ქ. თბილისი, დაბა წყნეთი , რუსთაველის ქუჩა N 1. (ს/კ01.20.01.065.015)საოფისე შენობის დაძაბულ-დეფირმირებულიმდგომარეობის განხილვა.

1) შესავალი 3
2) გამოყენებული ნორმატიული დოკუმენტაცია 3
3) დატვირთვების კრიტერიუმები 4
4) დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის კრიტერიუმები..... 4
5) კომპიუტერული გაანგარიშების პარამეტრები LIR მოდელში 5
6) კოლონების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა----------6
7) მონოლითური კოჭების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა 9
8) საძირკვლის არმირება 11
9) მონოლითური სვეტების არმირება 12
10) მონოლითური კოჭების არმირება ----------13
11) საკუთარი რხევის პერიოდი 14
12) სასრული ელემენტებით გაანგარიშების პროტოკოლი.....17
13) დასკვნა.....20

1. შესავალი

დოკუმენტში წარმოდგენილია საოფისე შენობის გაანგარიშების ალბომი. აღნიშნული დოკუმენტი მოიცავს შენობისადმი წაყენებულ გაანგარიშების კრიტერიუმებს,გათვალისწინებულ ნორმებს და დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობის აღწერას.

შენობისა და მათი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების, როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემის გაანგარიშება, მუდმივ (საკუთარი წონა), დროებით, ხანმოკლე, თოვლის და ჰორიზონტალურ სეისმურ აჩქარებაზე შესრულებულია ბექა ბერიძის მიერ. საპროექტო სამუშაო დოკუმენტაციაში მიღებული მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების პარამეტრები განსაზღვრული იქნა, “ LIRA - SAPR 2022” R2-ის გამოყენებით.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ მთლიანად არქიტექტურულ-გეგმარებითი გადაწყვეტილებათა საფუძველზე შედგენილი კომპიუტერული მოდელების გაანგარიშებათა შედეგები აკმაყოფილებს სიმტკიცის, მდგრადობისა და დეფორმაციების შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნებს.

2. გამოყენებული ნორმატიული დოკუმენტაცია

კომპიუტერული მოდელები (LIRA), კონსტრუქციული გაანგარიშებები და მასზედ დაფუძნებული მუშა პროექტი შესრულებულია საქართველოში მოქმედი შემდეგი ნორმატიული დოკუმენტაციის შესაბამისად:

1) ᲡᲜ 01.05-08 ,,სამშენებლო კლიმატოლოგია''
2) ᲡᲜ 01.01-09 ,,სეისმომედეგი მშენებლობა''
3) ᲡᲜ 03.01-09 ,,ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები''
4) ᲡᲜ 02.01-08 ,,შენობისა და ნაგებობის ფუძეები''
5) СНиП 2.01.07.85*. «Нагрузки и воздействия»

3. დატვირთვების კრიტერიუმები

1) მუდმივი დატვირთვა (კონსტრ. ელემენტების საკუთარი წონა)
2) დროებითი ხანგრძლივი დატვირთვა
3) დროებითი ხანმოკლე დატვირთვა
4) გრუნტის პიკური აჩქარება ჰორიზონტალურ X მიმართულებაზე (სეისმიკა)
5) გრუნტის პიკური აჩქარება ჰორიზონტალურ Y მიმართულებაზე (სეისმიკა)

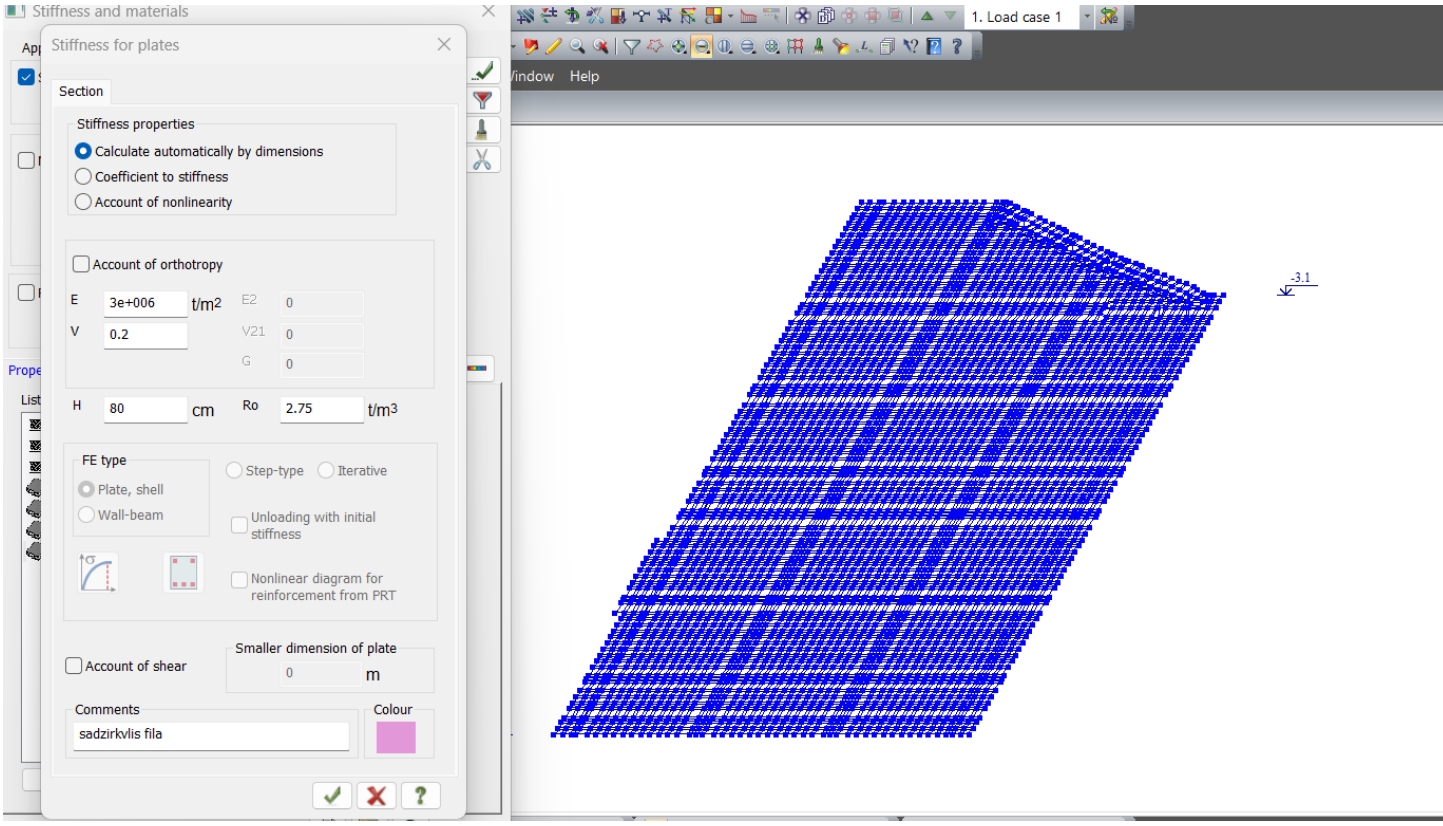
წარმოდგენილი გაანგარიშების ალბომი და შესაბამისი პროექტი ითვალისწინებს აღნიშნული დატვირთვების ზემოქმედებას და პასუხისმგებელია მის ფარგლებში.

4. დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის კრიტერიუმები

ძირითადი კოჭების ჩაღუნვა - L/ 1/100; 1/200
ერთსართულიან ზონაში ჰორიზონტალური გადაადგილება (დინამიკა) - H/200

5. კომპიუტერული გაანგარიშების პარამეტრები LIR მოდელში:

A	B	C
Property table		
Stif.type	Name	Parameters (sections-(cm) finite rigidity-(t,m) distr.weight-(t,m))
1	Rect. bar 20 X 40 (rigeli)	Ro=2.75,E=3e+006,GF=0
		B=20,H=40
2	Rect. bar 40 X 60 (rigeli)	Ro=2.75,E=3e+006,GF=0
		B=40,H=60
3	Rect. bar 40 X 60 (sveti)	Ro=2.75,E=3e+006,GF=0
		B=40,H=60
4	Plate H 16 (kibe)	E=3e+006,V=0.2,H=16,Ro=2.75
5	Plate H 22 (fila)	E=3e+006,V=0.2,H=22,Ro=2.75
6	Plate H 25 (kedeli)	E=3e+006,V=0.2,H=25,Ro=2.75
7	Plate H 80 (sadzirkvlis fila)	E=3e+006,V=0.2,H=80,Ro=2.75

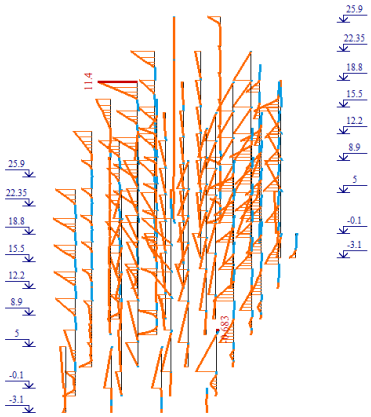


ნახ.2 - რკინაბეტონის ფილა საძირკველი.

ბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მიღებულია Სნ03.01-09 მიხედვით. E= 3 060 000 ტ/მ²; P=2.75 μ= 0,2;

6. მონოლითური კოლონების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა

Envelope line of max values
Diagram My
Units of measurement - t*m



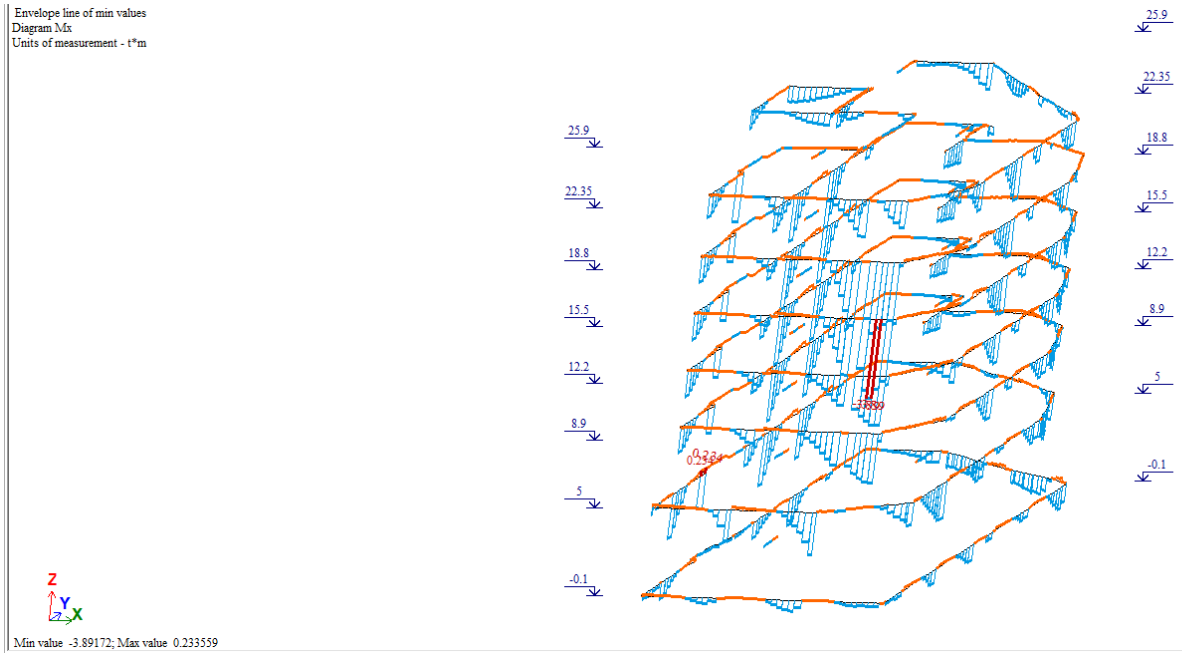
Z Y X

Min value -0.68316; Max value 11.3992

ნახ.3 - მონოლითურ კოლონებში არსებული მაქსიმალური მღუნავიმომენტები (My)

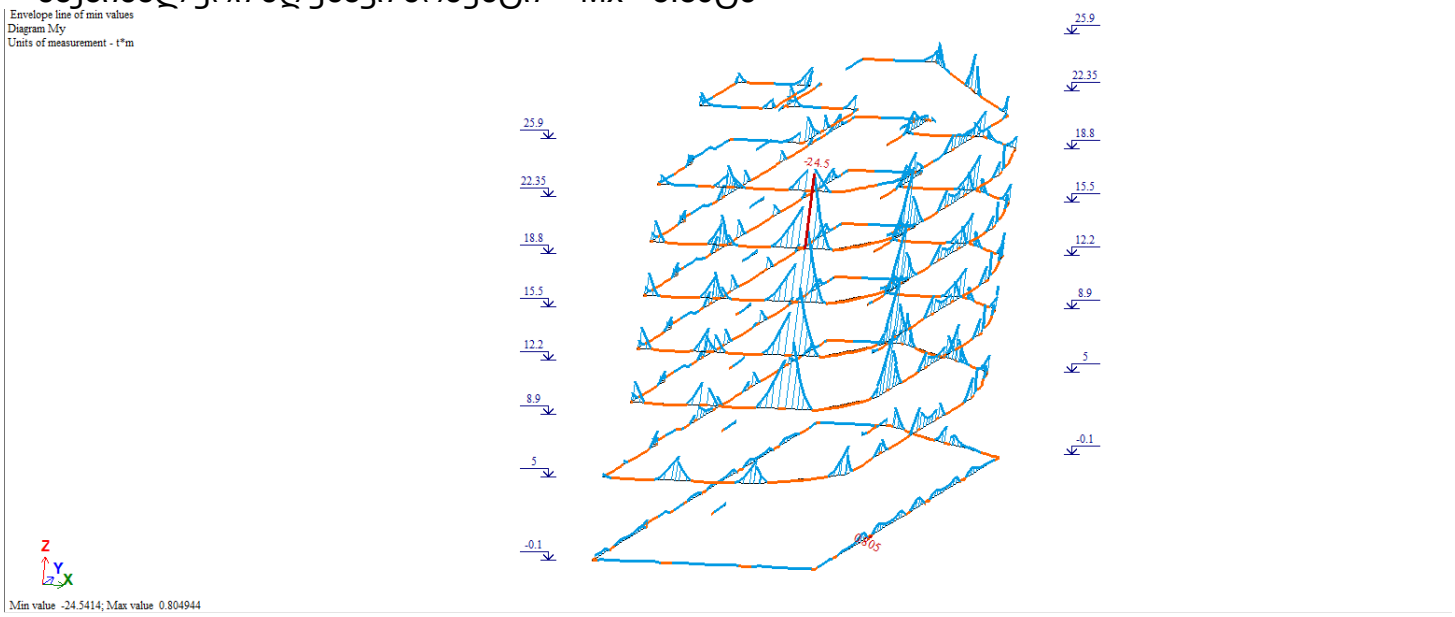
მაქსიმალური მღუნავი მომენტი Y ღერძის გარშემო მონოლითურ კოლონებში My=11,30 ტმ

7. მონოლითური კოჭების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა



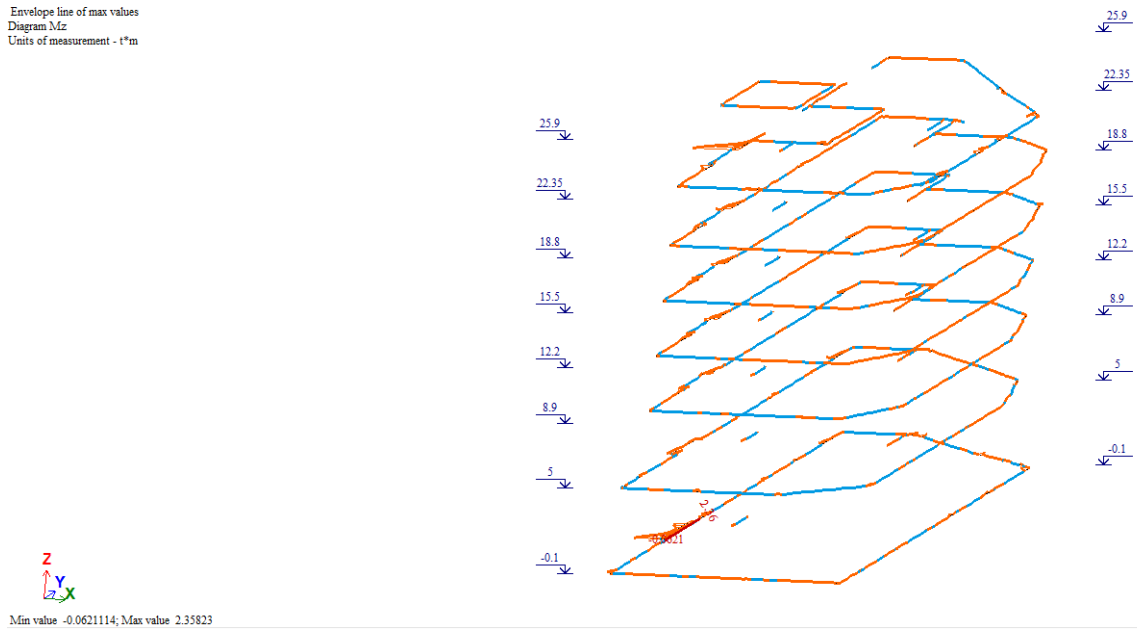
ნახ.4 - მაქსიმალური მღუნავი მომენტები (Mx) კონოლითურ კოჭებში:

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი - Mx=-3.89ტმ



ნახ.5 - მაქსიმალური მღუნავი მომენტები (My) მონოლითურ კოჭებში:

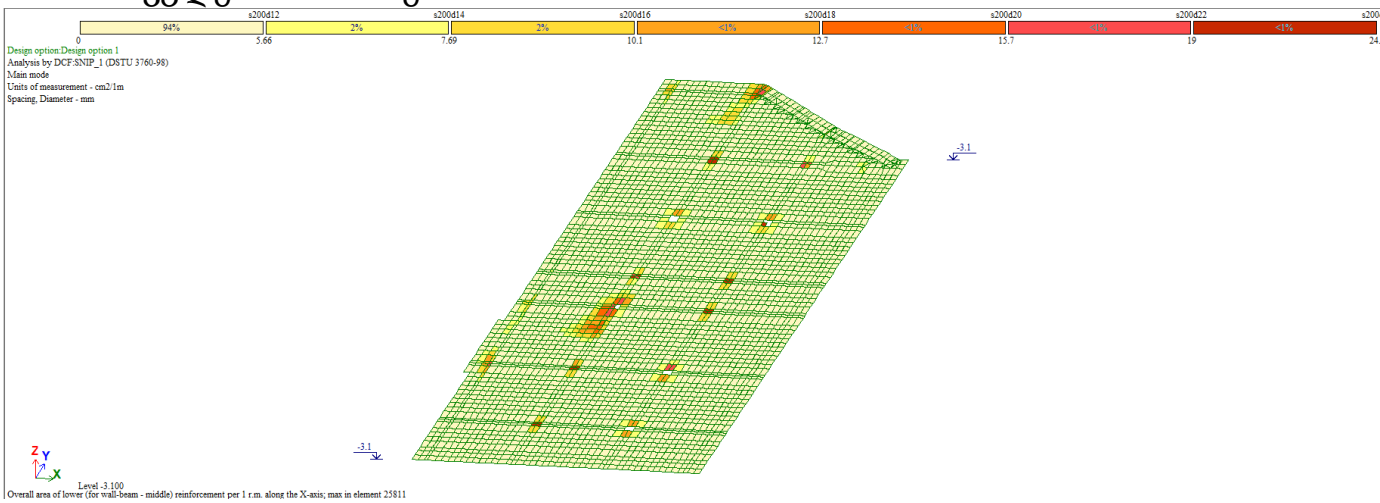
მაქსიმალური მღუნავი მომენტი- My=-24.54 ტმ



ნახ.7 - მაქსიმალური მღუნავი მომენტები (MZ) მონოლითურ კოჭებში:

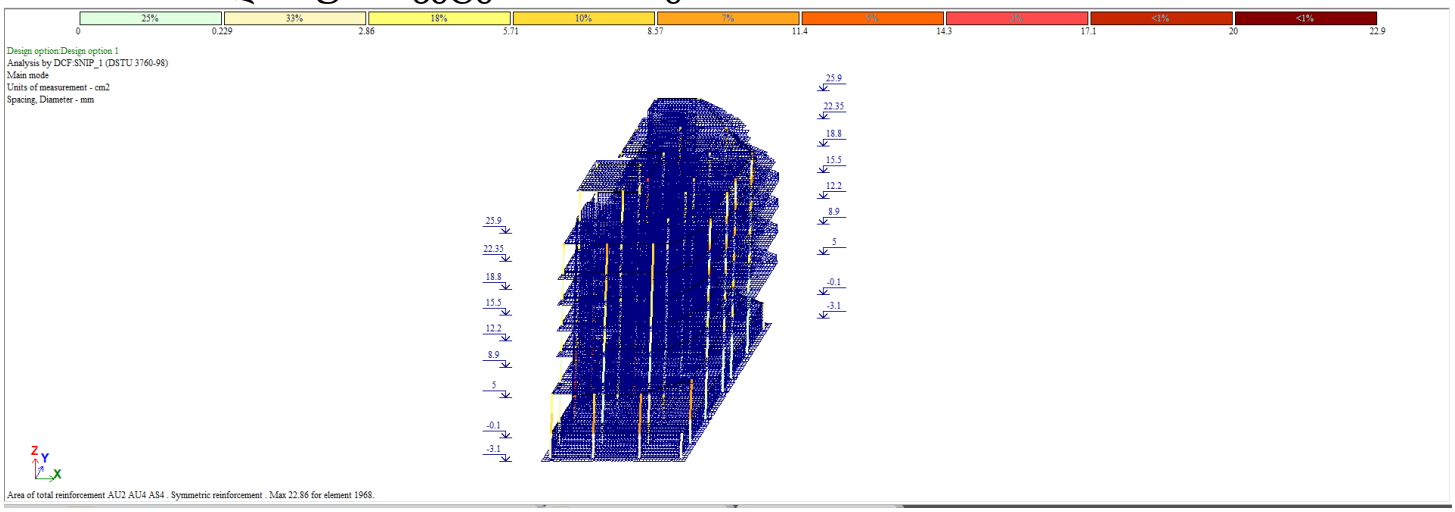
მაქსიმალური მღუნავი მომენტი- MZ=2.35 ტმ

8. საძირკვლების არმირება



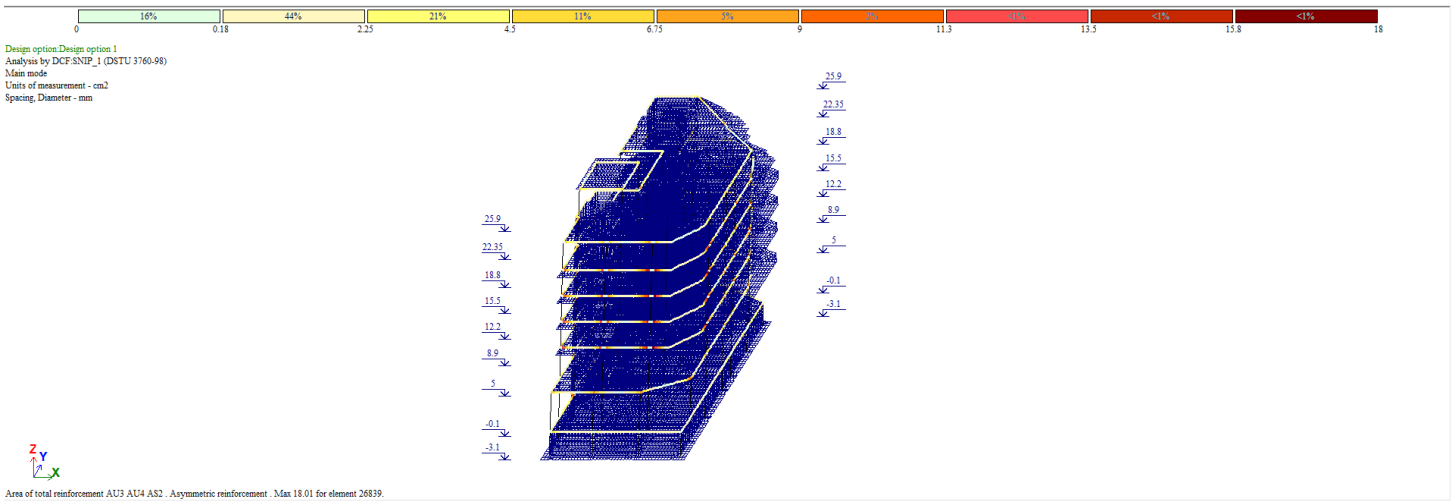
ნახ.7 - საძირკვლის ფილის არმირების სქემა.

9. მონოლითური სვეტების არმირება



ნახ.8 - არმატურა სვეტებში, სმ2- მაქს =22.90 სმ2

10. მონოლითური კოჭების არმირება



ნახ.9 - არმატურა კოჭებში, სმ2- მაქს = 18,00 სმ2

11. საკუთარი რხევის პერიოდი

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Frequencies of natural vibrations								
load.#	mode #	Eigenvalues	Frequencies		Period (s)	Distrib.coef.	Modal mass (%)	Modal mass sum (%)
			Circle freq. (rad/s)	Frequency (Hz)				
4	1	0.115	8.677	1.381	0.724	0.231	1.064	1.064
4	2	0.093	10.762	1.713	0.584	1.750	57.627	58.691
4	3	0.063	15.772	2.510	0.398	0.932	10.558	69.249
4	4	0.032	31.074	4.946	0.202	- 0.308	0.335	69.584
4	5	0.027	36.575	5.821	0.172	- 0.954	1.143	70.728
4	6	0.025	40.480	6.443	0.155	2.055	1.937	72.665
4	7	0.023	42.675	6.792	0.147	- 1.576	3.633	76.298
4	8	0.022	44.721	7.118	0.140	0.265	0.013	76.312
4	9	0.022	46.324	7.373	0.136	- 0.081	0.002	76.313
4	10	0.021	47.181	7.509	0.133	- 0.288	0.024	76.338
4	11	0.020	49.799	7.926	0.126	- 0.080	0.035	76.373
4	12	0.019	51.715	8.231	0.121	0.626	1.840	78.213
4	13	0.019	53.016	8.438	0.119	- 0.120	0.043	78.256
4	14	0.019	53.362	8.493	0.118	- 0.477	0.114	78.370
4	15	0.018	54.780	8.719	0.115	0.888	0.932	79.302
4	16	0.017	57.323	9.123	0.110	- 1.109	1.045	80.347
4	17	0.017	58.542	9.317	0.107	0.010	0.001	80.348
4	18	0.017	60.189	9.579	0.104	- 0.115	0.003	80.350
4	19	0.016	60.661	9.655	0.104	- 0.324	0.197	80.548
4	20	0.016	61.393	9.771	0.102	- 0.526	0.043	80.591
4	21	0.016	62.489	9.945	0.101	1.075	0.387	80.978
4	22	0.016	62.969	10.022	0.100	0.471	0.043	81.021
4	23	0.016	63.532	10.111	0.099	1.732	2.349	83.370
4	24	0.015	67.741	10.781	0.093	0.241	0.313	83.683
4	25	0.015	68.671	10.929	0.091	- 0.510	0.755	84.437

4	26	0.014	70.800	11.268	0.089	- 0.006	0.000	84.437
4	27	0.014	71.139	11.322	0.088	0.175	0.005	84.443
4	28	0.014	71.939	11.449	0.087	- 0.154	0.006	84.449
4	29	0.014	72.613	11.557	0.087	- 0.010	0.000	84.449
4	30	0.013	74.497	11.857	0.084	0.009	0.000	84.449
4	31	0.013	74.952	11.929	0.084	0.007	0.000	84.449
4	32	0.013	75.657	12.041	0.083	- 0.041	0.001	84.451
4	33	0.013	75.960	12.089	0.083	0.033	0.002	84.453
4	34	0.013	76.152	12.120	0.083	- 0.001	0.000	84.453
4	35	0.013	76.868	12.234	0.082	- 0.005	0.000	84.453
4	36	0.013	77.292	12.301	0.081	- 0.152	0.022	84.475
4	37	0.013	77.541	12.341	0.081	0.047	0.002	84.476
4	38	0.013	77.778	12.379	0.081	- 0.017	0.001	84.477
4	39	0.013	78.598	12.509	0.080	0.009	0.000	84.477
4	40	0.013	78.756	12.534	0.080	0.024	0.002	84.479
4	41	0.013	79.381	12.634	0.079	0.065	0.004	84.483
4	42	0.012	80.875	12.872	0.078	0.027	0.001	84.484
5	1	0.115	8.677	1.381	0.724	1.645	54.044	54.044
5	2	0.093	10.762	1.713	0.584	- 0.527	5.234	59.279
5	3	0.063	15.772	2.510	0.398	0.875	9.308	68.586
5	4	0.032	31.074	4.946	0.202	- 1.581	8.840	77.426
5	5	0.027	36.575	5.821	0.172	- 0.239	0.072	77.498
5	6	0.025	40.480	6.443	0.155	- 1.097	0.552	78.050
5	7	0.023	42.675	6.792	0.147	0.825	0.996	79.046
5	8	0.022	44.721	7.118	0.140	- 0.164	0.005	79.051

5	9	0.022	46.324	7.373	0.136	0.064	0.001	79.052
5	10	0.021	47.181	7.509	0.133	0.233	0.016	79.068
5	11	0.020	49.799	7.926	0.126	- 0.028	0.004	79.072
5	12	0.019	51.715	8.231	0.121	0.157	0.116	79.188
5	13	0.019	53.016	8.438	0.119	- 0.013	0.001	79.188
5	14	0.019	53.362	8.493	0.118	0.166	0.014	79.202
5	15	0.018	54.780	8.719	0.115	- 1.156	1.581	80.783
5	16	0.017	57.323	9.123	0.110	0.416	0.147	80.930
5	17	0.017	58.542	9.317	0.107	0.010	0.001	80.931
5	18	0.017	60.189	9.579	0.104	- 0.167	0.006	80.937
5	19	0.016	60.661	9.655	0.104	- 0.173	0.056	80.993
5	20	0.016	61.393	9.771	0.102	- 0.405	0.026	81.018
5	21	0.016	62.489	9.945	0.101	0.777	0.203	81.221
5	22	0.016	62.969	10.022	0.100	0.488	0.046	81.267
5	23	0.016	63.532	10.111	0.099	1.063	0.885	82.151
5	24	0.015	67.741	10.781	0.093	0.105	0.059	82.211
5	25	0.015	68.671	10.929	0.091	- 0.233	0.157	82.368
5	26	0.014	70.800	11.268	0.089	0.052	0.003	82.371
5	27	0.014	71.139	11.322	0.088	0.100	0.002	82.372
5	28	0.014	71.939	11.449	0.087	- 0.080	0.002	82.374
5	29	0.014	72.613	11.557	0.087	- 0.009	0.000	82.374
5	30	0.013	74.497	11.857	0.084	- 0.016	0.000	82.375
5	31	0.013	74.952	11.929	0.084	- 0.007	0.000	82.375
5	32	0.013	75.657	12.041	0.083	0.006	0.000	82.375
5	33	0.013	75.960	12.089	0.083	0.015	0.000	82.375
5	34	0.013	76.152	12.120	0.083	0.003	0.000	82.375
5	35	0.013	76.868	12.234	0.082	- 0.003	0.000	82.375
5	36	0.013	77.292	12.301	0.081	0.037	0.001	82.376
5	37	0.013	77.541	12.341	0.081	- 0.030	0.001	82.377
5	38	0.013	77.778	12.379	0.081	0.008	0.000	82.377
5	39	0.013	78.598	12.509	0.080	0.235	0.072	82.449
5	40	0.013	78.756	12.534	0.080	0.168	0.112	82.561
5	41	0.013	79.381	12.634	0.079	0.036	0.001	82.562
5	42	0.012	80.875	12.872	0.078	0.014	0.000	82.562

12. სასრული ელემენტებით გაანგარიშების პროტოკოლი
Analysis protocol
Date: 17.09.2024
GenuineIntel 12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-12650H 10 cores 16 threads 7(9961472) L2 cache
Microsoft Windows 10 Professional ENU 64-bit. Build 22631
Available RAM = 25272966656
16:23 Reading input data from file C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2022\Data\2024 09 19.txt
16:23 Carrying out a check of input data for the main model
Number of nodes = 35640 (among them = 35640 nodes that are not deleted)
Number of elements = 37674 (among them = 37674 elements that are not deleted)
16:23 Divide linear load cases into blocks
Linear load cases are divided into 1 blocks
MAIN MODEL
16:23 Optimizing order of unknowns
ANALYSE BLOCK OF LOAD CASES No.No. 1-5
Number of unknowns = 167779
STATIC ANALYSIS
16:23 Generating stiffness matrix
16:23 Generating load vectors
16:23 Decomposing stiffness matrix
16:23 Calculating unknowns
16:23 Checking solution
DYNAMIC ANALYSIS
16:23 Generating mass matrix for dynamic load case No.4
16:23 Generating mass matrix for dynamic load case No.5
Calculating natural vibrations for dynamic load cases No.No.4 5
Total masses: mX=536.834 mY=536.834 mZ=687.651 mUX=0.980663 mUY=1.13332 mUZ=2.11399 mW=0

16:23 Conducting a check of model suitability for calculation of natural vibrations with such mass application. The check is made by applying masses as static loads.
16:23 Calculating natural vibrations
Matrix part required for iterations is located in RAM
16:23 Iteration No.1
16:23 Iteration No.2
0 shapes obtained (among them 0 in specified range)
16:23 Iteration No.3
3 shapes obtained (among them 3 in specified range)
16:23 Iteration No.4
5 shapes obtained (among them 5 in specified range)
16:23 Iteration No.5
6 shapes obtained (among them 6 in specified range)
16:23 Iteration No.6
12 shapes obtained (among them 12 in specified range)
16:23 Iteration No.7
16 shapes obtained (among them 16 in specified range)
16:23 Iteration No.8
18 shapes obtained (among them 18 in specified range)
16:23 Iteration No.9
20 shapes obtained (among them 20 in specified range)
16:23 Iteration No.10
24 shapes obtained (among them 24 in specified range)
16:23 Iteration No.11
25 shapes obtained (among them 25 in specified range)
16:23 Iteration No.12
25 shapes obtained (among them 25 in specified range)
16:23 Iteration No.13
27 shapes obtained (among them 27 in specified range)
16:23 Iteration No.14
28 shapes obtained (among them 28 in specified range)
16:23 Iteration No.15

30 shapes obtained (among them 30 in specified range)
16:23 Iteration No.16
32 shapes obtained (among them 32 in specified range)
16:23 Iteration No.17
36 shapes obtained (among them 36 in specified range)
16:23 Iteration No.18
38 shapes obtained (among them 38 in specified range)
16:23 Iteration No.19
40 shapes obtained (among them 40 in specified range)
16:23 Iteration No.20
42 shapes obtained (among them 42 in specified range)
Direction cosines of translation from condition of max dynamic reaction for dynamic load cases No.No.4 5 :
Mode shape 1: CosX=0.1390 CosY=0.9903 CosZ=0.0030
Mode shape 2: CosX=0.9569 CosY=-0.2884 CosZ=-0.0327
Mode shape 3: CosX=0.7290 CosY=0.6845 CosZ=0.0005
Mode shape 4: CosX=-0.1909 CosY=-0.9808 CosZ=0.0406
Mode shape 5: CosX=-0.9152 CosY=-0.2291 CosZ=-0.3317
Mode shape 6: CosX=0.4914 CosY=-0.2623 CosZ=0.8305
Mode shape 7: CosX=-0.8609 CosY=0.4507 CosZ=0.2363
Mode shape 8: CosX=0.6684 CosY=-0.4132 CosZ=0.6185
Mode shape 9: CosX=-0.2052 CosY=0.1612 CosZ=0.9654
Mode shape 10: CosX=-0.3484 CosY=0.2817 CosZ=-0.8940
Mode shape 11: CosX=-0.0327 CosY=-0.0116 CosZ=-0.9994
Mode shape 12: CosX=0.9292 CosY=0.2328 CosZ=-0.2870
Mode shape 13: CosX=-0.0646 CosY=-0.0072 CosZ=0.9979
Mode shape 14: CosX=-0.1662 CosY=0.0578 CosZ=-0.9844
Mode shape 15: CosX=0.5604 CosY=-0.7300 CosZ=-0.3912
Mode shape 16: CosX=-0.9355 CosY=0.3511 CosZ=0.0400
Mode shape 17: CosX=0.0260 CosY=0.0259 CosZ=-0.9993
Mode shape 18: CosX=-0.4549 CosY=-0.6600 CosZ=-0.5979
Mode shape 19: CosX=-0.7589 CosY=-0.4052 CosZ=0.5097

Mode shape 20: CosX=-0.7421 CosY=-0.5712 CosZ=0.3508
Mode shape 21: CosX=0.8037 CosY=0.5813 CosZ=-0.1273
Mode shape 22: CosX=0.6928 CosY=0.7179 CosZ=0.0687
Mode shape 23: CosX=0.8522 CosY=0.5229 CosZ=-0.0176
Mode shape 24: CosX=0.4275 CosY=0.1861 CosZ=-0.8847
Mode shape 25: CosX=-0.6447 CosY=-0.2942 CosZ=-0.7056
Mode shape 26: CosX=-0.0057 CosY=0.0481 CosZ=0.9988
Mode shape 27: CosX=0.0942 CosY=0.0538 CosZ=0.9941
Mode shape 28: CosX=-0.0439 CosY=-0.0228 CosZ=0.9988
Mode shape 29: CosX=-0.0898 CosY=-0.0783 CosZ=0.9929
Mode shape 30: CosX=0.0313 CosY=-0.0565 CosZ=0.9979
Mode shape 31: CosX=0.1258 CosY=-0.1233 CosZ=0.9844
Mode shape 32: CosX=-0.0354 CosY=0.0054 CosZ=-0.9994
Mode shape 33: CosX=0.1050 CosY=0.0482 CosZ=-0.9933
Mode shape 34: CosX=-0.0070 CosY=0.0149 CosZ=-0.9999
Mode shape 35: CosX=-0.2709 CosY=-0.1721 CosZ=0.9471
Mode shape 36: CosX=-0.8261 CosY=0.1986 CosZ=-0.5274
Mode shape 37: CosX=0.0252 CosY=-0.0161 CosZ=-0.9996

13. დასკვნა

დეტალური ინფორმაცია სასრული ელემენტებით გაანგარიშების მიმდინარეობის შესახებ მოცემულია შესაბამის პროტოკოლში. გაანგარიშება შესრულდა ხარვეზების გარეშე. მასების კონტრიბუციამ X მიმართულებით მოქმედი სეისმური ძალებით გამოწვეული რხევის შემთხვევაში შეადგინა 76,8%, Y მიმართულებით მოქმედი სეისმური ძალებით გამოწვეული რხევის შემთხვევაში შეადგინა 79,1%; შენობის პერიოდი განისაზღვრა 0,893წმ-ის ოდენობით, რხევის I ფორმისათვის. მთლიანად სეისმური გაანგარიშება შესრულდა რხევის 40 ფორმისათვის, რაც სრულიად დამაჯმაყოფილებლად იქნა მიჩნეული საპროექტო შენობის სქემიდან გამომდინარე.

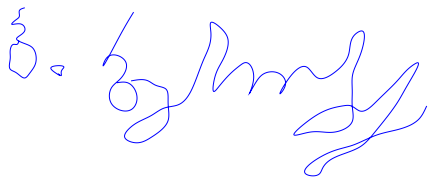
ვერტიკალური ელემენტების აკმაყოფილებენ СНиП 2.01.07.85*-ით განსაზღვრულ გადაადგილების პირობებს:

Таблица Е.4

Здания, стены и перегородки	Крепление стен и перегородок к каркасу здания	Предельные перемещения f_u
1 Многоэтажные здания	Любое	h/500
2 Один этаж многоэтажных зданий: а) стены и перегородки из кирпича, гипсобетона, железобетонных панелей б) стены, облицованные естественным камнем, из керамических блоков, из стекла (витражи)	Податливое Жесткое То же	h_s/300 h_s/500 h_s/700
3 Одноэтажные здания (с самонесущими стенами) высотой этажа h_s, м: $h_s \le 6$ $h_s = 15$ $h_s \ge 30$	Податливое	 h_s/150 h_s/200 h_s/300

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ მთლიანად არქიტექტურულ- გეგმარებითი გადაწყვეტილებათა საფუძველზე შედგენილი კომპიუტერული მოდელების გაანგარიშებათა შედეგები აკმაყოფილებს სიმტკიცის, მდგრადობის და დეფორმაციების შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნებს.

ინჟინერ-კონსტრუქტორი:



ბ.ბერიძე