DCB 2025
III Младежка научна конференция с международно участие
„Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 29 октомври 2025 г., София
III Youth Scientific Conference with international participation
„Design and Construction of Buildings and Facilities“, October 29, 2025, Sofia, Bulgaria
ISSN 2738-7887 (online); ISSN 2738-7879 (CD-ROM)

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАЙ-РИСКОВИЯ ПЕРИОД НА НАТОВАРВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННИ ПЛОЧИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО НА МНОГОЕТАЖНИ МОНОЛИТНИ СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ

Станислав Бакърджиев[1]

DETERMINING THE RISKIEST PERIOD OF LOADING REINFORCED CONCRETE SLABS DURING THE CONSTRUCTION OF MULTI-STORY MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Stanislav Bakardzhiev[1]

Abstract:
This report examines combinations of temporary and permanent loads acting on reinforced concrete slabs during construction. Even at an early age, the slabs of multi-story monolithic structures take on some of their heaviest loads throughout their entire service life. The purpose of the report is to identify some of the riskiest combinations of a slab's dead weight and all temporary loads with which it would combine and affect the horizontal reinforced concrete elements.

Keywords:
Striking, Flat, Slab, Risky, Concrete

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В настоящото изследване се проследява поведението на стоманобетонни безгредови плочи с помощта на числен модел на триетажна сграда изградена посредством Метода за ранно декофриране, чрез използване на рамкова кофражна система с падащи глави. Търси се най-рисковият момент при производството плочите по време на строителството. Методът е все по-приложим в строителната практика и все повече бива изследван и разглеждан, конструктивно, технологично, икономически, а и в BIM моделирането [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. За целта на изследването, симулирано в числен модел, са проследени етапите на изграждане на плочите на конструкцията, чрез прилагане на метода за Ранно декофриране.

2. ЦЕЛ НА ДОКЛАДА

Целта на доклада е да определи най-рисковата комбинация от собствени и временни товари товари по време на строителството на многоетажна сграда.

[1] Станислав Бакърджиев, /гл. ас. д-р. инж./, катедра Технология и мениджмънт в строителството, Строителен факултет, ВСУ „Любен Каравелов“, София, st.bakardziev@vsu.bg; st.bakardzhiev@mail.bg.
Stanislav Bakardzhiev, Stanislav Bakardzhiev, Chief Assist. Prof., PhD, Eng., USEA “Lyuben Karavelov”, Technology and Management in building Department, Building Faculty, Sofia, «Suhodolska» 175, st.bakardziev@vsu.bg, st.bakardzhiev@mail.bg).

3. ИЗСЛЕДВАНЕ

За да се осъществи числена постановка, с която може да проследим поведението на стоманобетонната етажна конструкция, след прилагане на технология за ранно декофриране е нужно да се моделират етапите на изграждане на приета триетажна стоманобетонна конструкция с три безгредови стоманобетонни плочи [10].

3.1. Изходни данни

В изследването е разгледана типова триетажна стоманобетонна конструкция (Фигура 2), която е изчислена и оразмерена за постоянни и временни товари съгласно нормите за проектиране по Eurocode. Стоманобетонните плочи са произведени с един комплект рамкови платна и два комплекта оставащи телескопични[10]. Първоначалните срокове за кофриране и декофриране на стоманобетонните плочи са:

- Частично декофриране на плоча на кота +2,70 – 3-ти ден;
- Кофриране на плоча на кота +5,40 – 6-ти ден;
- Бетониране на плоча на кота +5,40 – 7-ми ден;
- Частично декофриране на плоча на кота +5,40 – 9-ти ден;
- Цялостно декофриране на плоча на кота +2,70 – 10-ти ден;
- Кофриране на плоча на кота +8,10 – 13-ти ден;
- Бетониране на плоча на кота +8,10 – 14-ти ден;
- Частично декофриране на плоча на кота +8,10 – 17-ти ден;
- Цялостно декофриране на плоча на кота +5,40 – 21-и ден;
- Цялостно декофриране на плоча на кота +8,10 – 28-и ден.

Експлоатационното натоварване, за което е изчислена конструкцията е за постоянни товари от собствено тегло плоча, временен товар и окачена фасада. Временните товари са въведени като равномерно разпределен товар 4KN/m^2, а окачената фасада е като линеен товар 0,45KN/m^2. Коефициентите за сигурност са приети съгласно нормите за проектиране по Eurocode. Допълнителните товари по време строителството са от собствено тегло на прясно положен бетон на по-горна плоча γ_f = 26 kN/m3, собствено тегло на кофражен комплект g_k = 0,45 kN/m2 и натоварване от работници и леко оборудване q_k = 0,75 kN/m2.

3.2. Основни задачи пред изследването

- Получаване на резултати от максималните моментови диаграми от изчислителни стойности в основните полета и над опорите при новополучените статически схеми на плочите в различните етапи на кофриране, декофриране и натоварване от временни товари по време на строителството на гладките плочи;
- Установяване на резултатите от максималните еластични провисвания в плочите в различните технологични етапи на кофриране, декофриране и натоварване от характеристични стойности на постоянни и временни товари по време на производството на гладките плочи;
- Сравняване на резултатите от получените изчислителни огъващи моменти с носимоспособността на плочите в съответния етап;
- Проверка за максималната продънваща сила за всеки един етап от производството на гладките плочи;
- Сравняване на еластичните вертикални премествания и пукнатинообразуването от характеристичните стойности на товарите в различните етапи с тези получени от нормативните стойности на товарите за експлоатационно състояние;
- Сравняване на резултатите от наличната армировка в плочите и необходимото сечение за съответния етап от изграждане на конструкцията.

3.3. Числен модел на изследването

Численият модел на всеки един от етапите при изграждане на конструкцията е направен със софтуер базиран на МКЕ. Телескопичните подпори са моделирани със съставно сечение с размери като телескопична подпора Doka Eurex 30 top 350. Две тръбни сечения - долното с дължина 198 cm и сечение с диаметър 70 mm и дебелина 3 mm, и горното, с диаметър 60 mm и дебелина 3 mm. Механизмът за регулиране височината на подпората и падащата глава не са отчетени и моделирани. Възел колона-плоча и телескопична подпора-плоча са моделирани като чисти ставни възли. Натоварването от прясно положената бетонна смес се предава върху долната плоча, като текущата плоча е моделирана, но при предаването ѝ към долната плоча, посредством телескопичните подпори, са изолирани колоните и шайбите под кофража на прясно излятата плоча. Това е направено с цел да не изтичат усилия от теглото на бетонната смес по вертикалните стоманобетонни елементи. Натоварването от кофражната система и временните товари от строителството са моделирани като равномерно разпределени товари върху плочите. За всеки един от дните на декофриране са въведени теоретични стойности на еластичния модул за съответния клас бетон.

3.4. Якостни характеристики на използвания за целта бетон

Якостните характеристика на използвания бетон в изследването на различните етапи от изграждането на конструкцията са изчислени теоретично съгласно Eurocode. Приетият клас на бетон за етажните нива е C20/25. Теоретичните стойности на якостно-деформационните характеристики на бетона, след изчисления са обобщени в Таблица 1.

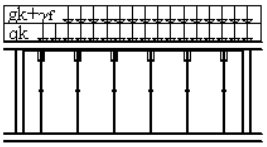
Таблица 1. Таблица с теоретичните стойности на E, f_{ck} и $f_{ck,cube}$ за бетон клас C20/25

Възраст на бетона (дни)	f_{ck} (t) (MPa)	$f_{ck,\,cube}$ (t) (MPa)	f_{cd} (t) за хор. елементи (MPa)	E_{cm} (t) (GPa)
4	12.13	17.13	10.11	21.56
5	13.30	18.30	11.08	27.67
6	14.25	19.25	11.88	28.00
7	14.92	19.92	12.43	28.24
8	15.53	20.53	12.94	28.47
9	16.03	21.03	13.36	28.65
10	16.46	21.46	13.72	28.81
14	17.77	22.77	14.81	29.26
17	18.45	23.45	15.38	29.49
21	19.15	24.15	15.96	29.72
28	20.00	25.00	16.67	30.00

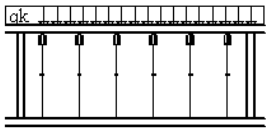
3.5. Ситуации на кофриране и натоварване

Обособени са 8 технологични етапа, в които ще разгледаме поведението на сградата при производството на плочите ѝ с кофражна система подходяща за прилагане на Метода за ранно декофриране. Първи етап е само указателен. От етап 2 до Етап 8 се показват етапа на кофриране, декофриране и натоварване на конструкцията за всеки един от тях. За максимално доближаване до реалната обстановка под плоча на кота 5,40m и плоча на кота 8,10m, в числения модел са премахнати хоризонталните стоманобетонни елементи, за да може целият товар от симулирано прясно положената бетонна смес да изтече по телескопичните подпори върху плочите, на които са стъпили подпорите. Товарът от

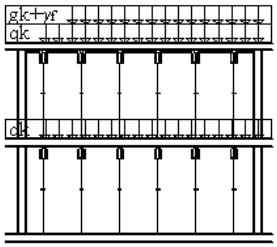
кофражната система е моделиран като равномерно разпределен товар върху плочите, на които в кофражните форми полагаме бетонната смес (Фигура 1).



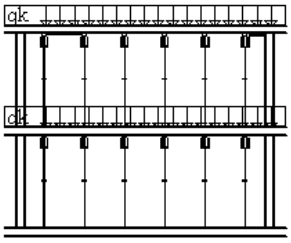
Етап 1. Ден 0. Кофрирана плоча на кота +2,70 m и положена бетонна смес в нея. Етапът е само ориентировъчен за процеса.



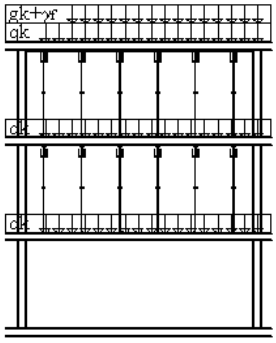
Етап 2. Ден 3. Частично декофриране на на плоча на к.+2,70 m. В този етап върху плочата влияят постоянни товари от собственото й тегло и временни товари от работници и оборудване.



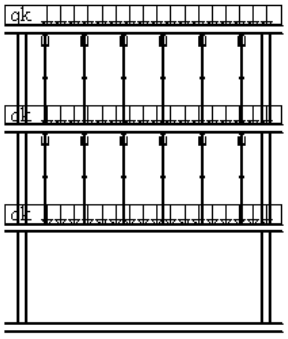
Етап 3. Ден 7. Частично декофрирана плоча на кота +2,70 m натоварена от собствено тегло и временни товари от работници и леко оборудване. Върху нея влияят и товарите от собствено тегло на бетоновата смес на плоча на кота +5,40 m, както и временни товари от работници и леко оборудване, и кофражната система използвана от плоча на кота +5,40 m.



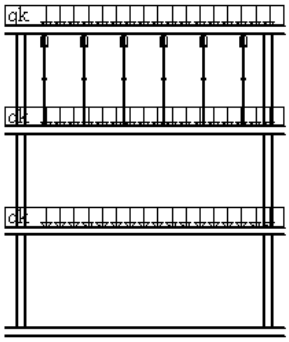
Етап 4. Ден 11 Частично декофрирани плочи на кота +2,70 m и +5,40 m натоварени от собствено тегло и временни товари от работници и леко оборудване. Върху плоча на кота +2,70 m влияят и товарите от плоча на к.+5,40m, но част от товарите се поемат от вертикалните стоманобетонни елементи под плоча на к. +5,40 m.



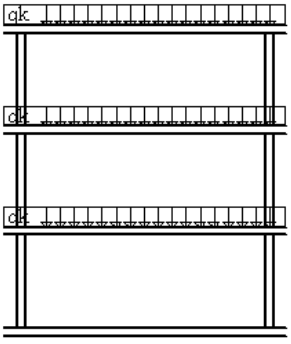
Етап 5. Ден 14. Напълно декофрирана плоча на кота +2,70 m и частично декофрирана плоча на кота +5,40 m, натоварени от собствено тегло и временни товари от работници и леко оборудване. Върху плоча на кота +2,70 m и кота + 5,40 m влияят товари от работници и леко оборудване, както и собственото тегло на бетоновата смес, и кофража на плоча на кота + 8,10 m предавани чрез телескопичните подпори.



Етап 6. Ден 17. Напълно декофрирана плоча на кота +2,70 m и частично декофрирани плочи на кота +5,40 m и +8,10 m натоварени от собствено тегло, и временни товари от работници и леко оборудване. Върху плоча на кота +2,70 m влияят товарите от собствено тегло и работници и леко оборудване, както и собственото тегло на плоча на кота +5,40 m и +8,10 m предавани чрез телескопичните подпори , като част от тези товари изтичат във вертикални елементи под плочите.



Етап 7. Ден 21. Напълно декофрирани плочи на кота +2,70 m и +5,40 m частично декофрирана плоча на кота и +8,10 m натоварени от собствено тегло и временни товари от работници и леко оборудване. Върху плочи на кота +2,70 m и +5,40 m влияят товарите от собствено тегло и работници и леко оборудване, както и собственото тегло на плоча на кота + 8,10 m предавани чрез телескопичните подпори, като част от тези товари изтичат в стоманобетонни елементите под плочите.



Етап 8. Ден 28. Напълно декофрирани плочи на кота +2,70 m, +5,40 m и +8,10 m. Върху плочите влияят товарите от собствено тегло и работници и леко оборудване.

Фигура 1. Етапи на кофриране и натоварване при изграждане на конструкцията

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

За всеки един от етапите на изграждане на конструкцията са получени следните резултати и са направени съответните проверки:

- Сравняване стойностите на максималните огъващите моменти M_{Ed}, получени във всеки един от етапите на изграждане на конструкцията, с носимоспособността на плочата M_{Rd} и максималните изчислителните моменти на плочите, получени от натоварванията от експлоатационни товари и собствено тегло плоча. Проверката служи за приемане на текущото бетоново сечение за всеки един от етапите на изграждане (Таблица 2).

Таблица 2. Сравнителна таблица за огъващите моменти в етапите на изграждане на конструкцията и тези от експлоатационно състояние

Етап	Кота (m)	M_{Ed} - (KN.m/m)	M_{Ed} + (KN.m/m)	M_{Ed} - (KN.m/m)	M_{Ed} + (KN.m/m)	M_{Rd} (KN.m/m)	Резултат	Резултат	Проверка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+2,70	-	-			-	-	-	-
2	+2,70	-21,72	5,04	-61,23	20,92	-76,46	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
3	+2,70	-32,24	8,87	-61,23	20,92	-76,49	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
4	+2,70	-35,53	6,94	-61,23	20,92	-79,74	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+5,40	-30,88	6,56	-61,56	20,64	-79,49	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
5	+2,70	**-43,36**	18,97	-61,23	20,92	-80,42	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+5,40	**-42,94**	20,33	-61,56	20,64	-79,74	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
6	+2,70	-32,56	16,79	-61,23	20,92	-80,73	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+5,40	-34,86	14,43	-61,56	20,64	-80,42	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+8,10	-26,80	9,34	-61,29	22,95	-79,74	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
7	+2,70	-34,34	12,57	-61,23	20,92	-81,03	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+5,40	-33,06	13,71	-61,56	20,64	-80,73	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+8,10	-31,93	12,58	-61,29	22,95	-80,42	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
8	+2,70	-42,70	11,58	-61,23	20,92	-81,37	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+5,40	-42,71	11,84	-61,56	20,64	-80,73	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	+8,10	-41,21	13,04	-61,29	22,95	-80,42	$M_{Ed\,3,4} < M_{Ed\,5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена

- Сравняване стойностите на необходимото сечение на армировката в горна и долна зона във всеки от етапите, със сечението прието за експлоатационно състояние.

Таблица 3. Сравнителна таблица за необходимото сечение на армировката и вложеното за екплоатационно състяние

Етап	Кота (m)	$A_{s\ нужно}$ -(cm^2)	$A_{s\ нужно}$ + (cm^2)	$A_{s\ вложено}$ - (cm^2)	$A_{s\ вложено}$ + (cm^2)	Резултат	Проверка
1	+2,70	-	-	-	-	-	-
2	+2,70	-2,81	0,67	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
3	+2,70	-4,24	1,16	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
4	+2,70	-3,20	0,91	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+5,40	-3,27	0,86	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
5	+2,70	**-5,73**	**2,50**	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+5,40	**-5,85**	**2,70**	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
6	+2,70	-4,62	1,90	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+5,40	-4,62	1,90	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+8,10	-3,57	1,23	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
7	+2,70	-4,26	1,67	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+5,40	-4,30	1,80	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+8,10	-4,21	1,65	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
8	+2,70	-4,38	1,57	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+5,40	-4,45	1,54	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	+8,10	-4,82	1,72	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена

- Проверка на срязващите усилия, получени в колоните и телескопичните подпори за всеки един от технологичните етапи на изграждане на конструкцията с носимоспособността на плочата (Таблица 4).

Таблица 4. Сравнителна таблица за сравняване на срязващите сили получени в колоните за всеки един от етапите на изграждане на конструкцията с носимоспособността на плочата.

Етап	Кота	Резултат	Проверка
1	+2,70	-	-
2	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
3	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
4	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+5,40	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
5	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+5,40	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
6	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+5,40	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+8,10	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
7	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+5,40	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+8,10	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
8	+2,70	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+5,40	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена
	+8,10	$V_{ed,max} < V_{Rd,\ max}$	удовлетворена

- Сравняване на максималните стойности на получените пукнатини в плочите за всеки един от технологичните етапи на изграждане на конструкцията, с получени при нормативни стойности на натоварванията за експлоатационни състояние.

Таблица 5. Сравнителна таблица за пукнатинообразуването в етапите на изграждане на конструкцията и тези от нормативни стойности на товарите от експлоатационно състояние

Етап	Кота (m)	Ширина на пукнатина в Етап (mm)	Ширина на пукнатини за норм. натоварване от пост. и врем. товари (mm)	Резултат	Проверка
1	+2,70	-	-	-	-
2	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
3	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
4	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+5,40	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
5	+2,70	**0,07**	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+5,40	**0,07**	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
6	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+5,40	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+8,10	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
7	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+5,40	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+8,10	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
8	+2,70	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+5,40	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	+8,10	0,00	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена

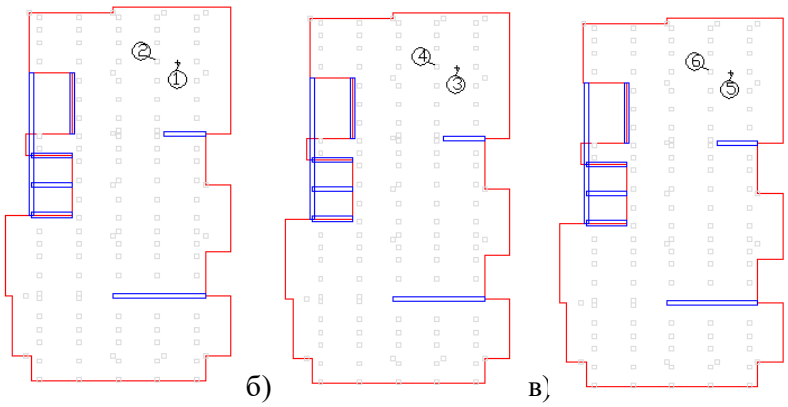
- Сравняване стойностите на еластичните провисвания получени във всеки един от етапите на изграждане на конструкцията в ключови възли в плочите (Фигура 2), с еластичните провисвания в плочите получени от нормативните натоарванията за експлоатационни товари и собствено тегло плоча.

Таблица 6. Сравнителна таблица за еластичните вертикални премествания в етапите на изграждане на конструкцията и тези от нормативни стойности на товарите от експлоатационно състояние

Етап	Кота	Максимална провисване в основно поле	Еластично вертикално преместване за нормативни стойности	Проверка
1	+2,70	-	-	-
2	+2,70	-0,08	-2,19	удовлетворена
3	+2,70	-0,58	-2,19	удовлетворена
4	+2,70	-0,67	-2,19	удовлетворена
	+5,40	-0,67	-2,30	удовлетворена
5	+2,70	**-2,02**	-2,19	удовлетворена
	+5,40	**-2,20**	-2,30	удовлетворена

6	+2,70	-1,65	-2,19	удовлетворена
	+5,40	-1,67	-2,30	удовлетворена
	+8,10	-1,74	-2,88	удовлетворена
7	+2,70	-1,51	-2,19	удовлетворена
	+5,40	-1,69	-2,30	удовлетворена
	+8,10	-1,69	-2,88	удовлетворена
8	+2,70	-1,31	-2,19	удовлетворена
	+5,40	-1,36	-2,30	удовлетворена
	+8,10	-1,60	-2,88	удовлетворена

- Еластични вертикални премествaня, получени в предварително набелязани възли и схеми на предварително определени за изследването възли, в трите плочи на конструкцията



а) б) в)

Фигура 2. а) Номерирани възли в плоча на кота +2,70m; б) Номерирани възли в плоча на кота +5,40m; в) Номерирани възли в плоча на кота +8,10m

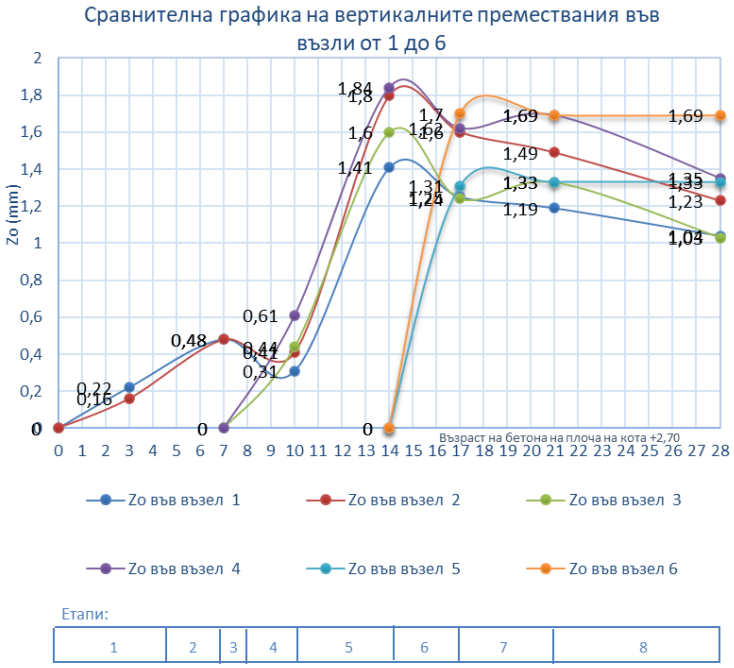
Таблица 7. Стойности на еластичните вертикални премествания във възли 1-6 в етапите на изграждане на конструкцията

Етап	Възел	Zo за съответния етап (mm)
2	1	-0,22
	2	-0,16
3	1	-0,48
	2	-0,48
4	1	-0,31
	2	-0,41
	3	-0,44
	4	-0,61
5	1	-1,41
	2	-1,80
	3	-1,60
	4	-1,84
6	1	-1,25
	2	-1,60
	3	-1,24
	4	-1,62

	5	-1,31
	6	-1,70
7	1	-1,19
	2	-1,49
	3	-1,33
	4	-1,69
	5	-1,33
	6	-1,69
8	1	-1,04
	2	-1,23
	3	-1,03
	4	-1,35
	5	-1,33
	6	-1,69

- Етапи на изпълнение на конструкцията:
  - Етап 1 - Частично декофриране на плоча на кота +2,70 m – 3-ти ден;
  - Етап 2 - Бетониране на плоча на кота +5,40 mm– 7-ми ден;
  - Етап 3 - Частично декофриране на плоча на кота +5,40 m – 9 ден;
  - Етап 4 - Цялостно декофриране на плоча на кота +2,70 m – 10 ден;
  - Етап 5 - Бетониране на плоча на кота +8,10 m – 14 ден;
  - Етап 6 - Частично декофриране на плоча на кота +8,10 m – 17 ден;
  - Етап 7 - Цялостно декофриране на плоча на кота +5,40 m – 21 ден;
  - Етап 8 - Цялостно декофриране на плоча на кота +8,10 m – 28 ден.

- Сравнителни диаграми на еластичните провисвания във възли по етапи за определяне поведението на плочите в средата на полетата и над телескопичните подпори чрез сравняване на провисванията получени по места:



Фигура 3. Сравнителни диаграми по възли чрез сравняване на вертикалните премествания по места

5. ИЗВОДИ

При сравнително ниски стойности на временните товари, за които е оразмерена конструкцията, проверките за случаите, които разглеждаме са удовлетворени, но като най-критичен за плочите, се явява Етап 5, при който в оставащо подпряната и напълно декофрирана под нея плоча, достигаме максимални стойности на еластичните провисвания, отрицателните и положителни моменти, пукнатините и срязващите сили, които получаваме в плочите. При ситуации като тази в Етап 5 е силно препоръчително да се извършват изчислителни проверки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bakardzhiev S, Experimental study of flat, reinforced concrete slabs created in the method of early striking, XI ISC „Civil Engineering Design and Construction“, Sept. 10-12, 2020, Varna, Bulgaria ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online), doi:10.1088/1757-899X/951/1/012010

[2] Bakardzhiev S, Study of the behavior of a experimental reinforced concrete slab at different stages of loading from the production of the reinforced concrete slab over it, XII ISC „Civil Engineering Design and Construction“, Sept. 08-10. 2022, Varna, Bulgaria ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online), doi:10.1088/1757-899X/1276/1/01202

[3] Bakardzhiev S, Gorolomov A, Deflections in reinforced concrete slabs at an early age in the loading stage from a self-weight of the slabs and adjoining period-instant temporary load, XIII ISC „Civil Engineering Design and Construction“, Sept. 12-13. 2024, Varna, Bulgaria ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online), doi:10.1088/1757-899X/1323/1/012009

[4] Buitrago M, Adam J, Moragues J and Calderon P, Load transmission between slabs and shores during the construction of RC building structures – A review, (Engineering Structures 173 (2018)), p 951–959, 2018

[5] Hrischev L, Tsvetkov S and Nedelchev N, Early striking calculations of formwork for reinforced concrete slabs according to Eurocode 2, 2015, (VII International scientific conference architecture, civil engineering - modernity Varna Bulgaria)

[6] Bakardzhiev S and Lazova O, Research of the strenght characteristics of concretes in the quality receiving period, 2019, Sofia, Bulgaria, (XIX International scientific conference by construction and architecture VSU’2019)

[7] Hrischev L, Rostovsky I, Conev I, Nikolov V, Establishing the strength-maturity relationship of the concrete trough laboratory tests – pioneer study in Bulgaria, Conference Proceedings XI International Scientific Conference „Civil Engineering Design and Construction“, 2020, Sept. 10 - 12, Varna, Bulgaria ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online), pp. 338-349

[8] Богданова Е., Проучвания за използваните кофражни системи в централна градска част на София при високи сгради, II Младежка научна конференция с международно участие „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 09-10 ноември 2023г., София , 2023

[9] Robert E., Rock J., Stoyanov V., Building Information Modelling (BIM) Software for Facilities Management (FM), XIX Международна научна конференция ВСУ 2019, ISSN: 1314-071X, Article 6.01 p.89

[10] Бакърджиев С., Изследване на технологично-конструктивни проблеми и решения при ранно декофриране, Дисертационен труд и Автореферат, ВСУ „Любен Каравелов“, София, 2021