0.41000
Wely	0.00509	Welz	0.00509
ry	0.28640	rz	0.28640

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 18.0000, Lz = 18.0000, Lb = 18.0000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 2145.05/4831.28 = 0.444 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 230.39/1247.28 = 0.185 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00/1247.28 = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{sdz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{sdz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[R_{com} + R_{bend}, \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.680 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.032 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]
=====

```

*. PROJECT      :
*. MEMBER NO   =    31, ELEMENT TYPE = Beam
*. LOADCOMB NO =     2, MATERIAL NO  =    1, SECTION NO =    1
*. UNIT SYSTEM : kN, m

*. SECTION PROPERTIES : Designation = Pipe
  Shape        = P - Section. (Built-up)
  Outer Dia.   =    0.820, Wall Thick =    0.010

  Area = 2.54469e-002,  Avy = 1.62000e-002,  Avz = 1.62000e-002
  Ybar  = 4.10000e-001,  Zbar = 4.10000e-001,  Qyb = 1.64050e-001,  Qzb = 1.64050e-001
  Wely  = 5.09093e-003,  Welz = 5.09093e-003,  Wply = 6.56133e-003,  Wplz = 6.56133e-003
  Iyy   = 2.08728e-003,  Izz   = 2.08728e-003,  Iyz   = 0.00000e+000
  iy    = 2.86400e-001,  iz    = 2.86400e-001
  J     = 4.17456e-003,  Cwp   = 1.00000e+028

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly   = 1.80000e+001,  Lz   = 1.80000e+001,  Lb   = 1.80000e+001
  Ky   = 1.00000e+000,  Kz   = 1.00000e+000

*. MATERIAL PROPERTIES :
  Fy   = 2.45000e+005,  Es   = 2.06000e+008,  MATERIAL NAME = St3sp4

*. FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :
  Axial Force   Fxx = -2.14505e+003
  Shear Forces  Fyy = 0.00000e+000,  Fzz = -7.41402e+001
  Bending Moments My = -2.30385e+002,  Mz = 0.00000e+000
  End Moments     Myi = -2.30385e+002,  Myj = -1.59784e+002 (for Lb)
                Myi = -2.30385e+002,  Myj = -1.59784e+002 (for Ly)
                Mzi = 0.00000e+000,  Mzj = 0.00000e+000 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

(.). Determine classification of tubular section(hollow pipe).
  [ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 3 of 3) ]
  -. e      = SQRT( 235/fy ) =    0.98
  -. d/t    = DTR =    82.00
  -. DTR < 90*e^2 ( Class 3 : Semi-compact ).

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

(.). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
  [ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]
  -. Cmy,0  = 0.957
  -. Cmz,0  = 1.040

```



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

- . Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
- . Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
- . CmlT (Default or User Defined Value) = 1.000

- (). Partial Factors (Gamma_M1).
- [Eurocode3:05 6.1]
- . Gamma_M0 = 1.00
 - . Gamma_M1 = 1.10
 - . Gamma_M2 = 1.25

[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.

- (). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).
- [Eurocode3:05 6.3.1]
- . Kl/i = 62.8 < 200.0 ---> O.K.

- (). Calculate axial compressive resistance (Nc_Rd).
- [Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]
- . Nc_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 6234.49 kN.

- (). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nc_Rd).
- $$\frac{N_{Ed}}{Nc_{Rd}} = \frac{2145.05}{6234.49} = 0.344 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

- (). Calculate buckling resistance of compression member (Nb_Rdy, Nb_Rdz).
- [Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]
- . Beta_A = Aeff / Area = 1.000
 - . Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 91.096
 - . Lambda_by = {(Ky*Ly/iy)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 0.690
 - . Ncry = Pi^2*Es*Iyy / (Ky*Ly)^2 = 13097.94 kN.
 - . Lambda_by > 0.2 and N_Ed/Ncry > 0.04 --> Need to check.
 - . Alphay = 0.210
 - . Phiy = 0.5 * [1 + Alphay*(Lambda_by-0.2) + Lambda_by^2] = 0.789
 - . Xiy = MIN [1 / [Phiy + SQRT(Phiy^2 - Lambda_by^2)], 1.0] = 0.852
 - . Nb_Rdy = Xiy*Beta_A*Area*fy / Gamma_M1 = 4831.28 kN.
 - . Lambda_bz = {(Kz*Lz/iz)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 0.690
 - . Ncrz = Pi^2*Es*Izz / (Kz*Lz)^2 = 13097.94 kN.
 - . Lambda_bz > 0.2 and N_Ed/Ncrz > 0.04 --> Need to check.
 - . Alphaz = 0.210
 - . Phiz = 0.5 * [1 + Alphaz*(Lambda_bz-0.2) + Lambda_bz^2] = 0.789
 - . Xiz = MIN [1 / [Phiz + SQRT(Phiz^2 - Lambda_bz^2)], 1.0] = 0.852
 - . Nb_Rdz = Xiz*Beta_A*Area*fy / Gamma_M1 = 4831.28 kN.

- (). Check ratio of buckling resistance (N_Ed/Nb_Rd).
- $$\frac{N_{Ed}}{Nb_{Rd}} = \frac{2145.05}{4831.28} = 0.444 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

[[[*]]] CHECK TORSIONAL RESISTANCE.

[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.

- (). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. Avy = 2*Area/Pi = 0.0162 m².
-. Avz = 2*Area/Pi = 0.0162 m².
- (). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_T_Rdz).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdz = [Avy*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 2291.50 kN.
-. Taut_Ed = T_Ed / Wt = 0.00 KPa.
-. Vpl_T_Rdz = [1 - Taut_Ed/(fy/SQRT(3)/Gamma_M0)]*Vpl_Rdz = 2291.50 kN.
- (). Shear Buckling Check.
[Eurocode3:05 6.2.6]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
- (). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_T_Rdz).
(LCB = 2, POS = I)
-. Applied shear force : V_Edz = 74.14 kN.
V_Edz = 74.14
-. ----- = ----- = 0.032 < 1.000 ---> O.K.
Vpl_T_Rdz 2291.50

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.

- (). Calculate elastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wely = 0.0051 m³.
-. Mc_Rdy = Wely * fy / Gamma_M0 = 1247.28 kN-m.
- (). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
M_Edy 230.39
-. ----- = ----- = 0.185 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdy 1247.28

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

(). Calculate elastic resistance moment about minor axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Welz = 0.0051 m³.
-. Mc_Rdz = Welz * fy / Gamma_M0 = 1247.28 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz 0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz 1247.28

[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 1247.28 kN-m.

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 1247.28 kN-m.

(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class3
-. Rmax1 = $\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_y / \Gamma_{M0}} + \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} + \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}$
= 0.529 < 1.000 ---> O.K.

(). Calculate yield criterion for the elastic verification.
-. Sigx_Ed = 129549.22 KPa.
-. Tau_Ed = 0.00 KPa.
-. Rmax6_1 = $\left[\frac{\text{Sigx_Ed}}{f_y / \Gamma_{M0}} \right]^2 + 3 \cdot \left[\frac{\text{Tau_Ed}}{f_y / \Gamma_{M0}} \right]^2$
= 0.280 < 1.000 ---> O.K.



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

```
( ). Check interaction ratio of bending and axial compression member.
[ Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A ]
-. N_Ed = -2145.05 kN.
-. M_Edy = -230.39 kN-m.
-. M_Edz = 0.00 kN-m.
-. kyy = 1.162
-. kyz = 1.162
-. kzy = 1.162
-. kzz = 1.162
-. Xiy = 0.852
-. Xiz = 0.852
-. XiLT = 1.000
-. N_Rk = A*fy = 6234.49 kN.
-. My_Rk = WelY*fy = 1247.28 kN-m.
-. Mz_Rk = Welz*fy = 1247.28 kN-m.
-. N_Ed*eNy = 0.0 (Not Slender)
-. N_Ed*eNz = 0.0 (Not Slender)
-. Rmax_LT1 = ----- + kyy * ----- + kyz * -----
              N_Ed                      M_Edy + N_Ed*eNy          M_Edz + N_Ed*eNz
              Xiy*N_Rk/Gamma_M1        XiLT*My_Rk/Gamma_M1        Mz_Rk/Gamma_M1
              = 0.680 < 1.000 ---> O.K.
-. Rmax_LT2 = ----- + kzy * ----- + kzz * -----
              N_Ed                      M_Edy + N_Ed*eNy          M_Edz + N_Ed*eNz
              Xiz*N_Rk/Gamma_M1        XiLT*My_Rk/Gamma_M1        Mz_Rk/Gamma_M1
              = 0.680 < 1.000 ---> O.K.
-. Rmax = MAX[ MAX(Rmax1, Rmax6_1), MAX(Rmax_LT1, Rmax_LT2) ] = 0.680 < 1.000 ---> O.K.
```

კვეთი აკმაყოფილებს ჭრის, დერბული კუმშვის, მდგრადობისა და ღუნვის პირობებს Eurocode 3-ის მიხედვით.

3.4. მაღის ნაშენის კოჭის კვეთის შემოწმება

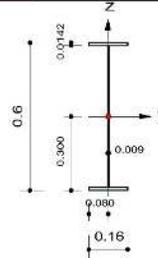
MIDAS/Civil

Steel Checking Result

	Company		Project Title	
	Author		File Name	

1. Design Information

Design Code : Eurocode3-2:05
 Unit System : kN, m
 Member No : 8682
 Material : St3sp4 (No:1)
 (Fy = 245000, Es = 206000000)
 Section Name : I 45-60 (No:6)
 (Built-up Section).
 Member Length : 0.07150



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -3.7078 (LCB: 1, POS:I)
 Bending Moments My = 268.970, Mz = 1.82977
 End Moments Myi = 268.970, Myj = 268.756 (for Lb)
 Myi = 268.970, Myj = 268.756 (for Ly)
 Mzi = 1.82977, Mzj = 1.55687 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 3.81673 (LCB: 1, POS:1/2)
 Fzz = 3.18045 (LCB: 2, POS:J)

Depth	0.60000	Web Thick	0.00900
Top F Width	0.16000	Top F Thick	0.01420
Bot F Width	0.16000	Bot F Thick	0.01420
Area	0.00991	Asz	0.00540
Qyb	0.11478	Qzb	0.00320
Iyy	0.00055	Izz	0.00001
Ybar	0.08000	Zbar	0.30000
Wely	0.00182	Welz	0.00012
ry	0.23507	rz	0.03136

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 18.0000, Lz = 5.88000, Lb = 5.88000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c_Rd}, N_{b_Rd}] = 3.71/2427.50 = 0.002 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 268.970/149.707 = 1.797 > 1.000 \dots\dots\dots \text{N.G}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 1.8298/47.3671 = 0.039 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$$

$$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\text{Beta}}$$

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, R_{max1}, (R_{com} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 1.849 > 1.000 \dots \text{N.G}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.006 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.004 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

```

* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   = 8682, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO = 1, MATERIAL NO   = 1, SECTION NO = 6
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = I 45-60
Shape      = I - Section. (Built-up)
Depth     = 0.600, Top F Width = 0.160, Bot.F Width = 0.160
Web Thick = 0.009, Top F Thick = 0.014, Bot.F Thick = 0.014

Area = 9.90815e-003, Avy = 4.54400e-003, Avz = 6.17328e-003
Ybar = 8.00000e-002, Zbar = 3.00000e-001, Qyb = 1.14782e-001, Qzb = 3.20000e-003
Wely = 1.82494e-003, Welz = 1.21811e-004, Wply = 2.06607e-003, Wplz = 1.93335e-004
Iyy = 5.47481e-004, Izz = 9.74489e-006, Iyz = 0.00000e+000
iy = 2.35065e-001, iz = 3.13612e-002
J = 4.47767e-007, Cwp = 8.31641e-007

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
Ly = 1.80000e+001, Lz = 5.88000e+000, Lb = 5.88000e+000
Ky = 1.00000e+000, Kz = 1.00000e+000

* . MATERIAL PROPERTIES :
Fy = 2.45000e+005, Es = 2.06000e+008, MATERIAL NAME = St3sp4

* . FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :
Axial Force   Fxx = -3.70781e+000
Shear Forces  Fyy = 3.81673e+000, Fzz = 2.81691e+000
Bending Moments My = 2.68970e+002, Mz = 1.82977e+000
End Moments     Myi = 2.68970e+002, Myj = 2.68756e+002 (for Lb)
               Myi = 2.68970e+002, Myj = 2.68756e+002 (for Ly)
               Mzi = 1.82977e+000, Mzj = 1.55687e+000 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
- Stress : Compression positive.
- Axial force: Tension positive.

```

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

```

( ). Determine classification of compression outstand flanges.
[ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5 ]
-. e = SQRT( 235/fy ) = 0.98
-. b/t = BTR = 4.19
-. sigma1 = 128133.200 KPa.
-. sigma2 = 121094.175 KPa.
-. BTR < 9*e ( Class 1 : Plastic ).

```



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of compression outstand flanges.
[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]
- . e = $\text{SQRT}(235/f_y) = 0.98$
- . b/t = BTR = 4.19
- . sigma1 = 140022.644 KPa.
- . sigma2 = 132983.620 KPa.
- . BTR < 9*e (Class 1 : Plastic).

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
- . Not Checking the Section Classification.

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
- . Not Checking the Section Classification.

[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).

- (). Determine classification of bending and compression Internal Parts.
[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]
- . e = $\text{SQRT}(235/f_y) = 0.98$
- . d/t = HTR = 59.96
- . sigma1 = 117453.201 KPa.
- . sigma2 = -116704.765 KPa.
- . Psi = $[2*(N_{sd}/A)*(1/f_y)] - 1 = -0.997$
- . Alpha = 0.502 > 0.5
- . HTR < $396*e/(13*Alpha-1)$ (Class 1 : Plastic).

[[[*]]] APPLIED FACTORS.

- (). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
- . Cmy,0 = 0.999
- . Cmz,0 = 0.970
- . Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
- . Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
- . CmLT (Default or User Defined Value) = 1.000



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

(). Partial Factors (Gamma_Mi).
[Eurocode3:05 6.1]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.10
-. Gamma_M2 = 1.25

[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.

(). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).
[Eurocode3:05 6.3.1]
-. Kl/i = 187.5 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate axial compressive resistance (Nc_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]
-. Nc_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 2427.50 kN.

(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nc_Rd).
N_Ed = 3.71
-. = 3.71 / 2427.50 = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

(). Calculate buckling resistance of compression member (Nb_Rdy, Nb_Rdz).
[Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]
-. Beta_A = Aeff / Area = 1.000
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 91.096
-. Lambda_by = {(Ky*Ly/iy)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 0.841
-. Ncry = Pi^2*Es*Iyy / (Ky*Ly)^2 = 3435.51 kN.
-. Lambda_by < 0.2 or N_Ed/Ncry < 0.04 --> No need to check.

-. Lambda_bz = {(Kz*Lz/iz)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 2.058
-. Ncrz = Pi^2*Es*Izz / (Kz*Lz)^2 = 573.05 kN.
-. Lambda_bz < 0.2 or N_Ed/Ncrz < 0.04 --> No need to check.

[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.

(). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. Avy = 2*B*tf = 0.0045 m^2.
-. Avz = eta*hw*tw = 0.0062 m^2.

(). Calculate plastic shear resistance in local-y direction (Vpl_Rdy).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdy = [Avy*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 642.75 kN.



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edy/Vp1_Rdy).
( LCB = 1, POS = I )
-. Applied shear force : V_Edy = 3.82 kN.
   V_Edy 3.82
-. ----- = ----- = 0.006 < 1.000 ---> O.K.
   Vp1_Rdy 642.75

( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vp1_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vp1_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 = 873.22 kN.

( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR > 72*e/Eta ---> Need to check!

( ). Calculate shear buckling resistance in local-z direction (Vb1_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6, EN 1993-1-5:2004 5.2 ]
-. Eta = 1.20
-. Lambda_w = hw / (86.4*tw*e) = 0.7506
-. Chi_w = 0.83/Lambda_w = 1.11
-. Vbw_Rdz = Chi_w*fy*hw*tw / [sqrt(3)*Gamma_M1] = 731.54 kN.

-. Af1 = 0.0023 m^2.
-. Af2 = 0.0023 m^2.
-. Mfk = Af1*fy*(H-Zbar-tf/2) + Af2*fy*(Zbar-tf/2) = 326.08 kN-m.
-. rf = 1-[Ned/((Af1+Af2)*fy/Gamma_M0)] = 0.9967(0<r<1)
-. Mf_Rd = rf*Mfk/Gamma_M0 = 324.99 kN-m.
-. In case of M_Ed < Mf_Rd
-. a = Ly = 18.0000 m.
-. bf = min(B, 30*e*tf) = 0.1600 m.
-. c = a*[ 0.25 + (1.6*bf*tf^2*fy)/(tw*hw^2*fy) ] = 4.8160 m.
-. Vbf_Rdz = (bf*tf^2*fy)/(c*Gamma_M1)*[1-(M_Ed/Mf_Rd)^2] = 0.47 kN.

-. Vb_Rdz1 = Vw_Rdz + Vf_Rdz = 732.01 kN.
-. Vb_Rdz2 = Eta*fy*hw*tw / [sqrt(3)*Gamma_M1] = 793.83 kN.
-. Vb_Rdz = min[ Vbw_rdz1, Vbw_rdz2 ] = 732.01 kN.

( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vb_Rdz).
( LCB = 2, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz = 3.18 kN.
   V_Edz 3.18
-. ----- = ----- = 0.004 < 1.000 ---> O.K.
   Vb_Rdz 732.01
```

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wply = 0.0021 m³.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 506.19 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
M_Edy 268.97
-. ----- = ----- = 0.531 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdy 506.19

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wplz = 0.0002 m³.
-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 47.37 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz 1.83
-. ----- = ----- = 0.039 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz 47.37

[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]
-. Por = 0.300
-. Gs = Es / [2*(1+Por)] = 79230769.231 KPa.
-. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 573.05 kN.
-. psi = 0.000
-. C1 = 1.285
-. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [(Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr] = 282.57 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [Wply*fy / Mcr] = 1.338
-. Lambda_LT_bar0 = 0.200

-. Lambda_LT_bar = 1.338 > Lambda_LT_bar0 = 0.200
-. M_Ed/Mcr = 0.952 > Lambda_LT_bar0^2 = 0.040
If Lambda_LT_bar > Lambda_LT_bar0 and M_Ed/Mcr > Lambda_LT_bar0^2,
Allowance for lateral-torsional buckling necessary.

-. Alpha_LT = 0.760
-. Phi_LT = 0.5 * { 1+Alpha_LT*(Lambda_LT_bar-0.2) + Lambda_LT_bar^2 } = 1.828
-. Xi_LT = MIN [1 / {Phi_LT + SQRT(Phi_LT^2 - Lambda_LT_bar^2)}, 1.0] = 0.325
-. Mb_Rd = Xi_LT*Wply*fy / Gamma_M1 = 149.71 kN-m.



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE:

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

(). Check ratio of lateral-torsional buckling resistance (M_Edy/Mb_Rdy).

$$\frac{M_Edy}{Mb_Rdy} = \frac{268.97}{149.71} = 1.797 > 1.000 \text{ ---> Not Acceptable !}$$

[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
 [Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
 -. In case of $V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5$
 -. $My_Rd = Mc_Rdy = 506.19 \text{ kN-m.}$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
 [Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
 -. In case of $V_Eddy / Vpl_Rdy < 0.5$
 -. $Mz_Rd = Mc_Rdz = 47.37 \text{ kN-m.}$

(). Check general interaction ratio.
 [Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$$Rmax1 = \frac{N_Ed}{N_Rd} + \frac{M_Edy}{My_Rd} + \frac{M_Edz}{Mz_Rd}$$

$$= 0.572 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
 [Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
 -. $n = N_Ed / Npl_Rd = 0.002$
 -. $a = \text{MIN}[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.500$
 -. $Alpha = 2.000$
 -. $Beta = \text{MAX}[5*n, 1.0] = 1.000$
 -. $N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 606.87 \text{ kN.}$
 -. $N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 630.19 \text{ kN.}$
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
 -. $Mny_Rd = Mply_Rd = 506.19 \text{ kN-m.}$
 -. $Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.531 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$
 -. $N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 1988.60 \text{ kN.}$
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
 -. $Mnz_Rd = Mplz_Rd = 47.37 \text{ kN-m.}$
 -. $Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.039 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

-. $Rmax2 = \left[\frac{M_Edy}{Mny_Rd} \right]^{Alpha} + \left[\frac{M_Edz}{Mnz_Rd} \right]^{Beta}$

$$= 0.321 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$



MIDAS/Civil

Steel Code Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - Steel Code Checking[Eurocode3-2:05]

```
( ). Check interaction ratio of bending and axial compression member.
[ Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A ]
-. N_Ed = -3.71 kN.
-. M_Edy = 268.97 kN-m.
-. M_Edz = 1.83 kN-m.
-. kyy = 1.006
-. kyz = 0.954
-. kzy = 0.526
-. kzz = 1.051
-. Xiy = 1.000
-. Xiz = 1.000
-. XiLT = 0.325
-. N_Rk = A*fy = 2427.50 kN.
-. My_Rk = Wply*fy = 506.19 kN-m.
-. Mz_Rk = Wplz*fy = 47.37 kN-m.
-. N_Ed*eNy = 0.0 (Not Slender)
-. N_Ed*eNz = 0.0 (Not Slender)
-. Rmax_LT1 = ----- + kyy * ----- + kyz * -----
              N_Ed                    M_Edy + N_Ed*eNy          M_Edz + N_Ed*eNz
              Xiy*N_Rk/Gamma_M1        XiLT*My_Rk/Gamma_M1        Mz_Rk/Gamma_M1
              = 1.849 > 1.000 ---> Not Acceptable !
-. Rmax_LT2 = ----- + kzy * ----- + kzz * -----
              N_Ed                    M_Edy + N_Ed*eNy          M_Edz + N_Ed*eNz
              Xiz*N_Rk/Gamma_M1        XiLT*My_Rk/Gamma_M1        Mz_Rk/Gamma_M1
              = 0.991 < 1.000 ---> O.K.
-. Rmax = MAX[ MAX(Rmax1, Rmax2), MAX(Rmax_LT1, Rmax_LT2) ] = 1.849 > 1.000 ---> Not Acceptable !
```

კვეთი აკმაყოფილებს ჭრის, ადგილობრივი სიმტკიცის, ღერძული კუმშვისა და ღუნვის პირობებს, თუმცა ვერ აკმაყოფილებს მდგრადობის პირობას Eurocode 3-ის მიხედვით.

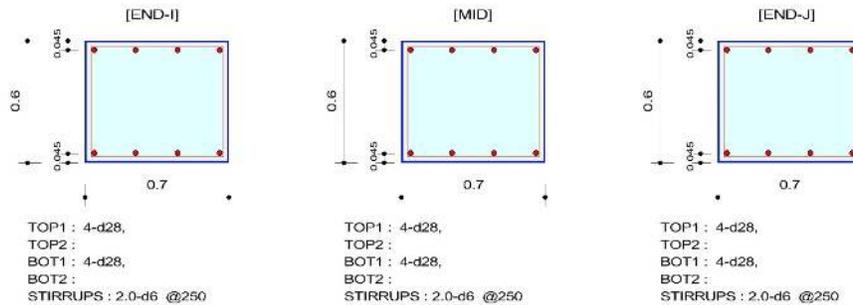
3.5. რიგელის კვეთის შემოწმება

MIDAS/Civil		RC Beam Checking Result	
	Company		Project Title
	Author		File Name

1. Design Information

Member Number: 6689
 Design Code : Eurocode2-2:05
 Unit System : kN, m
 Material Data : $f_{ck} = 25000$, $f_{yk} = 390000$, $f_{yw} = 210000$
 KPa Beam Span : 4.8 m
 Section Property: Cap (No : 7)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	179.36	146.07	80.01
(-) Load Combination No.	9	9	9
Factored Strength (M _{Rd})	437.04	437.04	437.04
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.4104	0.3342	0.1831
Positive Moment (M _{Ed})	100.88	104.67	106.36
(+) Load Combination No.	5	5	5
Factored Strength (M _{Rd})	437.04	437.04	437.04
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.2308	0.2395	0.2434
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0025	0.0025	0.0025
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0025	0.0025	0.0025

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	9	9	9
Factored Shear Force (V _{Ed})	267.29	266.00	263.42
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	152.31	152.31	152.31
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	24.74	24.74	24.74
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0001	0.0001	0.0001
Using Stirrups Spacing	2.0-d6 @250	2.0-d6 @250	2.0-d6 @250
Check Ratio	10.8047	10.7527	10.6486



MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]
=====

15 1 Self weight(1.100) + Water(1.000)
16 1 Pedestrial(1.000)

MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]

*.MIDAS/Civil - RC-BEAM Analysis/Design Program.

*.PROJECT :
 *.DESIGN CODE : Eurocode2-2:05, *.UNIT SYSTEM : kN, m
 *.MEMBER : Member Type = BEAM, MEMB = 6689

*.DESCRIPTION OF BEAM DATA (iSEC = 7) : Cap
 Section Type : Rectangle (RECT)
 Beam Length (Span) = 0.500 m.
 Section Depth (Hc) = 0.600 m.
 Section Width (Bc) = 0.700 m.
 Concrete Strength (fck) = 25000.000 KPa.
 Main Rebar Strength (fyk) = 390000.000 KPa.
 Stirrups Strength (fyw) = 210000.000 KPa.
 Modulus of Elasticity (Es) = 200000000.000 KPa.

*.FORCES AND MOMENTS AT CHECK POINT <I> :
 Positive Bending Moment P-M_Ed = 100.88 kN-m., LCB = 5
 Negative Bending Moment N-M_Ed = 179.36 kN-m., LCB = 9
 Shear Force V_Ed = 267.29 kN., LCB = 9

*.REINFORCEMENT PATTERN :

Location	i	di(m.)	Rebar	Asi(m^2.)
Top	1	0.045	4-d28	0.00246
Bottom	1	0.045	4-d28	0.00246

Stirrups : 2.0-d6 @250

[[[*]]] ANALYZE NEGATIVE BENDING MOMENT CAPACITY.

(). Compute design parameters.
 -. lambda = 0.8000 (fck <= 50 MPa.)
 -. eta = 1.0000 (fck <= 50 MPa.)
 -. Gamma_c = 1.635 (for Fundamental).
 -. Alpha_cc = 0.85 (Default or User Defined).
 -. fcd = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 13000.000 KPa.
 -. Gamma_s = 1.1142 (for Fundamental).
 -. fyd = fyk / Gamma_s = 350000.000 KPa.

(). Check area of tensile reinforcement (Rectangular-beam).
 -. fyk = 390000.0000 KPa.
 -. fctm = 0.30 * fck^(2/3) = 2563.23 KPa.
 -. As.min = MAX[0.26*(fctm/fyk)*bt*d, 0.0013*bt*d] = 0.0007 m^2.

MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]

-. As.max = 0.04 * (Bc*Hc) = 0.0168 m².
 -. As.prov = 0.0025 m².
 -. As.min < As.prov < As.max ---> O.K !

(). Search for neutral axis..... Unit : kN., m.

Trial	c	C	T	Ratio
1-st	0.119	864.52	862.41	100.245
2-nd	0.116	841.77	862.41	97.607
3-rd	0.117	853.14	862.41	98.926
4-th	0.118	858.83	862.41	99.585

(). Check moment capacity.

-. c = 0.1180 m.
 -. a = lambda * c = 0.0944 m.
 -. C = eta*fcd*(hf*bf+Bc*(a-hf)) = 858.83 kN.
 -. T = fyd * As = 862.41 kN.
 -. hc = 0.3000 m.
 -. M_Rd = C*(hc-a/2) + T*(d-hc) = 437.04 kN-m.
 -. M_Ed/M_Rd = 0.410 ---> O.K !

[[[*]]] ANALYZE POSITIVE BENDING MOMENT CAPACITY.

(). Compute design parameters.

-. lambda = 0.8000 (fck <= 50 MPa.)
 -. eta = 1.0000 (fck <= 50 MPa.)
 -. Gamma_c = 1.635 (for Fundamental).
 -. Alpha_cc = 0.85 (Default or User Defined).
 -. fcd = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 13000.000 KPa.
 -. Gamma_s = 1.1142 (for Fundamental).
 -. fyd = fyk / Gamma_s = 350000.000 KPa.

(). Check area of tensile reinforcement (Rectangular-beam).

-. fyk = 390000.0000 KPa.
 -. fctm = 0.30 * fck^(2/3) = 2563.23 KPa.
 -. As.min = MAX[0.26*(fctm/fyk)*bt*d, 0.0013*bt*d] = 0.0007 m².
 -. As.max = 0.04 * (Bc*Hc) = 0.0168 m².
 -. As.prov = 0.0025 m².
 -. As.min < As.prov < As.max ---> O.K !

(). Search for neutral axis..... Unit : kN., m.

Trial	c	C	T	Ratio
1-st	0.119	864.52	862.41	100.245
2-nd	0.116	841.77	862.41	97.607
3-rd	0.117	853.14	862.41	98.926
4-th	0.118	858.83	862.41	99.585

MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]

```
( ). Check moment capacity.
-. c = 0.1180 m.
-. a = lambda * c = 0.0944 m.
-. C = eta*fcd*(hf*bf+Bc*(a-hf)) = 858.83 kN.
-. T = fyd * As = 862.41 kN.
-. hc = 0.3000 m.
-. M_Rd = C*(hc-a/2) + T*(d-hc) = 437.04 kN-m.
-. M_Ed/M_Rd = 0.231 ---> O.K !
```

[[[*]]] ANALYZE SHEAR CAPACITY.

```
( ). Compute design parameters.
-. Gamma_c = 1.635 (for Fundamental).
-. Alpha_cc = 0.85 (Default or User Defined).
-. fcd = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 13000.000 KPa.
-. Gamma_s = 1.1142 (for Fundamental).
-. fywd = fyw / Gamma_s = 218751.367 KPa.
-. Nu = 0.6*(1.0-fck/250) = 0.540 (fck in MPa)

( ). Calculate shear strength of concrete.
-. V_Ed = 267.286 kN.
-. d = 0.555 m.
-. bw = 0.700 m.
-. K = MIN[ 1.0+sqrt(200/d), 2.0 ] = 1.6003 (by d unit is mm).
-. As1 = 0.00246 m^2. (Area of tensile reinforcement).
-. Rho1 = As1/(bw*d) = 0.00634
-. C_Rdc = 0.18/Gamma_c = 0.0918
-. V_Rdc1 = [ C_Rdc*K*(100*Rho1*fck)^(1/3) ]*bw*d = 152.312 kN.
-. V_Rdc2 = [ 0.035*K^(3/2)*sqrt(fck) ]*bw*d = 150.772 kN.
-. V_Rdc = MAX[ V_Rdc1, V_Rdc2 ] = 152.312 kN.
-. Vwd = V_Ed (V_Rdc < V_Ed) ---> Shear reinforcement is required.

( ). Check crushing of concrete.
-. Theta = 45.0000 (deg)
-. V_RdMax = 1.0*Nu*fcd/{cot(Theta)+tan(Theta)}*bw*0.9*d = 1200.022 kN.
-. V_Ed < V_RdMax ---> Acceptable !!!

( ). Calculate required shear reinforcement. ( Asw1 = 0.00003 m^2. )
-. Asw/s1 = Vwd / (0.9*fywd*d) = 0.00245 m^2/m.
-. Calculate spacing s1 = 0.02314 m.
-. Rhow = 0.08*sqrt(fck)/fyw = 0.00175 (by concrete and steel classes).
-. Smax1 = Asw / (bw*Rhow) = 0.04613 m.
-. Smax2 = 0.75*d = 0.41625 m.
-. Applied spacing s_max = MIN[ s1, Smax1, Smax2 ] = 0.02314 m.
-. N_leg = 2
-. Asw/s_max = N_leg*Asw1 / s_max = 0.00245 m^2/m.
-. Aswmax/s_max = 0.5*1.0*Nu*fcd*bw/fywd = 0.01098 m^2/m.
-. Asw/s_use = N_leg*Asw1 / s_use = 0.00023 m^2/m.
-. Asw/s_max > Asw/s_use ---> Not Acceptable !!!

( ). Calculate shear strength of reinforcement.
-. V_Rds = Asw/(s*0.9*d*fywd*cot(theta)) = 24.738 kN.
-. V_Ed/V_Rds = 10.80472 ---> Not Acceptable !!!
```



MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]

[[[*]]] CHECK STRESS LIMITATION.

(). Calculate stress of bottom.

-. LCB = 12
-. k1 = 0.60000
-. k3 = 0.80000

(Assumed Uncracked Section)

-. Mu = 100.88 kN-m.
-. n = 12.18154(Long Term).
-. fctm = 0.30 * fck^(2/3) = 2563.23 KPa.
-. fr1 = (1.6 - H/1000) * fctm = 2563.23 KPa.
-. fr = MAX[fctm, fr1] = 2563.23 KPa.
-. z_bar = 0.30000 m.
-. Iyy = 0.01618 m^4.
-. Ss_con = Mu*(H-z_bar)/Iyy = 1870.05527 KPa.
-. Ss_st1 = Mu*(d-z_bar)*n/Iyy = 19363.13169 KPa.
Ss_con < fr ---> O.K !
Ss_st1 < k3*fyk=312000.00000 KPa. ---> O.K !

(). Calculate stress of top.

-. LCB = 13
-. k1 = 0.60000
-. k3 = 0.80000

(Assumed Uncracked Section)

-. Mu = 37.28 kN-m.
-. n = 12.18154(Long Term).
-. fctm = 0.30 * fck^(2/3) = 2563.23 KPa.
-. fr1 = (1.6 - H/1000) * fctm = 2563.23 KPa.
-. fr = MAX[fctm, fr1] = 2563.23 KPa.
-. z_bar = 0.30000 m.
-. Iyy = 0.01618 m^4.
-. Ss_con = Mu*(H-z_bar)/Iyy = 691.03999 KPa.
-. Ss_st1 = Mu*(d-z_bar)*n/Iyy = 7155.24216 KPa.
Ss_con < fr ---> O.K !
Ss_st1 < k3*fyk=312000.00000 KPa. ---> O.K !

[[[*]]] CHECK DEFLECTIONS.



MIDAS/Civil

RC Beam Checking Result

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author		File Name	

MIDAS/Civil - RC-Beam Checking [Eurocode2-2:05]
=====

```
( ). Compute Maximum Deflection.
-. LCB      = 12 (Characteristic).
-. Position =  0.250 m, From i-end(Node 6918).
-. DAF      =  1.000 (Deflection Amplification Factor)
-. Def      = -8.575e-006 * DAF = -8.575e-006 m.
-. Def_Lim = L / 250.000 =  0.0124 m.
Def < Def_Lim ---> O.K !
```

კვეთი აკმაყოფილებს ღერძული კუმშვის, მდგრადობისა და ღუნვის პირობებს, თუმცა ვერ აკმაყოფილებს ჭრის პირობას Eurocode 2-ის მიხედვით.

4. დ ა ს კ ვ ნ ა

მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები – 41°26'14"N 45°01'13"E) აკვედუკის გამოკვლევისა და გადაანგარიშების შედეგების ანალიზის საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომ:

- არ არის დაკმაყოფილებული მაღლის ნაშენის მთავარი კოჭების მდგრადობის პირობა;
- აგრეთვე არ არის დაკმაყოფილებული რიგელის კვეთის ჭრის პირობა;
- ზემოაღნიშნული პირობებიდან გამომდინარე და იმის გამო რომ, დამკვეთმა ვერ წარმოადგინა აკვედუკის საპროექტო ან/და საშემსრულებლო ნახაზები, ვერ დადგინდა დგარების ჩაღრმავება, შესაბამისად მხოლოდ არამრღვევი მეთოდებით მათი კვეთის შემოწმება ვერ მოხერხდა. ამიტომ მიზანშეუწონეადა ჩაითვალოს დგარის კვეთის შემოწმება.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან კეთდება დასკვნა, რომ აკვედუკი საჭიროებს სარეაბილიტაციო და სარეკონსტრუქციო სამუშაოებს, შესაბამისი საექსპლოატაციო მოთხოვნების გათვალისწინებით.

5. რეკომენდაციები

- 1) რეაბილიტაციას საჭიროებს ბურჯების რეინაბეტონის რიგელების დაზიანებული დამცავი ფენის ბეტონი;
- 2) რეაბილიტაცია-რეკონსტრუქციას საჭიროებს ფოლადის მალის ნაშენების მზიდი კოჭები;
- 3) რეაბილიტაციას საჭიროებს სავალი ნაწილის დაზიანებული რეინაბეტონის ფილები;
- 4) რეაბილიტაციას საჭიროებს სავალი ნაწილის კონსტრუქცია ასფალტის საფარისა და მოაჯირის მოწყობით;
- 5) რეაბილიტაციას საჭიროებს საყრდენი ნაწილები ლილვაკის, ზედა და ქვედა საბალანსირე ფურცლებისა და რიგელში ჩამაგრების კვანძების გათვალისწინებით;
- 6) რეაბილიტაციას საჭიროებს მობრუნებული და წანაცვლებული სამაგრი (ზედა და ქვედა შედგენილი კონსტრუქციის სამუთი) კონსტრუქციები;
- 7) აუცილებელია წყალსადენი მილების საყრდენი კვეთების სიმძლავრე და რეგულირება.



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. ВСН 4-81. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах.



მდ. მტკვარზე არსებული (მდებარეობის კოორდინატები – $41^{\circ}26'14''N$
 $45^{\circ}01'13''E$) აკვედუკის გამოკვლევა



დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი



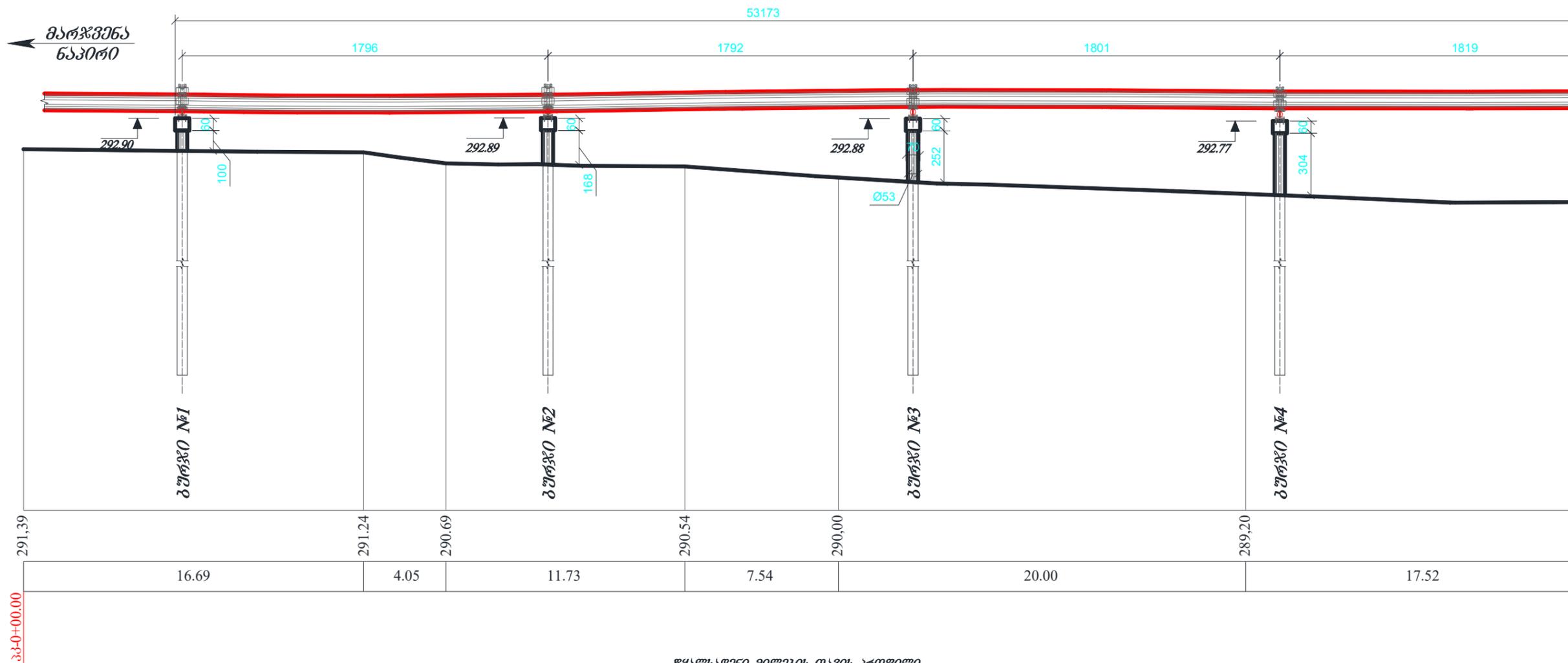
გეგმა (ფურცელი 1)



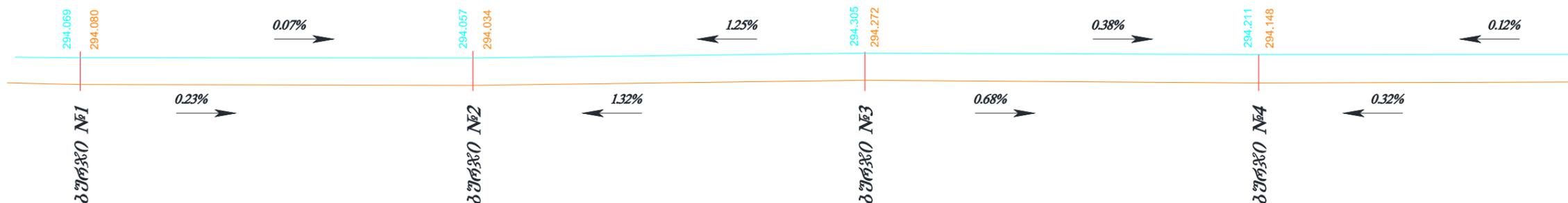
გეგმა (ფურცელი 2)



გეგმა (ფურცელი 3)



წყალსაღები მიწების თავის პროფილი

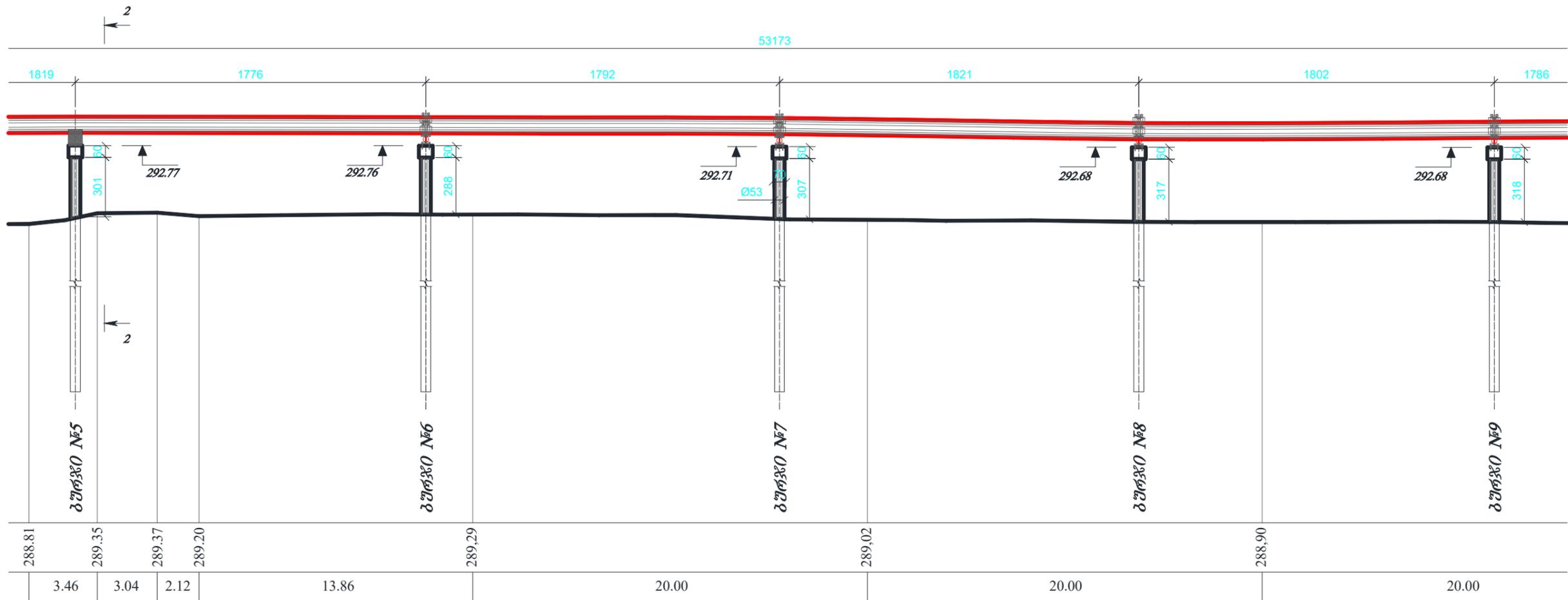


შენიშვნები:

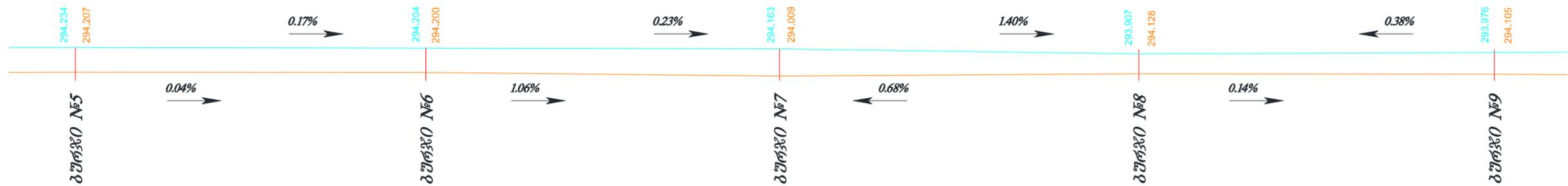
1. ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
2. ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აკვედუკის ღერძზე;
3. წყალსაღები მიწის თავის ნიშნულები მიღებულია საყრდენ კვითზე.

— ზედა მხრის წყალსაღები მიწი
— ქვედა მხრის წყალსაღები მიწი

აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 1)



წყალსაღები მიღების თავის პროფილი

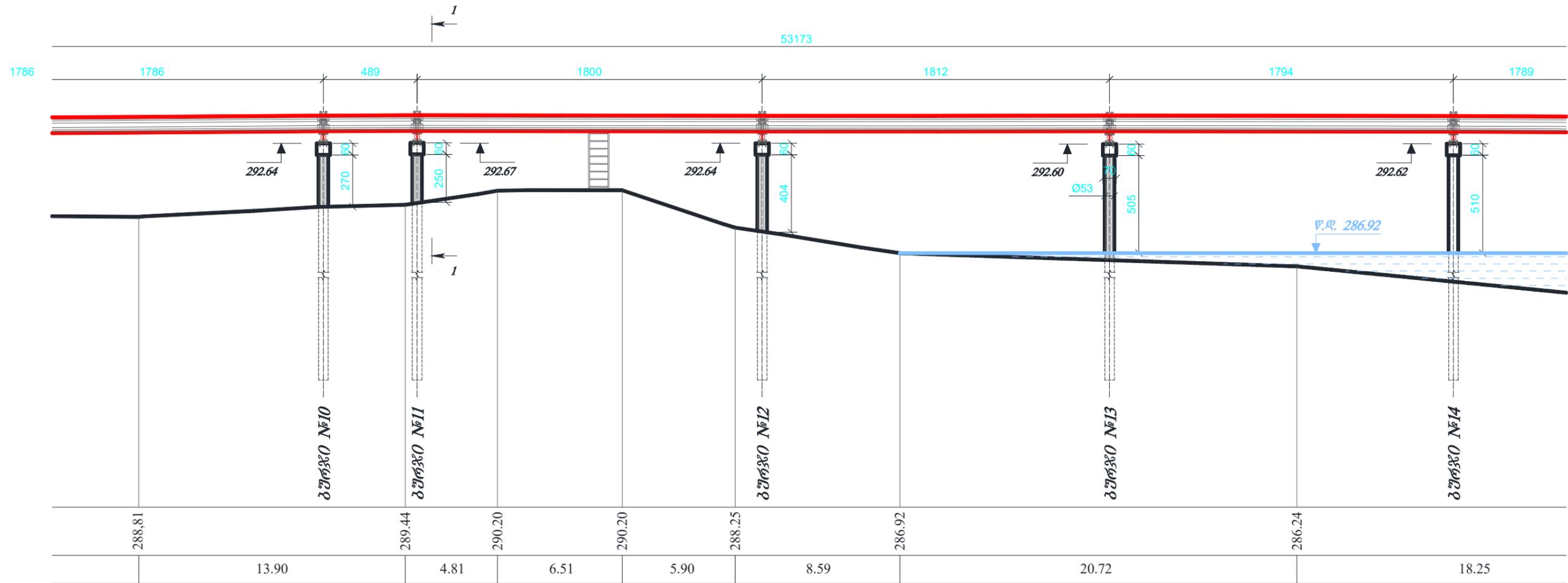


შენიშვნები:

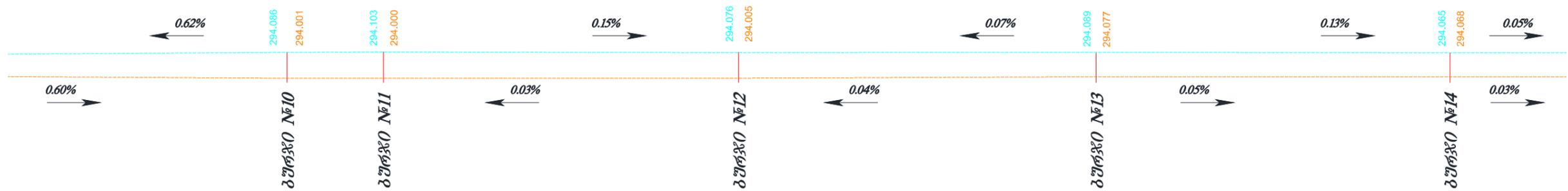
1. ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
2. ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აგებულია აკვედუკის ლერძზე;
3. წყალსაღები მილის თავის ნიშნულები მიღებულია საჩრდუნ კვეთზე.

— ზედა მხრის წყალსაღები მილი
— ქვედა მხრის წყალსაღები მილი

აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 2)



წყალსაღები მიღების თავის პროფილი

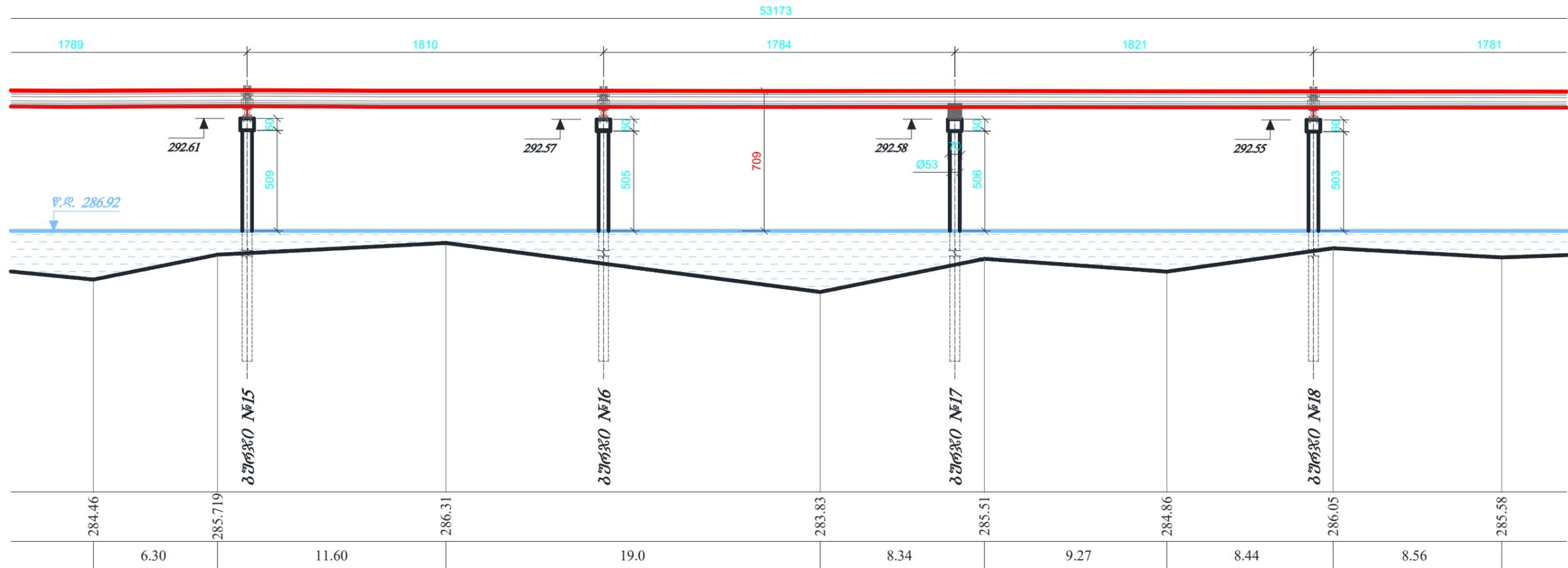


შენიშვნები:

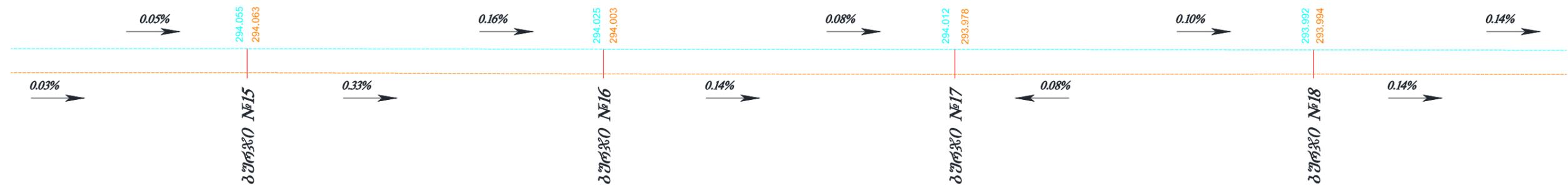
- ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
- ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აკვედუკის ღერძზე;
- წყალსაღები მიღების თავის ნიშნულები მიღებულია საყრდენ კვითზე.

--- ზედა მხრის წყალსაღები მიღი
--- ქვედა მხრის წყალსაღები მიღი

აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 3)



წყალსაღენი მიღების თავის პროფილი



შენიშვნები:

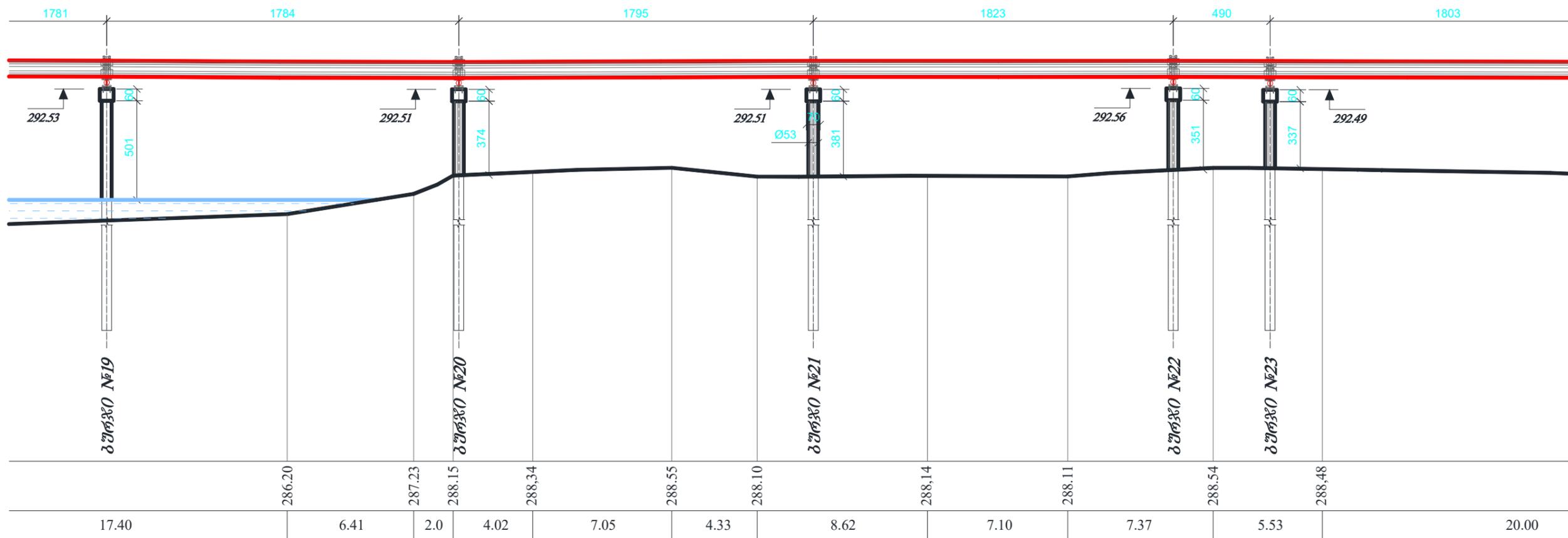
- ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
- ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აგებულია აკვედუკის ღერძზე;
- წყალსაღენი მიღების თავის ნიშნულები მიღებულია საყრდენ კვითზე.

- ხედა მხრის წყალსაღენი მიღი
- ძველ მხრის წყალსაღენი მიღი

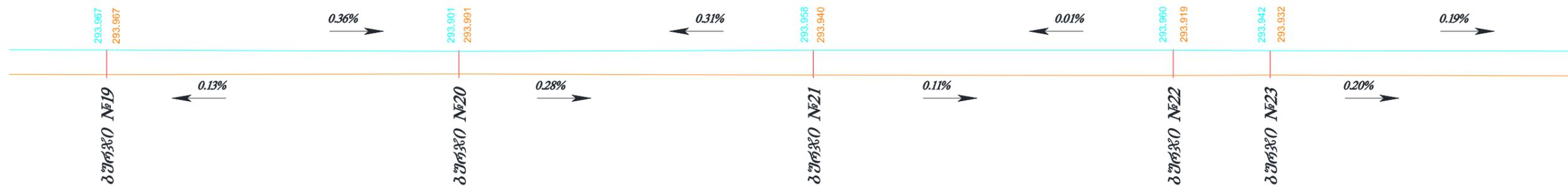
აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 4)



53173



წყალსადენი მიწების თავის პროფილი



შენიშვნები:

- ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
- ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აგებულია აკვედუკის ლერძზე;
- წყალსადენი მიწის თავის ნიშნულები მიღებულია საყრდენ კვითზე.

— ხედა მხრის წყალსადენი მიწი
— ძველ მხრის წყალსადენი მიწი

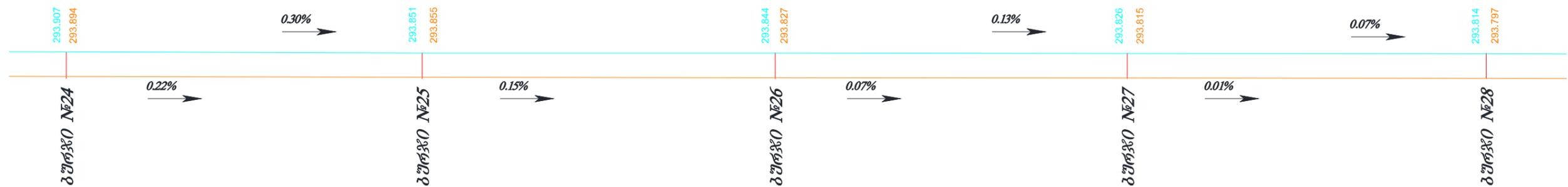
აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 5)



53173



წყალსადენი მილების თავის პროფილი

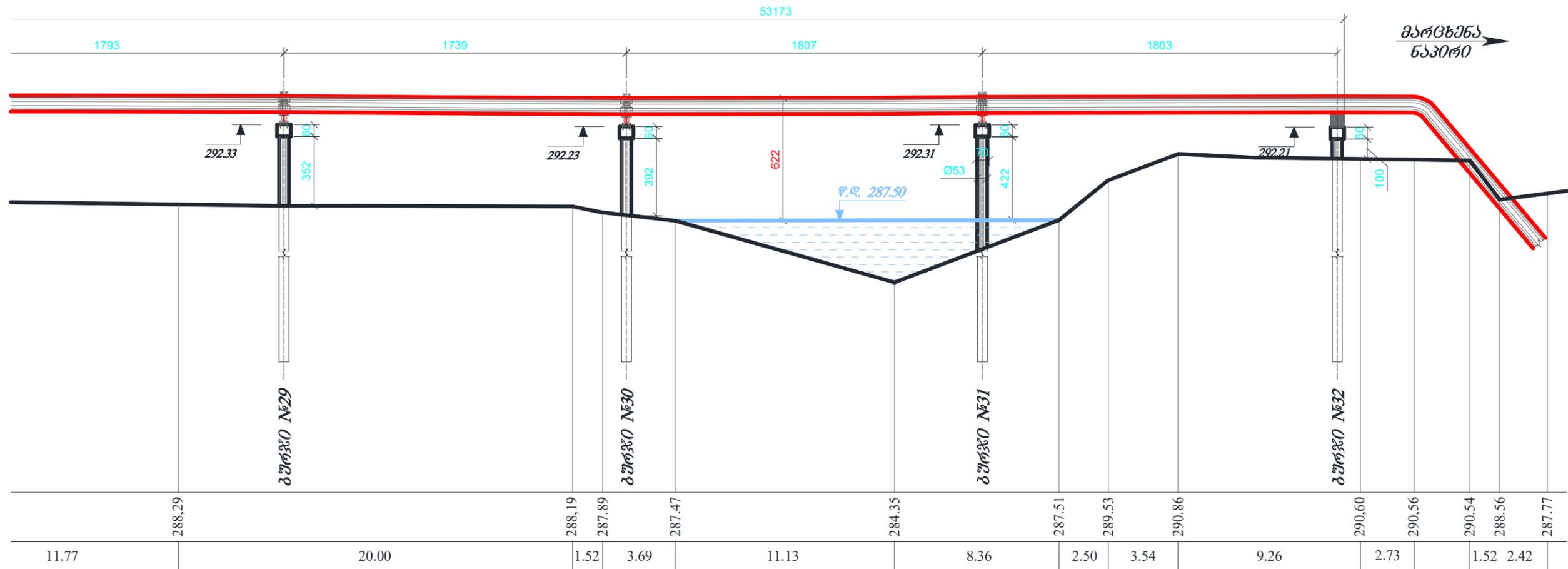


შენიშვნები:

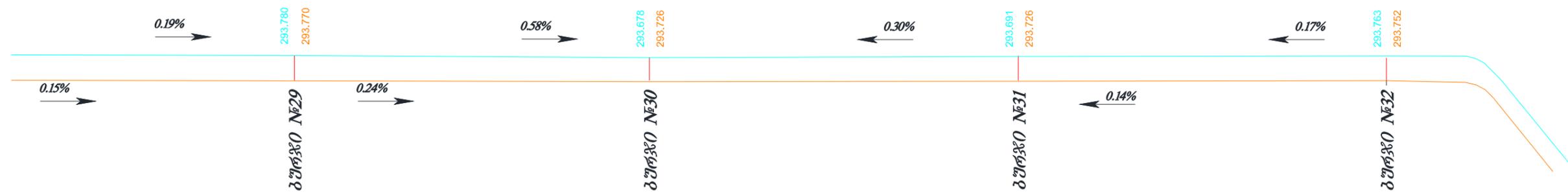
- ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
- ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აგებულია აკვედუკის ლერძზე;
- წყალსადენი მილის თავის ნიშნულები მიღებულია საჩრდნე კვითხე.

— ზედა მხრის წყალსადენი მილი
— ქვედა მხრის წყალსადენი მილი

აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 6)



წყალსადენი მიწების თავის პროფილი

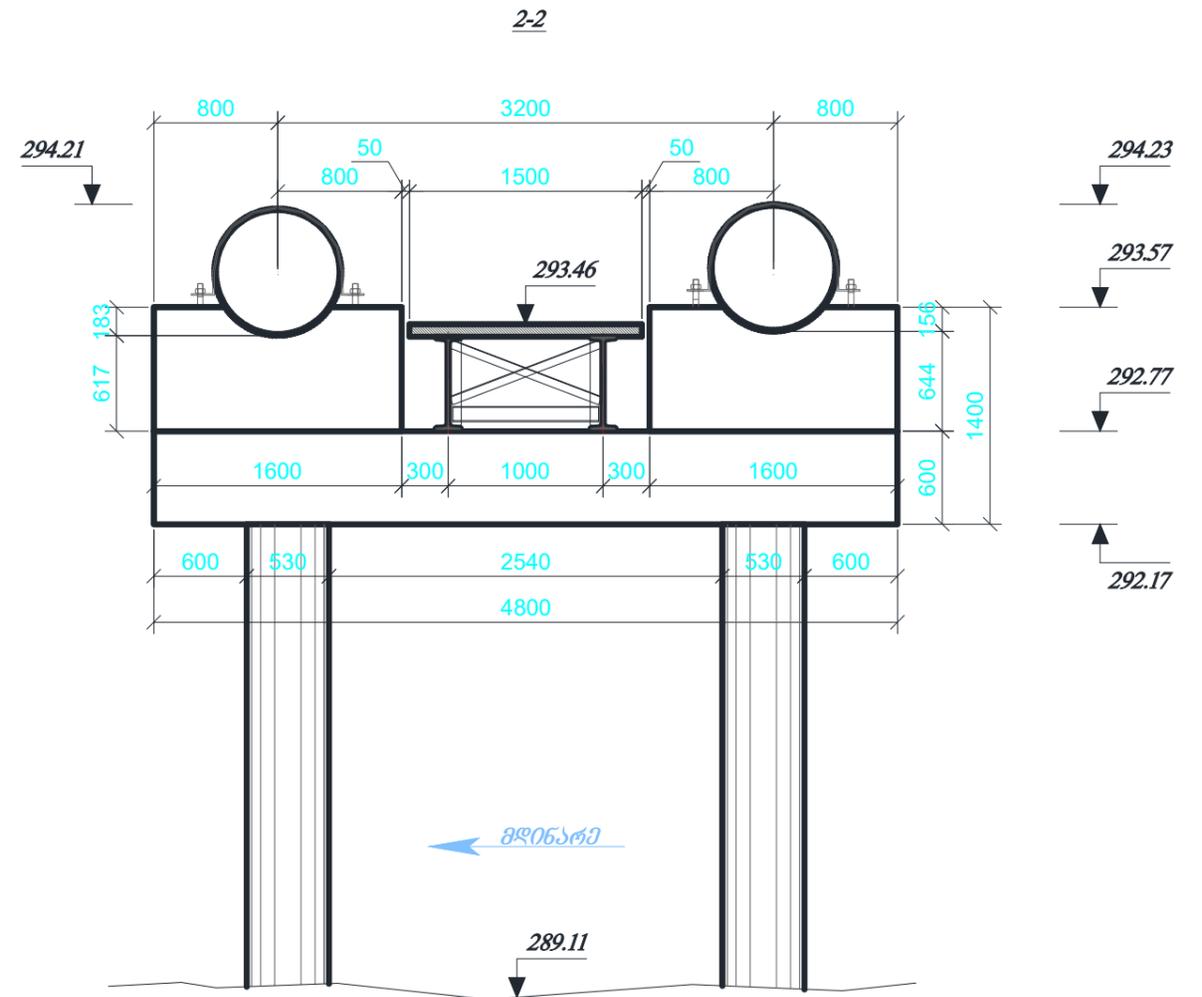
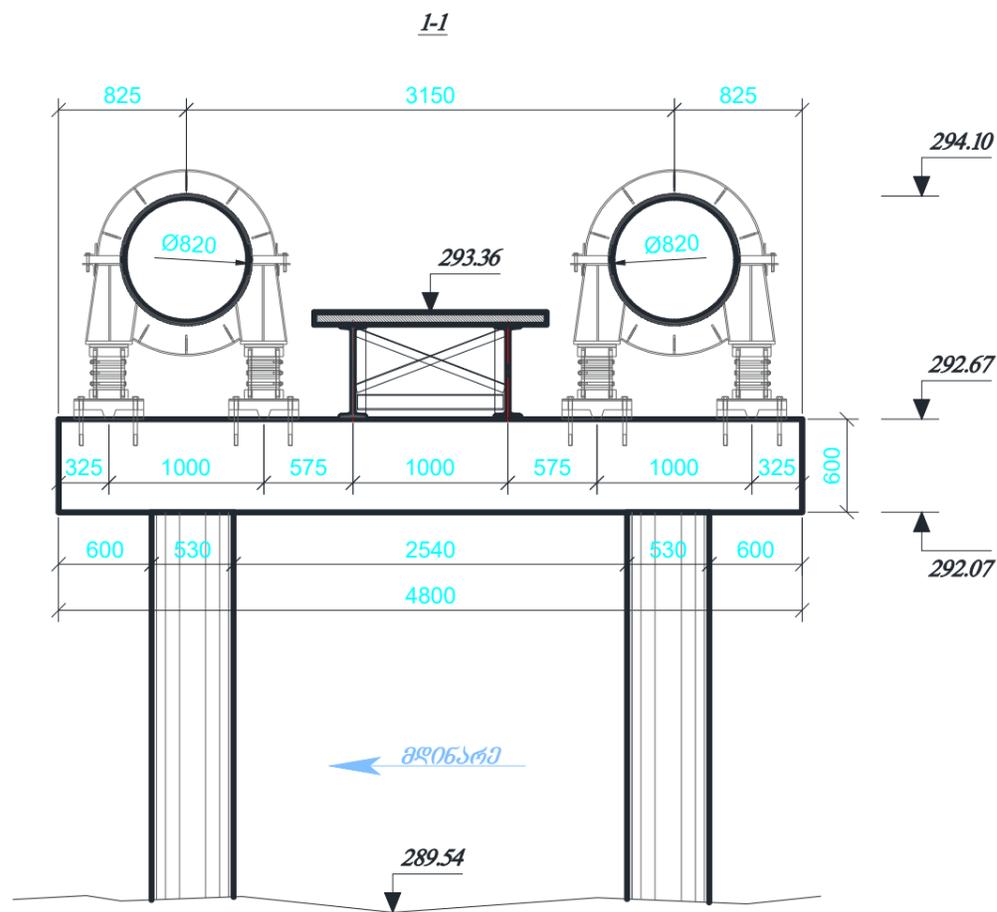


შენიშვნები:

- ნახაზზე ზომები მოცემულია სანტიმეტრებში, ხოლო ნიშნულები მეტრებში;
- ნახაზზე მოცემული საერთო ხედი აგებულია აკვედუკის ლერძზე;
- წყალსადენი მიწის თავის ნიშნულები მიღებულია საყრდენ კვითზე.

— ხედა მხრის წყალსადენი მიწი
— ძველ მხრის წყალსადენი მიწი

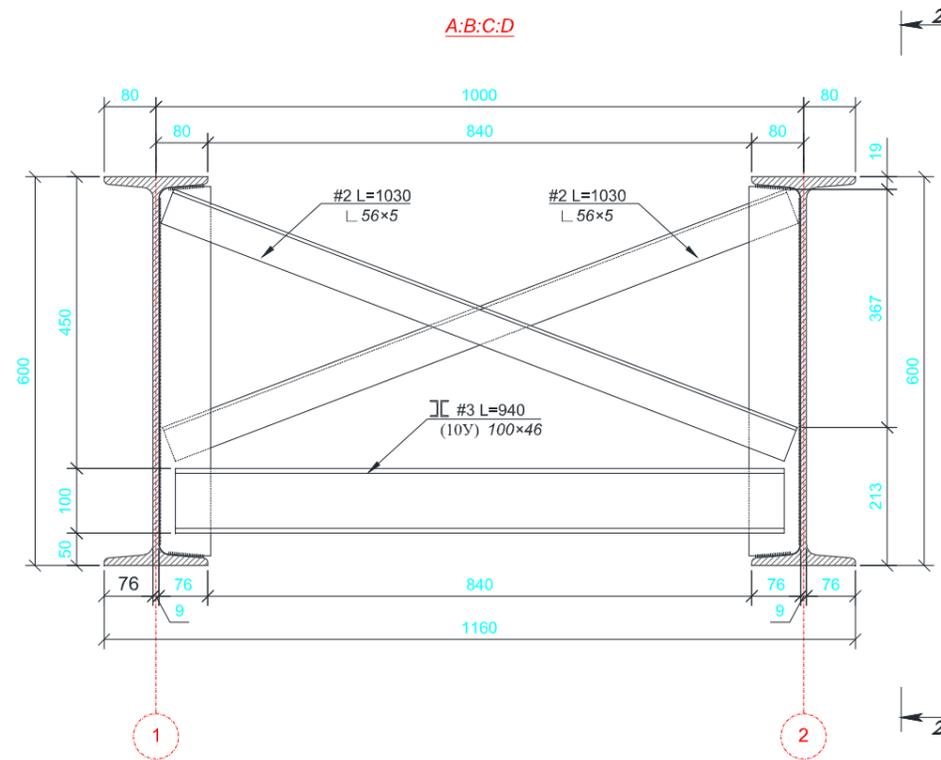
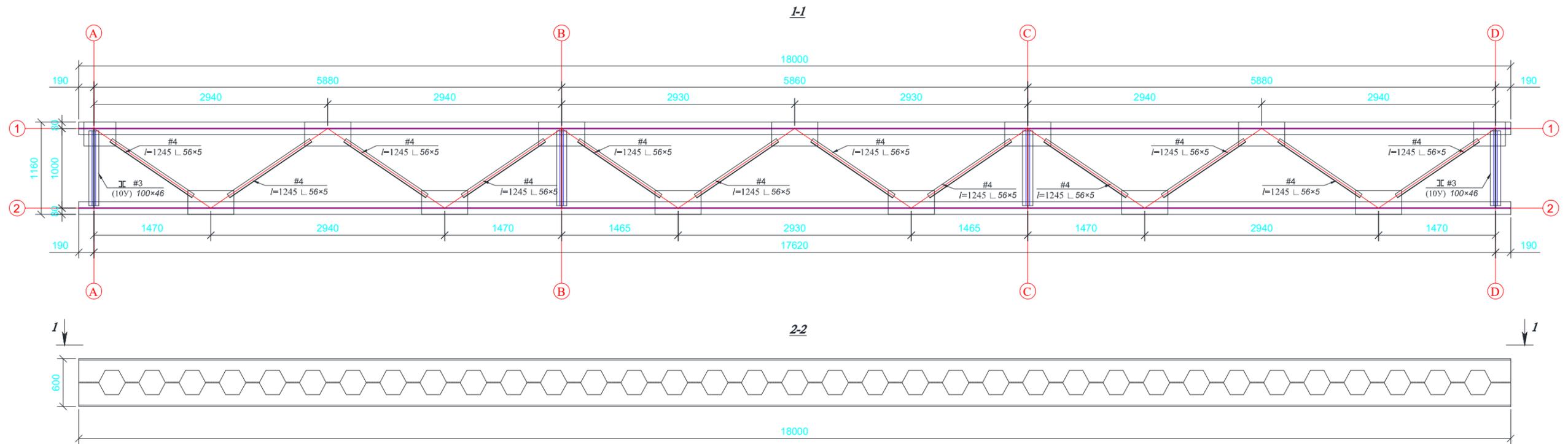
აკვედუკის საერთო ხედი (ფურცელი 7)



შენიშვნები:

1. ნახაზზე ზომები მოცემულია მილიმეტრებში, ხოლო ნიშნულიები მეტრებში;
2. კვეთი 1-1 ღა კვეთი 2-2 -ის მდებარეობა იხილეთ საერთო ხელის ნახაზზე;

აკვედუკის განივი ჭრილები



შენიშვნა:

1. ნახაზზე ზომები მოცემულია მილიმეტრებში;

ფოლადის მალის ნაშენების კონსტრუქცია

დანართი II



სურ. 1. რკინაბეტონის რიგელის დაზიანებული დამცავი ფენის ბეტონი



სურ. 2. ხედი რკინაბეტონის რიგელისა და ფოლადის დგარის შეუღლების კვანძზე



სურ. 3. წყალგამტარი მილი საყრდენი ნაწილების გარეშე



სურ. 4. საყრდენი ნაწილები ლილეაკის გარეშე



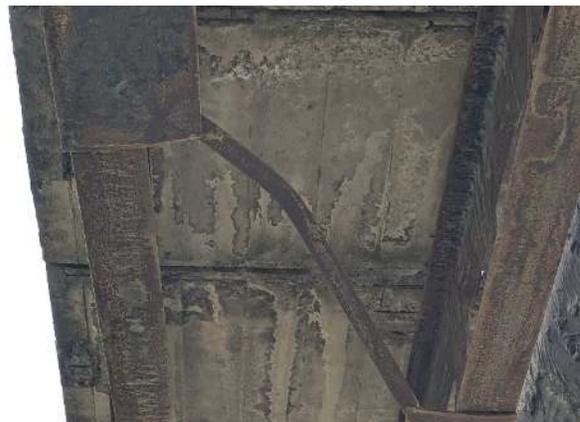
სურ. 5. ხედი წყალსადენი მილის ფოლადის სამაგრ კონსტრუქციებზე



სურ. 6. საბალანსირე ფურცლებიდან ამოვარდნილი საყრდენი ნაწილის ლილვაკი



სურ. 7. მაღის ნაშენის დაუანგულო ფოლადის ელემენტები





სურ. 8. დეფორმირებული გრძივი კავშირები



სურ. 9. მე-9 მაღის ნაშენის ზედა მხრის დეფორმირებული კოჭი



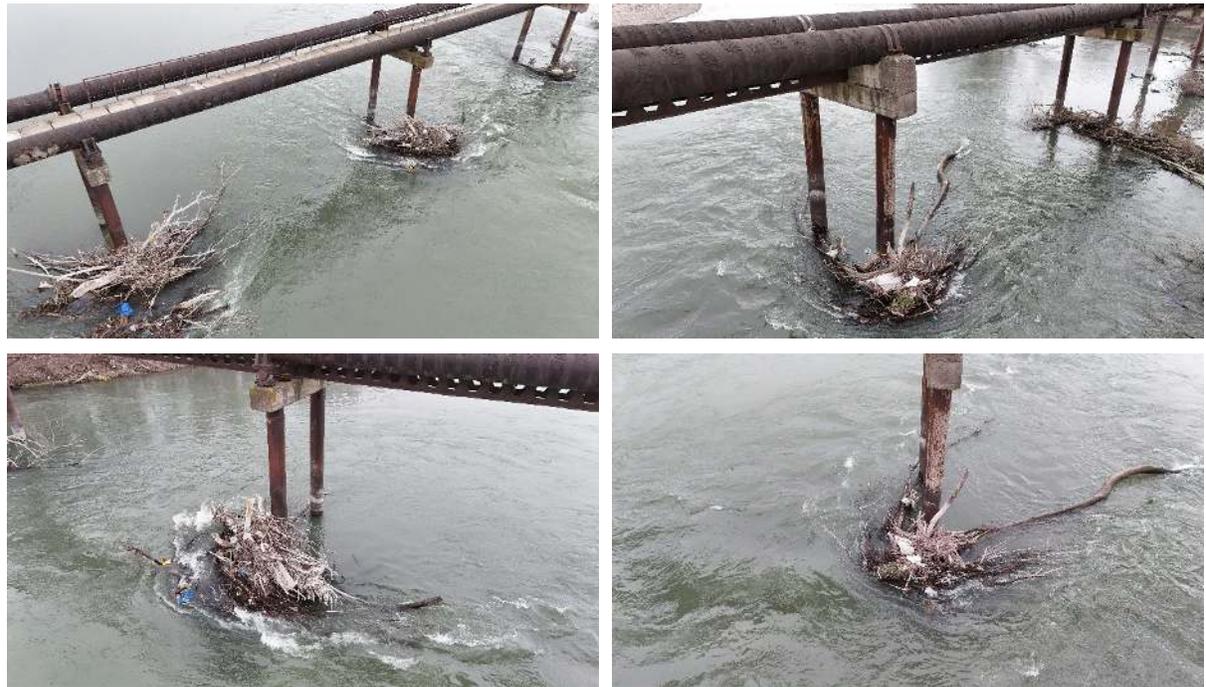
სურ. 10. მე-10 მალის ნაშენის ქვედა მხრის დეფორმირებული კოჭი



სურ. 11. გრძივი კოჭების განლაგება №29-ე და №30-ე მალში



სურ. 12. საგალი ნაწილის რკინაბეტონის ფილის დაზიანებული დამცავი ფენის ბეტონი



სურ. 13. ხედი კალაპოტის ფრაგმენტზე



სურ. 14. ბეტონის კლასის დადგენა „silver shmidt“-ის საშუალებით



სურ. 15. არმატურის მდებარეობისა და ბეტონის დამცავი ფენის დადგენა „NJJ-105 Hand Search“-ის საშუალებით

სსიპ აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორგანო –
აკრედიტაციის ცენტრი

აკრედიტაციის მოწმობა
GAC-TL-0355

ადასტურებს, რომ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
„ხიდსაცდელი ცენტრი“-ს
საგამოცდო ლაბორატორია
აყრდნობულია სსტ ისო/იკ 17025:2017/2018-ის
მოთხოვნებთან შესაბამისობაზე თანდართულ სფეროში
მის.: ქ. თბილისი, კოსტავას ქუჩა №77

ბაფემულია: 2024 წლის 27 სექტემბერი
ძალაშია: 2028 წლის 27 სექტემბერი

გენერალური დირექტორი



იხ. სფერო და სტატუსი



მისამართი: საქართველო, თბილისი 0193, აკ. წერეთლის გამზ. №163 www.gac.gov.ge