საქართველო
Georgia

საჯარო სამართლის იურიდიული პირი

Legal Entity of Public Law

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
Georgian Technical University

დოქტორის დიპლომი
Doctor's Diploma

DOC№ 000338

საშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს 2015 წლის 23 ივლისის № 10

გადაწყვეტილებით ზურაბ კაპანაძეს მიენიჭა

ინჟინერიის დოქტორის აკადემიური ხარისხი მშენებლობაში

სადისერტაციო ნაშრომი: ბზარების ამოცანების რიცხვითი ამოხსნები სინგულარული ინტეგრალური განტოლებების გამოყენებით

By the decision № 10 July 23, 2015 of the Dissertation Council of the Faculty of Civil Engineering

Mr. Zurab Kapanadze was awarded PhD Degree in Construction Engineering

Doctoral Thesis: Numerical Solutions of Cracks Analysis Applying Singular integral Equations

რეგისტრაცია *Registration* № 00332

დეკანი *Dean* მ/შ *Act.Dean* დავით გურგენიძე *David Gurgenidze*

თბილისი *Tbilisi* 15 რიცხვი/*Day* 11 თვე/*Month* 2016 წელი/*Year*

რექტორი *Rector* არჩილ ფრანგიშვილი *Archil Prangishvili*

ბ.ა *Seal*

CV

ზურაბ კაპანაძე



დაბადების თარიღი: 1980 წლის 2 ივლისი

მისამართი: საჩხერის რაიონი

განათლება და კვალიფიკაცია

1. 1998-2002 -საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამშენებლო ფაკულტეტი, მშენებლობის კომპიუტერული პროექტირების სისტემები, ინჟინერ-სისტემოტექნიკოსი, მშენებლის (ბაკალავრის ხარისხი)

2. 2003-2005 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამშენებლო ფაკულტეტი, მშენებლობის კომპიუტერული პროექტირების სისტემები, საინფორმაციო ტექნოლოგიების მაგისტრი.

3. 2000-2004 ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისისი სახელმწიფო უნივერსიტეტი, გამოყენებითი მათემატიკისა და კომპიუტერულ მეცნიერებათა ფაკულტეტი, მენეჯმენტის ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ინფორმატიკის ბაკალავრი.

4. 2012-2016 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამშენებლო ფაკულტეტი. ინჟინერიის დოქტორის აკადემიური ხარისხი.

სამუშაო გამოცდილება

წლები	დაწესებულების და თანამდებობის დასახელება
2004-დღემდე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, №90 მიმართულების - კომპიუტერული მეთოდები მშენებლობაში – ასისტენტ-პროფესორი
2003-2012	საპროექტო ორგანიზაცია "კონექსი"-ს ინჟინერ-კონსტრუქტორი
2012-დღემდე	სამშენებლო კომპანია „დავიდე"-ს მთავარი ინჟინერი და ტექნიკური მენეჯერი
2012-დღემდე	საპროექტო ორგანიზაცია "ალფა პროჯექტ ჯორჯია"-ს მთავარი ინჟინერი
2018-დღემდე	სამშენებლო კომპანია „მოდილიონი"-ს დამფუძნებელი და დირექტორი

გამოქვეყნებული ნაშრომები

5 სამეცნიერო ნაშრომი და 2 სახელმძღვანელო

ენები

1. ქართული- მშობლიური ენა
2. რუსული –კარგად
3. გერმანული- საშუალოდ

კომპ. პროგრამები
MS office, Auto CAD, Archi CAD, Lira,

ელ.ფოსტა: zurakapan1@gmail.com

ტელ: 2394305 (სახლი), 899 115032 (მობილური)

სამეცნიერო ნაშრომებისა და სახელმძღვანელოების სია

სამეცნიერო შრომები:

1. О численном решении задачи Дирихле в случае неизвестной разомкнутой граничной кривой. Проблемы Механики. Международный журнал, Тбилиси, 2005 г, ст. 101-105.
2. О численном решении видоизмененной задачи Дирихле в случае разомкнутых контуров. Международный научный журнал «Проблемы механики». №4(21), ст. 83-87,. 2005г.
3. დირიხლეს ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ უცნობი გახსნილი სასაზღვრო წირის შემთხვევაში. რესპუბლიკური ღია სამეცნიერო კონფერენცია „მშენებლობა და ოცდამეერთე საუკუნე“, 24-25 მაისი, თბილისი, 2005წ.
4. აეროდინამიკის ზოგიერთი ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის "ინფორმაციული ტექნოლოგიები მართვაში" მოხსენებათა კრებული, თბილისი, 2007, გვ. 168-172.
5. დირიხლეს ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ არეებისათვის, რომელთა საზღვრის წირებს არ აქვთ მაღალი რიგის სიმრუდე. J ბკ ☻☻☻ შ ` ☻☻☻ კ ☻☻☻№ “ 1(37)ბ 2006ძ

სახელმძღვანელოები:

1. ეკონომიკის ამოცანების ამოხსნის მათემატიკური მეთოდები და მოდელირება. გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი” 2003წ.
2. რიცხვითი მეთოდები. საგამომცებლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009წ.

დაპროექტებული შენობა-ნაგებობების ჩამონათვალი

1. ქ. თბილისში, ბოჭორმის ქ. №29-ში მდებარე 14 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი.

2. ქ. თბილისში, გელოვანის ქუჩაზე მდებარე სასტუმროს ტიპის საცხოვრებელი და კომერციული კომპლექსი

3. ქ. თბილისი. ხოშარაულის ქ.№29. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის კომპლექსი

4. ქ. ფოთში, "თი ბი სი ბანკი"-ს საკუთრებაში არსებული შენობის რეკონსტრუქციის პროექტი

5. მრავალფუნქციური შენობა თბილისში გაგარინის II შესახვევის №2/5–№4-ში

6. Зарамагская ГЭС на р.Аргон

7. დაბა გუდაურში 12 სართულიანი სასტუმროს ტიპის საცხოვრებელი სახლი

8. მრავალბინიანი სააგარაკო სახლი დაბა ურეკში

9. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი ჯიქიას ქუჩაზე

10. ქ. თბილისში, წყალტუბოს ქუჩაზე მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი

11. სათვალთვალო კოშკი ქ. ბათუმში

12. მრავალფუნქციური შენობა ქ. თბილისში, ყოფილი შადიმოვის ქარვასლის ადგილას

13. ქ.თბილისში, მოსკოვის პროსპექტზე, ავტოგასამართი სადგურის მიმდებარე ტერიტორიაზე, საცხოვრებელი სახლი.

14. მთაწმინდის პარკის ტერიტორიაზე ატრაქციონ "ამერიკული მთები"-ს საძირკვლების მოწყობის პროექტი

15. ქ. თბილისში, დიდუბე-ჩუღურეთის რაიონში, უშ. ჩხეიძის ქუჩის №3/ა-ში მდებარე ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლი

16. ქ. ქუთაისში, წერეთლის №1-ში მრავალფუნქციური შენობა

17. საჩხერეს რ-ნის სოფ. შომახეთის საჯარო სკოლა

18. საჩხერეს რ-ნის სოფ. საირხის საჯარო სკოლა

19. გარდაბნის რაიონის სოფელ ვაზიანის საჯარო სკოლა

20. ქ. თბილისში, მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლი ზანდუკელის ქუჩა №11-ში

21. სოფ. წავკისში ირაკლი ყიფიანის ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლის პროექტი

22. ქ. თბილისში, ყიფშიძის ქუჩაზე ავტოგასამართი სადგურის მიმდებარედ მრავალფუნქციონალური საცხოვრებელი სახლი

23. ქ. თბილისში, დავით აღმაშენებლის ხეივნის მე-12 კმ-ზე მშენებარე მრავალპროფილიანი საავადმყოფო

24. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი ქ. თბილისი, ყაზბეგის ქუჩა №34-ში

25. საქართველოს უნივერსიტეტის სასწავლო კორპუსების რეკონსტრუქციის პროექტი

26. აღმაშენებლის ხეივნის მე-16 კილომეტრზე მშენებარე მრავალფუნქციური

შენობა “აფთაუნ თბილისი”

27. ქალაქ ბათუმში ორბი-რეზიდენსის შენობა

28. ქ. თბილისში, ჭავჭავაძის №60-ში 24 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი

29. ქ. თბილისში, ვარკეთილში სვანების ბაზრობის მიმდებარედ შპს “დავიდე”-ს 15 სართულიანი საცხოვრებელი კორპუსები

30. ქ. თბილისში, ვარკეთილში სვანების ბაზრობის მიმდებარედ შპს “დავიდე”-ს 7 სართულიანი საცხოვრებელი კორპუსები

ზემოთ ჩამოთვლილი ობიექტების უმრავლესობაზე გაწეული მაქვს საავტორო ზედამხედველობა.

შპს,, მოდილიონი”

MODILIONI

საექსპერტო დასკვნა

ქ. თბილისი, დ. აღმაშენებლის ხეივანი, მე-14კმ. (ს/კ 01.72.14.009.654) მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) მშენებლობისას მოსაზღვრედ მდებარე შენობა-ნაგებობებზე შესაძლო ზეგავლენის შესახებ.

ექსპერტი, შპს “მოდილიონი“-ს დირექტორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
აკადემიური დოქტორი



ზ. კაპანაძე

თბილისი 2022წ.

01.09.2022წ.

საექსპერტო დასკვნა

ქ. თბილისი, დ. აღმაშენებლის ხეივანი, მე-14კმ. (ს/კ 01.72.14.009.654) მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) მშენებლობისას მოსაზღვრედ მდებარე შენობა-ნაგებობებზე შესაძლო ზეგავლენის შესახებ.

დამკვეთის მოთხოვნის საფუძველზე შესაფასებელია ქ. თბილისში, დ. აღმაშენებლის ხეივნის მე-14კმ (ს/კ 01.72.14.009.654) მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლიკი-6) მშენებლობისას მოსაზღვრედ მდებარე შენობა-ნაგებობებზე ზეგავლენა მდგრადობის თვალსაზრისით.

დამკვეთის მიერ საექსპერტიზოდ წარმოდგენილი იქნა შემდეგი მასალები:

1. სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ელექტრონული ვერსია, dwg, Pdf და doc ფაილები), რომელიც დამუშავებული იქნა **შპს ,,ახალი საქქალაქმშენპროექტი,,**-ს ინჟინერ-გეოლოგების მიერ 2020 წელს.
2. ასაშენებელი შენობის არქიტექტურული პროექტის ელექტრონული ვერსია (pln და pdf ფაილები);
3. მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლიკი-6) მონოლითური რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციათა ტექნიკური გადაწყვეტები. მათ შორის, საძირკვლის კონსტრუქციები, სვეტების, კედლების, დიაფრაგმების, კიბეების და სართულშუა გადახურვების კონსტრუქციათა სამონტაჟო სქემები და მათი კვანძები, აგრეთვე კონსტრუქციების საყალიბე და ბეტონის მზიდი ელემენტების დაარმირებისათვის საჭირო საშემსრულებლო ნახაზები, მათი შემაერთებელი კვანძების გადაწყვეტის ტექნიკური დოკუმენტაცია.
4. გაანგარიშებები, რომელიც ეხება საავტომობილო გზის გასწვრივ ხიმინჯების ფარდის მოწყობას.

მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის გეგმარებითი პარამეტრებიის ზოგადი აღწერა:

ასაშენებელი მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსი მოიცავს ერთმანეთისაგან ანტისეისმური (სადეფორმაციო) ნაკერებით გამოყოფილ ორ დამოუკიდებელ ბლოკს: **ბლოკი-5** და **ბლოკი-6**. ორივე ბლოკი 15 სართულიანია ერთი მიწისქვეშა სართულით. მიწისქვეშა სართული განკუთვნილია ავტოსადგომებისათვის, პირველი მიწისზედა სართული განკუთვნილია კომერციული ფართებისათვის, ხოლო დანარჩენი სართულები კი საცხოვრებელი ფართებისათვისაა განკუთვნილი.

მრავალბინიან საცხოვრებელ კომპლექსში შემავალი ბლოკების მიწისქვეშა სართულის სიმაღლე შეადგენს **H=2.9მ**-ს; პირველი მიწისზედა სართულის სიმაღლე **H=3,65მ**-ია; ხოლო დანარჩენი სართულების სიმაღლე კი-**H=3,25მ**-ია;

შენობები (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კონსტრუქციული თვალსაზრისით გადაწყვეტილია, როგორც ჩარჩოსებრ-კავშირებიანი სისტემა მონოლითური რკინაბეტონის დიაფრაგმებით;

სამშენებლო მოედნის გეოტექნიკური აგებულებიდან გამომდინარე ასაშენებელი შენობები (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) მთლიანი საძირკვლის ფილის გამოყენებით ეფუძნება რიყნარ გრუნტს ქვიშის შემავსებლით (ფენა 3) რომლის პირობითი საანგარიშო წინაღობა შეადგენს: $\mathbf{R_0=6}$**კგძ/სმ²**

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების მიხედვით სამშენებლო მოედანი ხასიათდება გრუნტის წყლების სარკის არაღრმად(1,0-1,8მ) გავრცელებით; დამყარების დონე 1,0-1,6მ-ის ფარგლებშია. განმარტებით ბარათში მითითებულია წრიული დრენაჟის მოწყობის აუცილებლობის შესახებ, რათა არ მოხდეს მიწისქვეშა სართულებში გრუნტის წყლების შემოდინება.

საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონებისა და საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების შესაბამისი დასკვნებისა და რეკომენდაციების მიხედვით სამშენებლო მოედანი განლაგებულია 8 ბალიანი სეისმური საშიშროების ზონაში MSK64 სკალის მიხედვით (A=0.17); გრუნტის კატეგორია სეისმური თვისებების მიხედვით - II;

სამშენებლო მოედანზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა შეადგენს - 85 კგძ/მ2 (15 წლიანი განმეორებადობის პერიოდით), ხოლო თოვლის საფარის ნორმატიული დატვირთვა - 50 კგძ/მ2 (14 დღე - თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი).

ასაშენებელ მრავალბინიან საცხოვრებელ კომპლექსს აღმოსავლეთის მხრიდან ესაზღვრება საავტომობილო გზა. (იხ. დანართი-1. სურ.1) დაშორება ასაშენებელ შენობების საძირკვლის ფილის ნაპირიდან საავტომობილო გზამდე შეადგენს 5,7-5,8მ-ს.

სამხრეთის მხრიდან ასაშენებელ შენობას 9,5მ-ის დაშორებით ესაზღვრება ამავე კომპლექსში შემავალი ოთხსართულიანი მშენებარე ,,ბლოკი-1,, ,,ბლოკი-4,, (ს/კ 01.72.14.009.654) (იხ. დანართი-1. სურ.2)

დასავლეთისა და ჩრდილოეთის მხრიდან ესაზღვრება კერძო საკუთრებაში რეგისტრირებული მიწის ნაკვეთები. (ს/კ 01.72.14.013.662) (ს/კ 01.72.14.009.548)

კონსტრუქციული პროექტის მიხედვით საავტომობილო გზის გასწვრივ, შენობების ჩაღრმავებიდან და საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებიდან გამომდინარე ბლოკი-5 ის საძირკვლის ფილის ქვეშ გარკვეულ ზონაში ნაყარი გრუნტის სიღრმეში გავრცელების გამო, დაფუძნების პირობების ერთგვაროვნების მისაღწევად სრულად მოხსნილია ნაყარი გრუნტი რიყნარ (ფენა 3) გრუნტამდე და მის მაგივრად მოწყობილია შრეობრივად დატკეპნილი ხრეშის ბალიში; ქვაბულის სიღრმის გაზრდის გამო ,,10,, ღერძის გასწვრივ ,,თ,, და ,,მ,, ღერძებს შორის მოწყობილია 900მმ დიამეტრის ხიმინჯების ფარდა (ბიჯი 1,2მ) საავტომობილო გზის გაასწვრივ (იხ. დანართი 1. ნახ. 1). წარმოდგენილი გაანგარიშებების მიხედვით უზრუნველყოფილია ქვაბულის მოჭრისას

ფერდოს მდგრადობა და თავიდან იქნება აცილებული საავტომობილო გზის დაზიანება. ქვაბულის ფერდოს მდგრადობაზე გაანგარიშება მოყვანილია დანართი-1-ში.

რაც შეეხება სამხრეთის მხრიდან ამავე საკადასტრო ტერიტორიაზე მოსაზღვრედ მდებარე მშენებარე მრავალბინიან საცხოვრებელ კომპლექსში შემავალ ოთხსართულიან ბლოკებზე („ბლოკი-1„ და „ბლოკი-4„ იხ. დანართი-1. სურ.2) შესაძლო ზეგავლენას, შეიძლება ითქვას, რომ მშენებარე და ასაშენებელი შენობების საძირკვლების ჩაღრმავებიდან და დაშორებიდან გამომდინარე დაკმაყოფილებულია სნ 02.01-08 „შენობების და ნაგებობების ფუძეები„ მუხლი 10 პუნქტი 5-ის მოთხოვნები. აქედან გამომდინარე შეიძლება ცალსახად გაკეთდეს დასკვნა, რომ ასაშენებელი 15 სართულიანი შენობა ერთი მიწისქვეშა სართულით, როგორც მშენებლობის პროცესში ავევე შემდგომი ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებშიც უარყოფით ზეგავლენას არ იქონიებს მოსაზღვრედ მდებარე მშენებარე მრაფალფუნქციურ კომპლექსში შემავალ ბლოკებზე („ბლოკი-1„ და „ბლოკი-4„) მდგრადობის თვალსაზრისით.

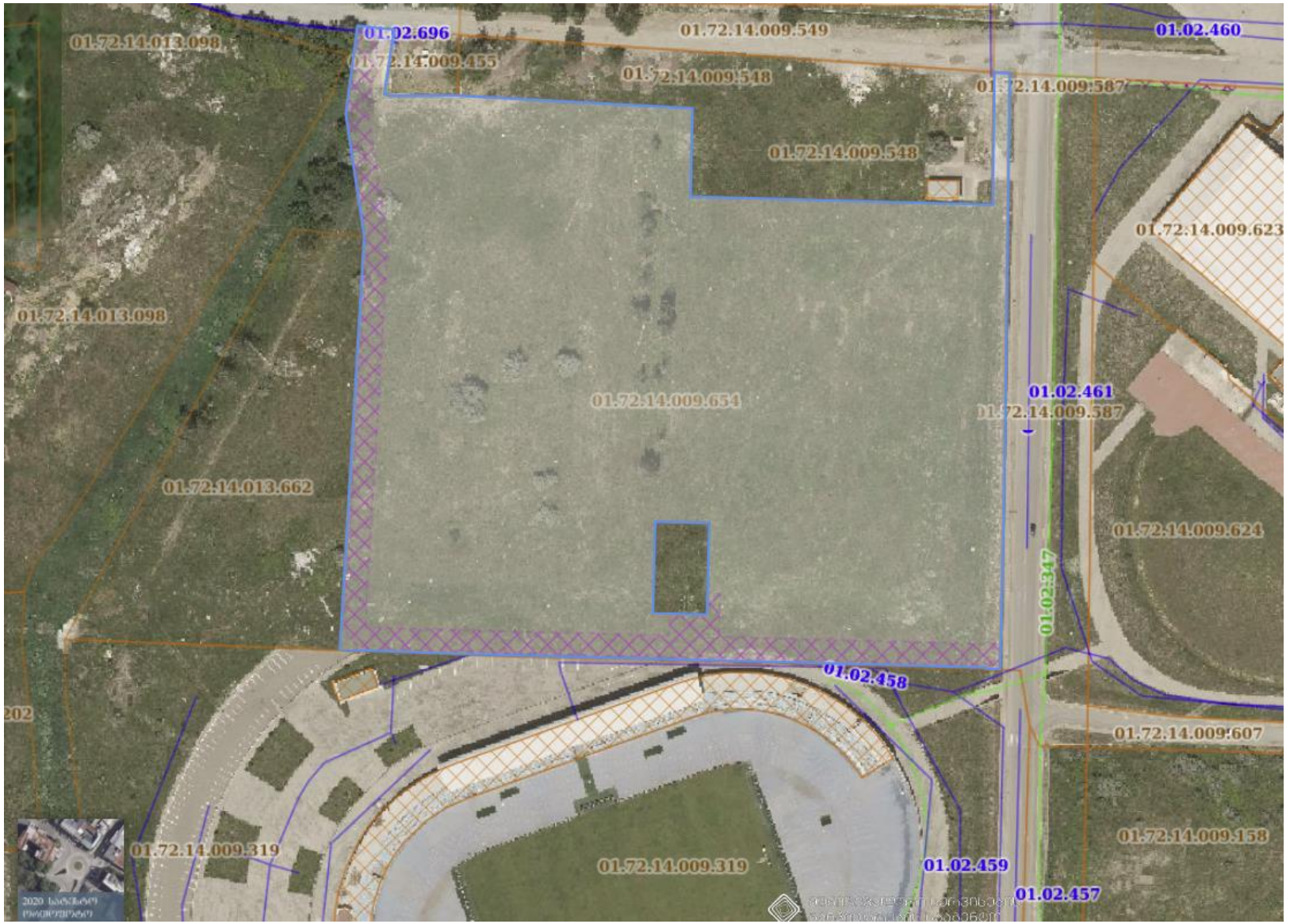
დანარჩენ ზონებში ქვაბულის კედლები დახრებითა ჩააჭრილი, რის საშუალებასაც ფაქტიურად იძლევა სამშენებლო მოედანი და შესაბამისად რაიმე სპეციალური ღონისძიებების გატარებების აუცილებლობა ქვაბულის კედლების გასამაგრებლად, არ არსებობს.

დასკვნა:

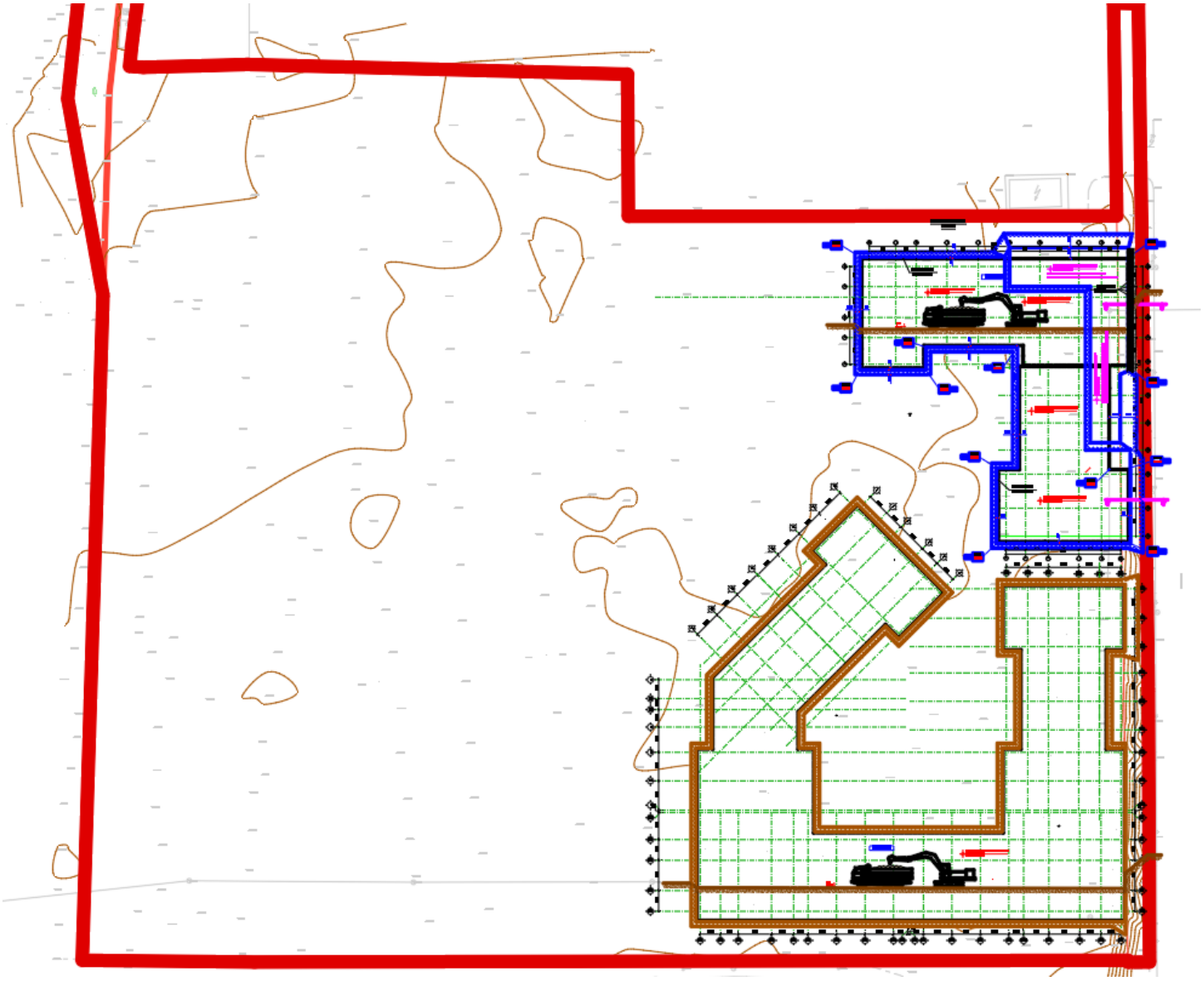
გამომდინარე შენობების დაფუძნების პირობებიდან და იმ ღონისძიებებიდან, რომლებიც განხორციელებულია პროექტის კონსტრუქციულ ნაწილში საინჟინრო-გეოლოგიურ კვლევებზე დაყრდნობით, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობის პროცესი არ იქონიებს უარყოფით ზეგავლენას მოსაზღვრედ მდებარე შენობა-ნაგებობებზე მდგრადობის თვალსაზრისით.

ექსპერტი, შპს “მოდილიონი“-ს დირექტორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
აკადემიური დოქტორი ზ. კაპანაძე

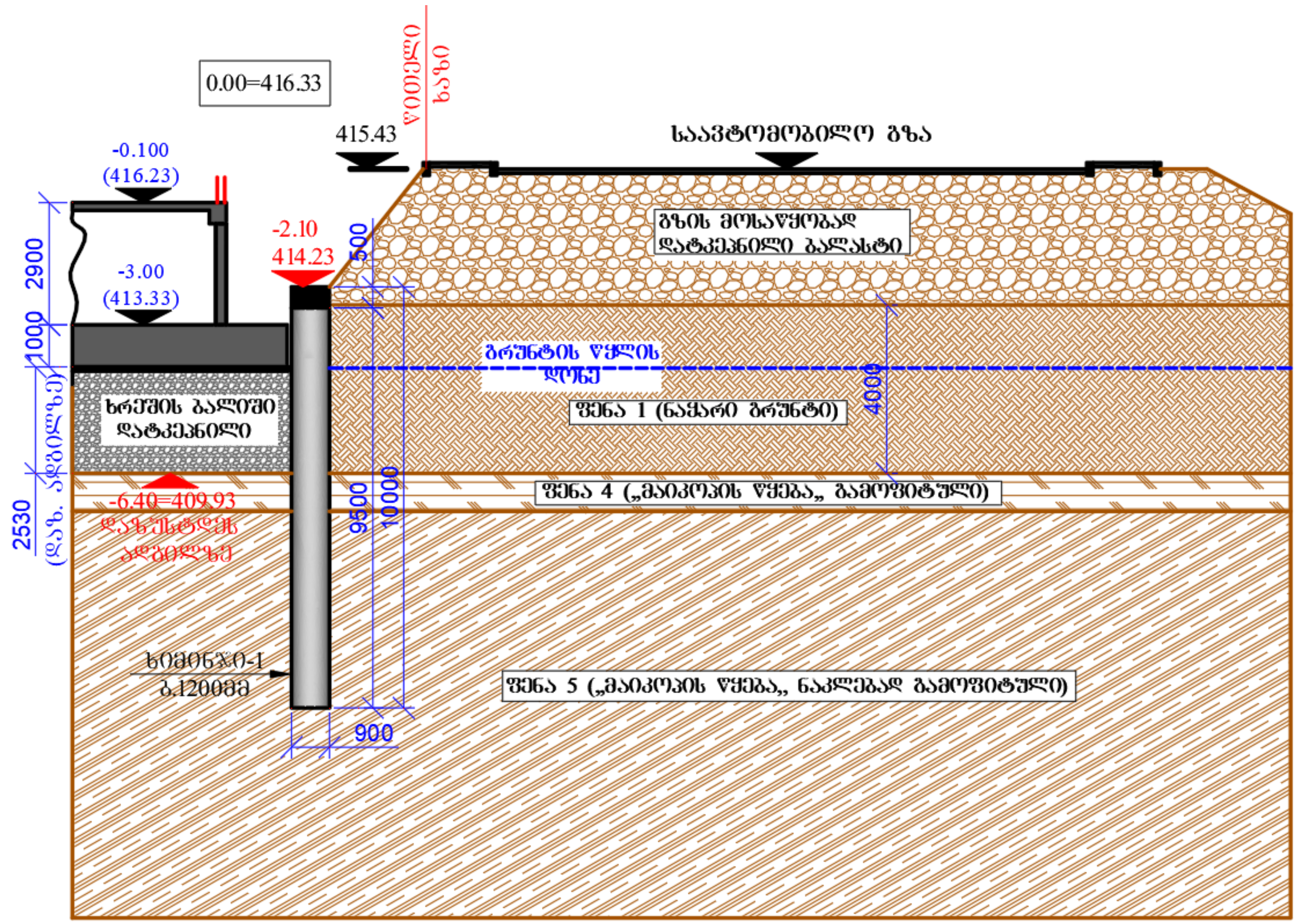
დანართი-1


01.72.14.013.098
01.02.696
01.72.14.009.549
01.02.460
01.72.14.009.455
01.72.14.009.548
01.72.14.009.548
01.72.14.009.623
01.72.14.013.098
01.72.14.009.654
01.02.461
01.72.14.009.587
01.72.14.013.662
01.72.14.009.624
01.02.347
01.02.458
01.72.14.009.607
01.72.14.009.319
01.72.14.009.319
01.02.459
01.72.14.009.158
01.02.457

სურ. 1



სურ. 2



0.00=416.33
წითელი ხაზი
415.43
საავტომობილო გზა
-0.100
(416.23)
-3.00
(413.33)
2900
1000
-2.10
414.23
500
გზის მოსაწყობად დატკეპნილი ბალასტი
გრუნტის წყლის დონე
4000
ფენა 1 (ნაყარი გრუნტი)
ხრეშის ბალიში დატკეპნილი
ფენა 4 („მაიკოპის წყება„ გამოფიტული)
-6.40=409.93
დაზუსტდეს ადგილზე
2530
(დაზ. ადგილზე)
9500
10000
ხიმინჯი-1
ბ.1200მმ
ფენა 5 („მაიკოპის წყება„ ნაკლებად გამოფიტული)
900

ნახ. 1

Sheeting structure verification

Input data

Project

Task : qvabuli
Date : 27.07.2021

Settings

Russia (2)

Materials and standards

Concrete structures : SNiP 52-01-2003
Steel structures : EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section : γ_{M0} = 1,00

Excavations

Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Consider reduction of the modulus of subsoil reaction for a braced sheeting
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for internal stability of anchors :	SF_a =	1,50	[–]

Geometry of structure

Structure length = 10,00 m

Cross-section name : Pile curtain d = 0,90 m; a = 1,20 m
Coeff. of press. reduc. in front of wall = 1,00
Area of cross-section A = 5,30E-01 m^2/m
Moment of inertia I = 2,68E-02 m^4/m
Elastic modulus E = 30000,00 MPa
Shear modulus G = 12500,00 MPa

Material of structure

Analysis of concrete structures carried out according to the standard SNiP 52-01-2003.

Concrete : B25
Compressive strength R_b = 14,50 MPa
Tensile strength R_{bt} = 1,05 MPa
Elasticity modulus E_b = 30000,00 MPa
Shear modulus G = 12500,00 MPa

Longitudinal steel : A500
Tensile strength R_s = 435,00 MPa

Modulus of subsoil reaction determined according to the Schmitt theory.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
1	kenchnari gzis mosazkobad		35,00	0,00	20,00	10,00	0,00
2	tixnari (fena-2)		16,00	16,00	18,90	8,90	0,00
3	,,Maikopi,, (fena 4)		20,00	60,00	19,40	9,40	0,00

[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
4	,,Maikopi,, (fena 5)		35,00	80,00	20,30	10,30	0,00
5	riynari (fena 1)		12,00	0,00	18,50	8,50	0,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	ν [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	kenchnari gzis mosazkobad		cohesionless	35,00	-	-	-
2	tixnari (fena-2)		cohesive	-	0,35	-	-
3	,,Maikopi,, (fena 4)		cohesive	-	0,27	-	-
4	,,Maikopi,, (fena 5)		cohesive	-	0,25	-	-
5	riynari (fena 1)		cohesionless	12,00	-	-	-

Parameters of soils to compute modulus of subsoil reaction (Schmitt)

No.	Name	Pattern	ν [–]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	kenchnari gzis mosazkobad		0,27	-	35,00
2	tixnari (fena-2)		0,35	8,00	-
3	,,Maikopi,, (fena 4)		0,27	30,00	-
4	,,Maikopi,, (fena 5)		0,25	1000,00	-
5	riynari (fena 1)		0,35	-	7,00

Soil parameters

kenchnari gzis mosazkobad

Unit weight :	γ	= 20,00 kN/m³
Stress-state :	effective	
Angle of internal friction :	φ_{ef}	= 35,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	= 0,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ	= 0,00 °
Soil :	cohesionless	
Deformation modulus :	E_{def}	= 35,00 MPa
Poisson's ratio :	ν	= 0,27
Saturated unit weight :	γ_{sat}	= 20,00 kN/m³

tixnari (fena-2)

Unit weight :	γ	= 18,90 kN/m³
Stress-state :	effective	

[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	16,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	16,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ	=	0,00 °
Soil :	cohesive		
Poisson's ratio :	ν	=	0,35
Oedometric modulus :	E_{oed}	=	8,00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	18,90 kN/m^3

,,Maikopi,, (fena 4)

Unit weight :	γ	=	19,40 kN/m^3
Stress-state :	effective		
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	20,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	60,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ	=	0,00 °
Soil :	cohesive		
Poisson's ratio :	ν	=	0,27
Oedometric modulus :	E_{oed}	=	30,00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	19,40 kN/m^3

,,Maikopi,, (fena 5)

Unit weight :	γ	=	20,30 kN/m^3
Stress-state :	effective		
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	35,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	80,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ	=	0,00 °
Soil :	cohesive		
Poisson's ratio :	ν	=	0,25
Oedometric modulus :	E_{oed}	=	1000,00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	20,30 kN/m^3

riynari (fena 1)

Unit weight :	γ	=	18,50 kN/m^3
Stress-state :	effective		
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	12,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ	=	0,00 °
Soil :	cohesionless		
Deformation modulus :	E_{def}	=	7,00 MPa
Poisson's ratio :	ν	=	0,35
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	18,50 kN/m^3

Geological profile and assigned soils

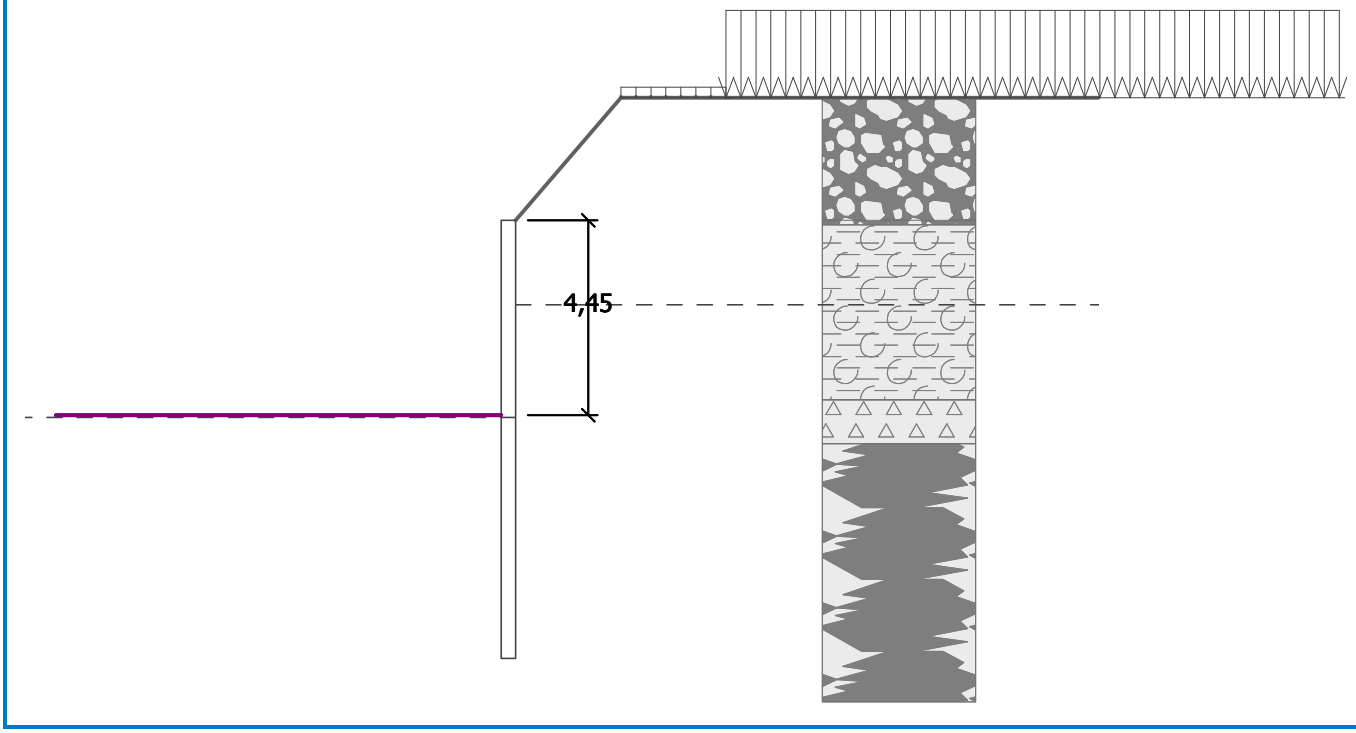
No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	0,10	kenchnari gzis mosazkobad	
2	4,00	riynari (fena 1)	
3	1,00	,,Maikopi,, (fena 4)	
4	-	,,Maikopi,, (fena 5)	

[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Excavation

Soil in front of wall is excavated to a depth of 4,45 m.

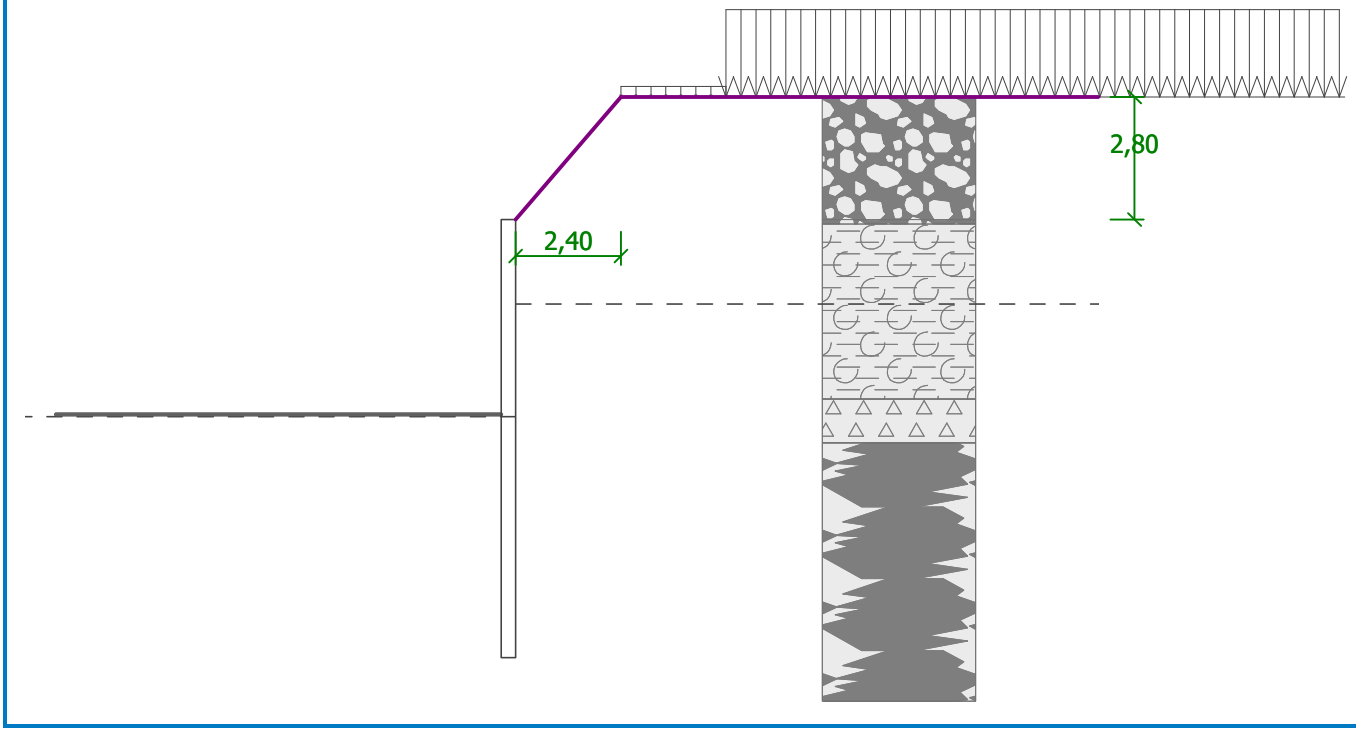
Name : Excavation | **Stage - analysis : 1 - 0**



Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 0,86 (slope angle is 49,40 °).
Embankment height is 2,80 m, embankment length is 2,40 m.

Name : Terrain | **Stage - analysis : 1 - 0**



[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 1,93 m
GWT in front of the structure lies at a depth of 4,50 m
Subgrade at the heel is not permeable.

Input surface surcharges

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m^2]	Mag.2 [kN/m^2]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	YES		permanent	3,60		2,40	2,40	on terrain
2	YES		permanent	30,00		4,80	14,00	on terrain

No.	Name
1	trotuari
2	gza

Global settings

Number of FEs to discretize wall = 40
Minimum dimensioning pressure is considered as $\sigma_{a,min} = 0{,}20\sigma_z$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Analysis results

Distribution of pressures acting on the structure (in front and behind the wall)

Depth [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	11.22	11.22
0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	11.22	11.22
0.10	-0.00	-0.00	-0.00	3.26	14.13	25.27
0.10	0.00	0.00	0.00	13.84	25.22	25.22
0.24	0.00	0.00	0.00	28.44	40.50	40.50
0.24	0.00	0.00	0.00	48.56	48.56	48.56
0.39	0.00	0.00	0.00	64.00	64.00	64.00
0.47	0.00	0.00	0.00	64.93	65.65	65.65
0.48	0.00	0.00	0.00	65.00	65.00	65.00
0.95	0.00	0.00	0.00	70.39	70.48	70.48
1.43	0.00	0.00	0.00	75.79	77.73	77.73
1.90	0.00	0.00	0.00	81.19	84.82	84.82
1.93	-0.00	-0.00	-0.00	81.47	85.19	85.19
2.38	0.00	0.00	0.00	88.14	92.72	92.72
2.86	0.00	0.00	0.00	95.17	100.56	100.56
3.33	0.00	0.00	0.00	102.21	108.33	108.33
3.81	0.00	0.00	0.00	109.25	116.04	116.04
4.10	-0.00	-0.00	-0.00	113.54	120.72	120.72
4.10	0.00	0.00	0.00	21.70	67.94	406.56
4.17	0.00	0.00	0.00	22.43	68.90	409.46
4.29	0.00	0.00	0.00	23.56	70.38	413.93
4.45	-0.00	-0.00	-0.00	25.20	72.55	420.45
4.45	-0.00	-0.00	-171.43	25.20	67.21	420.46
4.50	-0.00	-0.36	-173.41	25.70	73.20	422.44
4.76	0.00	-1.27	-178.43	25.70	74.03	430.22

[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Depth [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
5.10	-0.00	-2.44	-184.92	25.70	75.09	440.26
5.10	0.00	-2.20	-331.86	25.70	70.21	775.13
5.24	0.00	-2.68	-337.11	25.70	70.64	780.38
5.71	0.00	-4.31	-355.22	25.70	72.12	798.49
6.19	0.00	-5.95	-373.33	25.70	73.60	816.60
6.67	0.00	-7.58	-391.44	25.70	75.07	834.71
7.14	0.00	-9.22	-409.55	25.70	76.55	852.82
7.62	0.00	-10.85	-427.66	25.70	78.03	870.93
8.10	0.00	-12.49	-445.77	25.70	79.52	889.04
8.43	0.00	-13.63	-458.45	25.70	80.56	901.72
8.57	0.00	-14.12	-463.88	25.70	81.00	907.15
9.05	0.00	-15.76	-481.99	25.70	82.49	925.26
9.52	0.00	-17.39	-500.10	25.70	83.99	943.38
10.00	-0.00	-19.03	-518.21	25.70	85.49	961.49

Distributions of the modulus of subsoil reaction and internal forces on the structure

Depth [m]	kh,p [MN/m^3]	kh,z [MN/m^3]	Displacement [mm]	Pressure [kPa]	Shear Force [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-33.28	0.00	-0.00	-0.00
0.25	0.00	0.00	-31.86	49.61	-6.20	0.52
0.50	0.00	0.00	-30.44	65.27	-20.56	3.78
0.75	0.00	0.00	-29.02	68.10	-37.23	10.99
1.00	0.00	0.00	-27.60	70.93	-54.61	22.45
1.25	0.00	0.00	-26.18	73.77	-72.70	38.35
1.50	0.00	0.00	-24.77	76.60	-91.49	58.86
1.75	0.00	0.00	-23.36	79.43	-111.00	84.16
2.00	0.00	0.00	-21.96	82.51	-131.24	114.42
2.25	0.00	0.00	-20.56	86.20	-152.33	149.85
2.50	0.00	0.00	-19.18	89.90	-174.34	190.66
2.75	0.00	0.00	-17.81	93.59	-197.28	237.10
3.00	0.00	0.00	-16.46	97.29	-221.14	289.38
3.25	0.00	0.00	-15.13	100.98	-245.92	347.74
3.50	0.00	0.00	-13.83	104.67	-271.63	412.42
3.75	0.00	0.00	-12.57	108.37	-298.26	483.63
4.00	0.00	0.00	-11.34	112.06	-325.81	561.62
4.25	0.00	0.00	-10.15	23.20	-342.72	645.65
4.44	0.00	0.00	-9.27	25.12	-347.36	711.89
4.46	0.00	0.00	-9.20	-146.46	-346.39	717.45
4.50	0.00	0.00	-9.01	-147.71	-340.21	731.87
4.75	21.04	0.00	-7.93	-142.47	-302.53	810.80
5.00	21.04	0.00	-6.92	-121.95	-269.51	882.20
5.25	0.00	0.00	-5.97	-311.86	-216.54	945.53
5.50	0.00	0.00	-5.09	-321.37	-137.39	989.82
5.75	0.00	0.00	-4.29	-330.88	-55.86	1014.03
6.00	0.00	0.00	-3.58	-340.39	28.05	1017.55
6.25	112.87	0.00	-2.93	-311.59	113.98	996.80
6.50	112.87	0.00	-2.37	-248.81	183.85	959.25
6.75	112.87	0.00	-1.88	-194.42	239.08	906.10

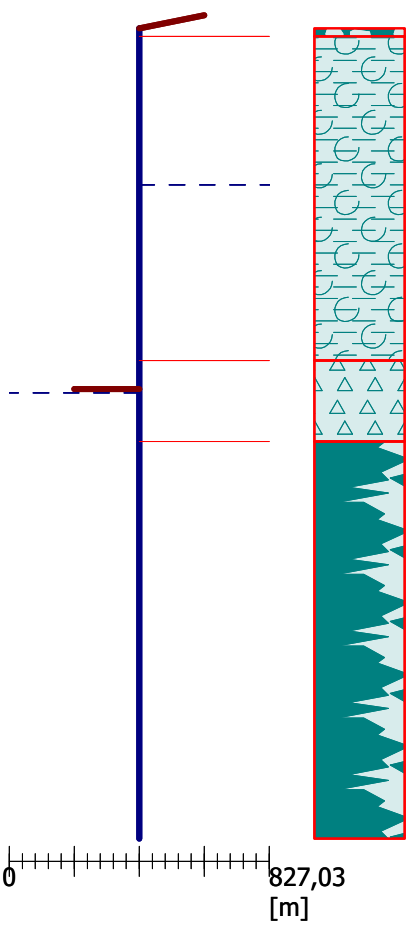
[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Depth [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Displacement [mm]	Pressure [kPa]	Shear Force [kN/m]	Moment [kNm/m]
7.00	112.87	0.00	-1.46	-147.96	281.72	840.76
7.25	112.87	0.00	-1.11	-108.87	313.68	766.13
7.50	112.87	0.00	-0.81	-76.48	336.71	684.67
7.75	112.87	0.00	-0.57	-50.08	352.42	598.39
8.00	112.87	0.00	-0.38	-28.93	362.19	508.96
8.25	112.87	0.00	-0.22	-12.23	367.25	417.69
8.50	112.87	0.00	-0.10	0.81	368.61	325.64
8.75	112.87	2257.32	0.00	66.37	373.34	231.84
9.00	0.00	2257.32	0.08	262.92	330.79	142.74
9.25	0.00	2257.32	0.15	418.48	245.24	69.93
9.50	0.00	2257.32	0.21	561.33	122.60	23.20
9.75	0.00	112.87	0.27	115.44	29.81	3.77
10.00	0.00	112.87	0.33	123.06	-0.00	-0.00

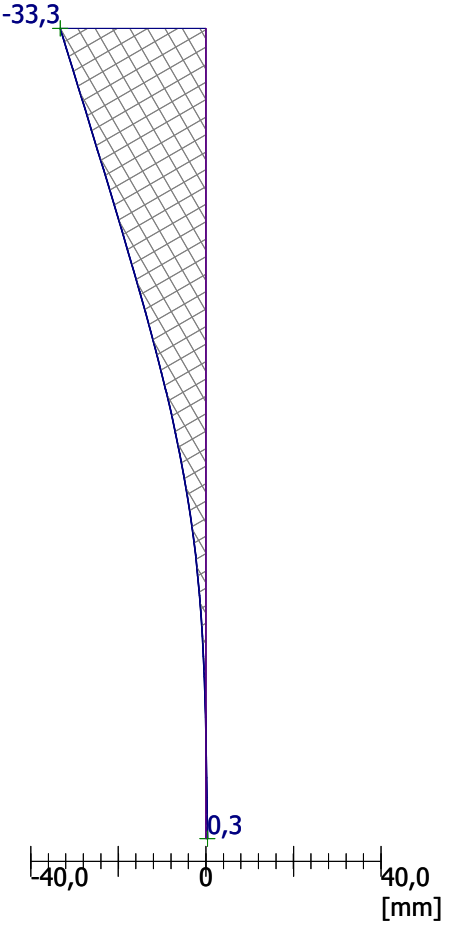
Maximum shear force = 373,34 kN/m
Maximum moment = 1017,55 kNm/m
Maximum displacement = 33,3 mm

Name : Analysis | **Stage - analysis : 1 - -1**

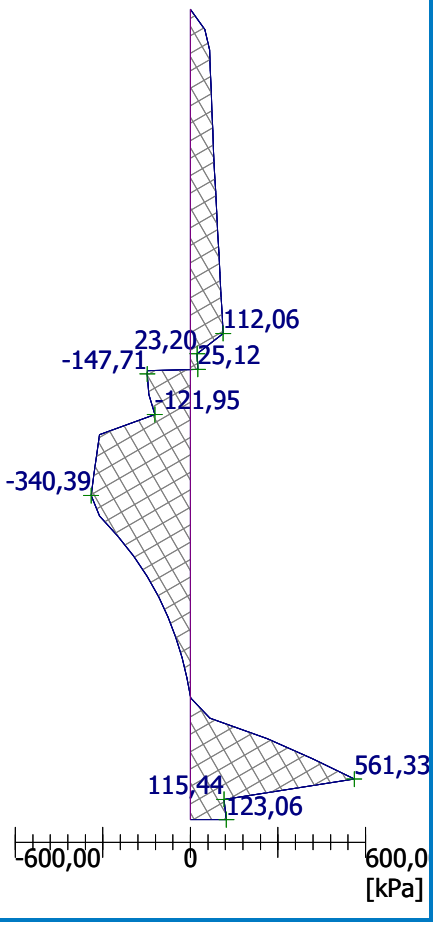
Geometry of structure
Length of structure = 10,00m



Displacement of structure
Max. disp. = 33,3 mm



Pressure acting on structure
Max. pressure = 561,33 kPa



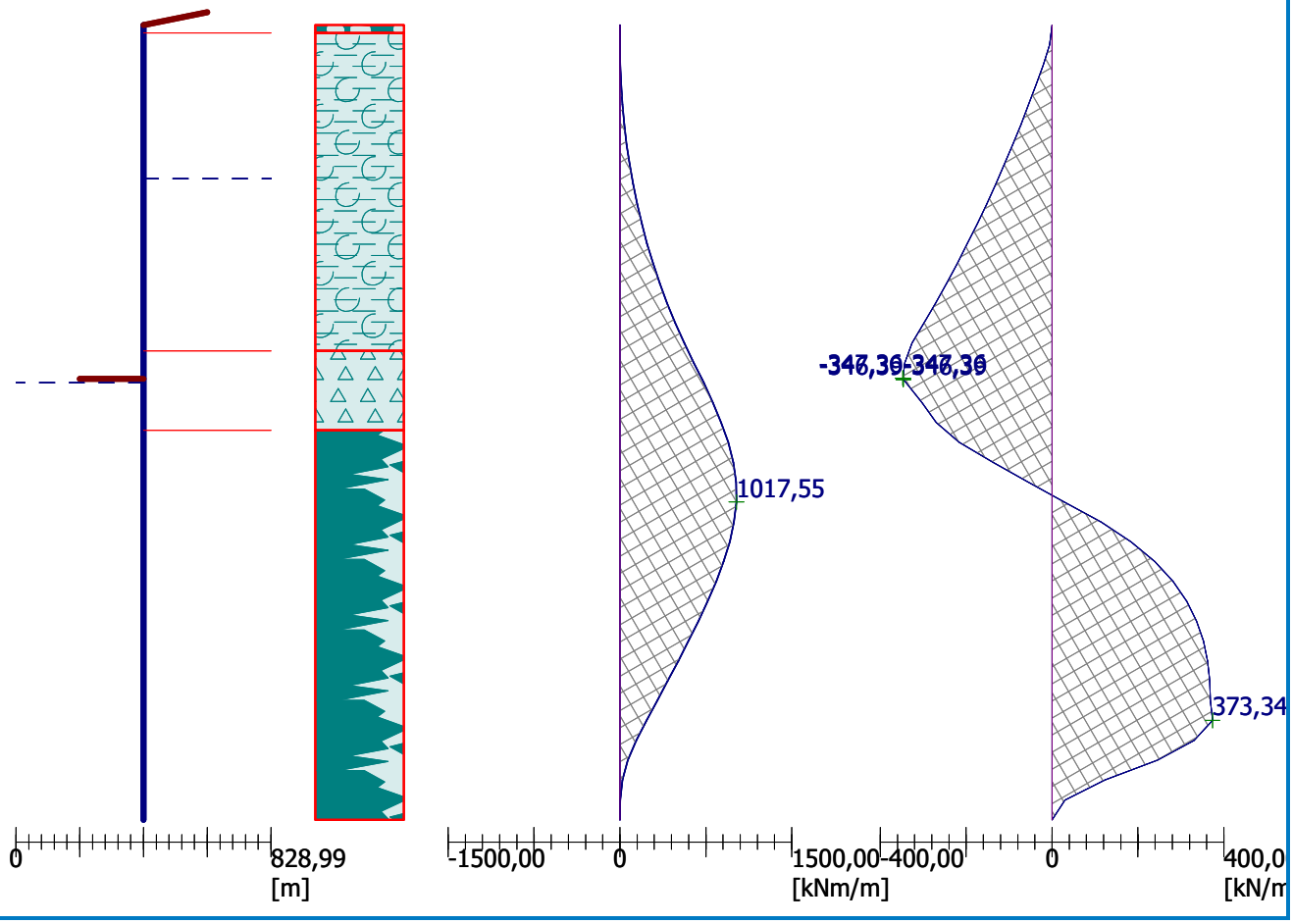
[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name : Analysis	Stage - analysis : 1 - -1

Geometry of structure
Length of structure = 10,00m

Bending moment
Max. M = 1017,55 kNm/m

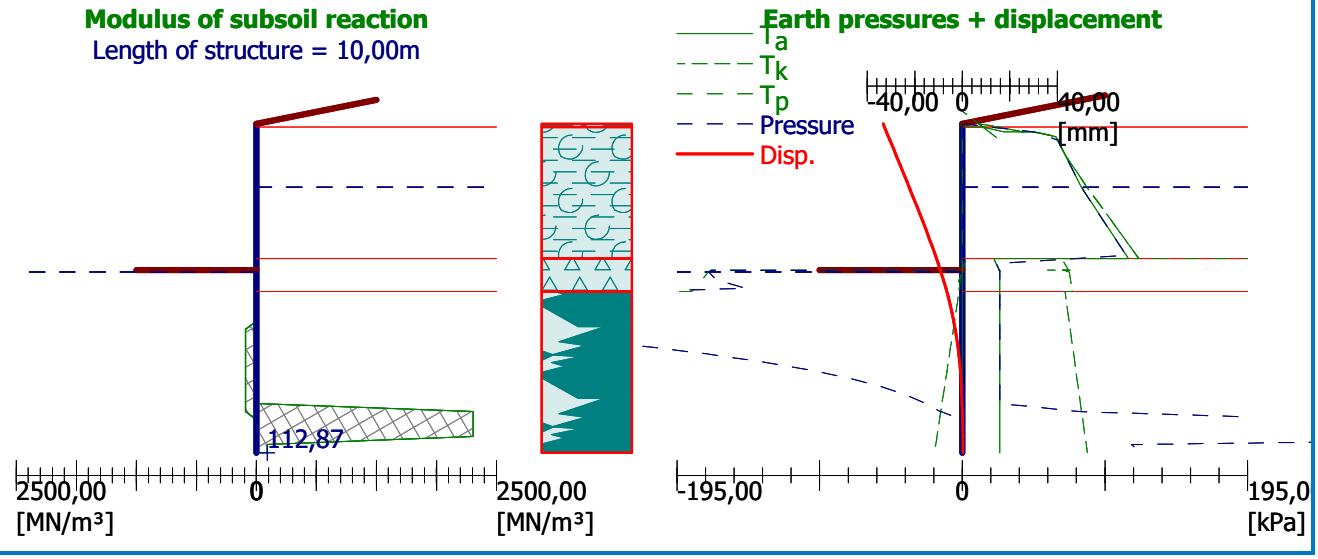
Shear force
Max. Q = 373,34 kN/m



Name : Analysis	Stage - analysis : 1 - -1

Modulus of subsoil reaction
Length of structure = 10,00m

Earth pressures + displacement



[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Dimensioning No. 1

	Disp. min [mm]	Disp. max [mm]	Shear force min. [kN/m]	Shear force max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-33.28	-33.28	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.25	-31.86	-31.86	-6.20	-6.20	0.52	0.52
0.50	-30.44	-30.44	-20.56	-20.56	3.78	3.78
0.75	-29.02	-29.02	-37.23	-37.23	10.99	10.99
1.00	-27.60	-27.60	-54.61	-54.61	22.45	22.45
1.25	-26.18	-26.18	-72.70	-72.70	38.35	38.35
1.50	-24.77	-24.77	-91.49	-91.49	58.86	58.86
1.75	-23.36	-23.36	-111.00	-111.00	84.16	84.16
2.00	-21.96	-21.96	-131.24	-131.24	114.42	114.42
2.25	-20.56	-20.56	-152.33	-152.33	149.85	149.85
2.50	-19.18	-19.18	-174.34	-174.34	190.66	190.66
2.75	-17.81	-17.81	-197.28	-197.28	237.10	237.10
3.00	-16.46	-16.46	-221.14	-221.14	289.38	289.38
3.25	-15.13	-15.13	-245.92	-245.92	347.74	347.74
3.50	-13.83	-13.83	-271.63	-271.63	412.42	412.42
3.75	-12.57	-12.57	-298.26	-298.26	483.63	483.63
4.00	-11.34	-11.34	-325.81	-325.81	561.62	561.62
4.25	-10.15	-10.15	-342.72	-342.72	645.65	645.65
4.44	-9.27	-9.27	-347.36	-347.36	711.89	711.89
4.44	-9.27	-9.27	-347.36	-347.36	711.89	711.89
4.46	-9.20	-9.20	-346.39	-346.39	717.45	717.45
4.46	-9.20	-9.20	-346.39	-346.39	717.45	717.45
4.50	-9.01	-9.01	-340.21	-340.21	731.87	731.87
4.75	-7.93	-7.93	-302.53	-302.53	810.80	810.80
5.00	-6.92	-6.92	-269.51	-269.51	882.20	882.20
5.25	-5.97	-5.97	-216.54	-216.54	945.53	945.53
5.50	-5.09	-5.09	-137.39	-137.39	989.82	989.82
5.75	-4.29	-4.29	-55.86	-55.86	1014.03	1014.03
6.00	-3.58	-3.58	28.05	28.05	1017.55	1017.55
6.25	-2.93	-2.93	113.98	113.98	996.80	996.80
6.50	-2.37	-2.37	183.85	183.85	959.25	959.25
6.75	-1.88	-1.88	239.08	239.08	906.10	906.10
7.00	-1.46	-1.46	281.72	281.72	840.76	840.76
7.25	-1.11	-1.11	313.68	313.68	766.13	766.13
7.50	-0.81	-0.81	336.71	336.71	684.67	684.67
7.75	-0.57	-0.57	352.42	352.42	598.39	598.39
8.00	-0.38	-0.38	362.19	362.19	508.96	508.96
8.25	-0.22	-0.22	367.25	367.25	417.69	417.69
8.50	-0.10	-0.10	368.61	368.61	325.64	325.64
8.75	0.00	0.00	373.34	373.34	231.84	231.84
9.00	0.08	0.08	330.79	330.79	142.74	142.74
9.25	0.15	0.15	245.24	245.24	69.93	69.93
9.50	0.21	0.21	122.60	122.60	23.20	23.20
9.75	0.27	0.27	29.81	29.81	3.77	3.77
10.00	0.33	0.33	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Maximum values of internal forces

Maximum displacement	=	-33,3	mm
Minimum displacement	=	0,3	mm
Maximum bending moment	=	1017,55	kNm/m
Minimum bending moment	=	0,00	kNm/m
Maximum shear force	=	373,34	kN/m

Verification of RC cross section (Pile curtain d = 0,90 m; a = 1,20 m)

All construction stages are taken into the analysis.
Reduct. coefficient of bearing capacity = 1,00

Dimensioning of reinforcement:

Reinforcement - 20 pc bars 25,0 mm; covering 80,0 mm
Type of structure (reinforcement ratio) : beam

Reinforcement ratio μ_s = 0,772 % > 0,100 % = $\mu_{s,min}$

Load : N = 0,00 kN (tension) ; M = 1221,06 kNm
Bearing capacity : N_{ult} = 0,00 kN; M_{ult} = 1281,79 kNm

Designed pile reinforcement is SATISFACTORY

Verification of shear reinforcement:

Ultimate shear force: V_{ult} = 1496,88 kN > 33,66 kN = Q
Cross-section is SATISFACTORY.

Cross-section is SATISFACTORY

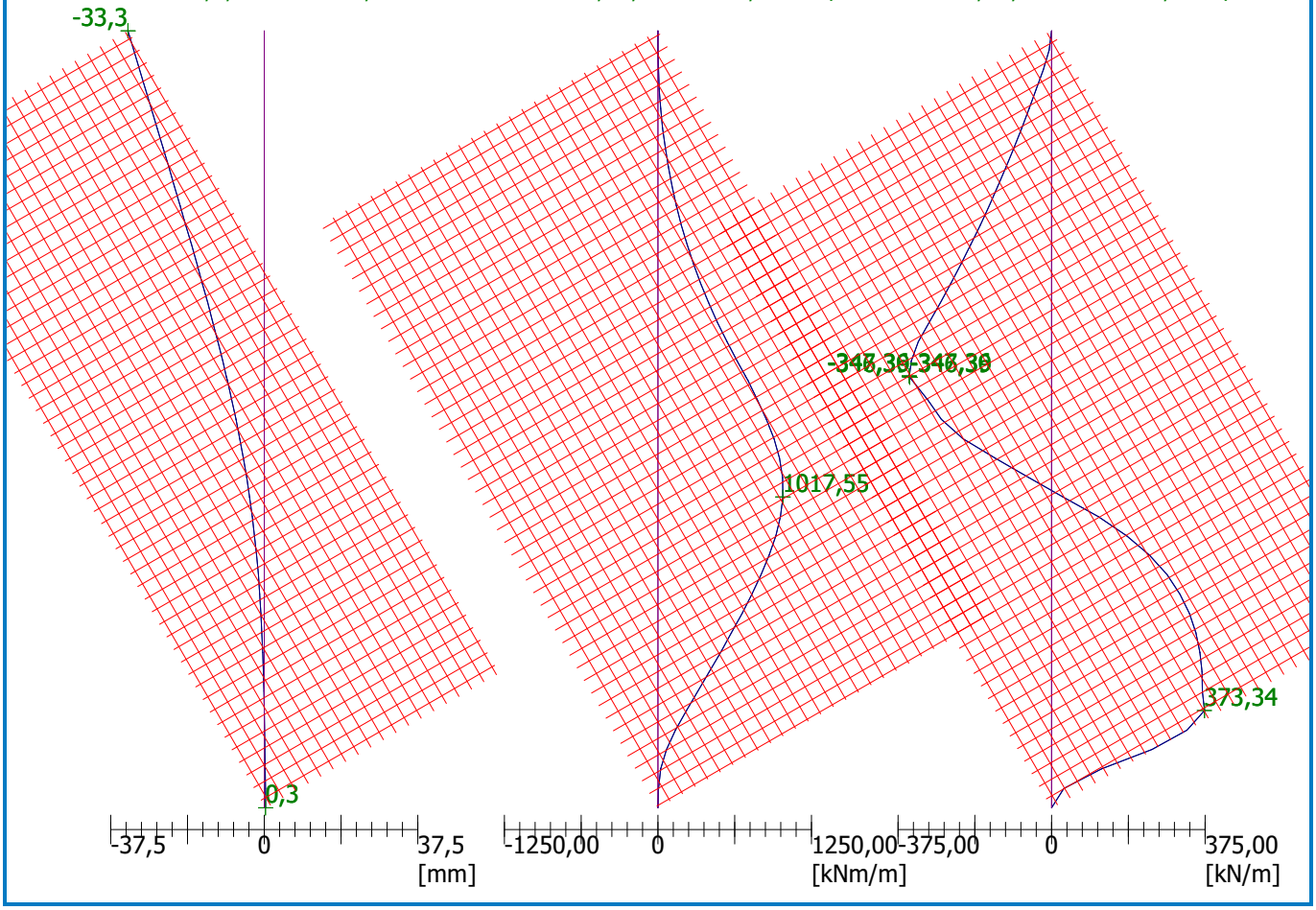
[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name : Dimensioning	Stage - analysis : 1 - 1

Displacement
Min1 = 0,3; Min2 = -33,3mm
Max1 = 0,3; Max2 = -33,3mm

Bending moment
Min1 = 1017,55; Min2 = 0,00kNm/m
Max1 = 1017,55; Max2 = 0,00kNm/m

Shear force
Min1 = 373,34; Min2 = -347,36kN/m
Max1 = 373,34; Max2 = -347,36kN/m



[GeoStructural Analysis - Sheeting Check | version 5.19.5.0 | Copyright © 2015 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

შპს,, მოდილიონი”

MODILIONI

საექსპერტო დასკვნა

ქ. თბილისი, დ. აღმაშენებლის ხეივანი, მე-14კმ. (ს/კ 01.72.14.009.654)
მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6)
კონსტრუქციულ პროექტსა და კომპიუტერულ
საანგარიშო მოდელზე

ექსპერტი, შპს “მოდილიონი“-ს დირექტორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
აკადემიური დოქტორი

ზ. კაპანაძე

თბილისი 2022წ.

01.09.2022წ.

საექსპერტო დასკვნა

ქ. თბილისი, დ. აღმაშენებლის ხეივანი, მე-14კმ. (ს/კ 01.72.14.009.654) მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კონსტრუქციულ პროექტსა და კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელზე

დამკვეთის მოთხოვნის საფუძველზე შესაფასებელია ქ. თბილისში, დ. აღმაშენებლის ხეივნის მე-14კმ (ს/კ 01.72.14.009.654) მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კონსტრუქციული პროექტისა და შენობის კომპიუტერული საანგარიშო მოდელის შესაბამისობა ქვეყანაში მოქმედ ნორმატიულ დოკუმენტებთან მიმართებაში.

დამკვეთის მიერ საექსპერტიზოდ წარმოდგენილი იქნა შემდეგი მასალები:

1. სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ელექტრონული ვერსია, dwg, Pdf და doc ფაილები), რომელიც დამუშავებული იქნა **შპს ,,ახალი საქქალაქმშენპროექტი,,**-ს ინჟინერ-გეოლოგების მიერ 2020 წელს.
2. ასაშენებელი მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის არქიტექტურული პროექტის ელექტრონული ვერსია (pln და pdf ფაილები);
3. მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) მონოლითური რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციათა ტექნიკური გადაწყვეტები. მათ შორის, საძირკვლის კონსტრუქციები, სვეტების, კედლების, დიაფრაგმების, კიბეების და სართულშუა გადახურვების კონსტრუქციათა სამონტაჟო სქემები და მათი კვანძები, აგრეთვე კონსტრუქციების საყალიბე და ბეტონის მზიდი ელემენტების დაარმირებისათვის საჭირო საშემსრულებლო ნახაზები, მათი შემაერთებელი კვანძების გადაწყვეტის ტექნიკური დოკუმენტაცია.
4. ასაშენებელი შენობების (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კომპიუტერული საანგარიშო მოდელების ელექტრონული ვერსია (lir ფაილი).

მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსის გეგმარებითი პარამეტრებიის ზოგადი აღწერა:

საექსპერტიზოდ წარმოდგენილი პროექტის მიხედვით ასაშენებელი მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსი მოიცავს ერთმანეთისაგან ანტისეისმური (სადეფორმაციო) ნაკერებით გამოყოფილ ორ დამოუკიდებელ ბლოკს: **ბლოკი-5** და **ბლოკი-6**. ორივე ბლოკი 15 სართულიანია ერთი მიწისქვეშა სართულით. მიწისქვეშა სართული განკუთვნილია ავტოსადგომებისათვის, პირველი მიწისზედა სართული განკუთვნილია კომერციული ფართებისათვის, ხოლო დანარჩენი სართულები კი საცხოვრებელი ფართებისათვისაა განკუთვნილი.

მრავალბინიან საცხოვრებელ კომპლექსში შემავალი ბლოკების მიწისქვეშა სართულის სიმაღლე შეადგენს **H=2.9მ**-ს; პირველი მიწისზედა სართულის სიმაღლე **H=3,65მ**-ია; ხოლო დანარჩენი სართულების სიმაღლე კი-**H=3,25მ**-ია;

,,ბლოკი-5,, გეგმაში ,,П,, ფორმისაა განაპირა ღერძებში ზომებით: **21,3X54,05მ**; მაქსიმალური მალი ,,შუქში,, შეადგენს **L=8,1მ-ს.**

,,ბლოკი-6,, შენობა გეგმაში ,,Т,, ფორმისაა განაპირა ღერძებში ზომებით: **24,95მX36,7მ**; მაქსიმალური მალი ,,შუქში,, შეადგენს **L=7,1მ-ს.**

მრავალბინიან საცხოვრებელ კომპლექსში შემავალი ბლოკების (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) ძირითადი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გაბარიტული ზომები:

- *ქვაბულის კედლების დამჭერი ხიმინჯები: Ф900 ბიჯით 1200მმ;*
- *საძირკვლის ფილა:* h=1000მმ;
- *ლიფტის თანაორმო:* h=600მმ;
- *საძირკვლის კოჭი:* bxh=700X1500მმ.
- *სვეტები და პილონები:* 600X1000მმ; 600X800მმ; 500X700მმ; 400X1000მმ; 400X700მმ; 400X500მმ; 400X400მმ;
- *მონოლითური კედლები:* h=250მმ,
- *მონოლითური დიაფრაგმები:* 300მმ, 250მმ;
- *სიხისტის ბირთვი*-1 კედლების სისქით 300მმ.
- *გადახურვის ფილა* 0,00; ნიშნულზე: 200მმ; ხოლო 0,00 ნიშნულს ზემოთ h=180მმ; h=200მმ; კონსოლებზე h=220მმ;
- *მონოლითური კოჭები:* bxh=400X600მმ; bxh=400X500მმ; bxh=300X500მმ. bxh=250X500მმ, bxh=200X500მმ
- კიბის პანდუსები და ბაქნები: h=180მმ;

შენობები (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კონსტრუქციული თვალსაზრისით გადაწყვეტილია, როგორც ჩარჩოსებრ-კავშირებიანი სისტემა მონოლითური რკინაბეტონის დიაფრაგმებით;

პროექტის მიხედვით შენობების (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) ყველა მზიდ კონსტრუქციაში გამოყენებულია ბეტონი კლასით B25. საძირკვლის ფილისათვის სიმტკიცის მიხედვით გამოყენებულია ბეტონი კლასით B25 და წყალშეუღწევადობის მიხედვით (იხ. გეოლოგიური დასკვნა) W_6 მარკის სულფატმდგრად ცემენტებზე (სტანდარტი 22266-76) დამზადებული ბეტონი; მზიდი კონსტრუქციების არმირებისას გამოყენებულია A500C და A240C კლასის არმატურები.

კონსტრუქციული პროექტის განმარტებითი ბარათის მიხედვით შენობების გარე შემომფარგვლელი კედლები განხორციელებულია თანამედროვე ტექნოლოგიებით დამზადებული მსუბუქი, ცეცხლმედეგი YTONG -ის მსუბუქი საკედლე ბლოკებით, კერძოდ: ფასადებისათვის გამოყენებულია 250მმ სისიქის D400 მარკის YTONG -ის საკედლე ბლოკები, ხოლო ბინების გამყოფ და შიდა სატიხრე კედლებში კი გამოყენებულია ასევე ცეცხლმედეგი მსუბუქი საკედლე ბლოკები, რომელთა მოცულობითი წონა არ აღემატება 1200კგ/მ^3-ს.

ასაშენებელი შენობების დაფუძნების პირობების აღწერა:

სამშენებლო მოედნის გეოტექნიკური აგებულებიდან გამომდინარე ასაშენებელი შენობები (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) მთლიანი საძირკვლის ფილის

გამოყენებით ეფუძნება რიყნარ გრუნტს ქვიშის შემავსებლით (ფენა 3) რომლის პირობითი საანგარიშო წინაღობა შეადგენს: R_0=6კგძ/სმ²

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების მიხედვით სამშენებლო მოედანი ხასიათდება გრუნტის წყლების სარკის არაღრმად(1,0-1,8მ) გავრცელებით; დამყარების დონე 1,0-1,6მ-ის ფარგლებშია. განმარტებით ბარათში მითითებულია წრიული დრენაჟის მოწყობის აუცილებლობის შესახებ, რათა არ მოხდეს მიწისქვეშა სართულებში გრუნტის წყლების შემოდინება.

პროექტის მიხედვით საძირკვლის ფილის ქვეშ გათვალისწინებულია 100მმ სისქის **B10** კლასის ბეტონის (სულფატომედეგი) მომზადება და ხრეშის ,,მოსასწორებელი ფენის,, მოწყობა.

საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონებისა და საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების შესაბამისი დასკვნებისა და რეკომენდაციების მიხედვით სამშენებლო მოედანი განლაგებულია 8 ბალიანი სეისმური საშიშროების ზონაში MSK64 სკალის მიხედვით (A=0.17); გრუნტის კატეგორია სეისმური თვისებების მიხედვით - II;

სამშენებლო მოედანზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა შეადგენს - 85 კგძ/მ2 (15 წლიანი განმეორებადობის პერიოდით), ხოლო თოვლის საფარის ნორმატიული დატვირთვა - 50 კგძ/მ2 (14 დღე - თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი).

ასაშენებელი შენობების კომპიუტერული საანგარიშო მოდელის აღწერა:

შენობისა და მისი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების, როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემის გადაანგარიშება კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში შესრულებულია სტატიკურ და დინამიკურ (სეისმურ) ზემოქმედებაზე კომპიუტერული საანგარიშო კომპლექსის **ЛИРА-САПР 2015**-ის გამოყენებით.

კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში სტატიკური და დინამიკური ზემოქმედებები წარმოდგენილია შემდეგი დატვირთვების სახით:

1) **მუდმივი *(სტატიკური)* დატვირთვა:** (რკ.ბ-ის საკუთარი წონა + იატაკის ,,სენდვიჩის,, წონა + *გარე შემომფარგვლელი კედლების დატვირთვა)*

2) **დროებითი ხანგრძლივი *(სტატიკური)* დატვირთვები:** . (შიგნითა *ტიხრების დატვირთვები)*

3) **ხანმოკლე *(სტატიკური)* დატვირთვები:**

ა) *დროებითი სასარგებლო დატვირთვები* СНиП 2.01.07.85. «Нагрузки и воздействия»- ის მიხედვით.

ბ) *ქარის სტატიკური დატვირთვები.*

გ) *თოვლის დატვირთვა;*

4) სეისმური ზემოქმედება კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში შესრულებულია სპექტრული მეთოდით სეისმური თვისებებით II კატეგორიის გრუნტისათვის 8 ბალიან სეისმურ ზემოქმედებაზე შემდეგი დატვირთვების სახით:

ა) სეისმური ზემოქმედება შენობის განივი ,, Y,, მიმართულებით

ბ) სეისმური ზემოქმედება შენობის გრძივი ,, **X**,, მიმართულებით

გ) სეისმური ზემოქმედება შენობის დიაგონალური ,,45^0,, მიმართულებით.

დ) სეისმური ზემოქმედება შენობის დიაგონალური ,,135^0,, მიმართულებით.

ე) სეისმური ზემოქმედება შენობის ვერტიკალური ,,Z,, მიმართულებით

საანგარიშო მოდელში შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების არმირებები განხორციელებულია ძალვათა ძირითადი და განსაკუთრებული შეხამებების გათვალისწინებით. სეისმური და ქარის დატვირთვები ძალვათა შეხამების ცხრილში მითითებულია როგორც ურთიერთგამომრიცხავი.

შენობის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზისას კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში დრეკადი ფუძის პარამეტრების (C_1; C_2) გამოსათვლელად გამოყენებულია **ЛИРА-САПР 2015**-ის. ,,გრუნტის მოდელი,,

,,ბლოკი-5,,-თვის შენობის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზისას მიღებული შედეგები:

შენობის საკუთარი რხევის პერიოდები ე. წ. ,,დინამიკური მოდელის,, მიხედვით: - T_1=2,05წმ; T_2=1,801წმ; T_3=1,621წმ;

სეისმური ზემოქმედების ანგარიშისას ე.წ ,,მასების მონაწილეობის ფაქტორი,, - 91,3%

საძირკვლის ფილის ქვეშ წნევის მაქსიმალური მნიშვნელობა საანგარიშო სტატიკურ დატვირთვათა ძირითადი შეხამებისას შეადგენს: **39 ტძ/მ^2.**

მაქსიმალური ჰორიზონტალური გადაადგილება სეისმური ზემოქმედებისას ე. წ. ,,დინამიკური მოდელის,, მიხედვით: - 123მმ-ს.

რკინაბეტონის სვეტების არმირების პროცენტი არ სცდება 2,22%.

,,ბლოკი-6,,-თვის შენობის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზისას მიღებული შედეგები:

შენობის საკუთარი რხევის პერიოდები ე. წ. ,,დინამიკური მოდელის,, მიხედვით: - T_1=1,821წმ; T_2=1,677წმ; T_3=1,325წმ;

სეისმური ზემოქმედების ანგარიშისას ე.წ ,,მასების მონაწილეობის ფაქტორი,, - 93,3%

საძირკვლის ფილის ქვეშ წნევის მაქსიმალური მნიშვნელობა საანგარიშო სტატიკურ დატვირთვათა ძირითადი შეხამებისას შეადგენს: **38 ტძ/მ^2**

მაქსიმალური ჰორიზონტალური გადაადგილება სეისმური ზემოქმედებისას ე. წ. ,,დინამიკური მოდელის,, მიხედვით: - 103მმ-ს.

რკინაბეტონის სვეტების არმირების პროცენტი არ სცდება 2,86%.

დასკვნა:

მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსში შემავალი ბლოკების (ბლოკი-5 და ბლოკი-6) კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელების მიმართ ექსპერტს ძირითადად ჰქონდა სარეკომენდაციო ხასიათის შენიშვნები, რომლებიც გათვალისწინებული იქნა კონსტრუქციულ პროექტში და შესაძლებელია ითქვას, რომ საანგარიშო მოდელში მიღებული გადაწყვეტები და გაანგარიშებითა შედეგები აკმაყოფილებს ნორმატიული დოკუმენტებით განსაზღვრულ მოთხოვნებს;

კონსტრუქციული პროექტი დამუშავებულია მაღალ პროფესიონალურ დონეზე; შენობის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესაბამისად მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების არმირებები, რომელიც ასახულია კონსტრუქციულ პროექტში შეესაბამისობაშია გაანგარიშებით მიღებულ შედეგებთან.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა, რომ არქიტექტურული პროექტის საფუძველზე შედგენილი კონსტრუქციული პროექტი და საანგარიშო მოდელი დამუშავებულია ქვეყანაში მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნათა შესაბამისად; კონსტრუქციულ პროექტს ეძლევა დადებითი რეკომენდაცია.

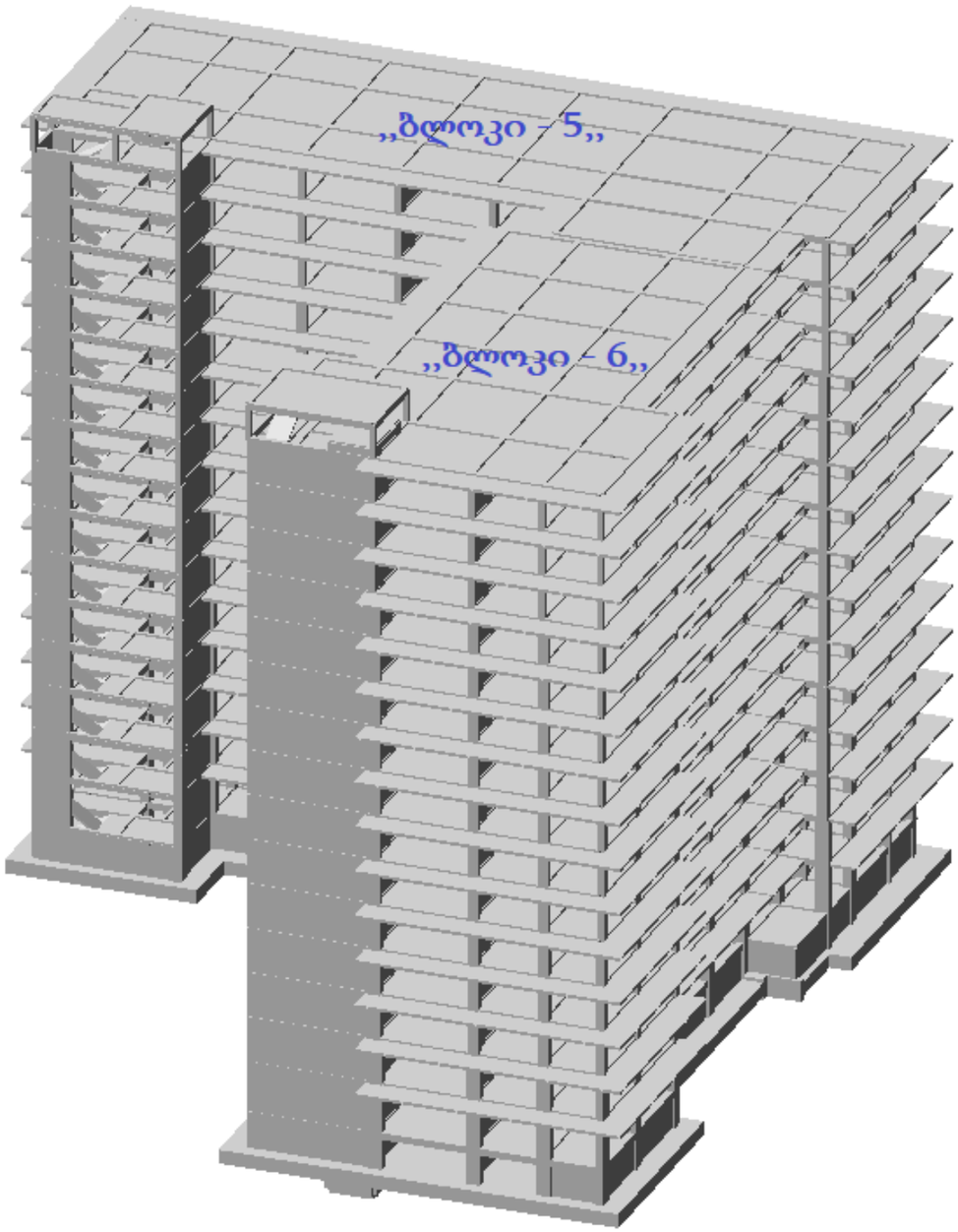
ექსპერტი, შპს "მოდილიონი"-ს დირექტორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
აკადემიური დოქტორი ზ. კაპანაძე

ქ. თბილისი, დ. აღმაშენებლის ხეივანი, მე-14კმ. (ს/კ 01.72.14.009.654)

მრავალბინიანი საცხოვრებელი კომპლექსი
,,ბლოკი-5,, და ,,ბლოკი-6,,

შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი.

18 აგვისტო 2022წ.



შეასრულა:
თ. მაცაბერიძე

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Имя задачи: digomi-kompleqsi_5_6

Расчет пространственной системы

на статические и динамические воздействия

с выбором расчетных сочетаний усилий

ВВЕДЕНИЕ

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА-САПР".

В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

X линейное по оси X
Y линейное по оси Y
Z линейное по оси Z
UX угловое вокруг оси X
UY угловое вокруг оси Y
UZ угловое вокруг оси Z

В ПК "ЛИРА-САПР" реализованы положения следующих нормативных и регламентирующих документов:

СП 14.13330 2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
СП 16.13330 2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
СП 20.13330 2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
СП 22.13330 2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
СП 24.13330 2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
СП 35.13330 2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84.
СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
СНиП 2.01.07–85*. Нагрузки и воздействия.
СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции.
СНиП II–7–81*. Строительство в сейсмических районах.
СНиП II–23–81*. Стальные конструкции.
СНиП 2.02.01–83*. Основания зданий и сооружений.
СНиП II–21–75. Бетонные и железобетонные конструкции.
СНиП 2.05.03–84*. Мосты и трубы.
СП 50-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
МГСН 4.19-05. Московские городские строительные нормы. Многофункциональные высотные здания и комплексы.
СНиП 52–01–2003. Бетонные и железобетонные конструкции.
НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. Госатомнадзор России.
ДБН В.2.3-14:2006. Сооружения транспорта. Мосты и трубы. Нормы проектирования.
ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.
ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины.
ДБН В.2.2-24:2009. Проектирование высотных жилых и гражданских сооружений.
ДБН В.2.1-10:2009. Основания и фундаменты сооружений.
ДБН В.2.6-98:2009. Бетонные и железобетонные конструкции.
ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. Бетонные и железобетонные конструкции из тяжелого бетона.
ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурный для железобетонных конструкций.
СНРА II-2.02-94. Сейсмостойкое строительство. Армения.
КМК 2.01.03-96*. Строительство в сейсмических районах. Узбекистан.
СНТ 2.01.08-99*. Строительство в сейсмических районах. Туркменистан.
ПН 01.0.1-09. Строительство в сейсмических районах. Грузия.
AzDTN 2.3-1-2010. Строительство в сейсмических районах. Азербайджан.
СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах. Казахстан.
МКС ЧТ 22-07-2007. Сейсмостойкое строительство. Таджикистан.

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1. В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.
Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.
Тип 42. Универсальный треугольный КЭ оболочки.
Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки.

Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загружения:

загружение 1 - статическое загружение
загружение 2 - статическое загружение
загружение 3 - статическое загружение
загружение 4 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)
загружение 5 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)
загружение 6 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)
загружение 7 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)
загружение 8 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

Расчетные сочетания напряжений для пластинчатых элементов выбираются по критерию экстремальных напряжений с учетом направления главных площадок.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загружений:

загружение 1 - статическое загружение
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 2 - статическое загружение
Данное загружение учитывается как длительно-действующая нагрузка.
загружение 3 - статическое загружение

Данное загружение учитывается как кратковременная нагрузка.
загружение 4 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.
загружение 5 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.
загружение 6 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.
загружение 7 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.
загружение 8 - динамическое (сейсмика ПН 01.01.-09)

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.

ЧТЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СЧЕТА

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.
Раздел 2. Исходные данные.
Раздел 3. Диагностические сообщения.
Раздел 5. Перемещения узлов.
Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.
Раздел 7. Реакции в узлах.
Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (РСУ).
Раздел 9. Периоды колебаний.
Раздел 10. Формы колебаний.
Раздел 17. Распределение масс.
Раздел 11. Узловые инерционные силы от динамических воздействий.

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений.
В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие.
Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.
Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X
Y линейное по оси Y
Z линейное по оси Z
UX угловое вокруг оси X
UY угловое вокруг оси Y

UZ угловое вокруг оси Z

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы.

В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий.
В последующих графах указываются:
в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;
во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий (РСУ) в элементах для каждого сечения и дополнительная информация о сочетаниях усилий.

Вычисляются следующие группы РСУ:
Группа A1 – включает только те загружения, которые обладают длительностью действия; в эту группу включаются постоянные, длительные и кратковременные загружения; виды загружений – 0, 1, 2.
Группа B1 – включает все заданные загружения независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.
Группа C1 – включает группу B1 плюс сейсмическое загружение.
Группа D1 – включает группу B1 плюс особое (не сейсмическое) загружение.
Группа A2 – включает только постоянные и длительные загружения; виды загружений – 0, 1.
Группа B2 – включает постоянные, длительные и кратковременные загружения (кроме мгновенного); виды загружений – 0, 1, 2.
Группа C2 – включает все заданные загружения независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.
Группа D2 – включает группу C2 плюс сейсмическое загружение.

Вычисленные сочетания образуют 4 таблицы результатов:
Таблица 1 – РСУ расчетные, вычисленные по расчетным значениям усилий.
Таблица 2 – РСУ расчетные длительные, полученные при помощи умножения расчетных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.
Таблица 3 – РСУ нормативные, полученные при помощи деления расчетных усилий на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке.
Таблица 4 – РСУ нормативные длительные, полученные при помощи умножения нормативных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Заголовки таблиц РСУ содержат следующие индексы:
ЭЛМ – номер элемента в схеме;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий, в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загружения;
Г – индекс внутренней группы – A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2.
Далее следуют идентификаторы усилий/напряжений в соответствии с типом КЭ, а затем список из номеров загружений, которые составили текущее сочетание.
Знакопеременное загружение, вошедшее в РСУ с противоположным знаком помечается знаком '–'.

Таблицы результатов по унифицированным РСУ формируются для каждого варианта конструирования с указанием номера варианта.

Заголовки таблиц унифицированных РСУ содержат следующие индексы:
ПЭ – признак принадлежности элемента;
ЭЛМ – порядковый номер элемента в схеме или в суперэлементе;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загружения;
Г – индекс внутренней группы – A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2.

В разделе 9 для каждого динамического (или после модального анализа)загружения распечатываются значения периодов собственных колебаний.

В разделе 10 для каждого динамического (или модального) загружения распечатываются значения относительных перемещений узлов, соответствующих формам собственных колебаний.

В разделе 11 для каждого динамического загружения распечатываются значения составляющих динамической нагрузки после разложения ее по формам собственных колебаний.

В разделе 17 для каждого динамического загружения распечатываются значения масс, собранных в узлы. Размерность масс указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер загружения и индексация масс. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и соответствующие величины.

ИНДЕКСАЦИЯ И ПРАВИЛА ЗНАКОВ

УСИЛИЙ В КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

MK крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MY изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

NX нормальное напряжение вдоль оси X1; положительный знак соответствует растяжению.

NY нормальное напряжение вдоль оси Y1; положительный знак соответствует растяжению.

NZ нормальное напряжение вдоль оси Z1 (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.

TXY сдвигающее напряжение, параллельное оси X1 и лежащее в плоскости, параллельной X10Z1; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси X1, если NY совпадает по направлению с осью Y1.

MX момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

MY момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

MXY крутящий момент; положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z1).

QX перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси X1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

QY перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

RZ реактивный отпор грунта (при расчете оболочек на упругом основании); положительное усилие действует по направлению оси Z1 (грунт растянут).

Тип 42. Универсальный треугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

NX нормальное напряжение вдоль оси X1; положительный знак соответствует растяжению.

NY нормальное напряжение вдоль оси Y1; положительный знак соответствует растяжению.

NZ нормальное напряжение вдоль оси Z1 (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.

TXY сдвигающее напряжение, параллельное оси X1 и лежащее в плоскости, параллельной X10Z1; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси X1, если NY совпадает по направлению с осью Y1.

MX момент , действующий
на сечение, ортогональное оси X1; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).
MY момент , действующий
на сечение, ортогональное оси Y1; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).
MXY крутящий момент;
положительный знак соответствует кривизне медианы, выходящей из узла 1, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z1).
QX перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси X1;
положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.
QY перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси Y1;
положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

RZ реактивный отпор грунта (при расчете оболочек на упругом основании); положительное усилие действует по направлению оси Z1 (грунт растянут).

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:
NX нормальное напряжение вдоль оси X1;
положительный знак соответствует растяжению.
NY нормальное напряжение вдоль оси Y1;
положительный знак соответствует растяжению.
NZ нормальное напряжение вдоль оси Z1 (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.
TXY сдвигающее напряжение,
параллельное оси X1 и лежащее в плоскости, параллельной X10Z1; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси X1, если NY совпадает по направлению с осью Y1.

MX момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1;
положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).
MY момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1;
положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).
MXY крутящий момент;
положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z1).
QX перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси X1;
положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.
QY перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси Y1;
положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

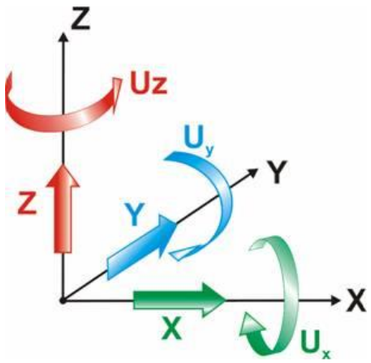


Рис. 1 Правила знаков перемещений

Примечания
Линейные перемещения положительны, если они направлены вдоль соответствующих осей глобальной системы координат. Угловые перемещения (повороты) положительны, если они вращают узел против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующих осей глобальной системы координат.

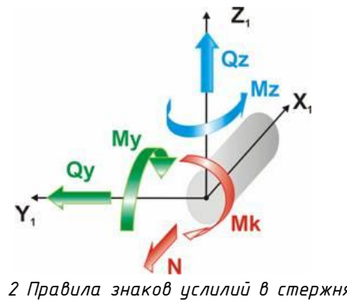


Рис. 2 Правила знаков усилий в стержнях

Примечания
N – Осевое усилие, положительный знак усилия соответствует растяжению.
Mk – Крутящий момент относительно оси X1, положительный знак соответствует действию против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.
My – Изгибающий момент относительно оси Y1, положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна относительно направления оси Z1.
Qz – Перерезывающая сила вдоль оси Z1, усилие положительного знака сонаправлено оси Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.
Mz – Изгибающий момент относительно оси Z1, положительный знак соответствует действию против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1 на сечение, принадлежащее концу стержня.
Qy – Перерезывающая сила вдоль оси Y1, усилие положительного знака сонаправлено оси Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.
Размерности сил N, Qz, Qy – [F], моментов Mk, My, Mz – [F·L], где F – размерность силы, L – размерность длины.

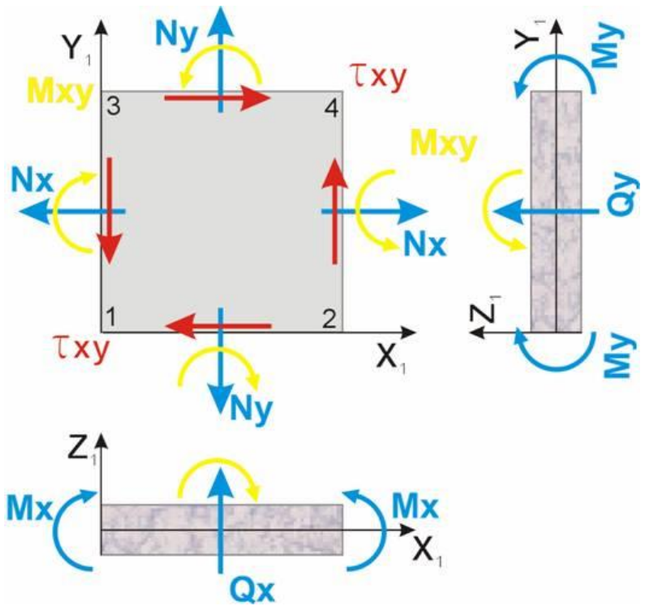


Рис. 3 Правила знаков усилий в оболочках

Примечания
Nx – Нормальное напряжение вдоль оси X1. Положительный знак соответствует растяжению.
Ny – Нормальное напряжение вдоль оси Y1. Положительный знак соответствует растяжению.
Txy – Сдвигающее напряжение. Положительный знак соответствует удлинению диагонали 1-4 четырехугольного КЭ или медианы треугольного КЭ, выходящей из узла 1.
Mx – Момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1. Положительный знак соответствует растяжению нижнего относительно оси Z1 волокна.
My – Момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1. Положительный знак соответствует растяжению нижнего относительно оси Z1 волокна.
Mxy – Крутящий момент. Положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4 (или медианы, выходящей из узла 1), направленной относительно оси Z1 выпуклостью вниз.
Qx – Перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси X1. Усилие положительного знака сонаправлено оси Z1 на той части КЭ, в которой отсутствует узел 1.
Qy – Перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси Y1. Усилие положительного знака сонаправлено оси Z1 на той части КЭ, в которой отсутствует узел 1.
Rz – Давление на грунт. Положительный знак соответствует растяжению грунта.
Размерности напряжений Nx, Ny, Txy – [F/L^2]; моментов Mx, My, Mxy – [F·L/L]; сил Qx, Qy – [F/L]; давления Rz – [F/L^2], где F – размерность силы L – размерность длины.

Таблица жесткостей

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	Брус 40 X 40 (sveti 40x40sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=40
2	Брус 50 X 40 (sveti 50x40sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=50,H=40
3	Брус 70 X 40 (sveti 70x40sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=70,H=40
4	Брус 40 X 50 (rigeli 40x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=50
5	Брус 30 X 50 (rigeli 30x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=30,H=50
6	Брус 20 X 50 (rigeli 20x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=20,H=50
7	Брус 25 X 50 (rigeli 25x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=25,H=50
8	Брус 30 X 50 (rigeli 30x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=30,H=50
9	Брус 70 X 50 (sveti 70x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=70,H=50
10	Брус 40 X 50 (sveti 40x50sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=50
11	Брус 100 X 60 (sveti 100x60sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=100,H=60
12	Брус 40 X 60 (rigeli 40x60sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=60
13	Брус 80 X 60 (sveti 80x60sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=80,H=60
14	Брус 50 X 70 (sveti 50x70sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=50,H=70
15	Брус 40 X 70 (sveti 40x70sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=70
16	Брус 60 X 80 (sveti 60x80sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=60,H=80
17	Брус 40 X 100 (sveti 40x100sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=40,H=100
18	Брус 60 X 100 (sveti 60x100sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=60,H=100

19	Брус 70 X 150 (saz. kochi 70X150sm)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0 B=70,H=150
20	Пластина H 18 (kibis pansusebi 18sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=18,Ro=2.75
21	Пластина H 18 (fila 18sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=18,Ro=2.75
22	Пластина H 20 (fila 20sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=20,Ro=2.75
23	Пластина H 22 (konsolis fila 22sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=22,Ro=2.75
24	Пластина H 25 (konturis kedeli 25sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=25,Ro=2.75
25	Пластина H 25 (diafragma 25sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=25,Ro=2.75
26	Пластина H 30 (diafragmai 30sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=30,Ro=2.75
27	Пластина H 60 (liftis tanaormo 60sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=60,Ro=2.75
28	Пластина H 100 (saz. fila 100sm)	E=3.06e+006,V=0.2,H=100,Ro=2.75

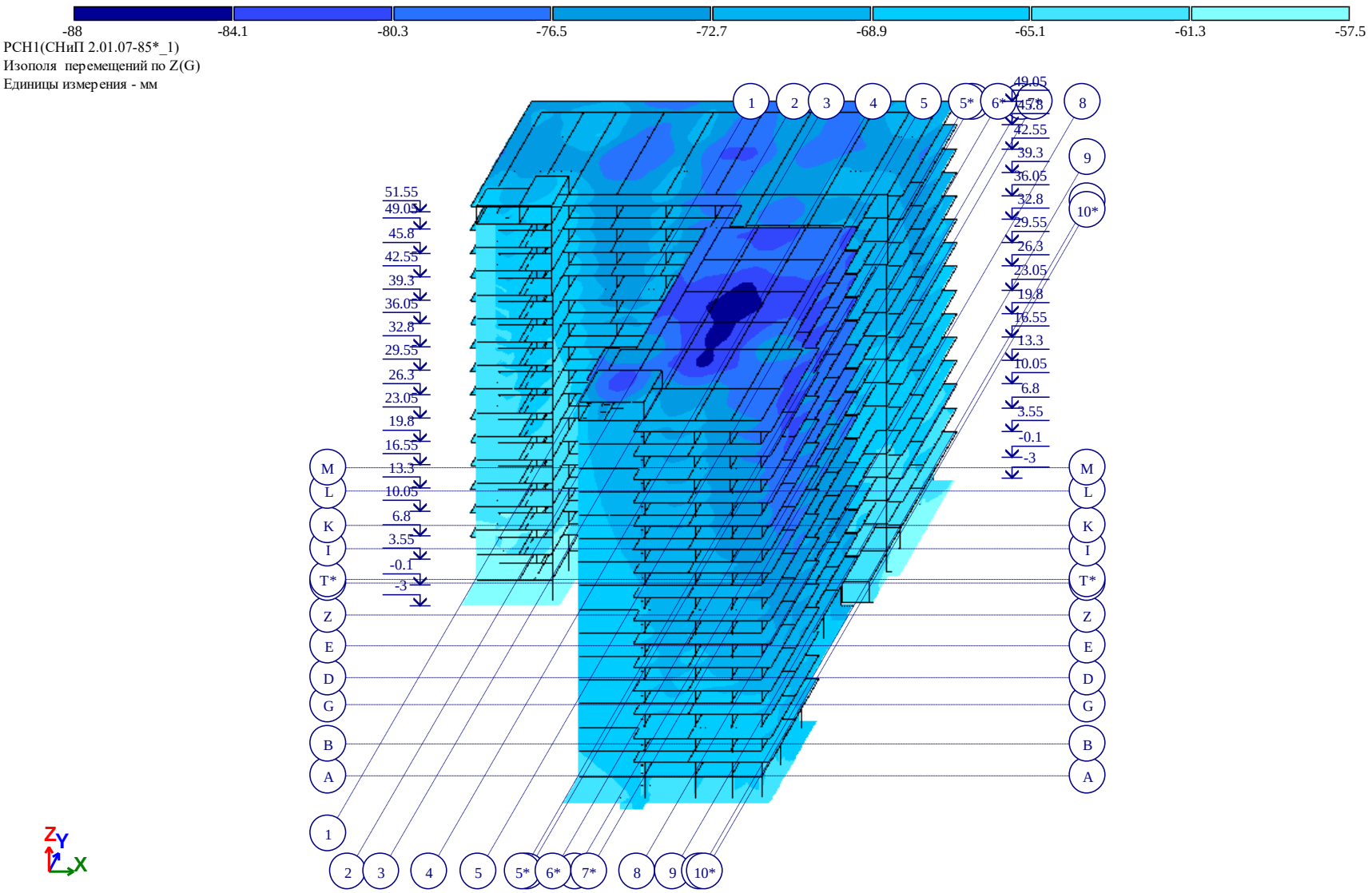


Рис. 1 Изополя перемещений по Z(G)

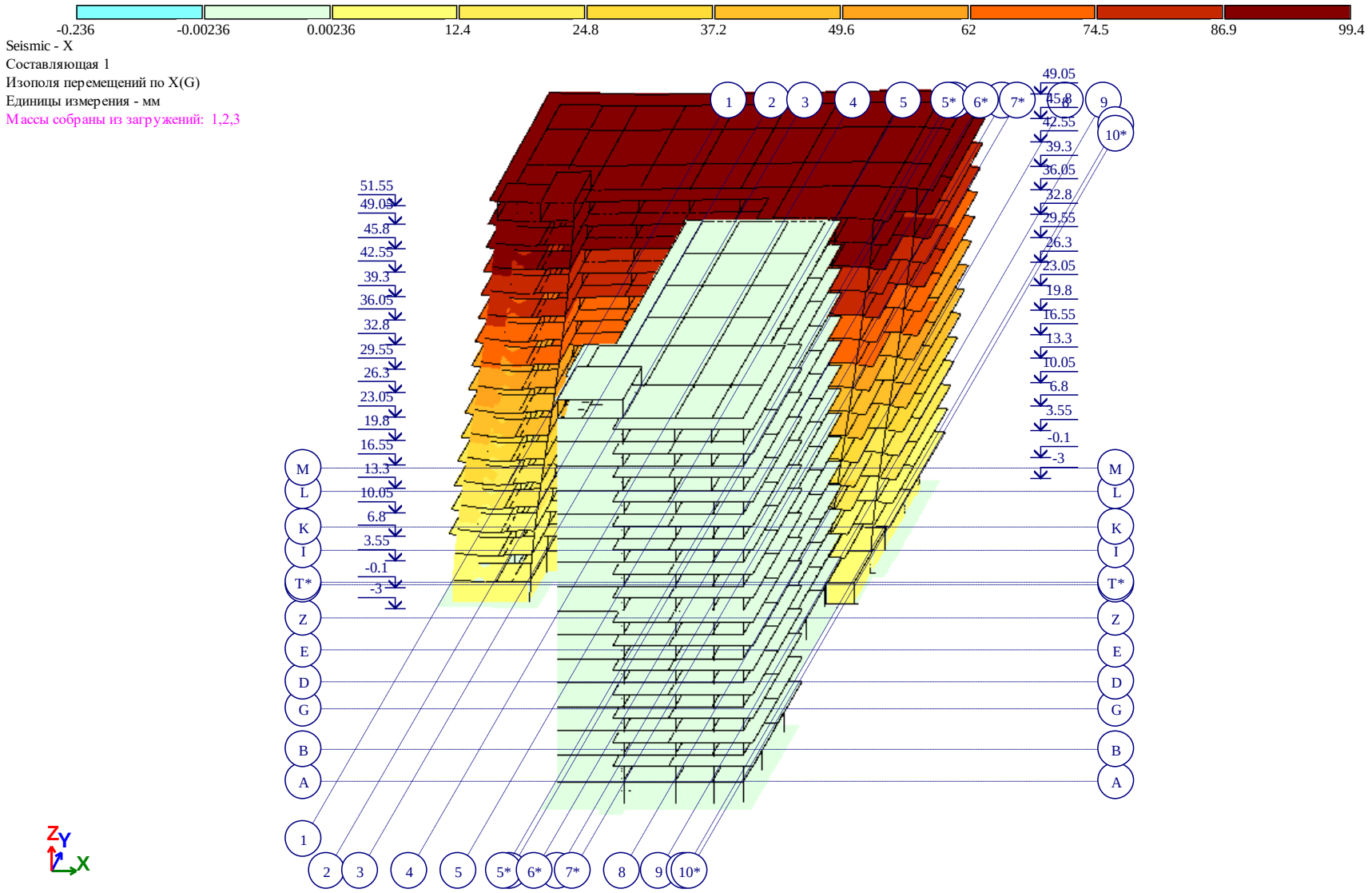


Рис. 2 Изополя перемещений по X(G)

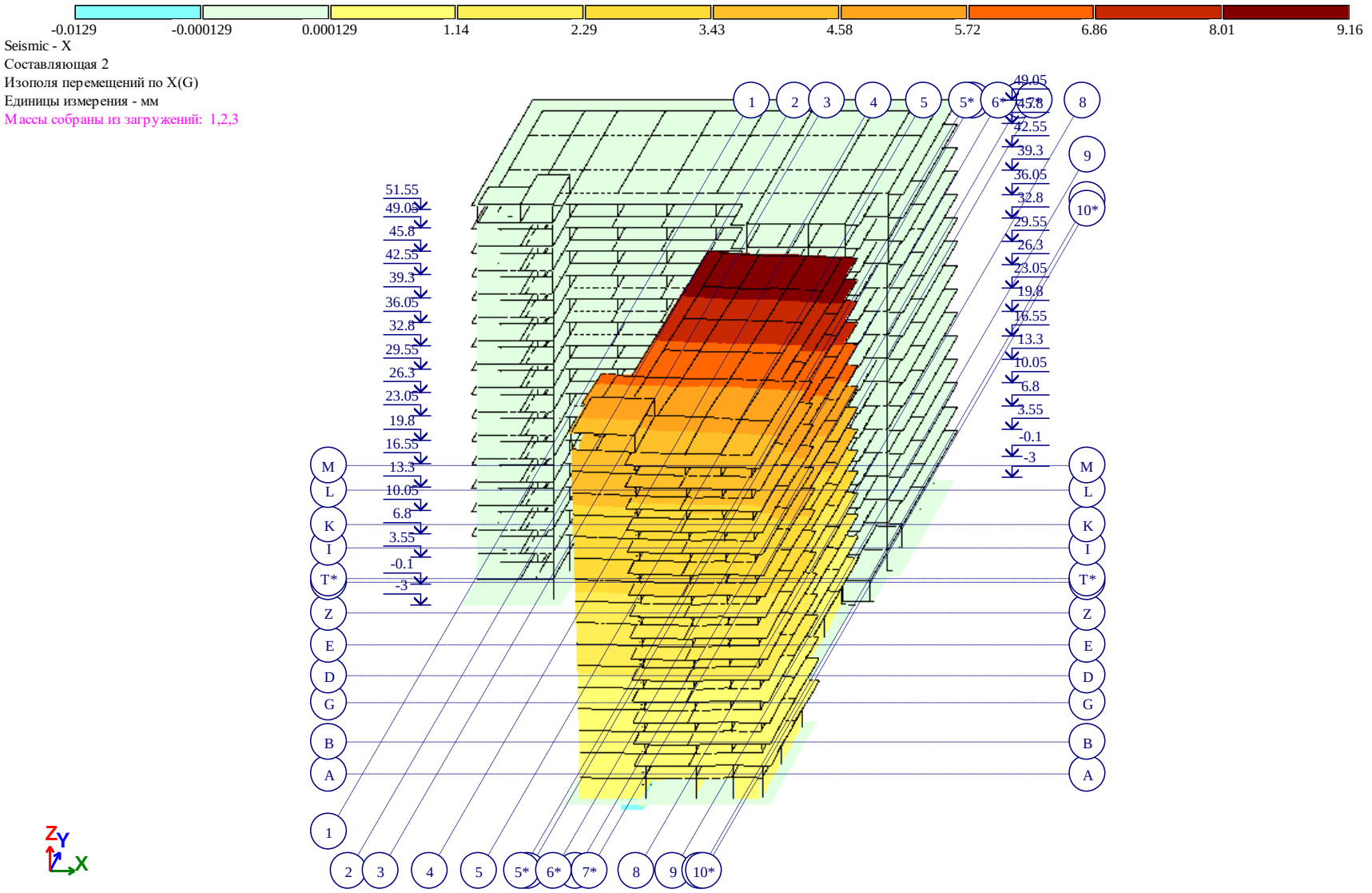


Рис. 3 Изополя перемещений по X(G)(2)

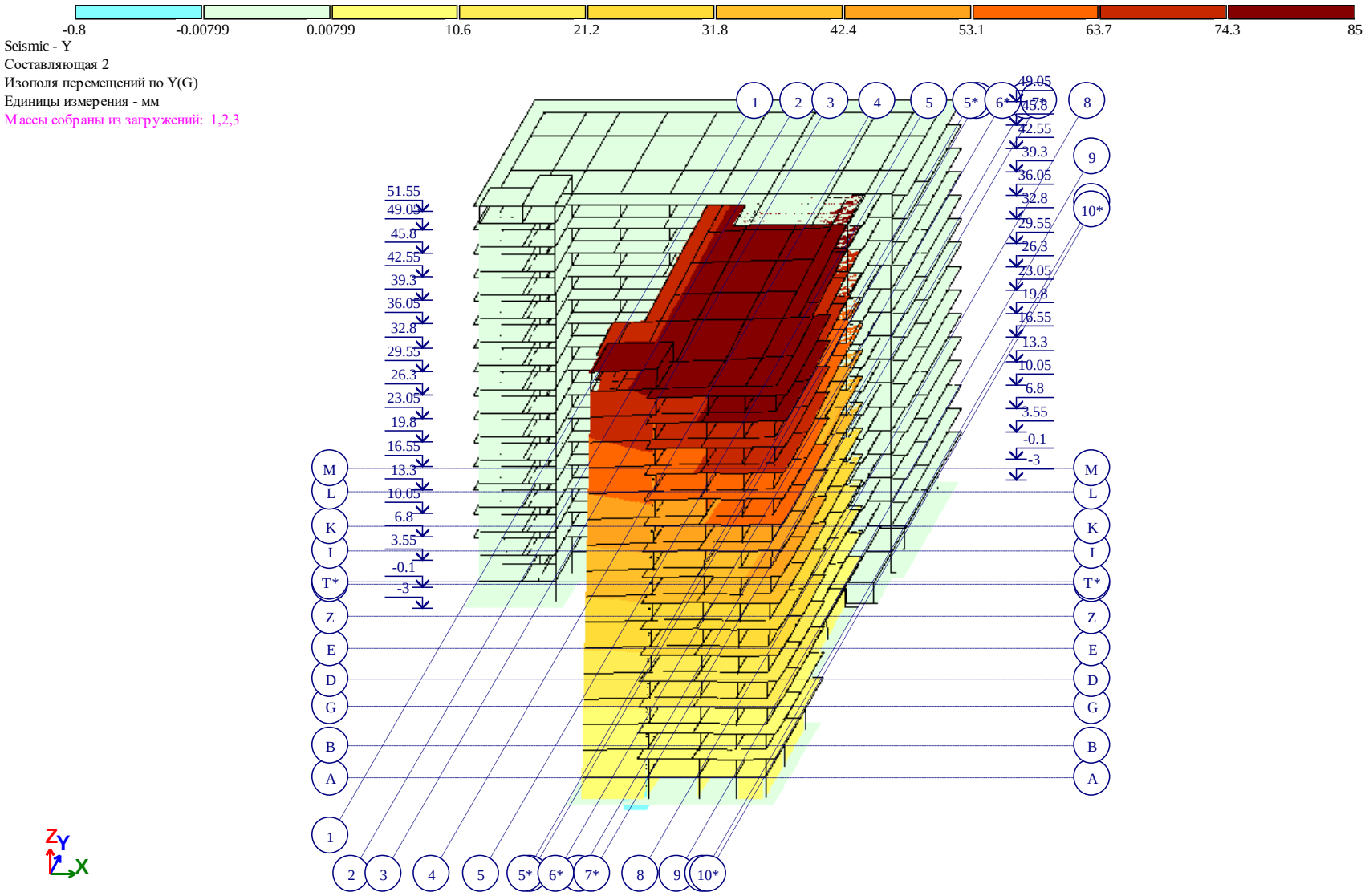


Рис. 4 Изополя перемещений по Y(G)

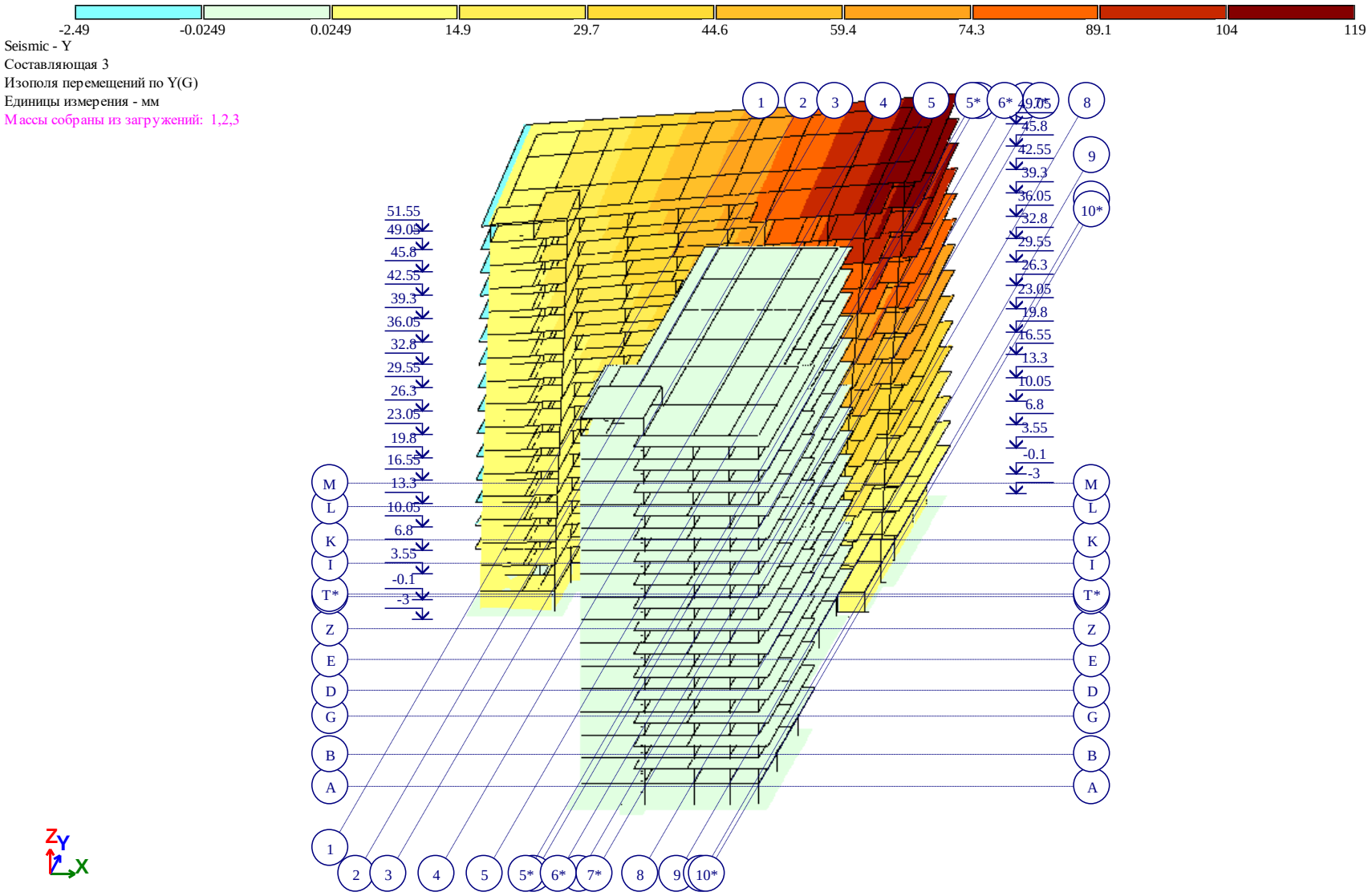


Рис. 5 Изополя перемещений по Y(G)(2)

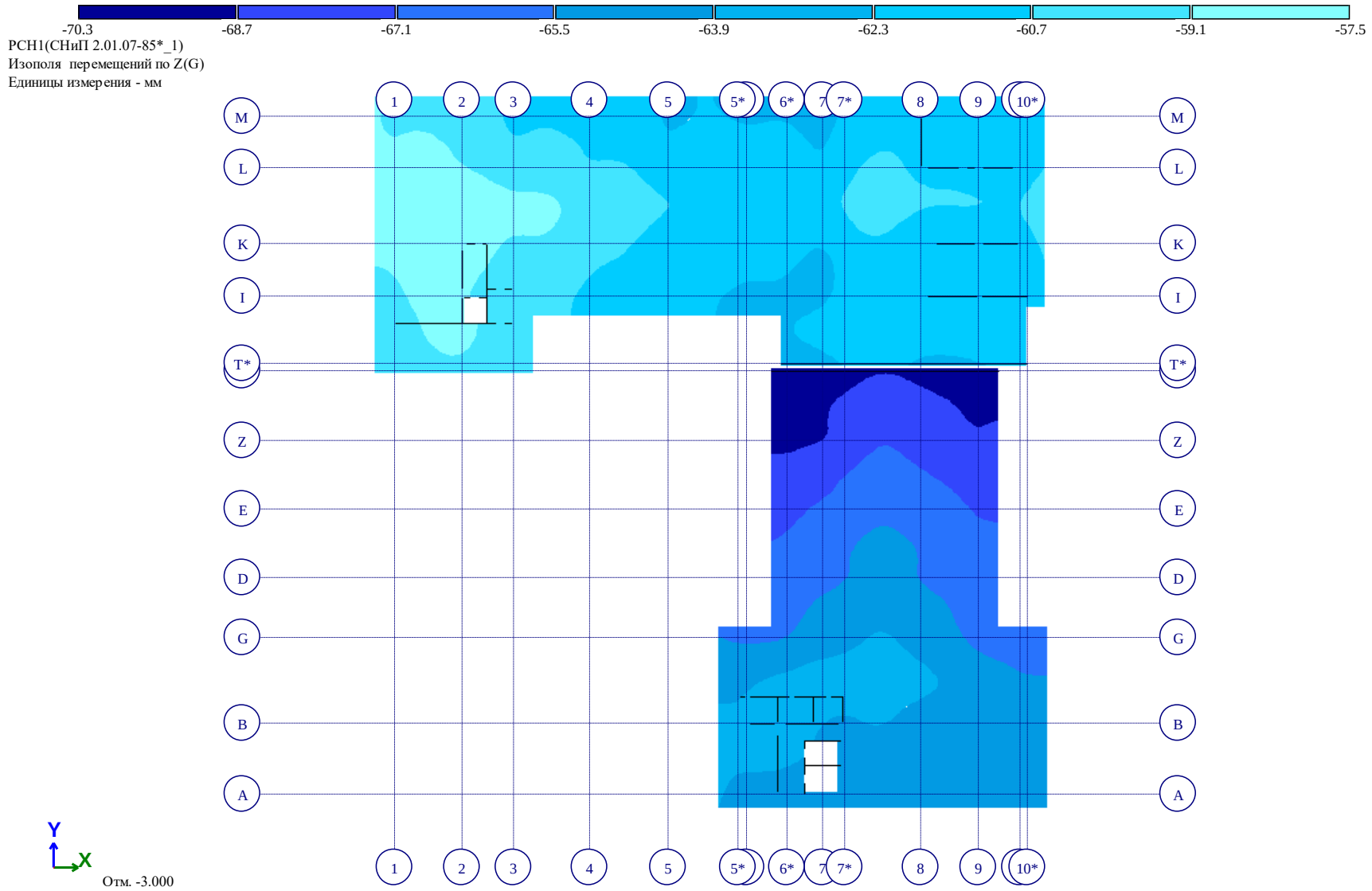


Рис. 6 Изополя перемещений по Z(G)(2)

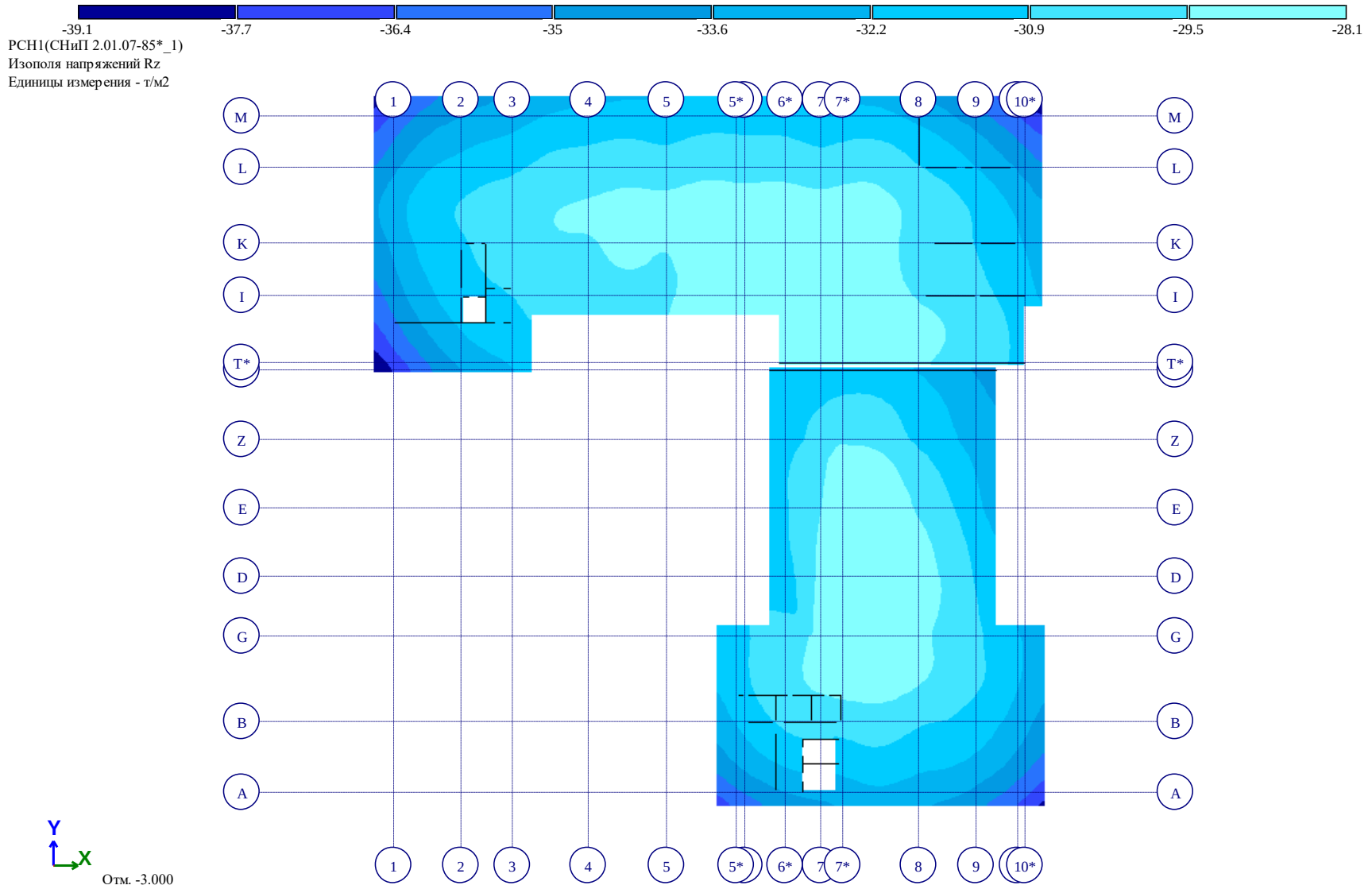


Рис. 7 Изополя напряжений Rz

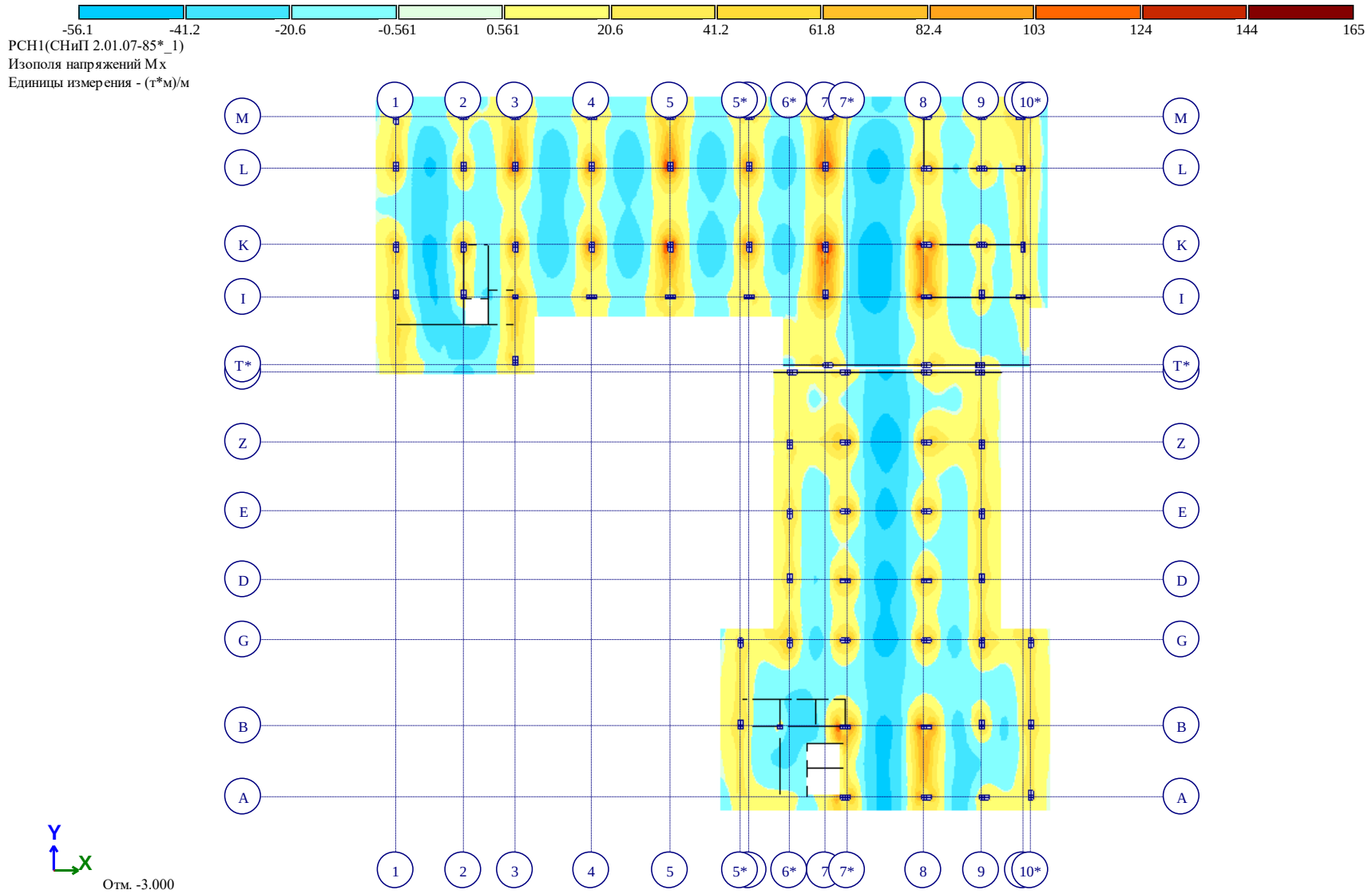


Рис. 8 Изополя напряжений Mx

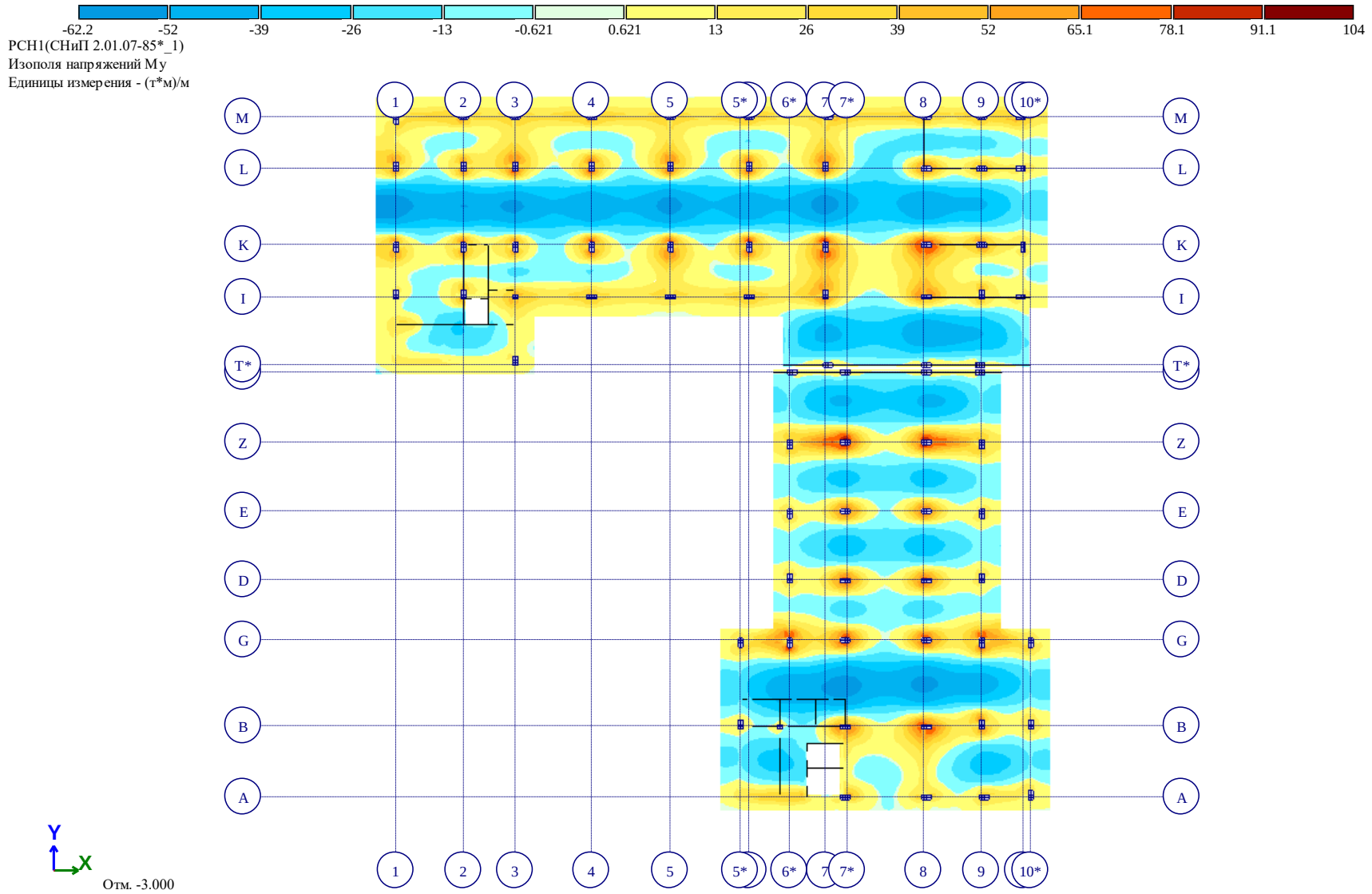


Рис. 9 Изополя напряжений My

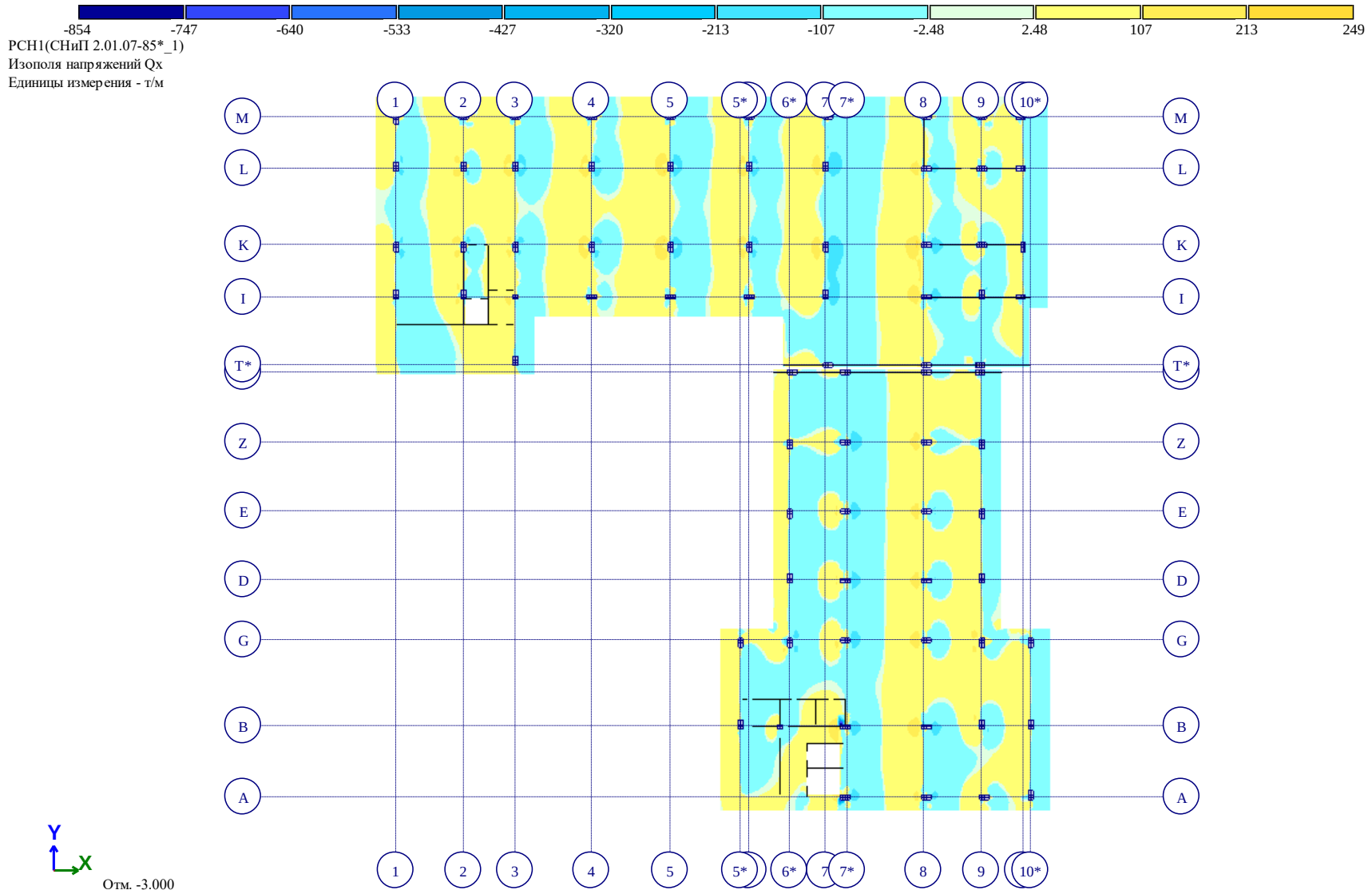


Рис. 10 Изополя напряжений Qx

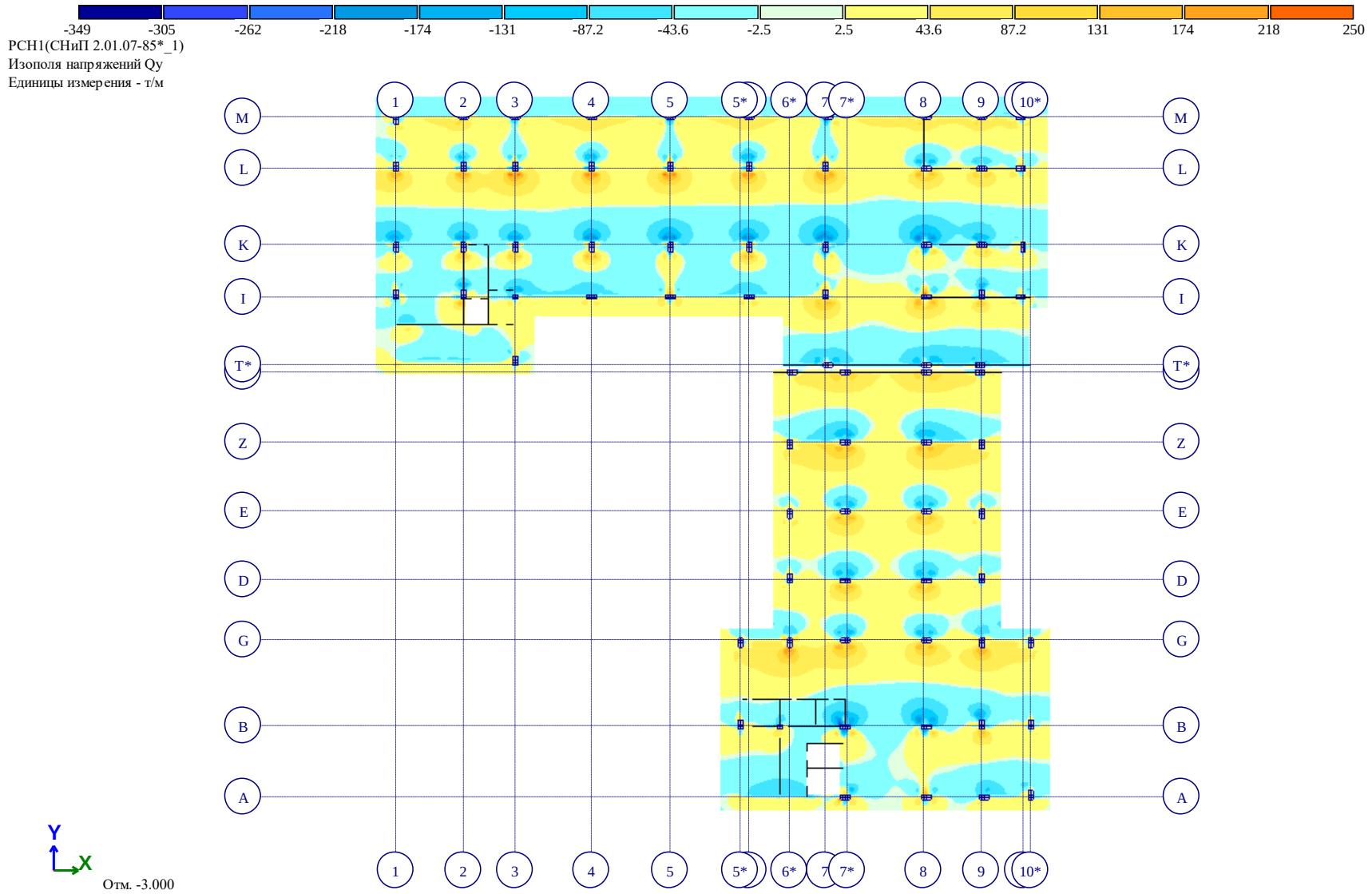


Рис. 11 Изополя напряжений Qy

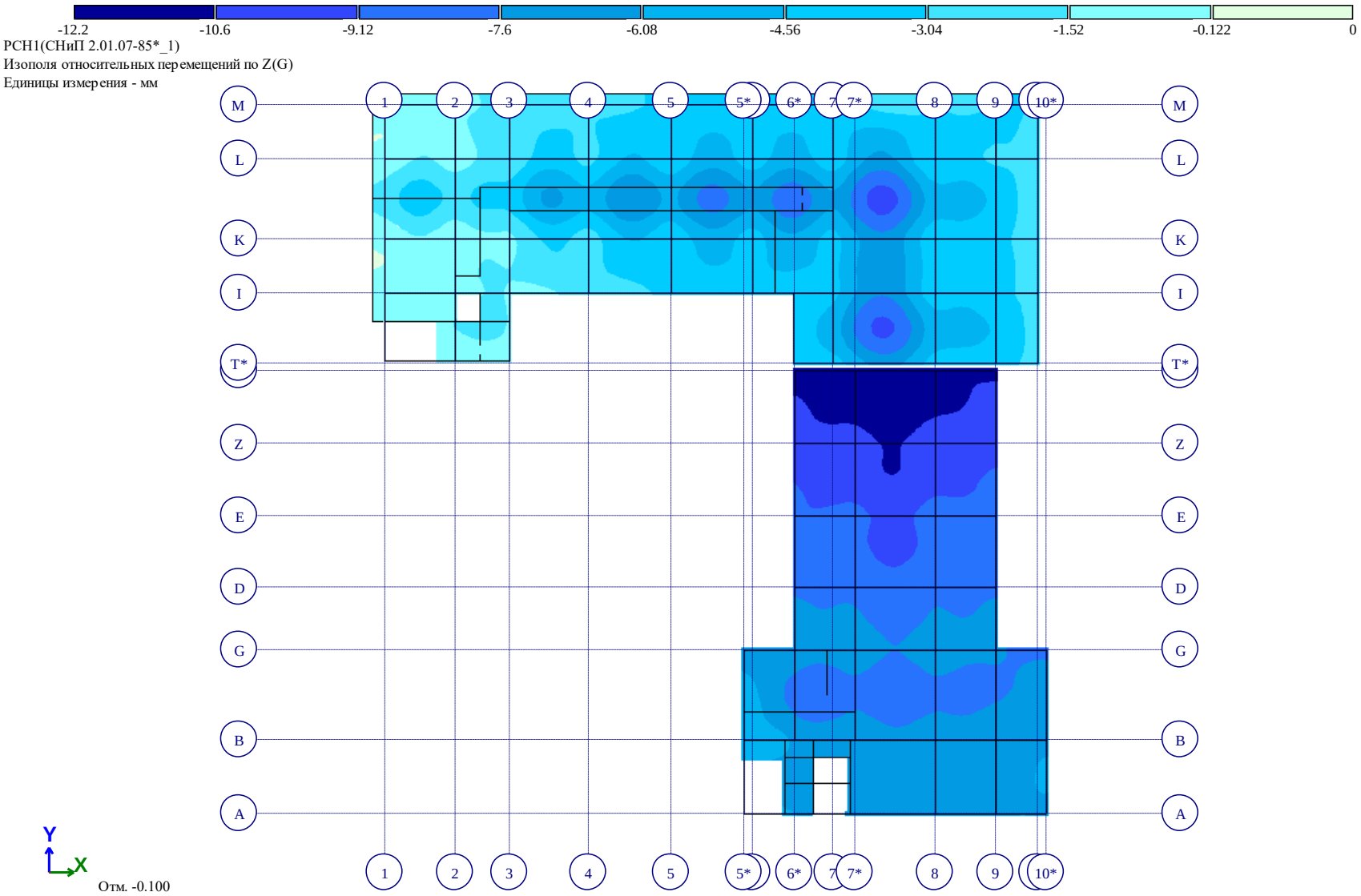


Рис. 12 Изополя относительных перемещений по Z(G)

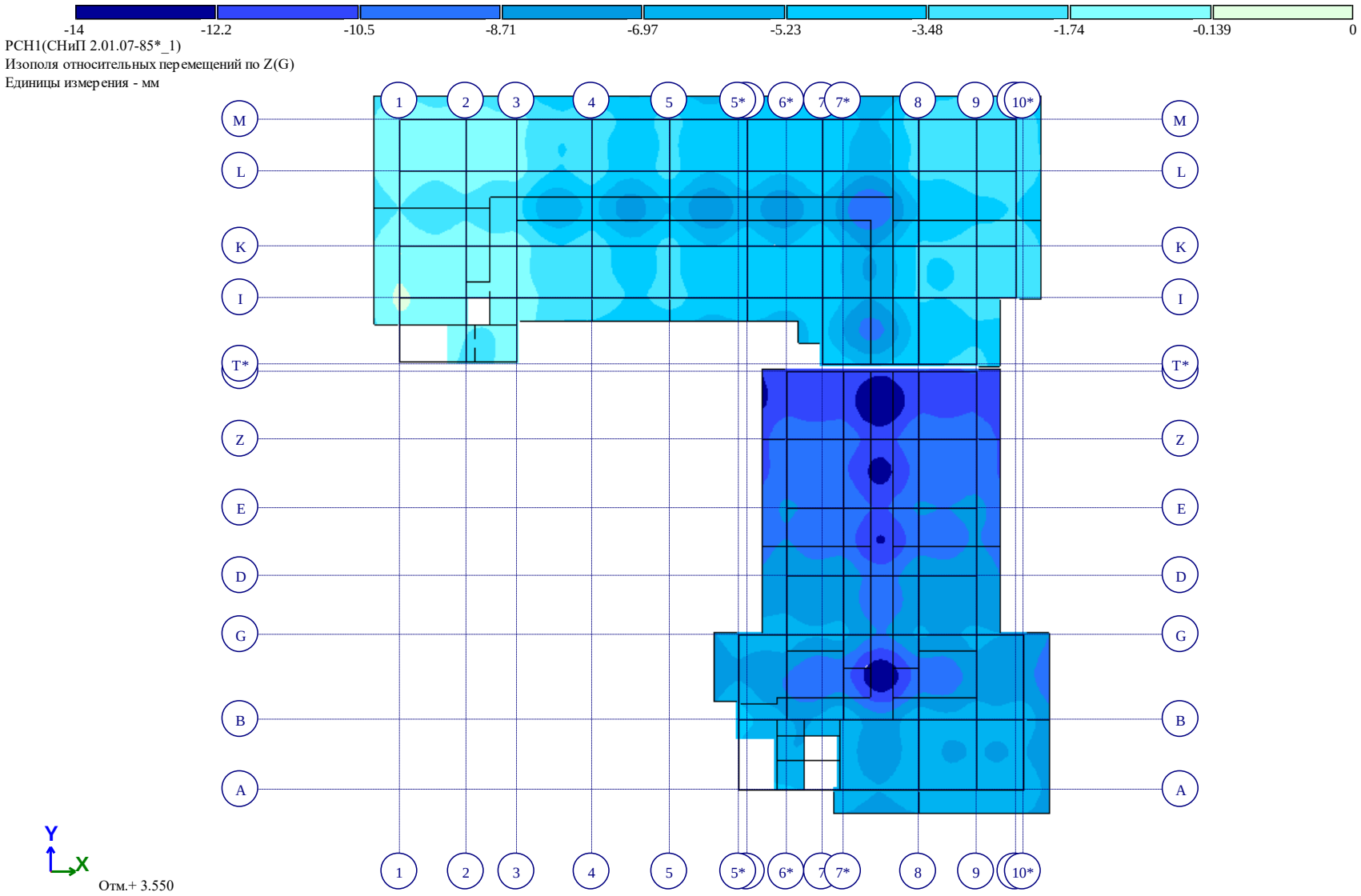


Рис. 13 Изополя относительных перемещений по Z(G)(2)

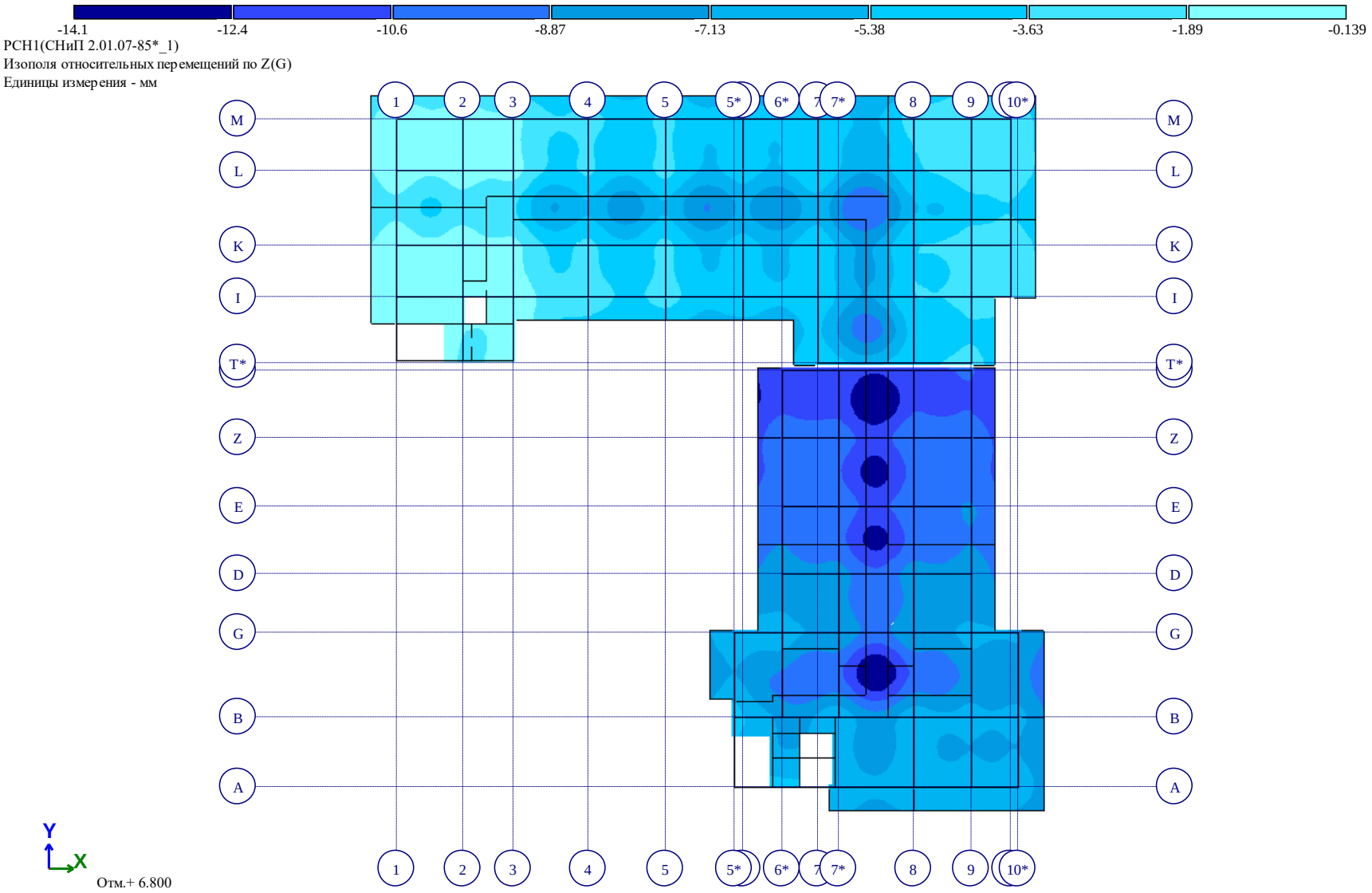


Рис. 14 Изополя относительных перемещений по Z(G)(3)

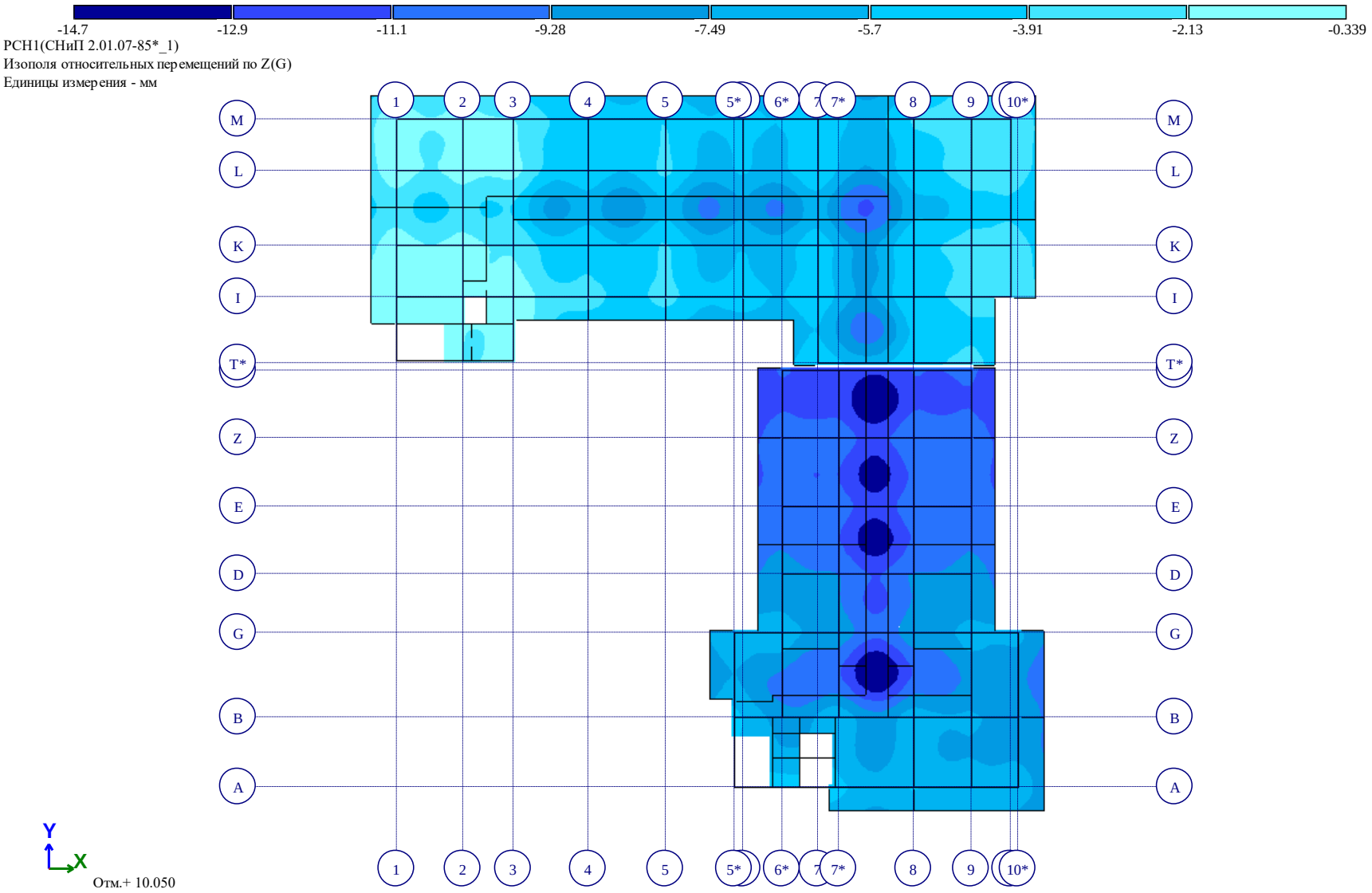


Рис. 15 Изополя относительных перемещений по Z(G)(4)

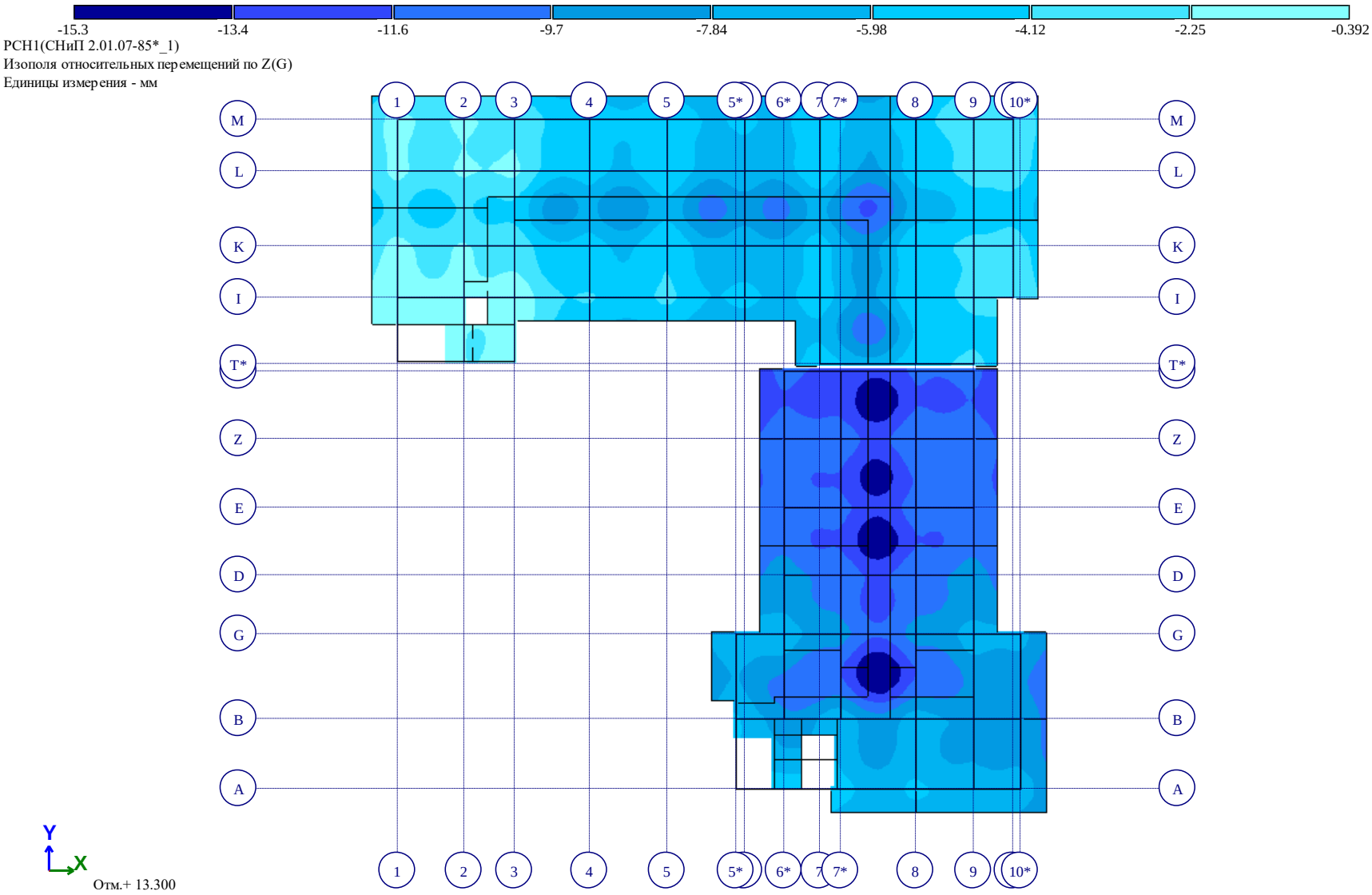


Рис. 16 Изополя относительных перемещений по Z(G)(5)

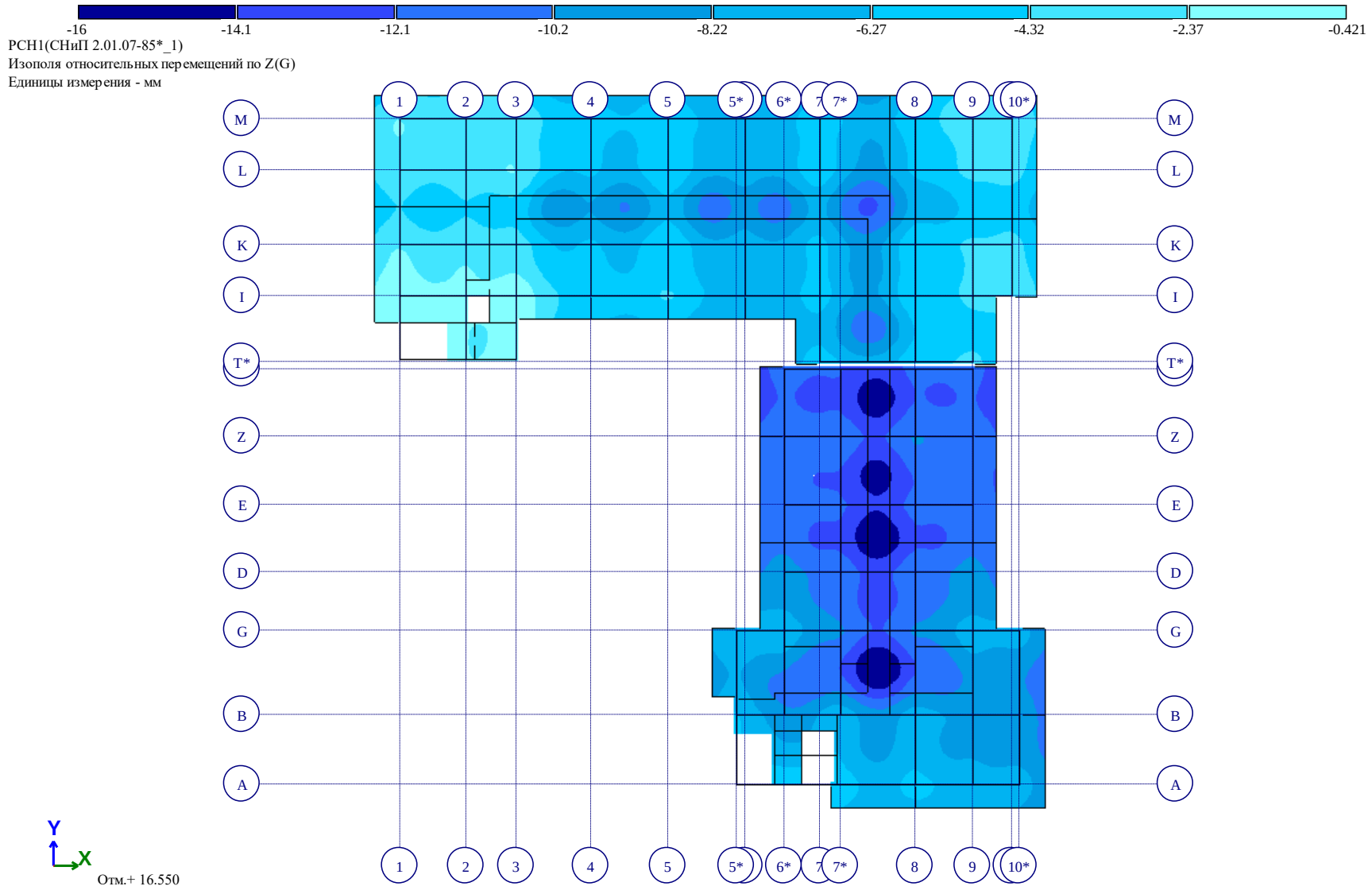


Рис. 17 Изополя относительных перемещений по Z(G)(6)

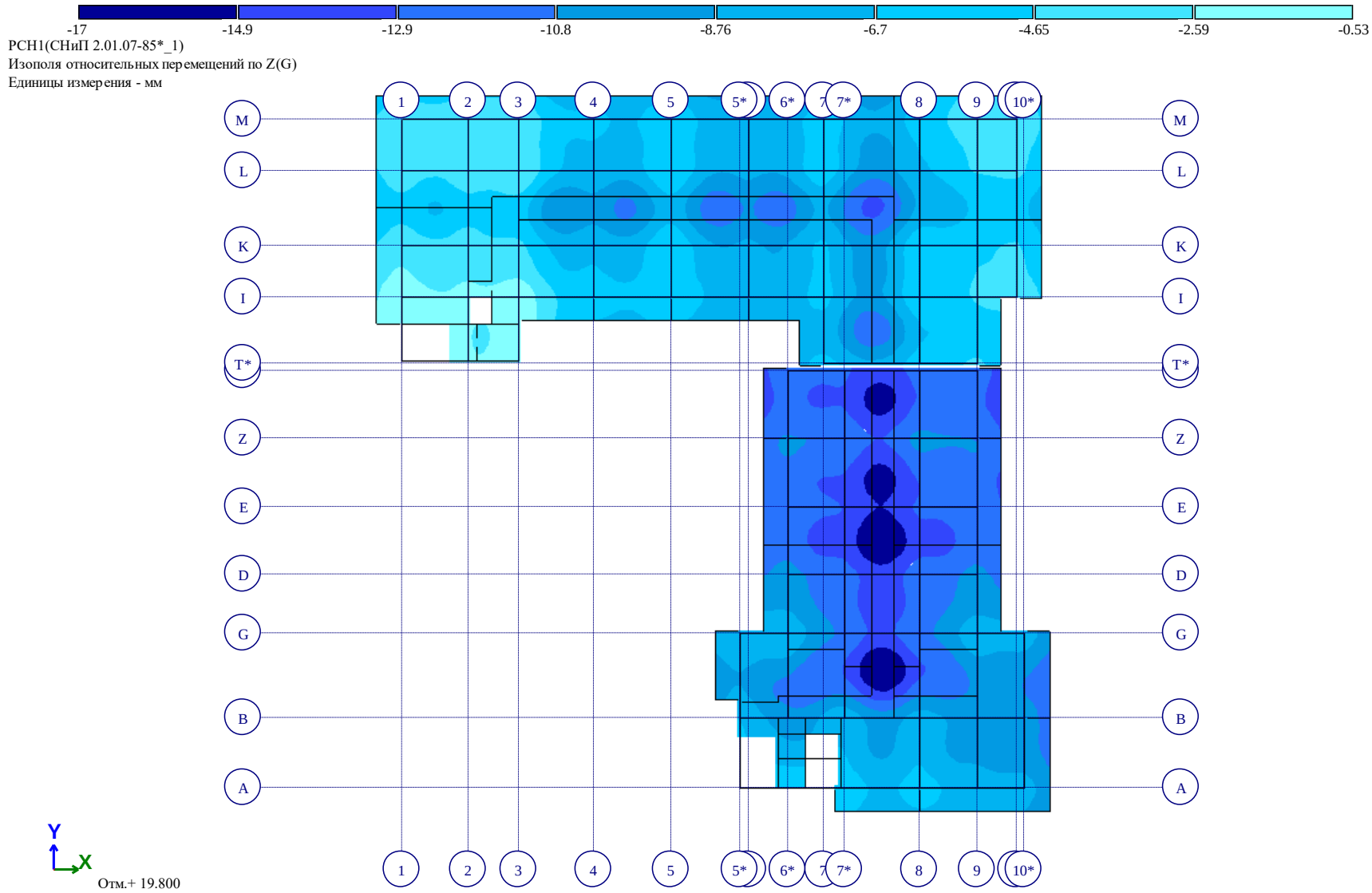


Рис. 18 Изополя относительных перемещений по Z(G)(7)

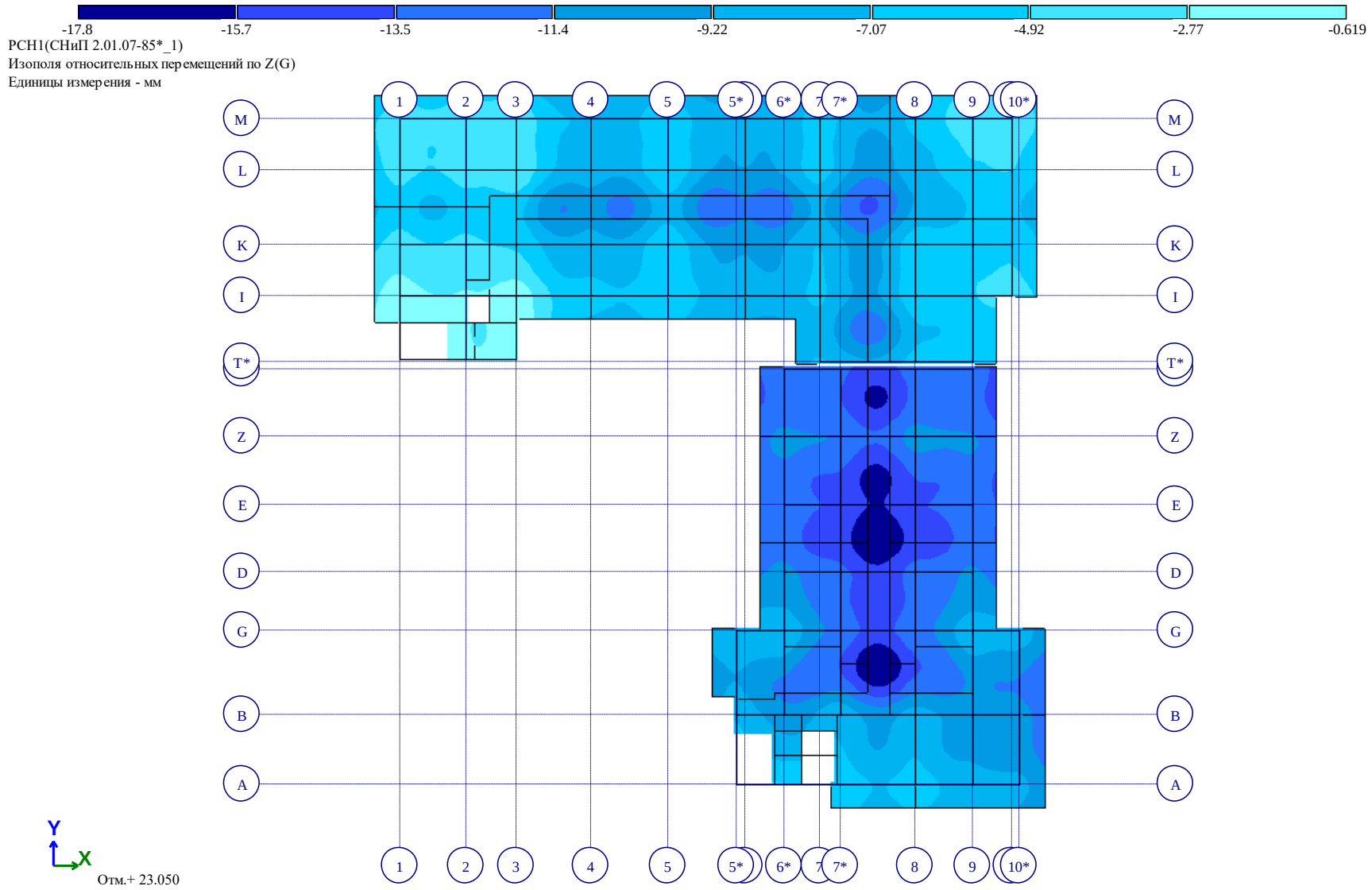


Рис. 19 Изополя относительных перемещений по Z(G)(8)

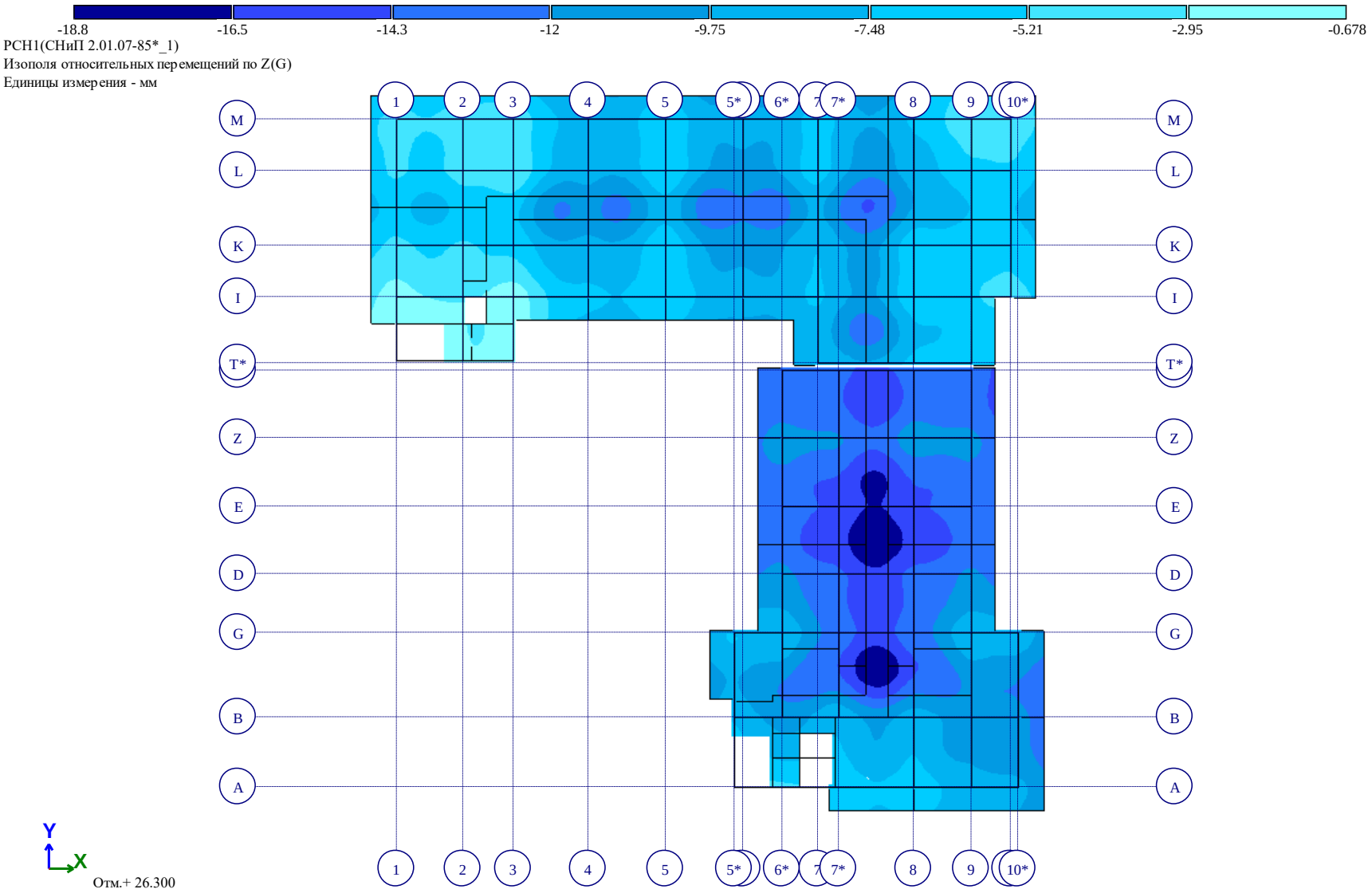


Рис. 20 Изополя относительных перемещений по Z(G)(9)

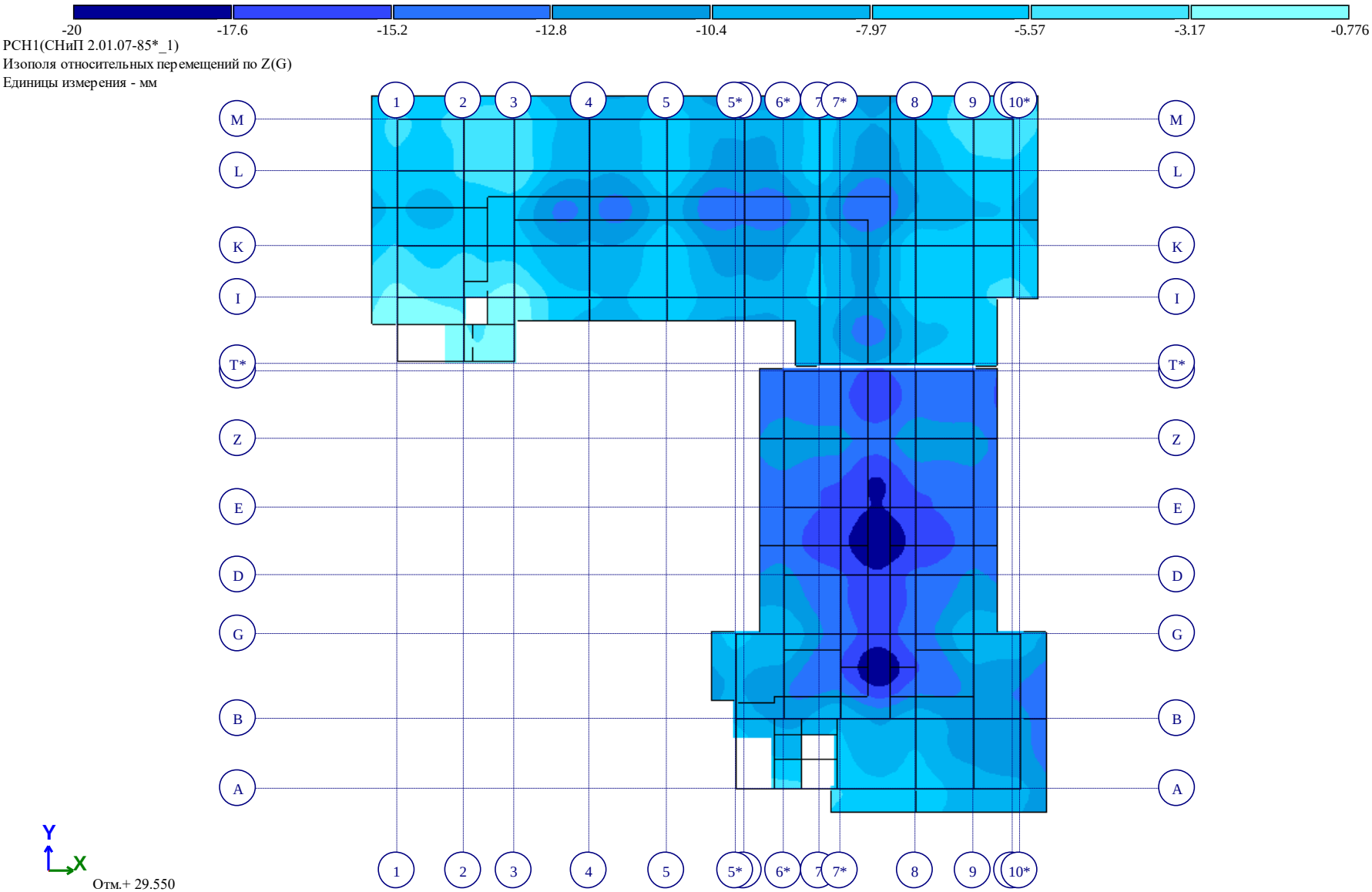


Рис. 21 Изополя относительных перемещений по Z(G)(10)

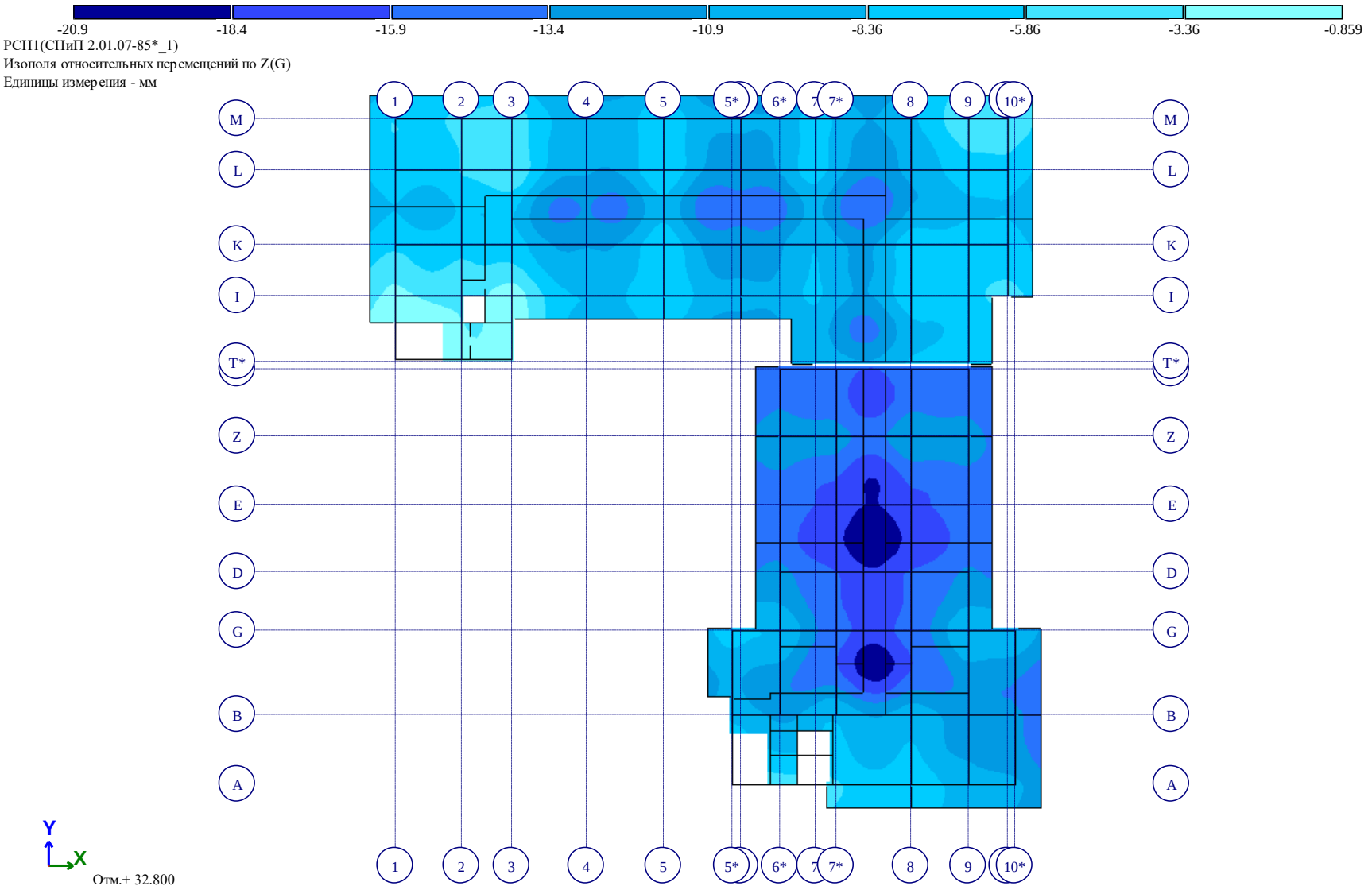


Рис. 22 Изополя относительных перемещений по Z(G)(11)

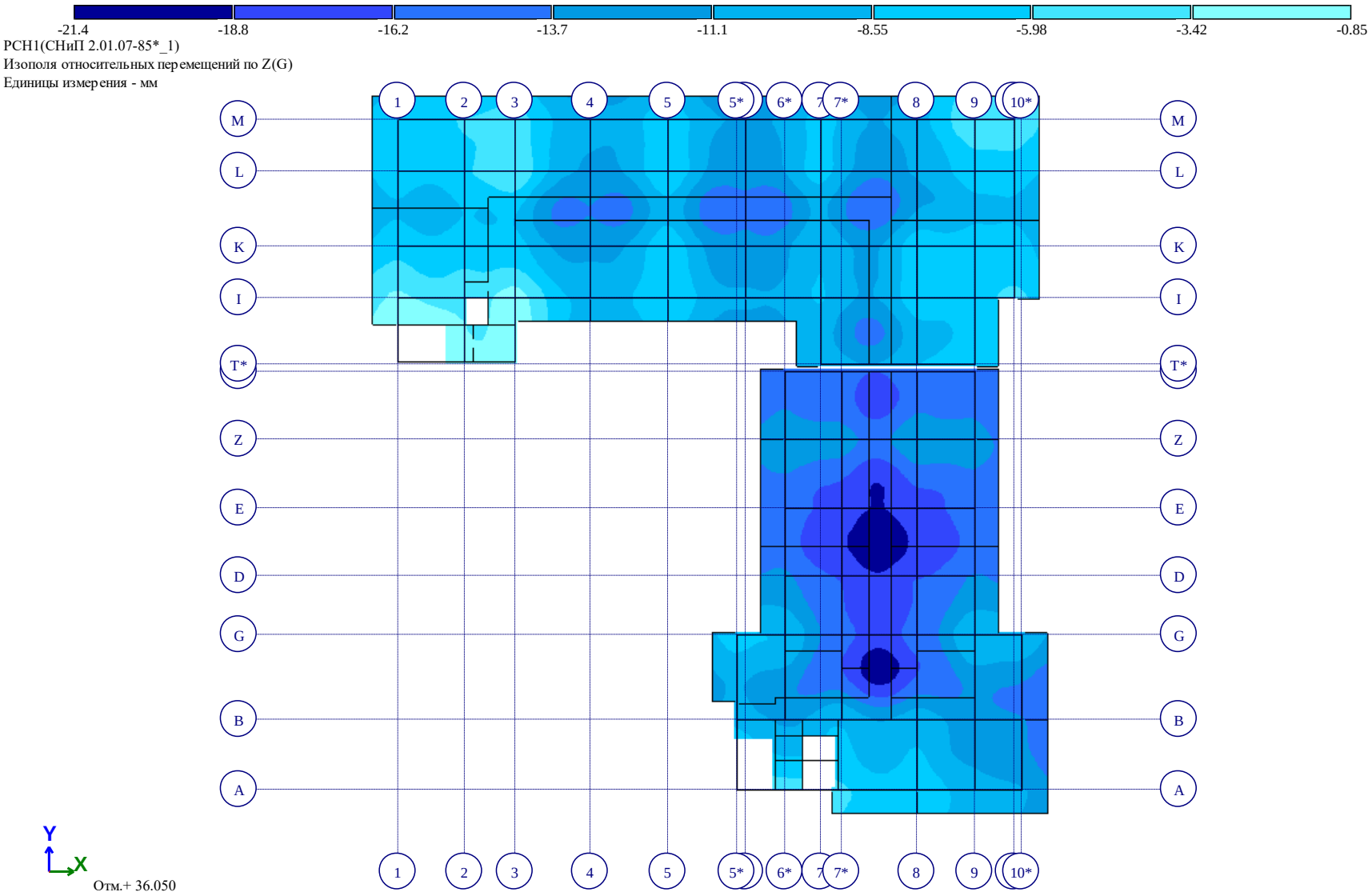


Рис. 23 Изополя относительных перемещений по Z(G)(12)

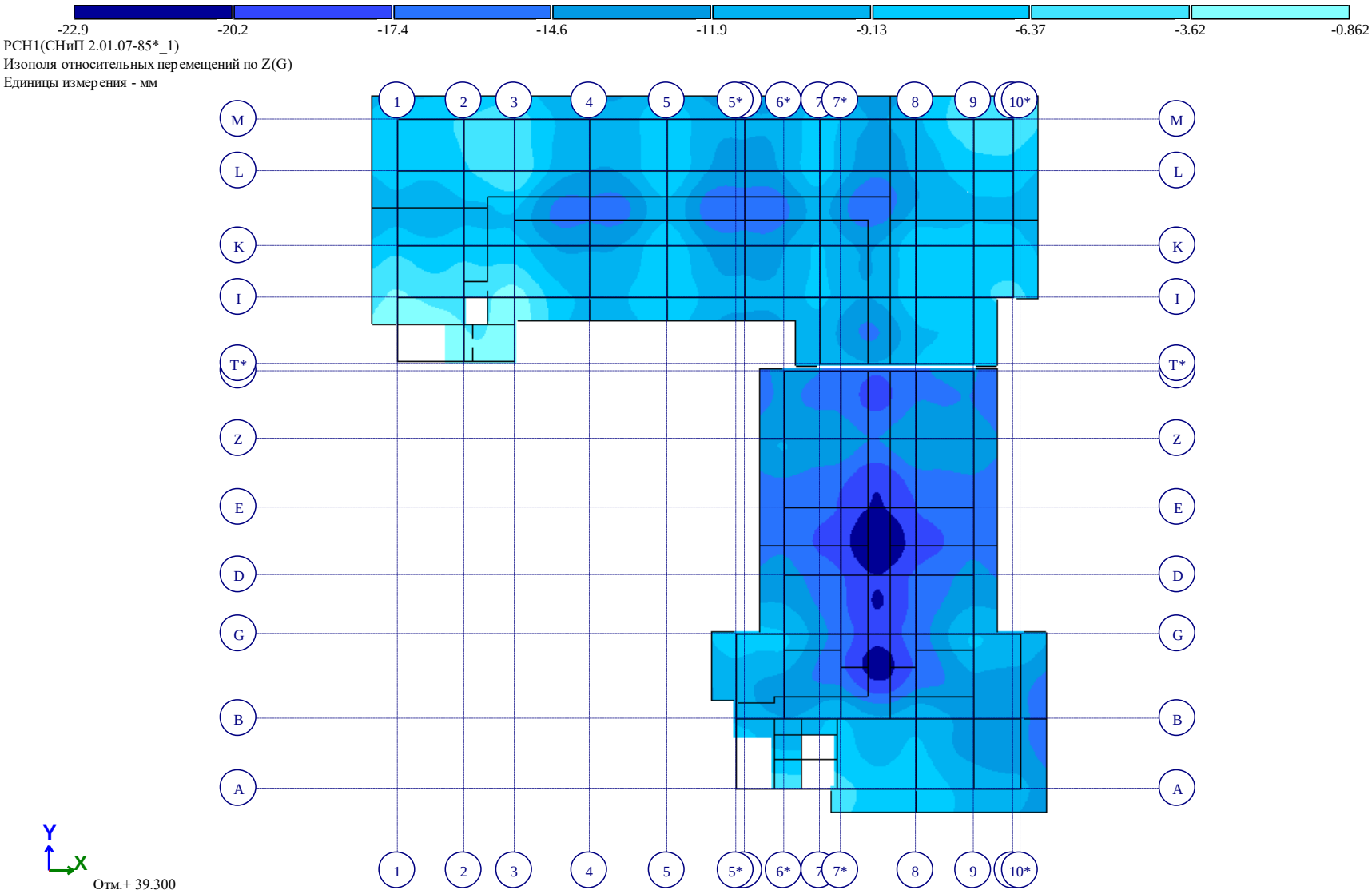


Рис. 24 Изополя относительных перемещений по Z(G)(13)

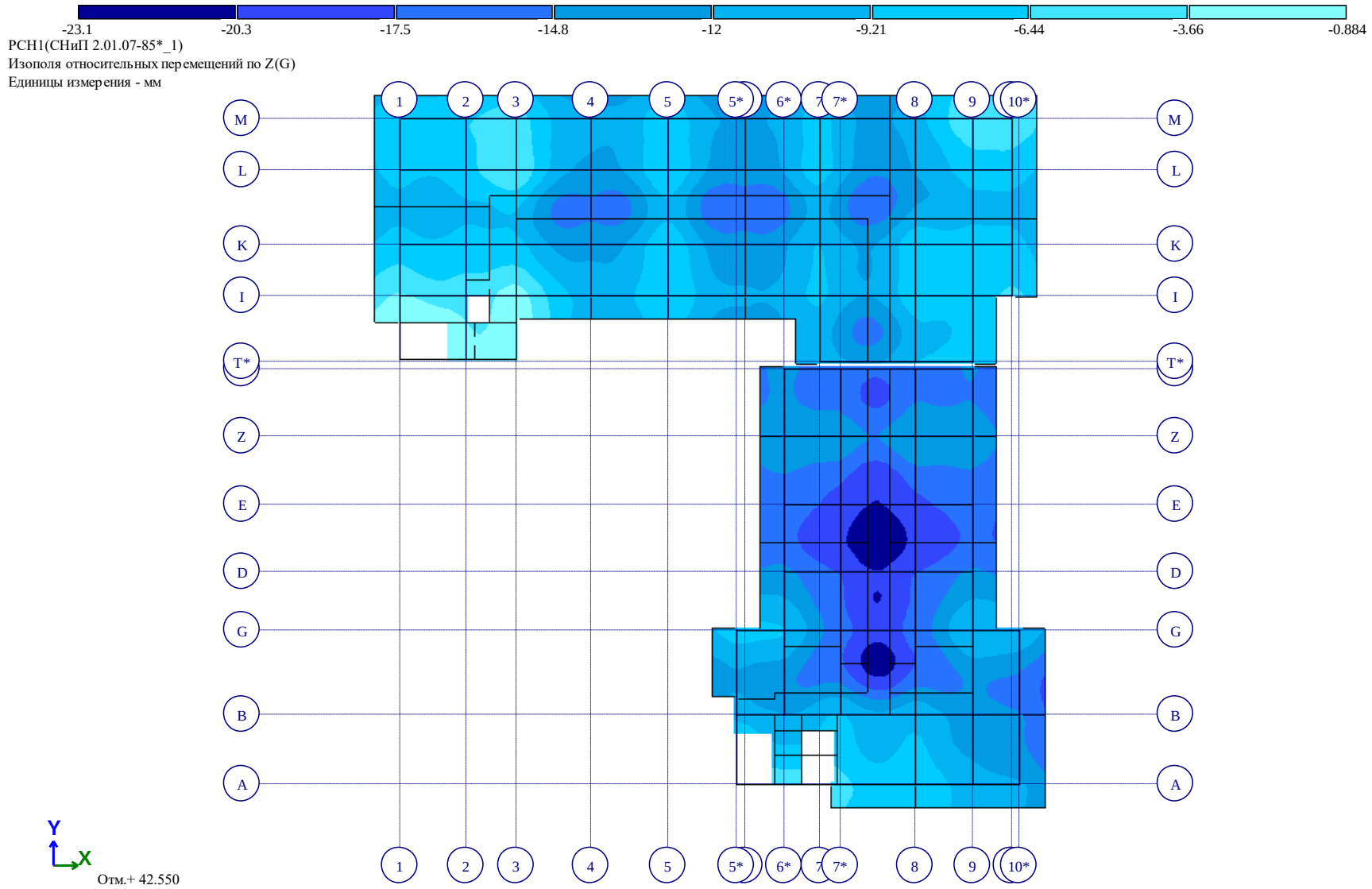


Рис. 25 Изополя относительных перемещений по Z(G)(14)

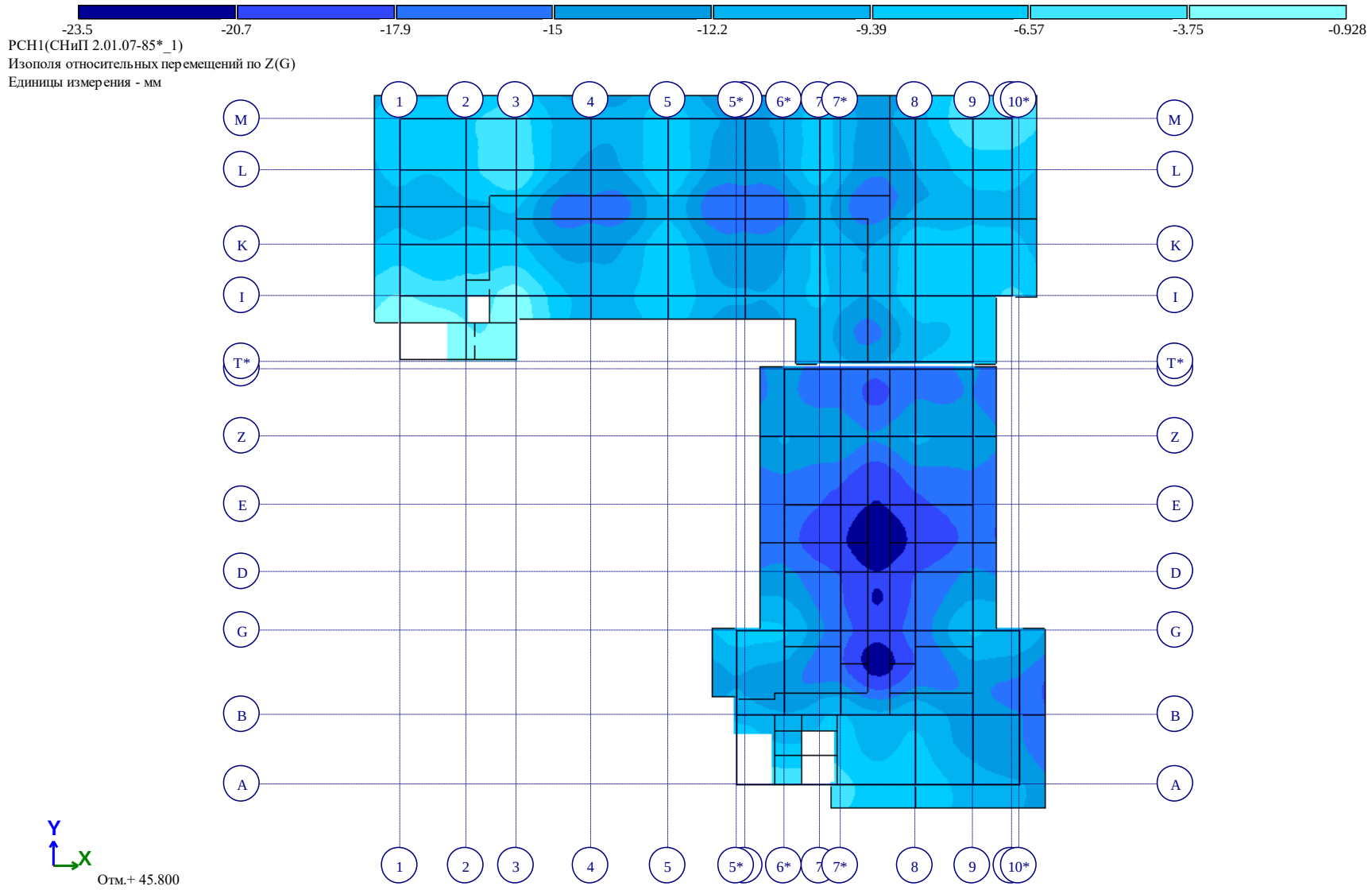


Рис. 26 Изополя относительных перемещений по Z(G)(15)

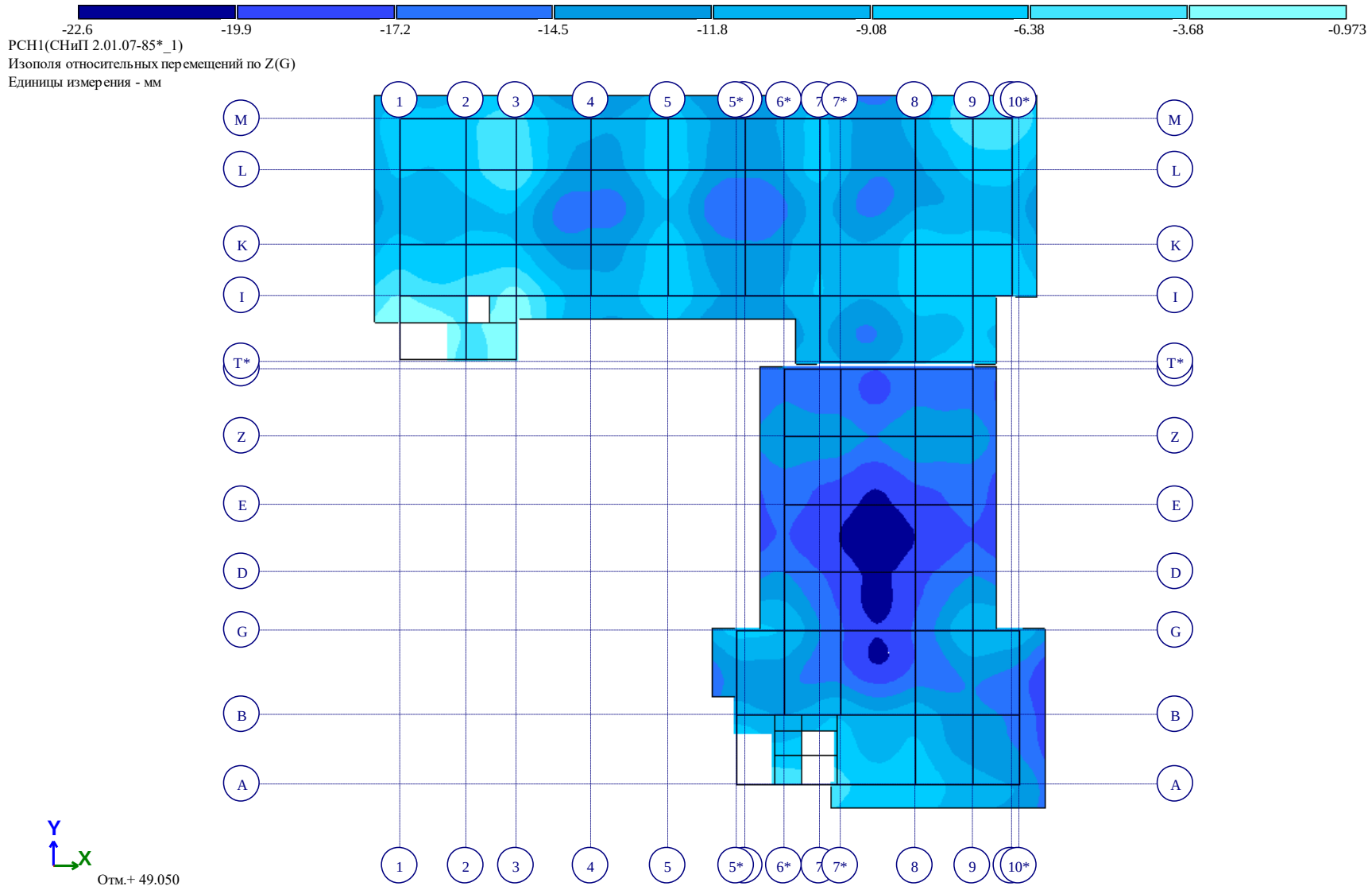


Рис. 27 Изополя относительных перемещений по Z(G)(16)

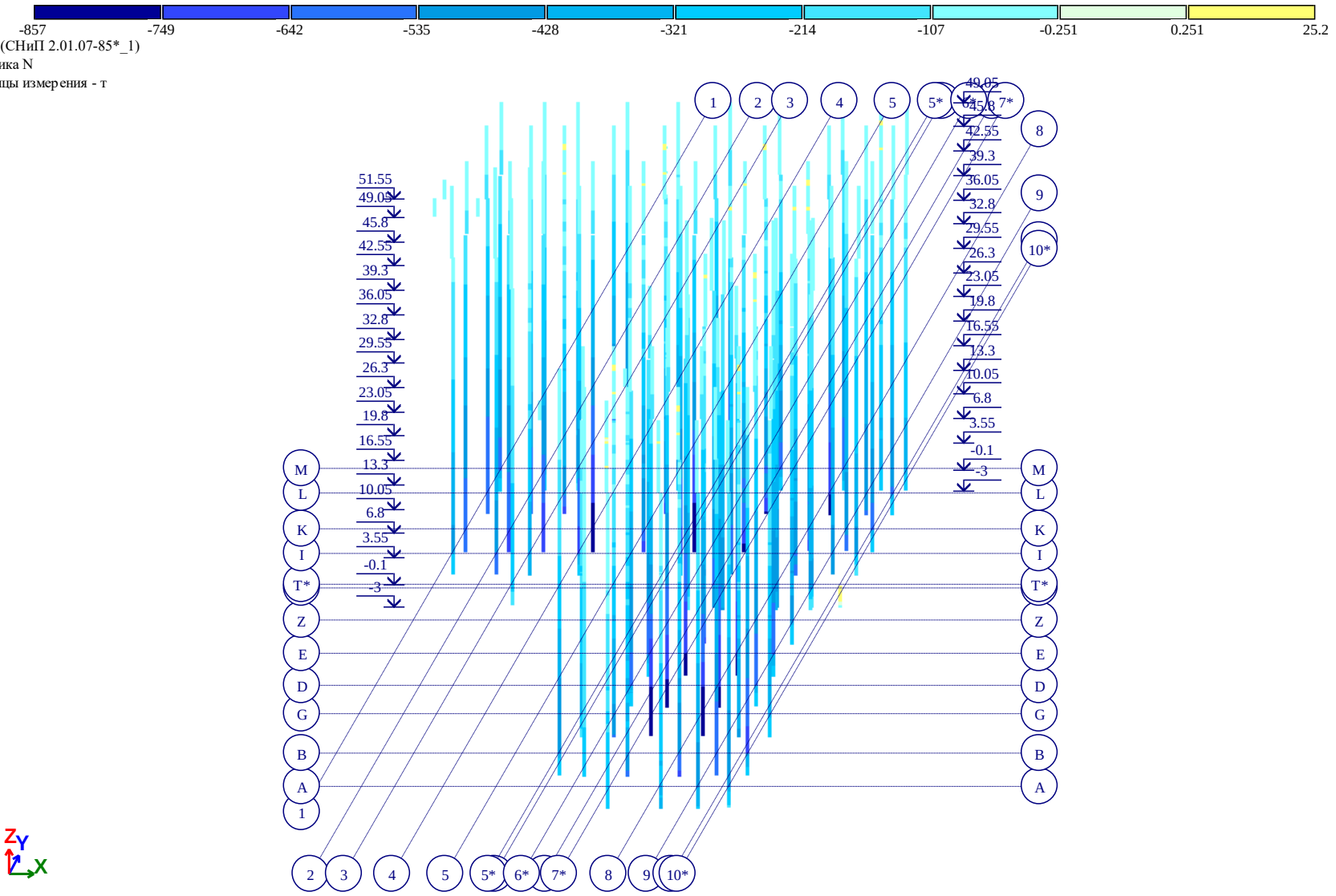
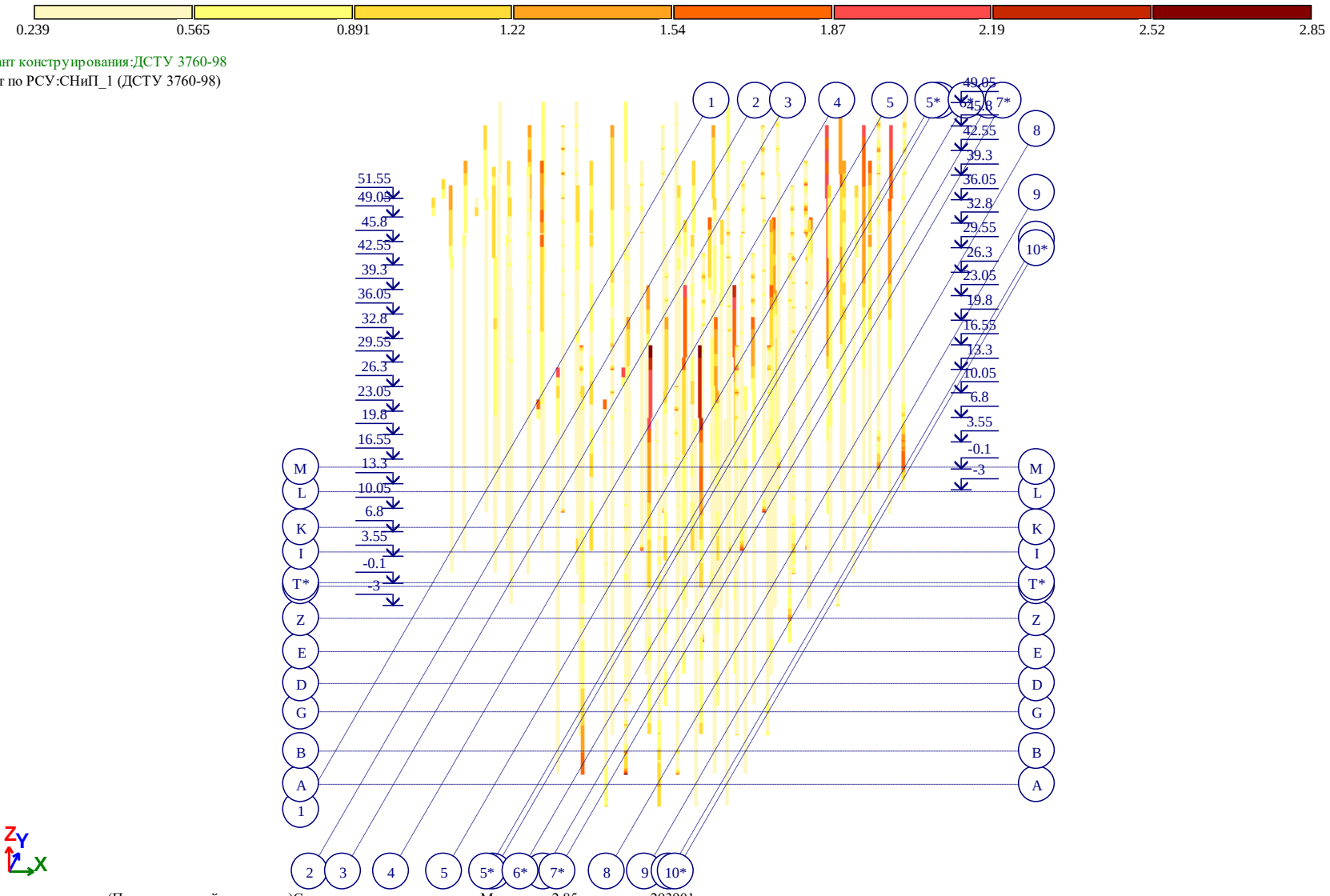


Рис. 28 Мозаика N



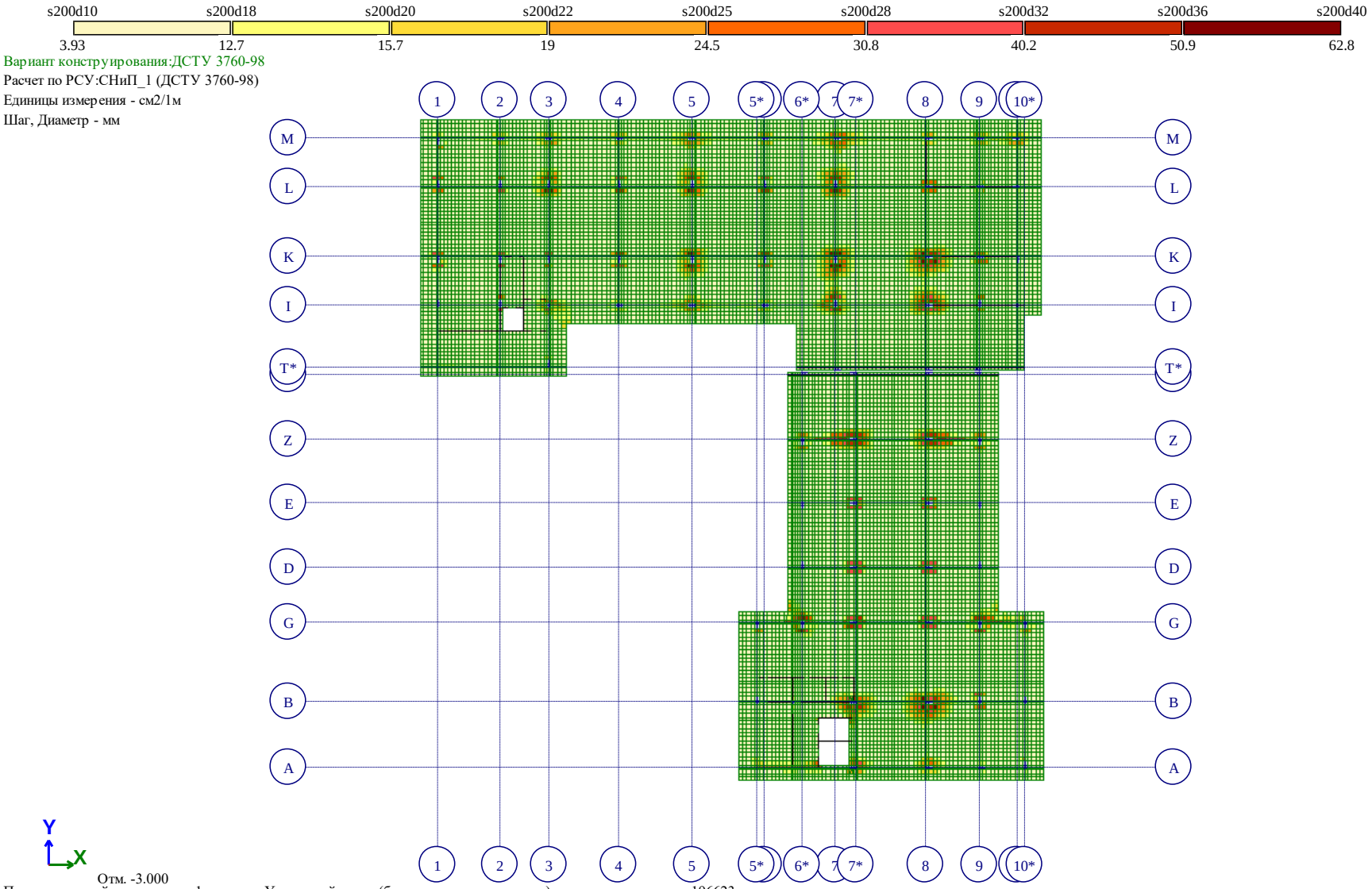
Процент армирования (Площадь полной арматуры)Симметричное армирование . Максимум 2.85 в элементе 293901.

Рис. 29 Процент армирования (Площадь полной арматуры)Симметричное армирование . Максимум 2.85 в элементе 293901.



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 286352

Рис. 30 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 196623

Рис. 31 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)



Рис. 32 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

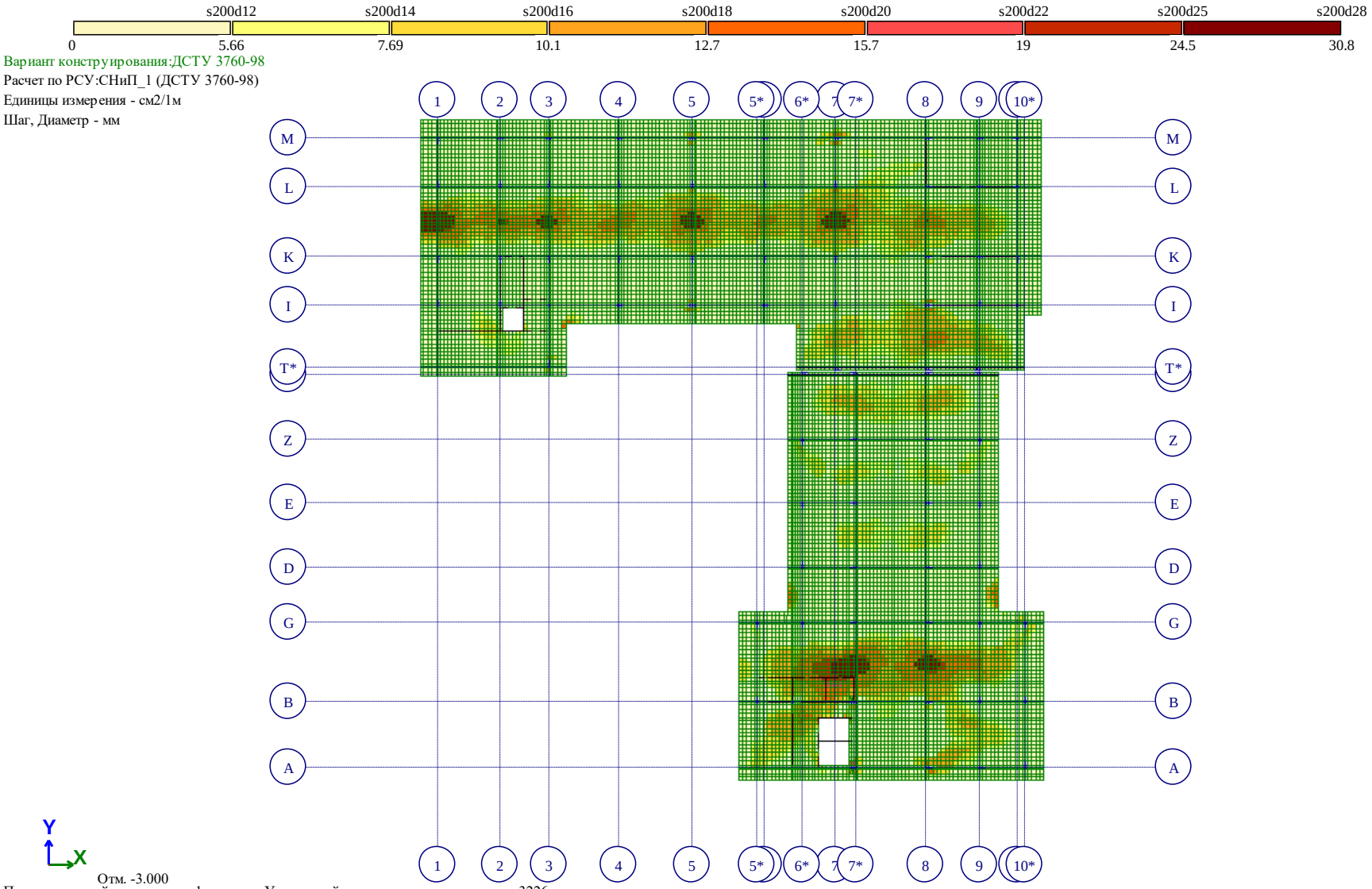
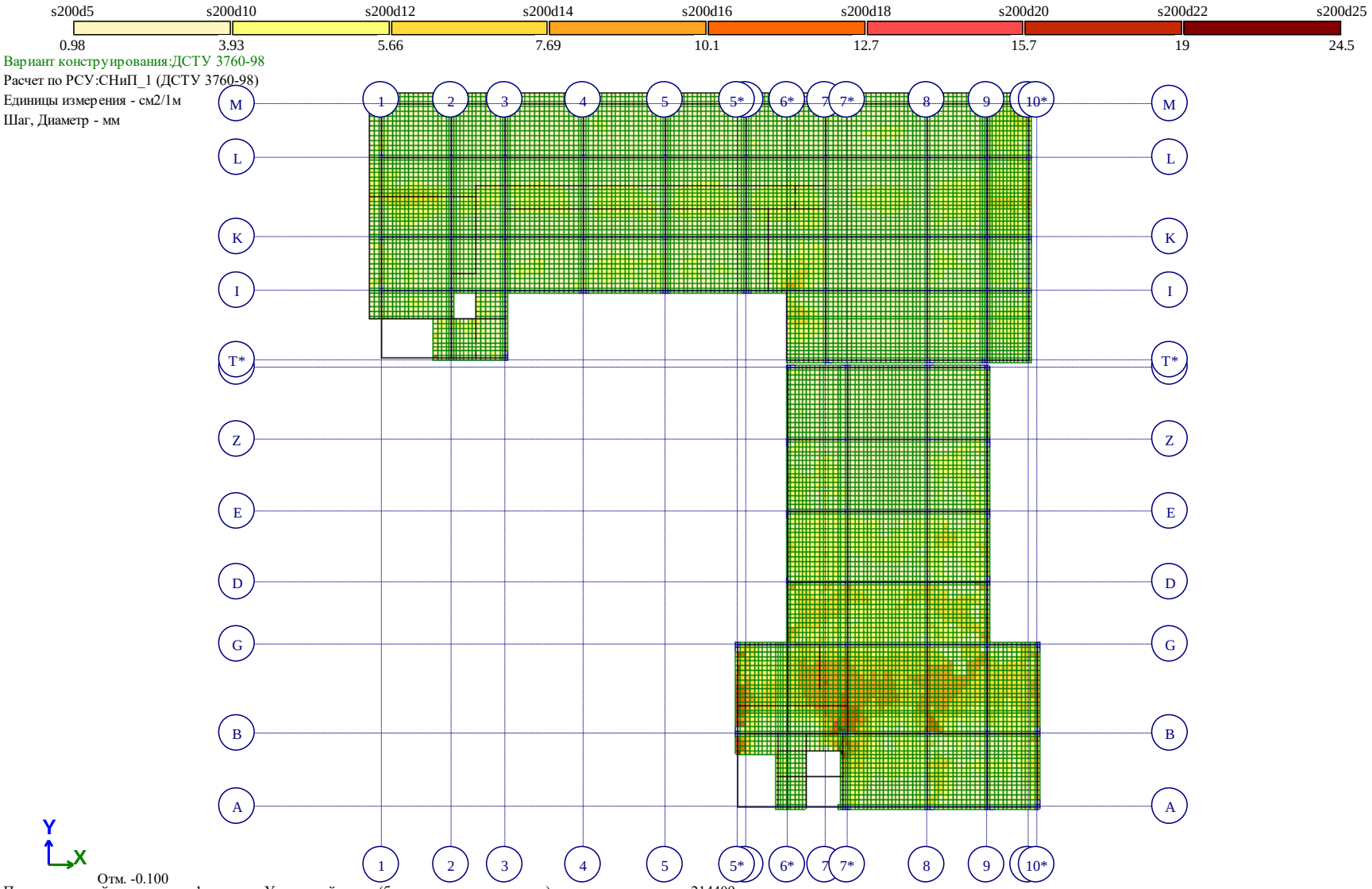


Рис. 33 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 338981

Рис. 34 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)(2)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 214409

Рис. 35 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)(2)

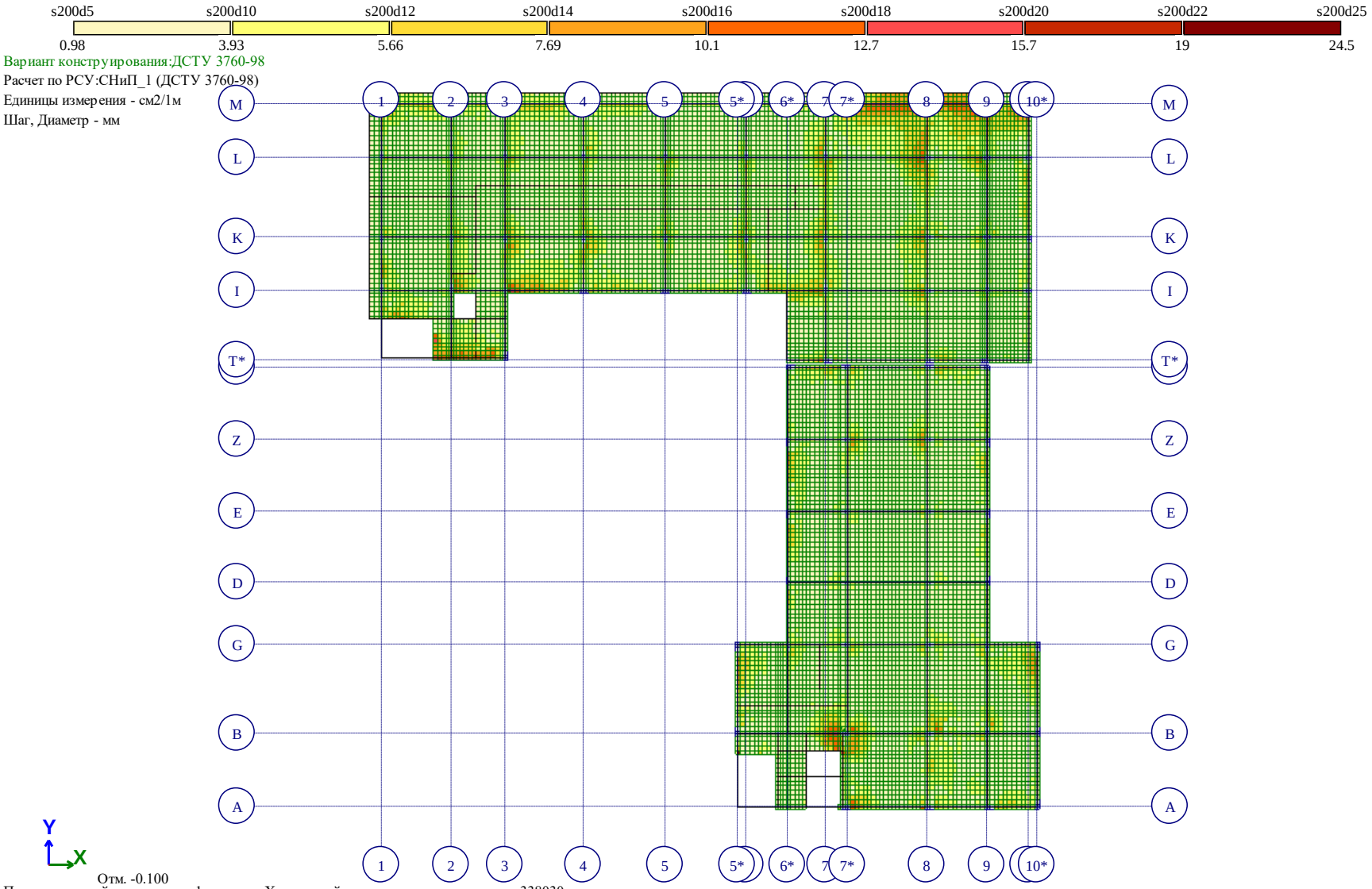
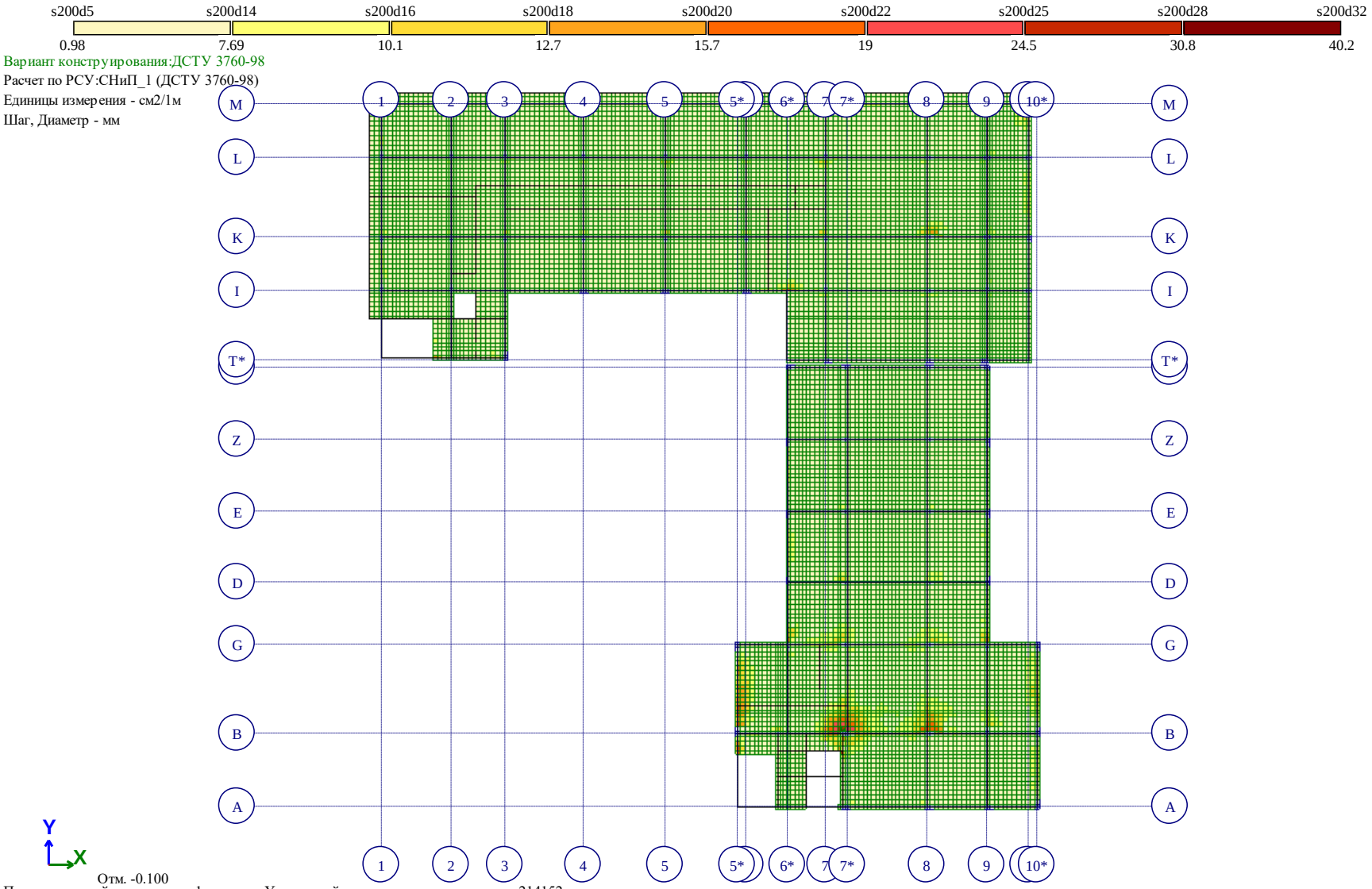
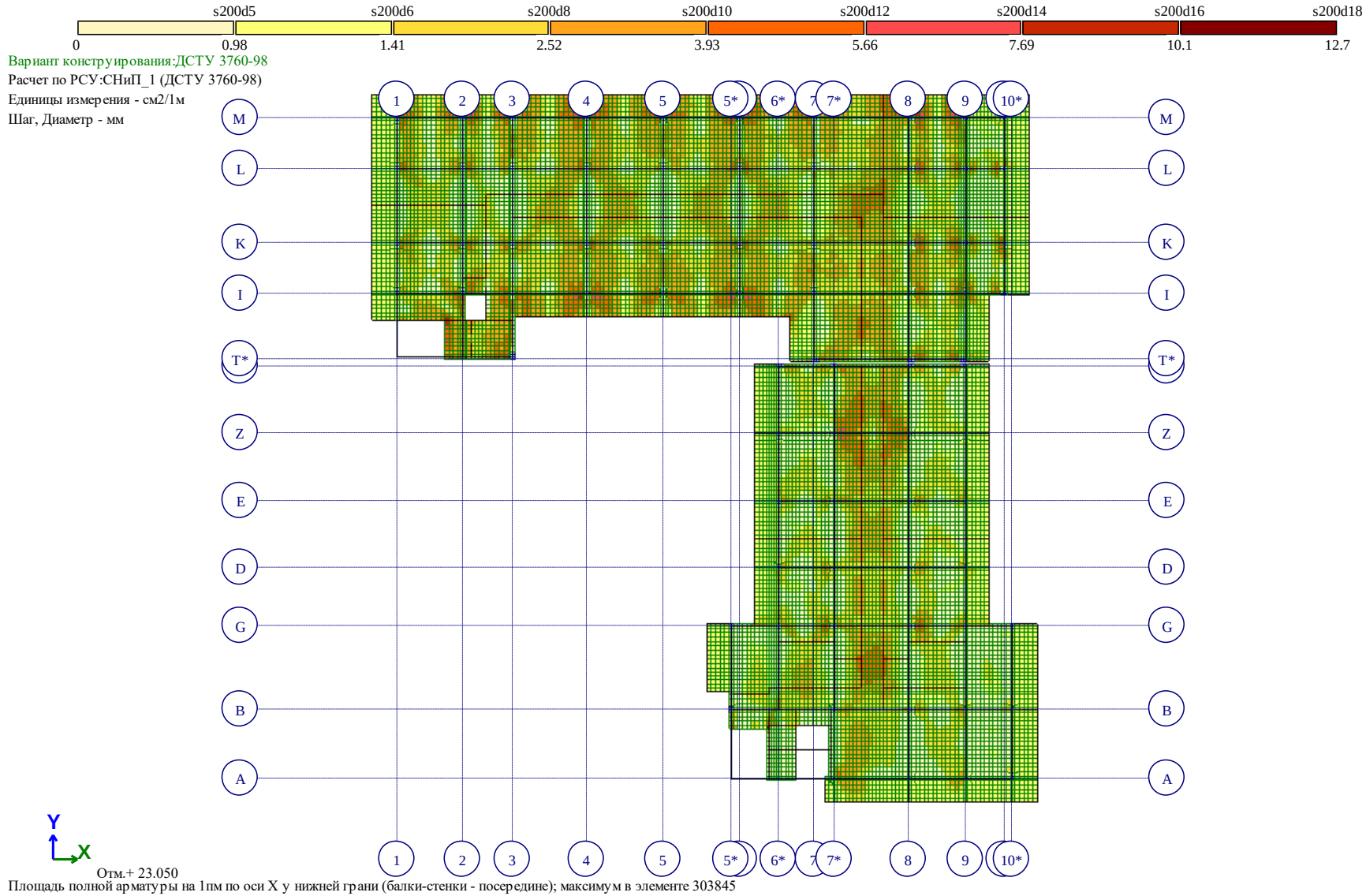


Рис. 36 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани(2)



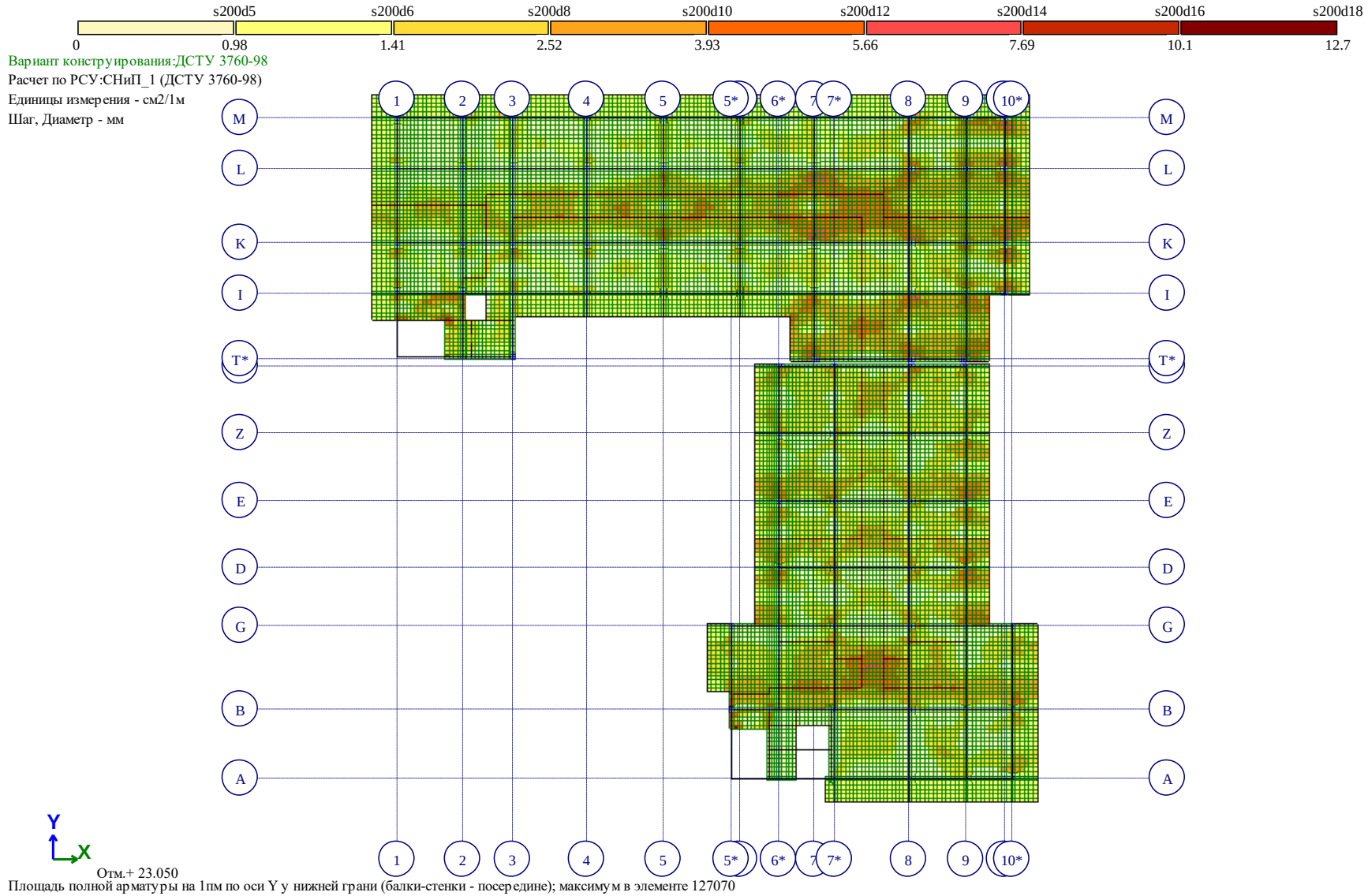
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 214152

Рис. 37 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани(2)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 303845

Рис. 38 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)(3)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 127070

Рис. 39 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)(3)

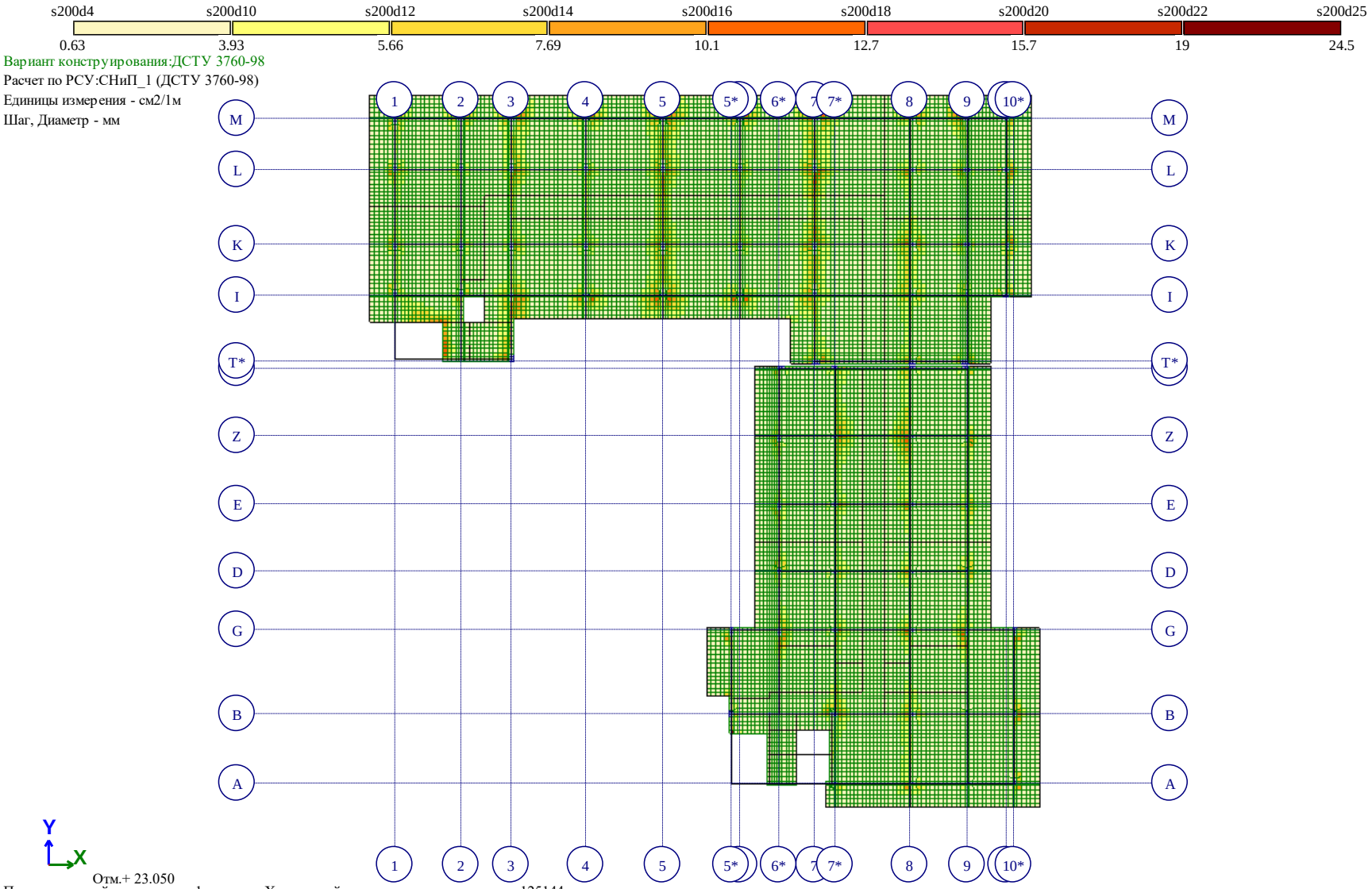


Рис. 40 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани(3)

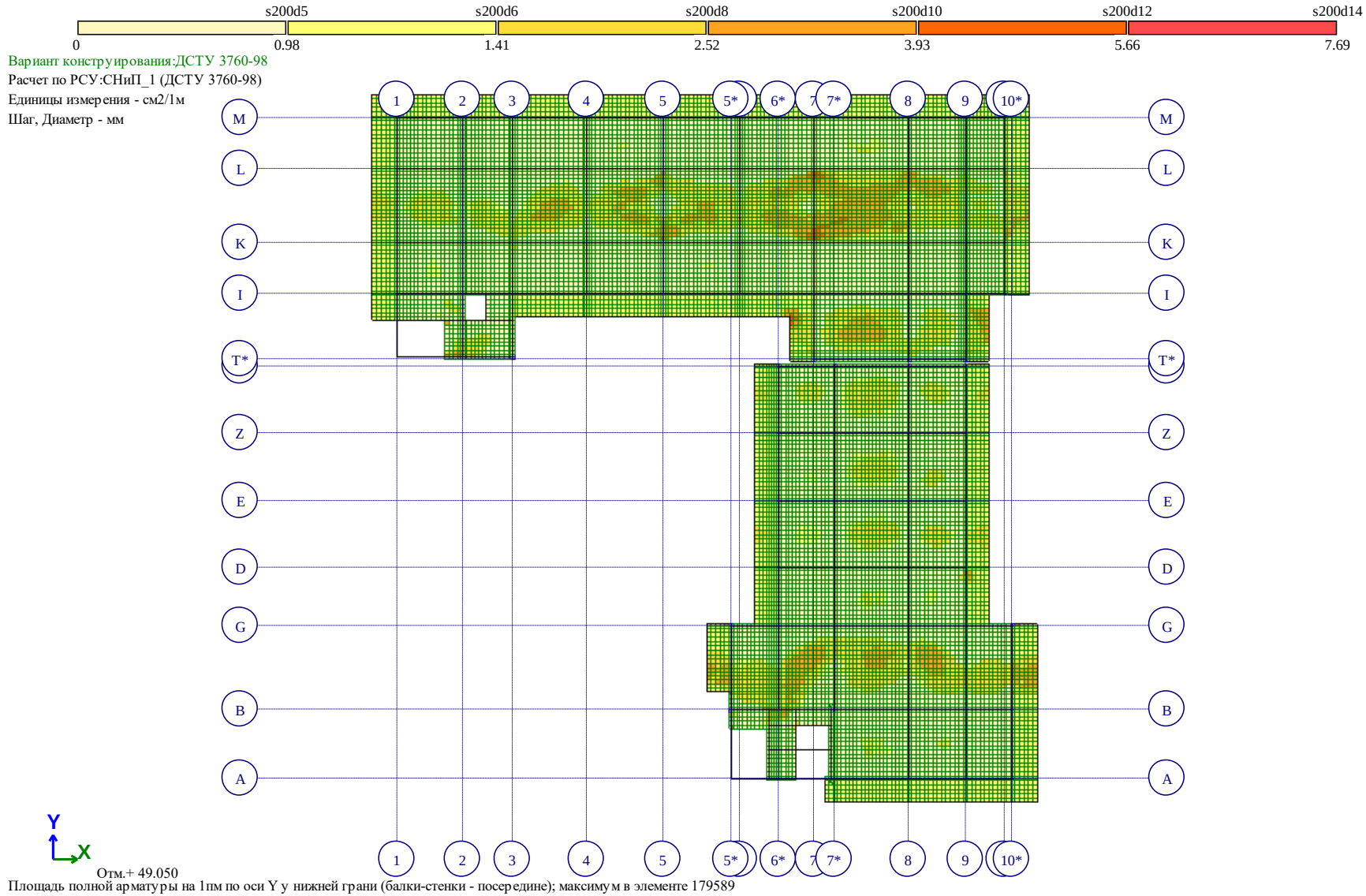


Рис. 41 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани(3)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 229101

Рис. 42 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)(4)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 179589

Рис. 43 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)(4)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 220820

Рис. 44 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани(4)

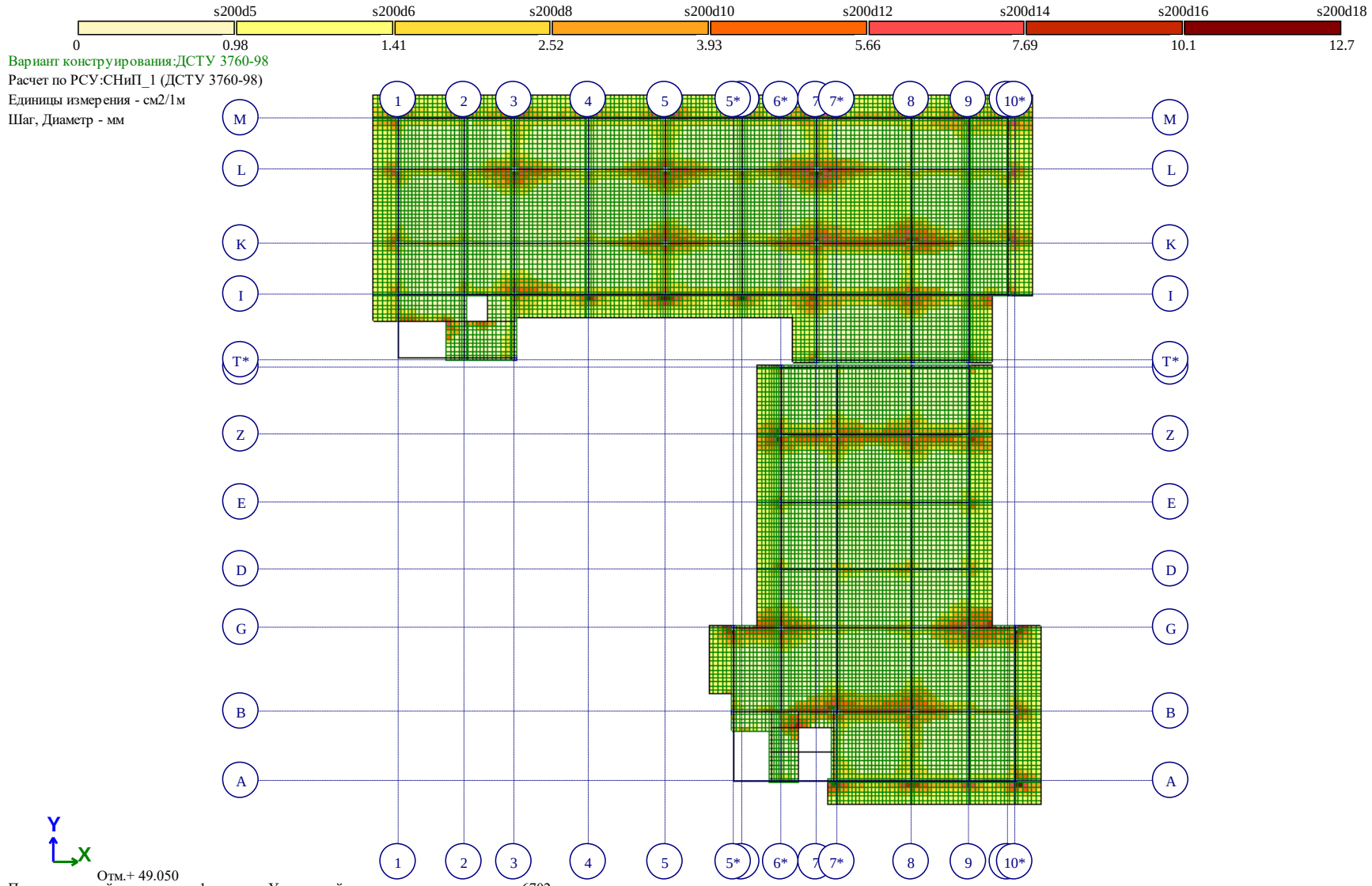
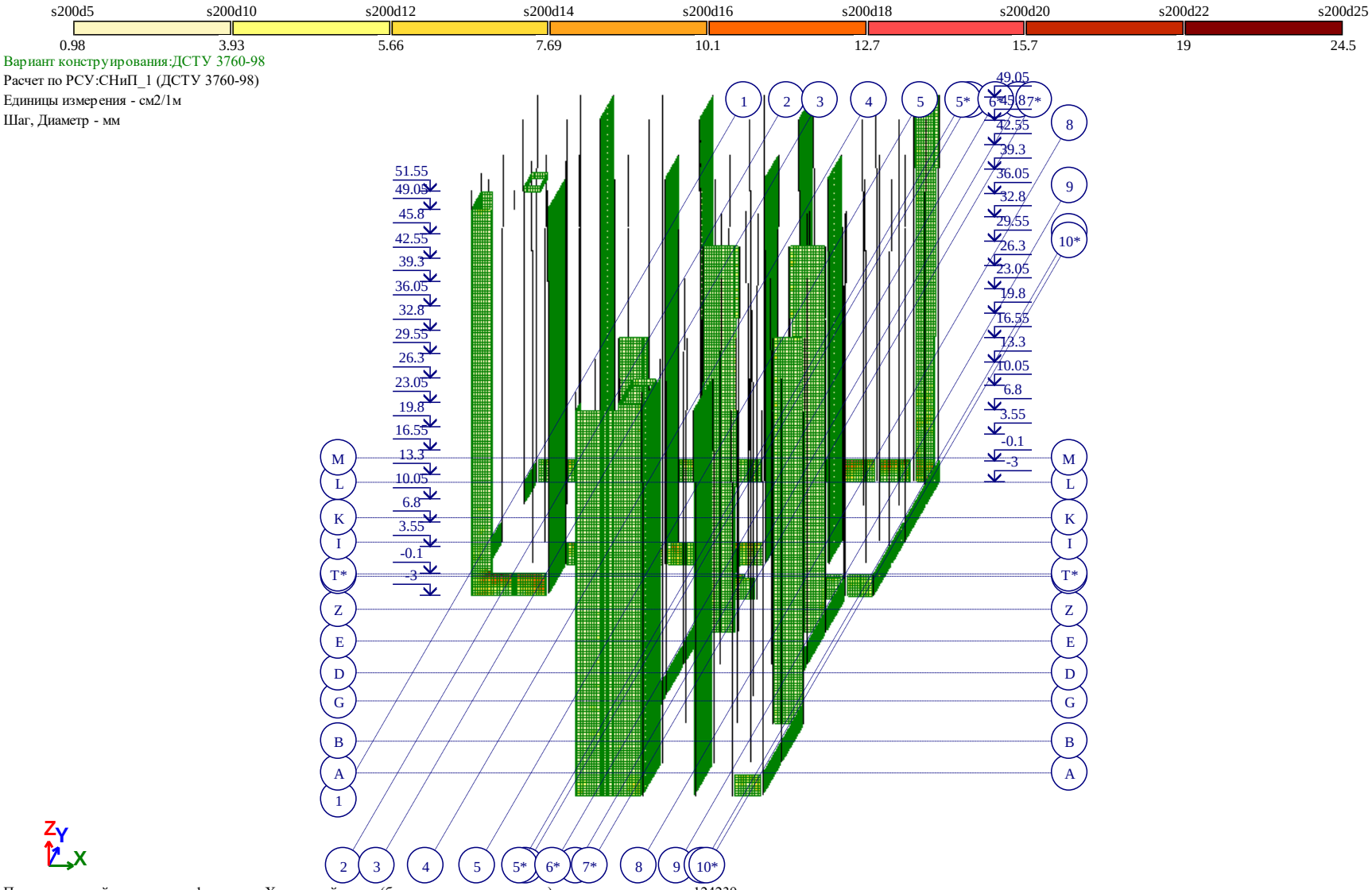
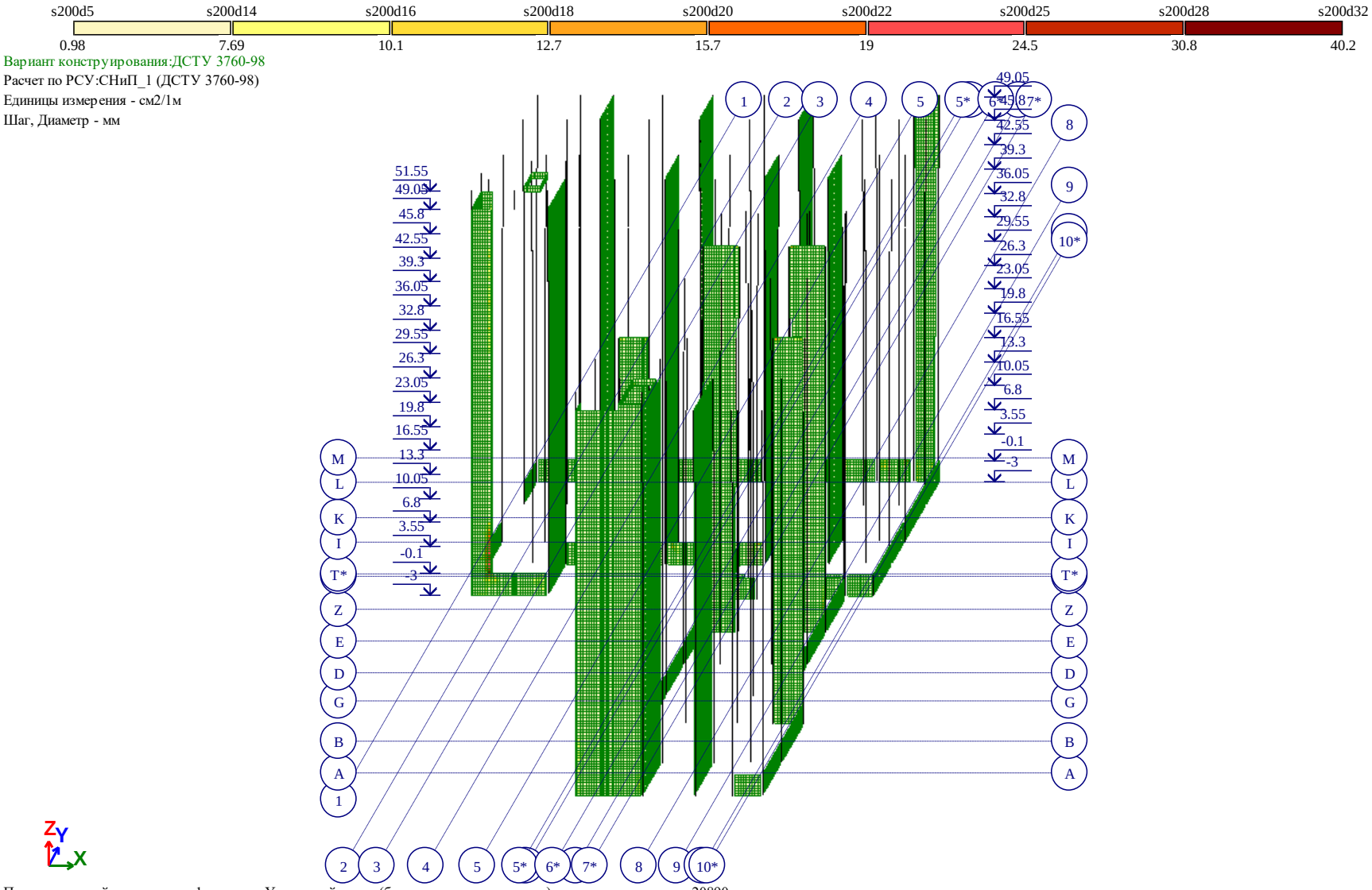


Рис. 45 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани(4)



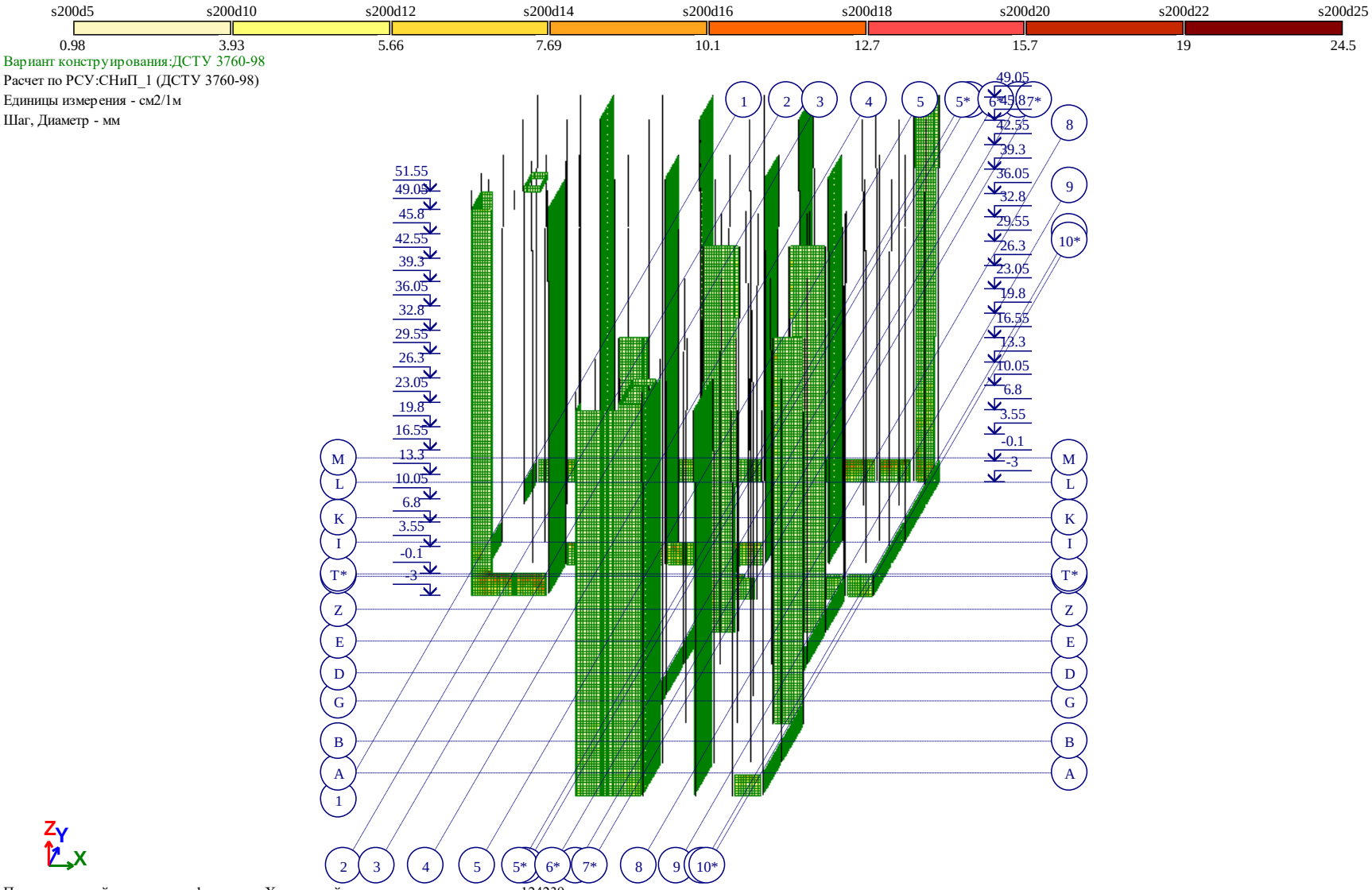
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 124239

Рис. 46 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)(5)



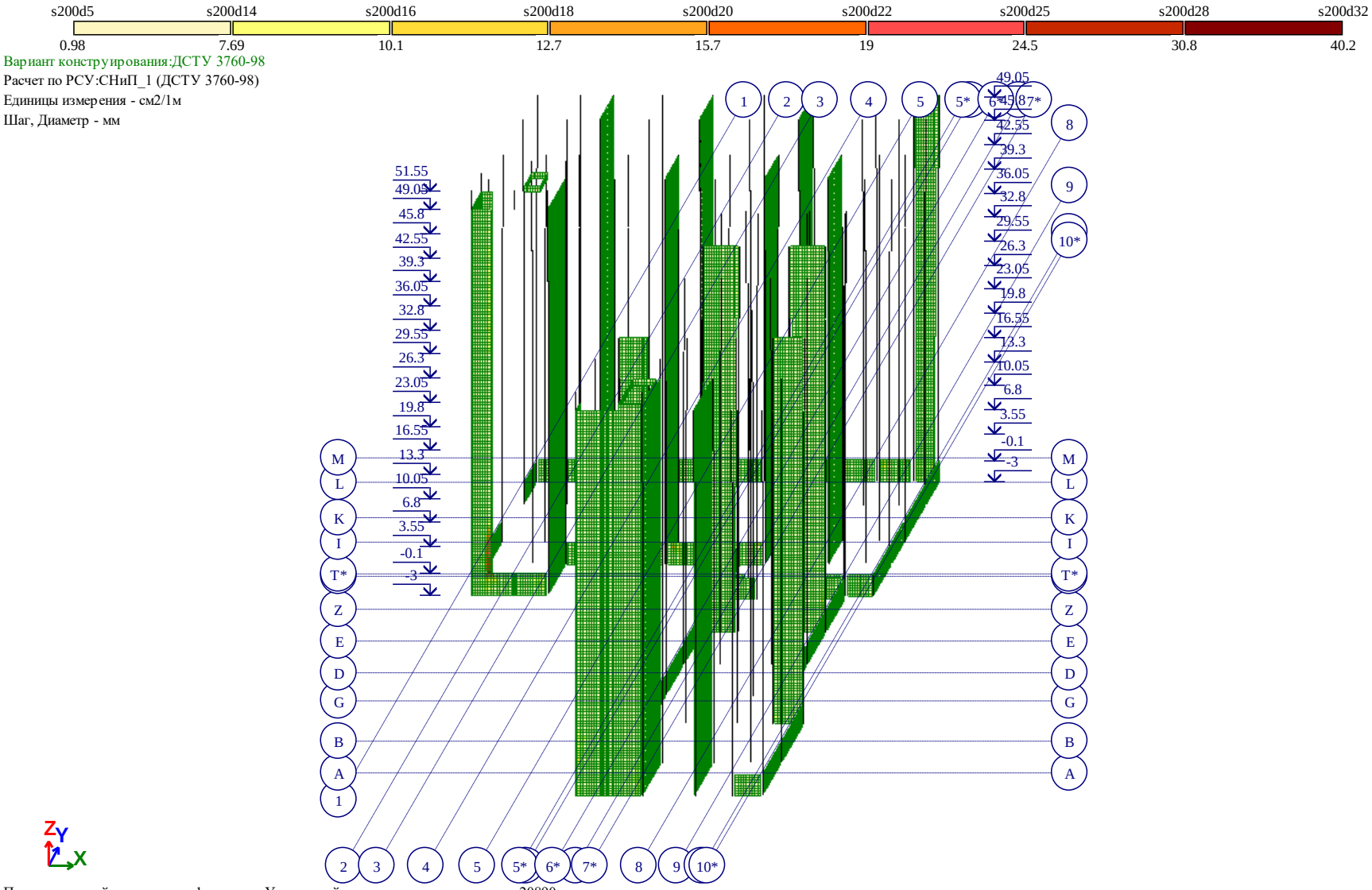
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 20890

Рис. 47 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)(5)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 124239

Рис. 48 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани(5)



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 20890

Рис. 49 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани(5)