



Получена: 03.01.2023 г.

Приета: 02.02.2023 г.

АНАЛИЗ НА ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ НА СГРАДИ СЪС СИСТЕМА SOBIAХ

Ст. Димитрова¹

Ключови думи: олекотени стоманобетонни подови конструкции, технико-икономически показатели, анализ

РЕЗЮМЕ

Строителните технологии се развиват непрекъснато. В процеса на търсене на нови възможности за олекотяване на подовите конструкции се появяват нови технологични решения. За да се установи възможността за успешното им прилагане в нашата строителна практика, е необходимо те да бъдат анализирани и съпоставени със съществуващите традиционни решения.

В доклада се разглеждат монолитни олекотени подови конструкции на стоманобетонни сгради, изпълнени със съвременната система Sobiax. Чрез анализ на технико-икономическите показатели е направена оценка на ефективността на системата и същата е сравнена с досега използваните в България.

1. Въведение

Стоманобетонната плоча е елементът с най-големи размери в стоманобетонната конструкция. Нейното изпълнение изисква голямо количество бетон и армировка, в следствие от това има по-голям обем бетонови, армировъчни и кофражни работи.

С напредването на науката се появяват нови технологични решения, с които е възможно олекотяването на стоманобетонната плоча. Чрез тях може да се намали обемът на използвания бетон, а самите използвани материали са по-леки и екологични. Използват

¹ Стефка Димитрова, инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: st.dimitrova@gmail.com

се елементи, които са предварително произведени в заводи, и така се увеличава скоростта на изпълнение и се намалява времето за изграждане на плочата. Такова съвременно решение е Cobiax.

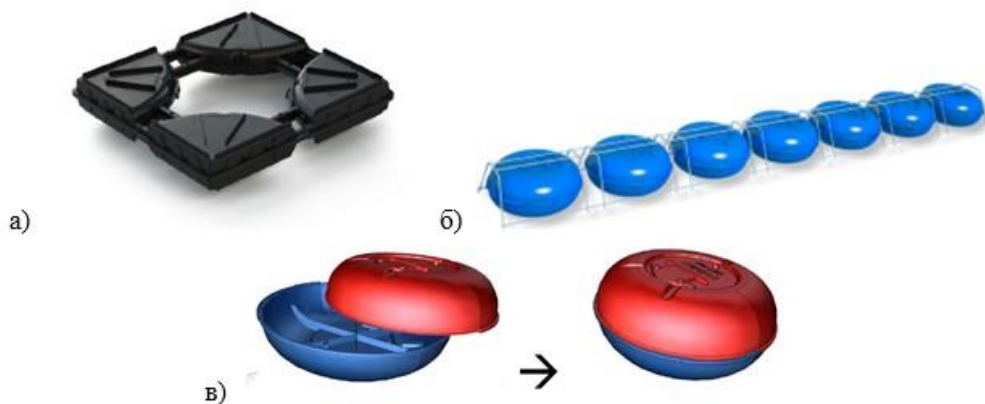
Поради значимостта на плочата в стоманобетонната конструкция, като част от носещите елементи, е необходимо да се направи анализ на технико-икономическите показатели на новото решение и да се разгледат възможности за нейното прилагане в българския строителен опит.

2. Технологично решение за олекотяване на стоманобетонни подови конструкции Cobiax

Принципът на новата технология, която се среща се все по-често в строителството, е интегрирането на кухи елементи (кухинообразуватели – void formers) между долната и горната армировка в самата сърцевина на плочата. Това води до намаляване на собственото тегло на конструкцията, по-голяма технологичност и по-добра енергийна ефективност.

Идеята на създателя на тази технология идва от принципа за плаваемост (в тежка течност) и способността на птиците да летят. Те притежават леки и кухи кости създадени без допълнително тегло, което да пречи на техния полет [1].

Кухите елементи се произвеждат с различна форма и варианти на монтаж, а материалът, от който са произведени, най-често е синтетичен и от рециклирани материали (фиг. 1).



Фиг. 1. Кухинообразуватели на системата Cobiax [1]
а) Cobiax CLS; б) Cobiax SL; в) Двете полу-черупки на Cobiax SL

Системата разполага с два вида кухинообразуватели (фиг. 1). При варианта SL, за по-лесно полагане на обекта, кухинообразувателите се сглобяват в модулни клетки, всяка от които съдържа по 7 бр. елементи, наредени в редица. Дължината на модулната клетка е 2,50 m, а височина ѝ е от 110 mm до 230 mm. Разстоянието между елементите е 35 cm както в самата редица, така и между модулните клетки (фиг. 1б).

Вариантът CLS представлява квадратни тела с размери 60 cm × 60 cm, отново образувани от две части, които имат различни височини. Комбинирането на модули CLS (с квадратна форма), поради специфичната си геометрия води до оформяне на „кръгли“ в план кухини в плочата с височини от 110 mm до 590 mm (фиг. 1а).

3. Обекти в България, изпълнени с Sobiax

С Sobiax има изпълнени множество обекти в Европа и в останалата част на света. Някои от тях са в Обединените арабски емирства, Кувейт, САЩ, Тайланд. Сгради, изпълнени с кухи тела, са Виенският икономически университет и Националният стадион в Полша.

В България също има изградени обекти с това технологично решение. Официално, в сайта на Sobiax, има един реализиран обект, който се намира в гр. Бургас, но има и други построени обекти.

Първият реализиран обект в България е новият корпус на Първа английска гимназия в гр. София през 2016 г. Останалите изпълнени сгради са в градовете София, Варна и Бургас.

3.1. Обект „Първа английска гимназия“ в гр. София

Проектът е за разширение на сградата на Първа английска езикова гимназия и 112 ОУ „Стоян Заимов“, чрез пристрояване на нови корпуси и надстрояване на съществуващата сграда [2].

Използвани са кухообразувателите Slim line (SL) за площ от около 2000 m² (фиг. 2).



Фиг. 2. Снимка от изпълнението на разширението на Първа английска гимназия [2]

3.2. Обект „Флора панорама“ в гр. Бургас

Жилищната сграда, която има три подземни, осемнадесет надземни и един терасовиден етаж, и е със застроена площ 1795 m² и РЗП – 24 648 m² [3].

Използвани са кухообразувателите Slim line (SL) за площ от около 9000 m² (фиг. 3).



Фиг. 3. Снимка от изпълнението на „Флора панорама“ [3]

3.3. Обект „Сентрал парк“ в гр. Бургас

Сентрал парк е иновативен мултифункционален комплекс. Разположен е върху 40 декара индустриална зона. Комплексът разполага с три 20-етажни жилищни сгради, три офис сгради, шоппинг центрове, ботаническа градина [4].

Използвани са кухонообразователите Concrete Lightweight Structure (CLS) за площ от около 90 000 m² (фиг. 4).



Фиг. 4. Снимка от изпълнението на „Сентрал парк“ [3]

3.4. Обект „Младост“ в гр. Варна

Многофункционален комплекс с площ 5252 m² и РЗП 17382 m². Състои се от три жилищни секции [5].

Използвани са кухонообразователите Concrete Lightweight Structure (CLS) в комбинация с Slim line (SL) (фиг. 5).

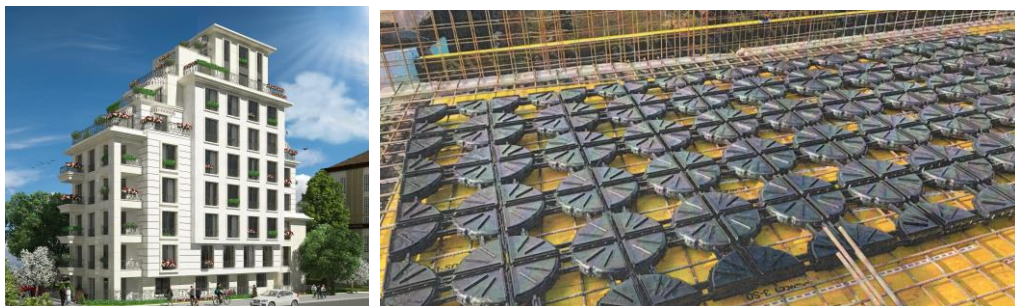


Фиг. 5. Снимка от изпълнението на сградата „Младост“ [5]

3.5. Обект „Casa Bella“ в гр. София

Жилищна сграда с РЗП 4000 m².

Използвани са кухонообразувателите Concrete Lightweight Structure (CLS) (фиг. 6).

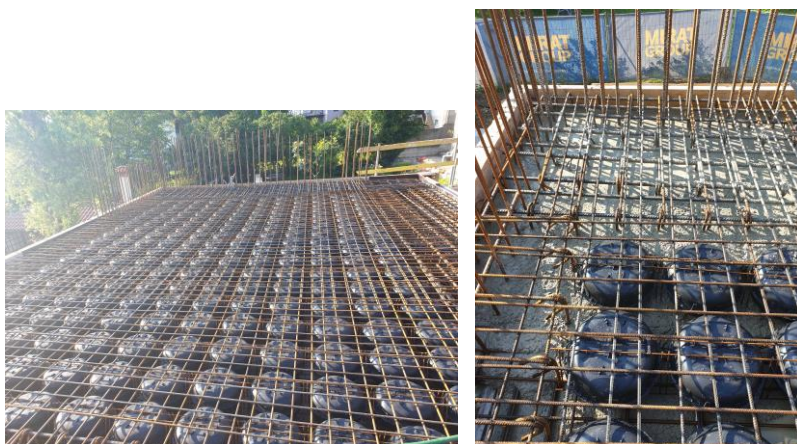


Фиг. 6. Снимка от изпълнението на сграда „Casa Bella“ [6]

3.6. Къща в кв. Драгалевци, гр. София

Еднофамилна жилищна сграда с РЗП 200 m².

Използвани са кухонообразувателите Slim line (SL) за площ от 85 m² (фиг. 7).



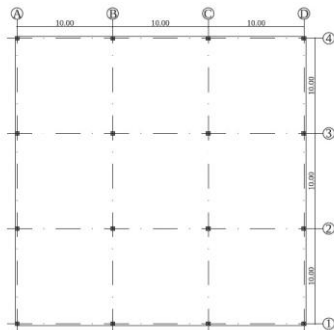
Фиг. 7. Снимка от изпълнението на сграда в кв. Драгалевци (личен архив)

4. Сравнение на две безгредови плочи – със и без технологичното решение Sobiax

За да се установи възможността за успешно прилагане на системата Sobiax в българската строителна практика, е необходимо тя да бъде анализирана и съпоставена със съществуващите традиционни решения. За целта ще бъде използван изчислителният пример от инженерите на Sobiax, който е представен в техническата брошура на фирмата Sobiax [1]. Той е използван като основа за направените изчисления и изводи, поради липса на достатъчно данни от обекти, изпълнени в българската строителна практика.

Разгледани са два броя безредови плочи с еднакви геометрични характеристики (фиг. 8). В едната плоча са използвани кухонообразуватели, а в другата – не.

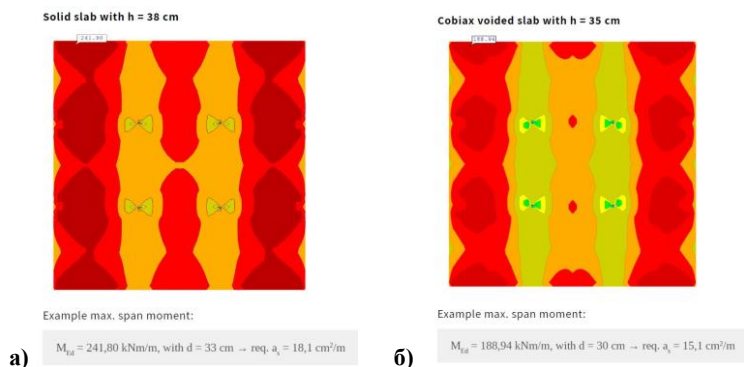
Размерите на плочите са 30 m на 30 m, с междуусово разстояние 10 m. Клас на бетона C30/37 и за двете плочи. Приема се еднакво натоварване и едно и също бетоново покритие. Изискването за пожароустойчивост отново е еднакво и за двете. Видът на кухите тела е CLS – P-230.



Фиг. 8. Примерна безредова плоча [1]

Дебелината на безредовата плоча без кухонообразуватели е избрана да бъде 38 cm. При втората плоча, поради намаляването на обема на бетона и собственото теглото на плочата, дължащо се на кухонообразувателите, дебелината ѝ може да бъде намалена с около 8 %, без това да повлияе на деформациите. Това е доказано с пресмятане от инженерите на Sobiax [1] на деформациите и в двете плочи. Затова се приема, че дебелината на безредовата плоча с телата на Sobiax ще бъде 35 cm.

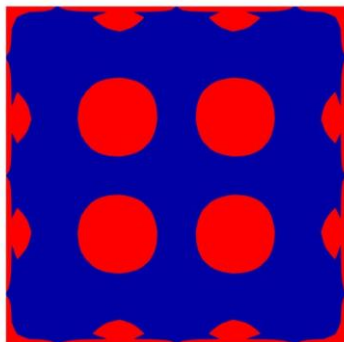
При първоначалното пресмятане на плочата с Sobiax, редуцията на собственото ѝ тегло е приложена по цялата площ на плочата. Разглеждането на вътрешните сили на срязване води до определяне на необходимата плътна зона, в която не трябва да има кухонообразуватели.



Фиг. 9. Статическо изчисление на безредовите плочи на огъване [1]
а) без Cobiax; б) с Cobiax

След статическо изчисление на двата вида плочи [1] се вижда, че необходимата площ на напречното сечение на опънната армировка при плочата с кухонообразуватели е по-малко с около 16 % (фиг. 9).

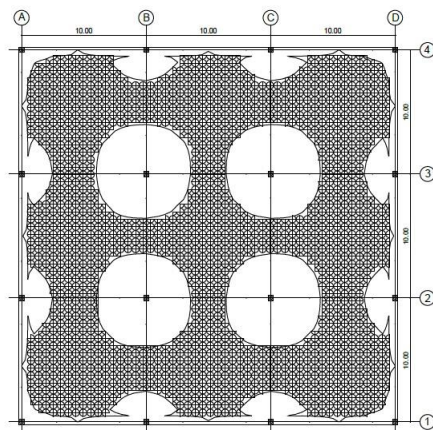
За плочата с кухинообразуватели се проверява дали натисковата зона остава над кухите тела, след което се определят зоните, които трябва да останат без кухинообразуватели. Това са тези места, където изчислителната стойност на продънващата сила е по-голяма от изчислителната стойност на носимоспособността на плочата на срязване от продъване (фиг. 10).



Display of the shear force areas with $V_{Ed} \geq 63,0 \text{ kN/m} = V_{Rd,c,max}$

Фиг. 10. Статическо изчисление на безредовите плочи на срязване при продъване [1]

След определяне на местата на кухите тела се правят нови изчисления за плочата с Sobiax. Взима се предвид по-голямото собствено тегло на местата без кухинообразуватели (фиг. 11). Като краен резултат се получава, че степента на заетост с кухинообразуватели е приблизително 65 % от площта на плочата. Едновременно с намалената ѝ дебелина се спестява около 35 % бетон, а по този начин се редуцира и собственото ѝ тегло [1].



Фиг. 11. Безредовата плоча с наредени кухинообразуватели на Sobiax [1]

Изводите от сравнението са: обемът на бетона, в плочата с Sobiax, е с около 35 % по-малко от този в обикновената безредова плоча, заради наличието на кухинообразуватели и по-малка дебелина на плочата. По този начин се намалява и собственото ѝ тегло. Необходимата армировка е с 16 % по-малко [1].

5. Анализ на технико-икономическите показатели

Технико-икономическите показатели служат като основа за оценка на строителните проекти. Те помагат да се избере най-ефективното решение за проектиране.

За сгради и конструкции основните технико-икономически показатели са продължителност на процеса, брой работници, обща трудоемкост на процеса (чд), трудоемкост на процесите (чд).

Въз основа на данните от предходната точка и наръчника с разходни норми за строителството [7] е направен приблизителен анализ на технико-икономическите показатели на двата вида плочи.

Разходните норми за сглобяване и монтаж на кухинообразователите и за полагане на бетона, при плочи с Cobiax, са взети от производителите на кухинообразователите [1]. Те се отнасят за местата с кухни и са резултат от емпирично получени стойности от завършени проекти (табл. 1).

Таблица 1. Разходни норми при Cobiax

№	Вид дейност	мярка	звено	Низр.	Нвр.	
				бр.	ч.ч.	
1	Сглобяване на отделните елементи на кухинообразователите	Cobiax CLS	m ²	9	533,33	0,015
		Cobiax SL		24	200,00	0,040
2	Поставяне, наместване и частично укрепяване	Cobiax CLS	m ²	9	533,33	0,015
		Cobiax SL		24	200,00	0,040
3	Полагане на бетона в два пластта	Cobiax CLS	m ²	18	266,67	0,030
		Cobiax SL		18	266,67	0,030

Видовете дейности, които са разгледани, са свързани с кофражни, армировъчни и бетонови работи. В табл. 2 са работите и трудоемкостта за безредовата плоча без кухинообразователи.

Таблица 2. Разходни норми при безредова плоча с $d = 38$ cm

Безредова плоча с $d = 38$ cm							
№	Вид дейност	мярка	звено	Низр.	Нвр.	Количество на работите	Трудоемкост
			бр.		ч.ч.		ч.д.
1	Кофраж плочи безредови Н = 3 m, Кофр. Греди и метални подпори	m ²	6	6,15	1,3	900	146
2	Монтаж армировка В500 – плочи	kg	5	262	0,0305	8791	34
3	Бетон клас С30/37 в безредови плочи с бетон помпа	m ³	5	8,88	0,901	342	39

В табл. 3, са работите и трудоемкостта за безгредовата плоча с Cobiax.

Таблица 3. Разходни норми при безгредова плоча с $d = 35$ cm и кухинообразуватели

Безгредова плоча с $d = 35$ cm и кухинообразуватели							
№	Вид дейност	мярка	звено	Низр.	Нвр.	Количество на работите	Трудоемкост
			бр.		ч.ч.		ч.д.
1	Кофраж плочи безгредови Н = 3 m, Кофр. Греди и метални подпори	m ²	6	6,15	1,3	900	146,3
2	Монтаж армировка B500 – плочи	kg	5	262	0,0305	7384,44	28,2
3	Бетон клас C30/37 в безгредови плочи с бетон помпа, в местата без Cobiax тела	m ³	5	8,88	0,901	140,8	15,9
4	Бетон клас C30/37 в безгредови плочи с бетон помпа в местата с кухинообразуватели Cobiax	m ³	5	66,67	0,12	81,5	1,2
5	Монтаж на кухинообразуватели CLS	m ²	3	88,89	0,09	585	6,6

Общата трудоемкост при първата плоча, без кухи тела, е 218 ч.д., а при втората плоча – 198,1 ч.д.

6. Заключение

Предварителният анализ на показателите за икономически ефективна и целесъобразна система за изпълнение на стоманобетонна безгредова плоча показва, че Cobiax намалява технологичното време за изпълнение на строителните работи. С новото технологично решение редуцията на бетон е от порядъка на 35 %, на армировката – 16 % [1], а на трудоемкостта – 9 %.

Първоначално, навлизането на всяка нова технология е свързано с известен период на запознаване и прилагане от строителните работници. В началото няма да бъдат постигнати очакваните оптимални резултати. В последствие ще се подобрят технико-икономическите показатели и в частност – трудоемкостта.

В бъдещо изследване ще се разгледа себестойността на плочите, като още един показател за анализ и сравнение на технологичните решения, ще се направи анализ на обекти с различна квадратура, като се класифицират на малки, средни и големи обекти. Така ще се определи степента на ефективност на технологичното решение при различен тип строителни обекти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cobiax-Deutschland-GmbH. A Deep-Dive into Cobiax (The Technology Manual) 3rd edition [EN-metric]. <https://www.cobiax.com/intl/en/downloads/>, visited on 24.11.2022, 13:59.
2. Architectural studio „M-Sintez“, <http://m-sintez.com/>, visited on 21.11.2022, 11:09.
3. Sharenkov Architects INC, <https://www.sharch.eu/>, visited on 04.11.2022, 12:47.
4. <https://centralpark.bg/>, visited on 04.11.2022, 12:12.
5. Yavor AD, <https://yavorad.com/mladost/>, visited on 21.11.2022, 14:54.
6. Architectural studio „Isi-arch“, <https://isiarch.com/>, visited on 21.11.2022, 15:08.
7. *Simeonov, V.* Cost norms for construction pricing, 03-Concrete structures, ATS Project OOD, 2015, ISBN 978-619-90350-1-6.

ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS WHEN IMPLEMENTING FLOOR STRUCTURES OF BUILDINGS WITH COBIAX SYSTEM

St. Dimitrova¹

Keywords: *lightweight reinforced concrete slab structure, technical and economic indicators, analysis*

ABSTRACT

Construction technology is constantly evolving. In the process of searching for new possibilities to lighten floor structures, new technological solutions appear. In order to establish the possibility of their successful implementation in our construction practice, it is necessary to analyze and compare them with the existing traditional solutions.

The paper examines solid lightweight floor structures of reinforced concrete buildings implemented with the contemporary Cobiax system. Through an analysis of the technical and economic indicators, an assessment of the effectiveness of the system is made and it is compared with the ones used in Bulgaria so far.

¹ Stefka Dimitrova, Eng., Dept. “Construction Technology and Mechanisation”, UACEG, 1 H. Smirrenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: st.d.dimitrova@gmail.com