

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND CONCEPȚIA STRUCTURALĂ A CLĂDIRILOR DIN BETON ARMAT

Ing. Constantin ROȘOGA ¹, Ș.l.dr. ing. Sunai GELMAMBET ²

¹EPIC STRUCTURAL DESIGN STUDIO, Constanța, România,

² Universitatea „Ovidius” din Constanța, Facultatea de Construcții, Constanța, România,

REZUMAT. Prezentul studiu își propune să evidențieze importanța fazelor preliminare ale procesului de proiectare. Modificări de poziționare sau geometrie ale elementelor, aparent minore raportate la ansamblul structurii, afectează semnificativ răspunsul seismic al acestora. De aceea, pentru o proiectare optimă, rațională, Inginerul structurist trebuie să acorde o atenție deosebită conformării structurii, a alegerii sistemului structural și a materialelor.

Cuvinte cheie: structură, concepție, proiectare, răspuns seismic.

ABSTRACT. This study aims to emphasize the importance of preliminary phases of the structural design process. Modifications regarding the placement or the geometry of structural elements, which when considering the whole structure may seem minor, significantly affect its seismic response. That is why, to obtain an optimum, rational design, the structural engineer must give a special attention to factors such as conformation, choice of structural system and materials.

Keywords: structure, conception, design, seismic response.

1. INTRODUCERE

În cadrul acestui studiu vom încerca să înțelegem și să „simțim” efectele pe care le pot avea modificări aparent minore de geometrie sau poziționare a elementelor structurii asupra răspunsului acesteia la acțiunea seismică.

Pentru aceasta, vom porni de la analiza unei structuri din beton armat, cu regim de înălțime P+10E, cu înălțimea etajului de 3m. În plan, structura are o formă dreptunghiulară, cu 7 travei de 6.30m și 4 deschideri de 5.40m. Se presupune că amplasamentul clădirii este în Constanța. Se va pleca de la un sistem clasic, în cadre, cu stâlpi cu secțiune pătrată. Acesta va fi introdus în programul de analiză cu element finit Graitec Advance Design. Rezultatele importante din punctul de vedere al obiectivelor lucrării vor fi extrase și analizate, urmând ca, în etape succesive, să se aducă modificări mai mult sau mai puțin semnificative structurii, să se reanalizeze modelul modificat, iar rezultatele să fie comparate între ele.

În final, ne propunem să înțelegem cum sistemul structural, dar și conformarea acestuia influențează răspunsul seismic al structurii și să reușim să anticipăm efectul pe care eventuale modificări le pot avea în comportarea ansamblului, pentru a putea decide utilitatea acestor modificări fără a efectua alte calcule matematice, economice etc.

2. ANALIZA MODELELOR STRUCTURALE

Primul model ce urmează a fi studiat, este cel în cadre. Secțiunile elementelor sunt cele rezultate din predimensionări, fără a se ține cont de niciun alt criteriu.

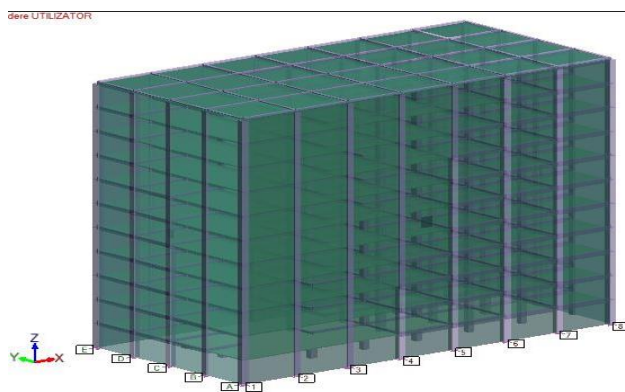


Fig. 2.1. Vedere în perspectivă structură în cadre analizată.

Astfel, pentru stâlpi a rezultat o secțiune pătrată, 70x70 de cm. Grinzile au fost stabilite cu secțiuni de 30x60 de cm cele longitudinale și 30x50 de cm cele transversale, iar grosimea plăcii a fost aleasă de 13 cm (fig. 2.1 și 2.2).

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND CONCEPȚIA STRUCTURALĂ A CLĂDIRILOR DIN BETON ARMAT

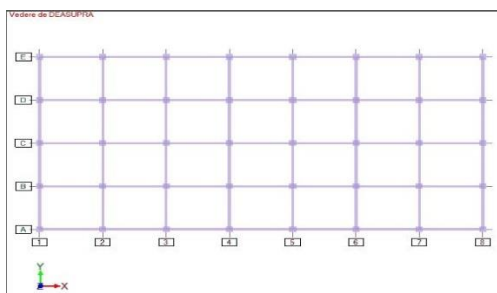


Fig. 2.2. Vedere în plan structură în cadre analizată.

Cu ajutorul programului de analiză cu elemente finite s-a realizat un calcul seismic liniar. În continuare vom prezenta câteva dintre rezultatele considerate importante pentru prezenta lucrare. Structura astfel conformată prezintă o comportare deficitară. Observăm că, deși modurile de vibrație sunt bine delimitate (modul de translație pe X nu antrenează mase și în direcția Y și vice-versa), modul 2 de vibrație, care descrie rotirea structurii, nu antrenează semnificativ masa structurii.

Tabelul 1. Mărimea modurilor proprii

Mod N°	Pulsatie (Rad/s)	Perioadă (s)	Frecvență (Hz)	Energie (J)	Mase modale			Amortizare (%)
					X T (%)	Y T (%)	Z T (%)	
1	4.35	1.45	0.69	8.31	0.00 (0.00)	8766.76 (78.10)	0.00 (0.00)	5.00
2	4.97	1.27	0.79	11.29	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
3	5.07	1.24	0.81	11.92	8874.35 (79.06)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
4	13.83	0.45	2.20	85.29	0.00 (0.00)	1137.84 (10.14)	0.00 (0.00)	5.00
5	15.70	0.40	2.50	113.72	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
6	15.88	0.40	2.53	117.63	1100.45 (9.80)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
7	25.55	0.25	4.07	296.30	0.00 (0.00)	467.03 (4.16)	0.00 (0.00)	5.00
8	28.59	0.22	4.55	384.58	443.81 (3.95)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
9	28.69	0.22	4.57	383.91	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
10	40.17	0.16	6.39	746.56	0.00 (0.00)	271.19 (2.42)	0.00 (0.00)	5.00
11	43.86	0.14	6.98	913.52	254.46 (2.27)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
12	44.77	0.14	7.12	944.52	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
rezidual					551.71 (4.92)	581.95 (5.18)	11224.78 (100.00)	
Total				4017.54	11224.78 (100.00)	11224.78 (100.00)	11224.78 (100.00)	

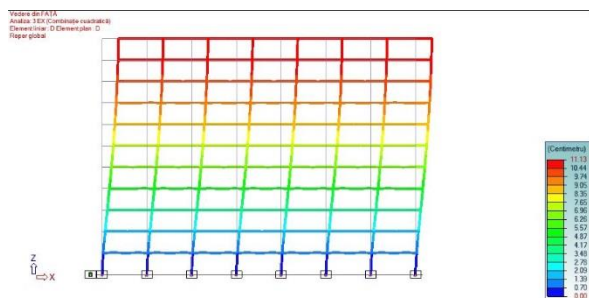


Fig. 2.3. Deplasări în direcția X structură în cadre.

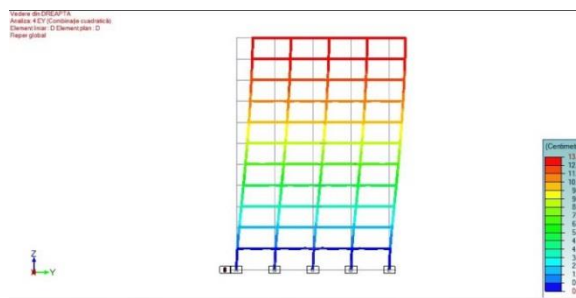


Fig. 2.4. Deplasări în direcția Y structură în cadre.

Totuși, rotirea de ansamblu a structurii este atât de pronunțată, încât în comportarea acesteia are un rol dominant în comparație cu translația structurii în direcția Y. Aceste lucruri se datorează diferenței mari de rigiditate pe cele două direcții, o consecință a formei dreptunghiulare a structurii. Perioada structurii în modul 1 de vibrație este de asemenea ridicată (1.45s), un alt indicator al lipsei de rigiditate în direcția Y.

De asemenea, deplasările structurii pe cele două direcții sunt mari, pentru o astfel de structură deplasările la vârf acceptabile situându-se mai degrabă în jurul valorii de 10 cm.

Vom încerca să îmbunătățim comportamentul structurii. Am constatat deja că problema este diferența de rigiditate a structurii pe cele două direcții. Mai exact, structura este mult mai rigidă pe direcția lungă decât pe cea scurtă.

Pentru creșterea rigidității, vom dezvolta secțiunile stâlpilor pe direcția Y. Astfel, pentru cel de-al doilea model, secțiunile stâlpilor vor deveni 55x90 cm. Ariile secțiunilor stâlpilor vor fi aproximativ egale cu cele din primul model. Rezultatele obținute în urma modificărilor vor demonstra efectul pe care geometria (forma rațională) elementelor structurale îl poate avea în comportarea generală a clădirii de bază.

CERCETARE ȘI EXPERTIZĂ INGINEREASCĂ LA CONSTANȚA

Observăm că, în urma reconformării geometrice a stâlpilor, structura modurilor de vibrație s-a modificat.

Modul dominant rămâne cel de translație pe direcția Y, însă modul 2 devine cel de translație în direcția X. Perioada fundamentală a structurii a scăzut

cu 0,07 s. Un prim efect evident al schimbării geometriei stâlpilor este deci, creșterea rigidității torsionale și la translație pe Y a structurii. În continuare vom studia modificările în deplasările la vârf.

Tabelul 2. Mărimea modurilor proprii structură cu stâlpi lamelari

Mod N°	Pulsatie (Rad/s)	Perioadă (s)	Frecvență (Hz)	Energie (J)	Mase modale			Amortizare (%)
					X T (%)	Y T (%)	Z T (%)	
1	4.55	1.38	0.72	9.12	0.00 (0.00)	8640.12 (76.86)	0.00 (0.00)	5.00
2	4.82	1.30	0.77	10.81	8985.48 (79.93)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
3	5.08	1.24	0.81	11.79	0.00 (0.00)	0.01 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
4	14.84	0.42	2.36	98.68	0.00 (0.00)	1185.28 (10.54)	0.00 (0.00)	5.00
5	14.90	0.42	2.37	103.73	1082.25 (9.63)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
6	16.32	0.38	2.60	123.14	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
7	26.25	0.24	4.18	324.15	423.10 (3.76)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
8	28.43	0.22	4.53	370.77	0.00 (0.00)	505.35 (4.50)	0.00 (0.00)	5.00
9	30.62	0.21	4.87	439.50	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
10	39.32	0.16	6.26	732.63	237.87 (2.12)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
11	46.26	0.14	7.36	1001.19	0.00 (0.00)	294.92 (2.62)	0.00 (0.00)	5.00
12	49.01	0.13	7.80	1139.79	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
rezidual					512.40 (4.56)	615.41 (5.47)	11241.09 (100.00)	
Total				4365.30	11241.09 (100.00)	11241.09 (100.00)	11241.09 (100.00)	

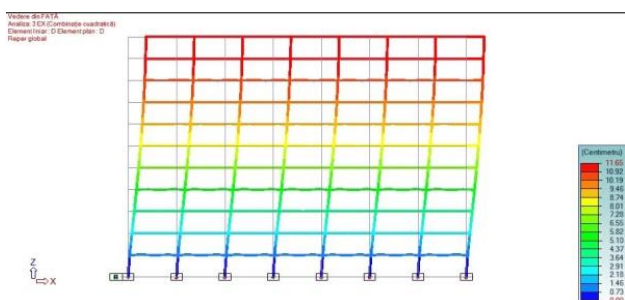


Fig. 2.5. Deplasări în direcția X structură cu stâlpi lamelari.

Creșterea rigidității pe direcția Y este evidentă în momentul de față. Reducerea deplasărilor pe această direcție demonstrează acest lucru. De asemenea, comportamentul structurii este similar în ambele direcții, lucru recomandat după cum am menționat de normativul P100-1/2013.

Nu este vorba de diferențe mari, însă important este să subliniem faptul că această îmbunătățire a răspunsului seismic al structurii s-a făcut fără a crește cantitatea de beton, deci fără a crește costul materialelor. Chiar putem vorbi în acest context de o reducere a cantităților de armătură, deoarece scăderea deplasărilor duce la reducerea eforturilor de întindere în elementele structurii.

Observăm din cele prezentate mai sus, că în momentul de față structura prezintă o comportare îmbunătățită față de modelul inițial, cu stâlpi cu secțiune pătrată. Modurile de vibrație sunt clar delimitate, iar

perioadele clădirii sunt similare în primele 3 moduri de vibrație. Încă o dată, este de subliniat faptul că, îmbunătățirea răspunsului de ansamblu s-a realizat doar din modificări ale geometriei și orientării elementelor structurale verticale fără a crește volumul de beton utilizat și potențial reducând ariile de armătură necesară, deci și din punct de vedere economic s-a realizat un progres clar fără modificări majore în sistemul structural.

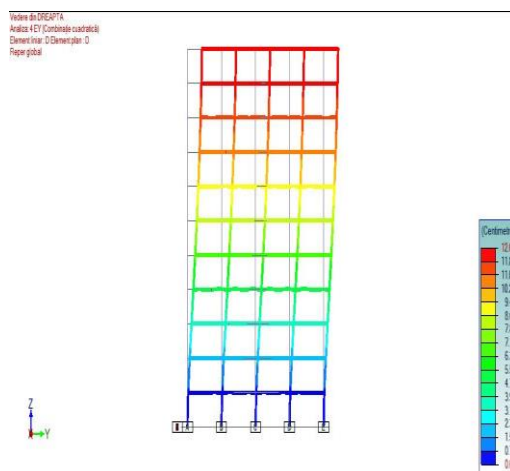


Fig. 2.6. Deplasări în direcția Y structură cu stâlpi lamelari.

Totuși, îmbunătățirile atinse în ceea ce privește deplasările la vârf ale structurii nu sunt suficiente. Este foarte important că am reușit să le echilibrăm

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND CONCEPȚIA STRUCTURALĂ A CLĂDIRILOR DIN BETON ARMAT

deoarece, conform P100-1/2013, unul dintre obiectivele concepției structurale este crearea unui sistem care să se comporte similar și predictibil în cele două direcții. În termeni valorici însă, deplasările structurii sunt prea mari. Așa cum precizăm la începutul acestui capitol, ne dorim să scădem deplasările structurii sub valoarea de 10 cm. În acest sens, ne dorim să sporim în continuare rigiditatea clădirii.

În majoritatea construcțiilor de acest tip din prezent, în zona centrală există căile de acces pe verticală (scări, lifturi). Acest lucru permite inginerului structurist să profite de faptul că acea zonă este considerată din start ca fiind „pierdută” din punct de vedere al compartimentării, și să introducă elemente de mare rigiditate (diafragme din beton armat). Se creează astfel în interiorul clădirii un așa numit „nucleu rigid”. Acesta are rolul de a prelua mare parte din încărcările orizontale, lăsând în seama stâlpilor de cadru responsabilitatea principală de a prelua încărcările verticale.

Vom integra în structura în cadre la care am rămas un astfel de nucleu rigid și vom reanaliza structura.

Noua conformare, precum și rezultatele obținute vor fi prezentate în continuare.

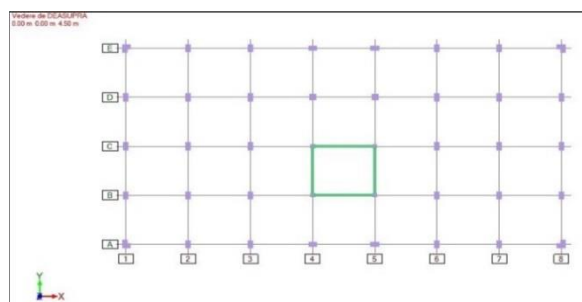


Fig. 2.7. Vedere în plan model structural cu nucleu rigid.

Modificările aduse sistemului structural, au de această dată un efect însemnat asupra răspunsului acestuia la excitația seismică. În primul rând remarcăm îmbunătățirea majoră în termeni de rigiditate pe ambele direcții. Deplasările au scăzut la valori mai mici de 9 cm, cu aproximativ 25% mai mici decât în cazul sistemului în cadre.

Tabelul 3. Mărimile modurilor proprii structură cu nucleu rigid

Mod N°	Pulsatie (Rad/s)	Perioadă (s)	Frecvență (Hz)	Energie (J)	Mase modale			Amortizare (%)
					X T (%)	Y T (%)	Z T (%)	
1	6.84	0.92	1.09	22.10	906.27 (7.68)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
2	7.46	0.84	1.19	25.90	0.00 (0.00)	8219.66 (69.69)	0.00 (0.00)	5.00
3	8.58	0.73	1.37	35.23	7375.38 (62.53)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
4	20.94	0.30	3.33	200.25	91.86 (0.78)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
5	28.71	0.22	4.57	375.91	0.00 (0.00)	2111.46 (17.90)	0.01 (0.00)	5.00
6	32.67	0.19	5.20	507.69	2035.01 (17.25)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
7	36.63	0.17	5.83	598.94	34.05 (0.29)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
8	51.75	0.12	8.24	1117.05	0.00 (0.00)	0.73 (0.01)	6860.37 (58.17)	5.00
9	52.07	0.12	8.29	1128.10	0.39 (0.00)	0.00 (0.00)	0.08 (0.00)	5.00
10	53.70	0.12	8.55	1105.76	0.00 (0.00)	514.57 (4.36)	18.61 (0.16)	5.00
11	54.52	0.12	8.68	1185.71	0.00 (0.00)	50.43 (0.43)	1.58 (0.01)	5.00
12	55.35	0.11	8.81	1284.68	5.51 (0.05)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	5.00
rezidual					1345.80 (11.41)	897.41 (7.61)	4913.62 (41.66)	
Total				7587.33	11794.26 (100.00)	11794.26 (100.00)	11794.26 (100.00)	

Un alt aspect de remarcat este faptul că în această conformare, sistemul devine mai rigid în direcția Y decât pe X. Totuși, deplasările rămân aproximativ egale pe cele două direcții, ceea ce este un lucru bun.

Ceea ce nu este în schimb încurajator, este faptul că, în urma modificărilor, modul de vibrație dominant al structurii a devenit cel de rotație. Mai mult chiar, pe direcția X nu se antrenează 90% din masa totală. Tipul acesta de răspuns era de anticipat, deoarece acest tip de structură este catalogat ca unul flexibil la torsiune conform P100-1/2013. O explicație este ușor

de găsit, în condițiile în care, acest sistem este poziționat într-o zonă în care structura nu era semnificativ supusă torsiunii (vezi fig. 2.7 și 2.8), ceea ce face ca eforturile respective să se deplaseze și mai mult către extremitățile clădirii.

Poziționarea nucleului mărește distanța dintre centrul de rigiditate și cel de masă. Acest lucru poate fi observat prin comparația tabelor din figurile 2.11 și 2.12.

În continuare vom încerca să observăm ce efect ar avea mutarea pereților care compun nucleul rigid pe laturile clădirii. Noul sistem structural va avea în plan configurația din Fig. 2.13.

Vedere de DEASUPRA
Mod 1 Perioadă (s) = 0.92 Pulsație (Rad/s) = 6.84 Frecvență (Hz) = 1.09
Reper global

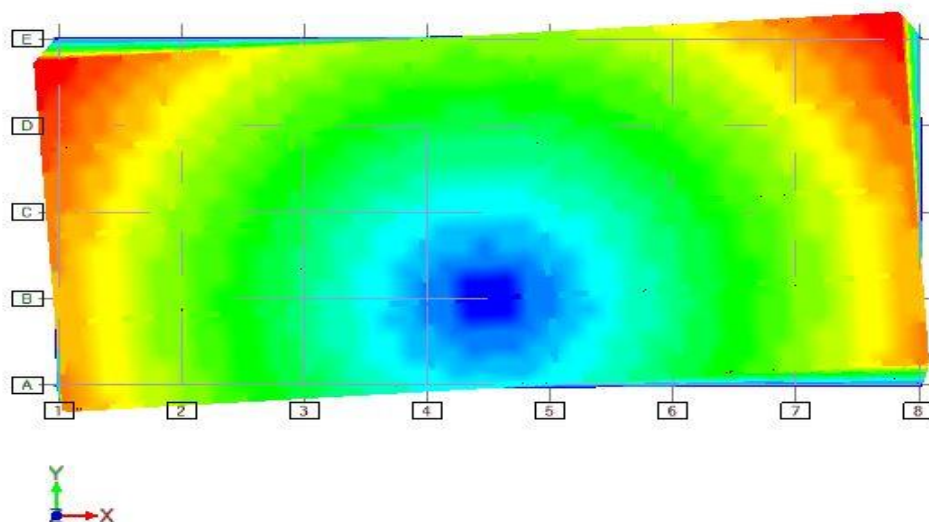


Fig. 2.8. Mod 1 de vibrație structurală cu nucleu rigid.

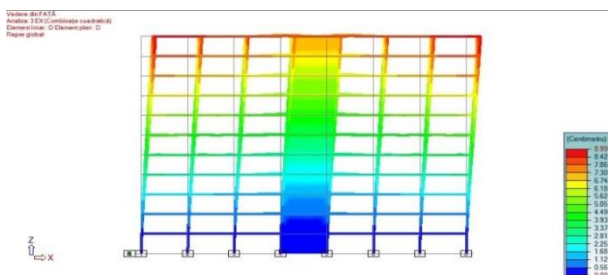


Fig. 2.9. Deplasări în direcția X structurală cu nucleu rigid.

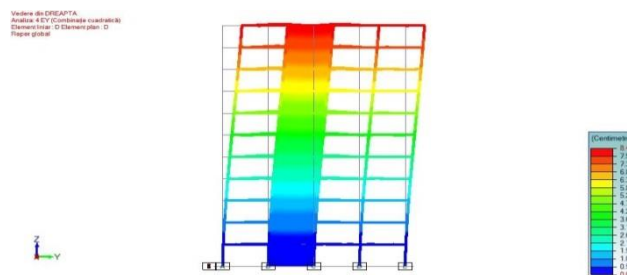


Fig. 2.10. Deplasări în direcția Y structurală cu nucleu rigid.

Centre de masă și rigiditate pe etaj					
Nr. Etaj	Nume Etaj	Centru de masă		Centru de rigiditate	
		X	Y	X	Y
1	Parter	22.08	10.79	22.06	10.80
2	E1	22.04	10.80	22.06	10.80
3	E2	22.07	10.80	22.06	10.80
4	E3	22.04	10.81	22.06	10.80
5	E4	22.04	10.79	22.06	10.80
6	E5	22.07	10.80	22.06	10.80
7	E6	22.04	10.80	22.06	10.80
8	E7	22.06	10.80	22.06	10.80
9	E8	22.06	10.80	22.06	10.80
10	E9	22.06	10.80	22.06	10.80
11	E10	22.03	10.80	22.06	10.80

Fig. 2.11. Centre de masă și rigiditate structurală în cadre.

Centre de masă și rigiditate pe etaj					
Nr. Etaj	Nume Etaj	Centru de masă		Centru de rigiditate	
		X	Y	X	Y
1	Parter	22.08	10.68	22.06	8.25
2	E1	22.04	10.69	22.06	8.25
3	E2	22.06	10.67	22.06	8.25
4	E3	22.05	10.69	22.06	8.25
5	E4	22.04	10.69	22.06	8.25
6	E5	22.06	10.69	22.06	8.25
7	E6	22.02	10.68	22.06	8.25
8	E7	22.07	10.69	22.06	8.25
9	E8	22.04	10.68	22.06	8.25
10	E9	22.06	10.68	22.06	8.25
11	E10	22.03	10.71	22.06	8.25

Fig. 2.12. Centre de masă și rigiditate structurală cu nucleu rigid.

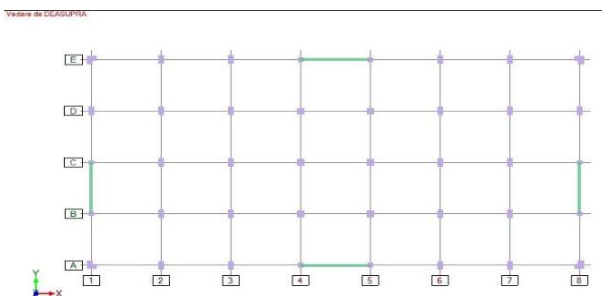


Fig. 2.13. Vedere în plan structură cu 4 pereți pe laturi.

În urma analizei răspunsului seismic al structurii în această configurație, rezultatele sunt cele ce vor fi prezentate în imaginile următoare.

Se observă o scădere a rigidității la translație a clădirii. Acest lucru are însă un efect pozitiv asupra răspunsului de ansamblu al structurii. Observăm în figura 2.16, ca modul 3 de vibrație redevine cel de rotație în plan.

Deasemenea diagrama ne arată că centrul de rigiditate al clădirii s-a deplasat către centrul geometric, reducându-se astfel distanța între acesta și centrul de masă al clădirii

În consecință, vom avea modificări și în ceea ce privește deplasările pe cele două direcții, ce sunt prezentate în figurile 2.17 și 2.18.

La o primă vedere comportamentul structurii în această conformare este unul satisfăcător.

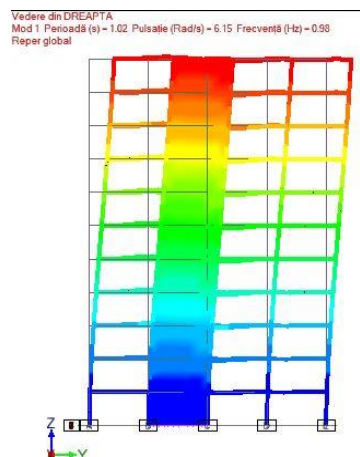


Fig. 2.14. Mod 1 de vibrație structură cu 4 pereți pe laturi.

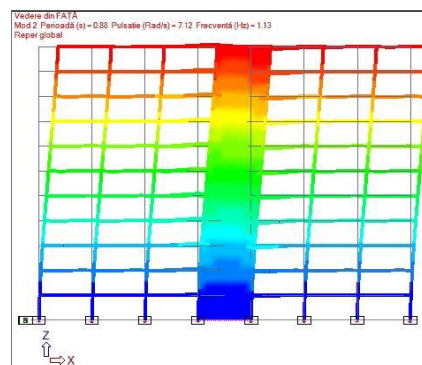


Fig. 2.15. Mod 2 de vibrație structură cu 4 pereți pe laturi

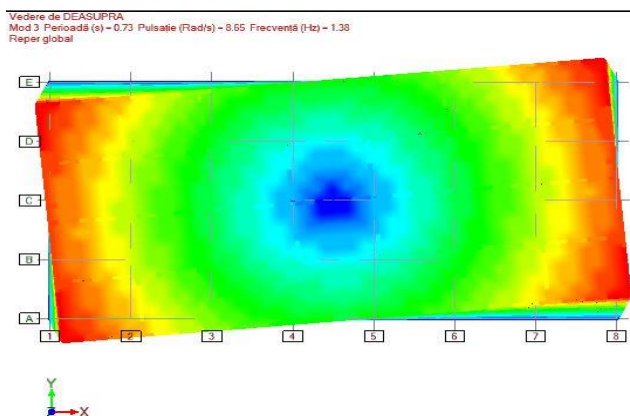


Fig. 2.16. Mod 3 de vibrație structură cu 4 pereți pe laturi.

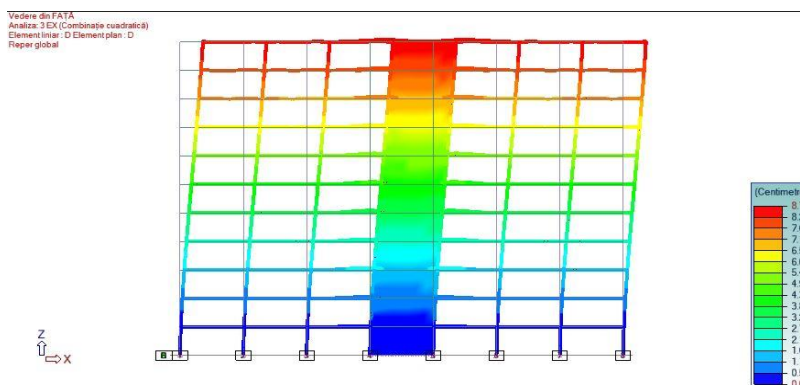


Fig. 2.17. Deplasări în direcția X structura cu 4 pereți pe laturi.

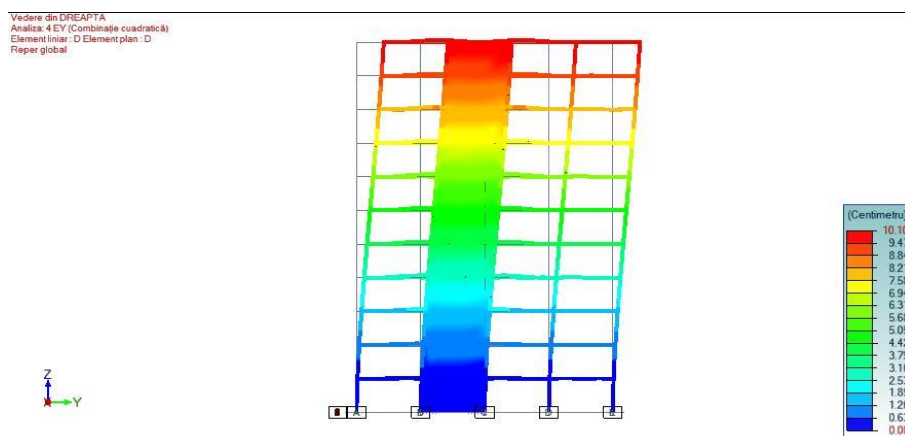


Fig. 2.18. Deplasări în direcția Y structura cu 4 pereți pe laturi.

Mișcarea structurii în primele 3 moduri de vibrație este bine definită, perioada fundamentală a clădirii este una de anticipat pentru gabaritul ei, iar deplasările pe cele două direcții sunt în limitele stabilite la începutul acestui studiu.

Totuși, dacă ne îndreptăm atenția către modul 3 de vibrație al clădirii (Fig. 2.16), observăm că perioada clădirii este de 0.73s, foarte apropiată de perioada de colț. Ar putea fi, în aceste condiții, o idee bună să sporim rigiditatea clădirii la torsiune.

Studiile efectuate au fost mult mai cuprinzătoare, luând în considerare și alte variante de sisteme structurale, mai mult sau mai puțin viabile, fiecare cu avantaje și dezavantaje. Toate rezultatele converg însă către aceeași idee de bază. Alegerea sistemului structural și conformarea geometrică a elementelor componente, deși aspecte preliminare, au o importanță capitală în ansamblul procesului de proiectare a structurii de rezistență.

3. CONCLUZII

Misiunea inginerului proiectant nu este doar aceea de a calcula eforturi, momente capabile și arii de armături. Diferența este făcută în fazele de concepție a sistemului structural. Având în vedere creșterea importanței factorului economic în piața construcțiilor din prezent, este primordială găsirea celei mai eficiente soluții pentru structura de rezistență.

Am văzut cum, modificări minore, ce nu implică costuri suplimentare, sau probleme deosebite din punct de vedere arhitectural sau al execuției, pot avea un impact important asupra comportamentului unei clădiri. Poziționarea judicioasă, și conformarea geometrică inteligentă a stâlpilor, duce la sporirea rigidităților și la micșorarea eforturilor și a deplasărilor, ajungând în cele din urmă la o structură mai eficientă. Adăugând unei configurații eficiente a structurii celelalte avantaje

aduse de progresele făcute în cercetarea și studiul betonului ca material de construcție, îmbunătățirile pe care le putem aduce structurii de rezistență pot fi considerabile, fără a influența toate celelalte aspecte ale investiției în ansamblu.

În același timp însă, proiectantul trebuie să aibă mare grijă, deoarece, așa cum am văzut, elemente structurale ce, în teorie, au un impact benefic, integrate defectuos în ansamblul structural pot avea un rezultat negativ. Poate fi vorba doar de creșterea costurilor, sau de scăderea rentabilității investiției, în unele cazuri chiar de afectarea funcționalității. Lucrurile devin însă cu adevărat serioase în momentul în care, din cauza plasării unui element sau ansamblu de elemente cu rigiditate semnificativă într-o anumită zonă, răspunsul seismic al structurii devine necontrolabil. Rigidizarea inutilă a unei anumite zone a structurii poate să inducă eforturi de torsiune semnificative clădirii ca ansamblu.

Cel mai important lucru de reținut în urma cercetărilor efectuate este acela că, perioada prealabilă proiectării și detalierii efective a structurii, este de o importanță deosebită. Atenția sporită și studiul în detaliu al răspunsului seismic al structurii, poate face diferența dintre un proiectant bun și unul mediocru, și, în situații limită, diferența dintre o clădire sigură și un dezastru.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Kiss, Z., Oneț, T., *Proiectarea structurilor de beton după SR EN 1992-1*, Editura Abel, 2010.
- [2] Derecho, A. T., Kianoush, M. R., *SEISMIC Design of reinforced concrete structures*, 2001.
- [3] Berkley University, *Lectures in seismic analysis of high-rise reinforced concrete buildings*.
- [4] C.V.R. Murty, Rupen Goswami, A.R. Vijayanarayanan, Vipul V. Mehta, M. R., *Some concepts in earthquake behaviour of buildings*.
- [5] R. Park, T. Paulay, *Reinforced concrete structures*, 1975.
- [6] Massachusetts Institute of Technology, *Lectures in mechanics and design of reinforced concrete structures*.

Despre autori

Ing. **Constantin ROȘOGA**

EPIC STRUCTURAL DESIGN STUDIO, Constanța, România

Absolvent al Facultății de Construcții din cadrul Universității Ovidius din Constanța cu specializarea Construcții Civile Industriale și Agricole și al studiilor de Master din cadrul aceleiași facultăți cu specializarea Ingineria Structurilor de Construcții specializat în domeniul proiectării structurilor de rezistență. Experiență acumulată în lucrări de proiectare a numeroase imobile de locuințe colective cu regim de înălțime până la S+P+10 din beton armat, hale industriale cu deschideri de până la 36m, dar și lucrări deosebite precum modernizarea sediului BNR din Constanța.

S.l. univ.dr. ing. **Sunai GELMAMBET**

Universitatea „Ovidius” din Constanța, Facultatea de Construcții, Constanța, România

Sef lucrări la Facultatea de Construcții a Universității „Ovidius” din Constanța, Departamentul de Construcții, doctor în domeniul ingineriei civile, specializat în rezistența materialelor, teoria elasticității și plasticității, construcții din beton armat. Domenii de interes: analiza structurilor în domeniul liniar și neliniar, construcții din beton armat.