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)

РИСКОВЕ ПРИ ВРЕМЕННО НАТОВАРВАНЕ НА ГЛАДКИ СТОМАНОБЕТОННИ ПЛОЧИ В ПЕРИОДА НА ИЗГРАЖДАНЕ НА ЕТАЖНИ МОНОЛИТНИ КОНСТРУКЦИИ

Станислав Бакърджиев[1]

RISKS DURING TEMPORARY LOADING OF FLAT REINFORCED CONCRETE SLABS DURING THE CONSTRUCTION OF MONOLITHIC FLOOR STRUCTURES

Stanislav Bakardzhiev[1]

Abstract:
In building, one of the main factors has always been the fastest possible completion time for a given project. This, in turn, requires multiple overlapping construction activities in order to shorten construction times. Almost always, even before the monolithic part of the construction of a given site is completed, masonry and other types of activities begin on the finished floors while the upper ones are being built. However, this in turn leads to temporary loads being placed on the reinforced concrete slabs at an early stage, which in some cases can be risky and dangerous for reinforced concrete slabs. This report introduces us to the main temporary loads that occur during construction and the risks they pose to slabs.

Keywords:
Concrete, Flat, Slab, Load, Risk

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В строителното производство, винаги един от основните фактори е бил максимално бързия срок за изпълнение на даден проект. Това от своя страна, предполага множество строителни дейности, които се застъпват, за да се скъсят сроковете за строителство. Почти винаги още преди завършването на монолитната конструкция, се пристъпва към зидарски работи и други довършителни дейности, на вече изпълнените етажи, докато по-горните етажи все още са в процес на изграждане. Това от своя страна, води до натоварване с временни товари в ранна възраст на стоманобетонните плочи, като в някои случаи това може да се окаже рисково и опасно за плочите. Съществуват изследвания в тази област, които показват поведението на плочите при натоварване или претоварване от временни товари възникнали по време на строителството [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Този доклад ни запознава с основните временни товари, които се появяват по време на строителството и рисковете, които носят те за плочите.

[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).

2. ВИДОВЕ ВРЕМЕННИ ТОВАРИ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВО НА ЕТАЖНИ КОНСТРУКЦИИ

Временните товари по време на строителството са различни по вид, форма и размери, тегло и въздействие върху плочите. Най-често срещаните такива по строителните обект в България, могат да бъдат класифицирани в няколко основни категории.

2.1. Временни товари върху плочите по време на строителството според вида

Временните товари според вида си могат да бъдат:

- Керамични изделия като керамични блокове, керемиди, щурцове, коминни тела и други;
- Бетонови изделия като коминни тела, бетонови блокове, стоманобетонни щурцове и други;
- Фаянсови, мраморни и каменни изделия като камъни за вътрешни облицовки, гранитогресни плочи, теракотени изделия, мраморни облицовъчни елементи и други;
- Гипсови и вароциментови смеси, като гипсови и вароциментови мазилки, шпакловъчни продукти и други;
- Лепилни смеси, варови разтвори, цимент и други свързващи материали;
- Инвентарни средства като кофражи, скелета, инструменти и други.

2.2. Временни товари върху плочите по време на строителството според формата и размерите

Временните товари според формата си могат да бъдат:

- Инертни материали в насипно състояние като пясък, циментo-пясъчни мазилки, различни по фракции камъни и други;
- Палетизирани материали като керамични блокове, лепила, коминни тела и други;
- Обединени във връзки материали като дървени греди, метални елементи и други;
- Инвентарни елементи и инструменти в касети, сандъци и други;
- Кофражни системи и подпорни скелета в монтажно състояние.

2.3. Временни товари върху плочите по време на строителството според теглото

Временните товари според теглото си могат да бъдат:

- Леки временни товари като инструменти, леки инвентарни средства и единични елементи от палети с различни видове блокове, лепила, коминни тела и други;
- Средни по тежест временни товари, като турбозоли, агрегати за мазилки и други;
- Тежки временни товари, като прясно положена бетонова смес от по-горна плоча, палети с различни видове блокове, лепила, шпакловъчни материали, цимент, касети с гъсто наредени в тях кофражни елементи и други.

2.4. Временни товари върху плочите според въздействието им върху тях

Временните товари според въздействието си могат да бъдат:

- Вертикално въздействащи временни товари върху етажните плочи;
- Хоризонтално действащи товари като укрепващи греди на куло-кран, работни платформи анкерирани в края на плочите и други.

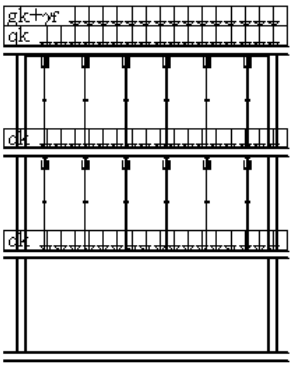
3. ВРЕМЕННИ ТОВАРИ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВОТО И EUROCODE

В Eurocode, временните товари по време на строителството се приемат като равномерно разпределен товар със стойност g_k = 0,45 kN/m^2 и натоварване от работници и леко оборудване q_k = 0,75 kN/m^2. Това са идеализирани равномерно разпределени товари, при които се предполага, че при оразмеряване на плочата от собствено тегло и в комбинация

с тяхната стйност, това би подсигурило плочата по време на строителство. В действителност тази числена комбинация условна.

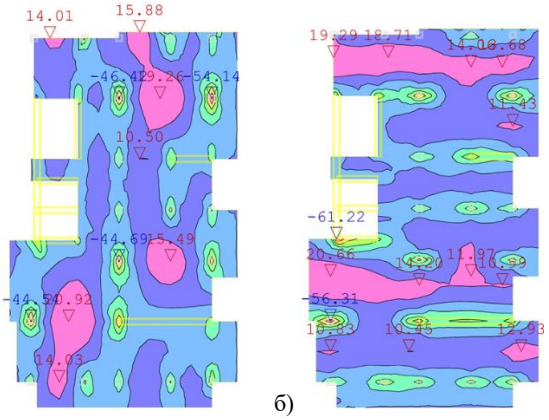
4. ОСОБЕНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА ПЛОЧИ И УСТОЙЧИВОСТТА ИМ ПРИ НАТОВАРВАНЕ ОТ ВРЕМЕННИ ТОВАРИ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВОТО ИМ

Ще разгледаме пример [8], в който в една от най-рисковите комбинации на кофриране, декофриране и натоварване на група плочи от многоетажна конструкция, а именно напълно декофрирана плоча, подпряна плоча над нея и такава с прясно положена бетонова смес в кофражната форма, над двете вече споменати плочи (Фигура 1).



Фигура 1. Схема на напълно декофрирана първа плоча и частично декофрирана втора плоча, натоварени от собствено тегло и временни товари от работници и леко оборудване.

Върху първа и втора плоча, влияят товари от работници и леко оборудване, както и собственото тегло на бетоновата смес, и кофража на плоча на кота + 8,10m, предавани чрез телескопичните подпори. Експлоатационното натоварване, за което е изчислена плочата е от собствено тегло, временен товар и окачена фасада. Временните товари са въведени като равномерно разпределен товар със стойност 4 kN/m^2, а окачената фасада като линеен товар 0,45 kN/m^2. Коефициентите за сигурност са приети съгласно нормите за проектиране по Eurocode. Допълнителните товари по време строителството са прясно положена бетонова смес от по-горна плоча γ_f = 26 kN/m3 и приетите по Eurocode собствено тегло на кофражен комплект g_k = 0,45 kN/m2 и натоварване от работници и леко оборудване q_k = 0,75 kN/m2. Схема на кофражният план с моментови диаграми по x и y на типовата плоча е даден във Фигура 2.



а) б)

Фигура 2. а), б) Моментови диаграми съответно по “x” и “y” от експлоатационни товари на първа плоча

Численият модел 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 едното с дължина 198 cm, и сечение с диаметър 70 mm и дебелина 3 mm, а другото с диаметър 60 mm и дебелина 3 mm. Механизмът за регулиране височината на подпората, както 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 новоизлятата плоча, за да не се поема част от теглото на бетонната смес от вертикалните стоманобетонни елементи. Въведени теоретични стойности на еластичния модул за съответния клас бетон и неговата възраст.

За този рисков етап, който разглеждаме имаме следните възрасти на бетона:

- Първа плоча – 14 дни;
- Втора плоча – 7 дни;
- Трета плоча – прясно положена бетонова смес в кофражната форма.

Избраните срокове на декофриране са къси с цел прилагане Метода на ранно декофриране и възможност да се разгледа максимално рисково поведение на етапа.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

След направените изчисления получаваме резултати за огъващите моменти, еластичните вертикални премествания, пукнатинообразуването и нужното сечение на армировката в плочите. Направени са и необходимите сравнения с резултатите от експлоатационните стойности на очакваните огъващи моменти и сечения на армировката, както и нормативните стойности на еластичните провисвания и пукнатинообразуване от оразмерените за експлоатационно състояние плочи (Таблица 1, 2, 3 и 4).

Таблица 1. Сравнителна таблица за огъващите моменти в етапа на изграждане на конструкцията и тези от експлоатационно състояние

Етап	Кота	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
Риск ов	Първа плоча	**-43,36**	**18,97**	-61,23	20,92	-80,42	$M_{Ed\ 3,4} < M_{Ed\ 5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена
	Втора плоча	**-42,94**	**20,33**	-61,56	20,64	-79,74	$M_{Ed\ 3,4} < M_{Ed\ 5,6}$	$M_{Ed} < M_{Rd}$	удовлетворена

Таблица 2. Сравнителна таблица за необходимото сечение на армировката и вложеното за екплоатационно състяние

Етап	Кота	$A_{s\ нужно}$ -(cm^2)	$A_{s\ нужно}$ + (cm^2)	$A_{s\ вложено}$ - (cm^2)	$A_{s\ вложено}$ + (cm^2)	Резултат	Проверка
Риск ов	Първа плоча	**-5,73**	**2,50**	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена
	Втора плоча	**-5,85**	**2,70**	10,05	3,35	$A_{s\ нужно} < A_{s\ вложено}$	удовлетворена

Таблица 3. Сравнителна таблица за пукнатинообразуването в етапите на изграждане на конструкцията и тези от нормативни стойности на товарите от експлоатационно състояние

Етап	Кота	Ширина на пукнатина в Етап (mm)	Ширина на пукнатини за нормативни натоварване от пост. и врем. товари (mm)	Резултат	Проверка
Риск ов	Първа плоча	**0,07**	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена
	Втора плоча	**0,07**	0,07	$Ak_{етап} < Ak_{експл.}$	удовлетворена

Таблица 4. 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
Риск ов	Първа плоча	**-2,02**	-2,19	удовлетворена
	Втора плоча	**-2,20**	-2,30	удовлетворена

След направените сравнения от получените резултати ясно се вижда, че въпреки ниските стойности на постоянните и временни товари в плочите за експлоатационно състояние, в този изключително рисков етап от произовдството на сградата, проверките са удовлетворени. Тук трябва да се обърне внимание на това дали товарите, за които са направени проверки със стойностите им от Eurocode, ще покрият допълнителните натоварвания от палети с различни видове блокови, лепила и т.н., които имат стойности над 10 KN единичен товар. Отговорът следва да е отрицателен, поради изключително близките сравнителни резултати от направените проверки, въпреки че те са удовлетворени.

5. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

От направеното изследване стигаме до заключението, че при къси срокове на изпълнение на дадена сграда, както и при ниски стойности на временните и постоянни товари, за които е оразмерена дадена сграда, трябва да се внимава изключително за нейното товарене с различните видове временни товари по време на изпълнение на строителството. Максимално точно да се предвидят временните товари, които ще въздействат върху плочите и да се направят необходимите проверки. По време на строителството плочите на административните и жилищните сгради поемат едни от най-големите натоварвания за целия период на тяхната експлоатация. Поради тази причина строителите трябва стриктно да спазват указанията на Проектанта относно натоварването на плочите с временни товари.

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, 2018 Load transmission between slabs and shores during the construction of RC building structures – A review, (Engineering Structures 173 (2018)), p 951–959

[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] 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

[7] 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

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