

# АНАЛИЗ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ РИСКОВЕ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА СИЛОЗ С ПЪЛЗЯЩ КОФРАЖ

## ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL RISKS IN BUILDING A SILO WITH A SLIDING FORMWORK

### АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ К СОЗДАНИЮ СИЛОСОВ С ВЫДВИЖНОЙ ОПАЛУБКИ

д-р инж. Владкова Бл.<sup>1</sup>, д-р инж. Крилчев Ал.<sup>1</sup>, д-р инж. Хутов Ил.<sup>2</sup>, доц. Лилов Ил.<sup>2</sup>, инж. Пенков Сп.<sup>1</sup>

МГУ "Св. Иван Рилски", София<sup>1</sup>, НВУ "Васил Левски", Велико Търново<sup>2</sup>,

b\_vladkova@yahoo.com, krilchev@mgu.bg, iliyan.hutov@abv.bg, inl@abv.bg

**Abstract** The paper describes the process of determining the technological risks during construction of reinforced concrete silo walls and provides an example of a real structure constructed in this way. Using high-risk equipment occupy a special place in construction operational safety. The aim was to analyze the risks that occurred during the construction process.

**Key words:** TECHNOLOGICAL RISKS, CONSTRUCTIONS, REINFORCE CONCRETE, SILO, SLIDING FORMWORK.

#### 1. Увод

Пълзящият кофраж (ПК) представлява специален вид кофражна система, която както всички кофражи служи за придаване на бетона на желаната форма. Това става чрез едно непрекъснато пълзене на кофража по направената вече бетонова конструкция. Пълзящият кофраж обхваща един непрекъснат строителен процес състоящ се от монтиране на допълнителен кофраж за отвори, влагане на закладни части, армиране и бетониране. Придвижването (т.н. пълзене) на кофража се осъществява с опорни прътове. Кофражната форма се запазва през целия процес на пълзене и се демонтира след приключването на всички бетонови дейности. Бетонът се свързва по време на пълзенето и след подминаване на кофража трябва да притежава достатъчна якост.

Пълзящия кофраж започва да се монтира след като бъде излят фундаментния пръстен (фигура 1), който е с височина около 1 метър и заема необходимата форма на стените. Той се изработва без дъно и се окачва с метални хамути за специални подедни устройства (хидравлични крикове) за които е окачен и чрез тях се изкачва по опорните пръти или т.н. пълзене. Изливането на бетона и монтирането на армировката се извършват успоредно с повдигане на кофража, като се използва работната платформа разположена на нивото на горната му повърхност. Пълзящият кофраж се изкачва непрекъснато. По този начин се постига технологичен поток със следните фази:

- Монтаж на кофраж;
- Армиране;
- Бетониране;
- Вибриране;
- Пълзене;
- Контрол и корекция за вертикалността на пълзящия кофраж;
- Корекции на дефекти по повърхността под ПК.

С цел ефективност, пълзящият кофраж се осъществява посредством комплексен и технологичен поток.

Техниката на ПК е най-подходяща за сгради, с нея удобно се правят кули, комини, високи колони (за мостове и естакади), силози, асансьорни шахти, стълбищни ядра, изобщо вертикални конструкции, състоящи се от стени и колони подходяща за направа преди всичко на монолитни стоманобетонни конструкции.

Настоящият доклад се отнася конкретно за анализа на технологичните рискове при изграждането на стени на силоз за смесване с пълзящ кофраж. [1]



Фигура 1: Фундаментен стоманобетонен пръстен

#### 2. Описание на съоръжението

Строителния обект се намира в гр. Девня, Варненска област – Индустриална зона. Представлява силоз за смесване на изходни продукти за производство на цимент.

Силозите са съоръжения за съхранение на насипни материали. Най-често те имат цилиндрична форма, която дава възможност за ефективни конструктивни решения, тъй като в конструкцията на силоза се развиват предимно опътни напрежения. Конструкцията на разглеждания силоз е стоманобетонна.

#### 3. Етапи за изпълнение на предвидените в проекта строително – монтажни работи

Последователността на СМР е следната:

**Първи етап:** Подготвителни дейности за изпълнение на СМР;

**Втори етап:** Изпълнение на стените на Силоза за смесване.

Стените на силоза се изпълняват с пълзящ кофраж в следната последователност:

- Монтаж на кулокран с минимална товароподемност 4,5 т;
- Монтаж на доставените елементи за пълзящ кофраж; полагане на армировка; монтаж на закладни части; залагане на каналите и котвите за кабелите за налягането; бетониране
- Монтаж строителна подедна платформа.

##### 3.1. Използвани материали

###### Пълзящ кофраж

Пълзящият кофраж се изпълнява от фирма Gleitbau GmbH SALZBURG (GBG), която е представила предварителен технологичен проект, от който може да бъдат набелязани следните основни характеристики:

**Тип пълзящ кофраж** – използваният на GLEITBAU предвижда доставка на отделни части. Тези части се монтират локално според изискваните геометрии. Всяка кофражна форма осигурява кофражна площ с височина 1,00 m. След постигане на определена височина монтажът и демонтажът на отделните части се осъществяват с кулокран с товароподемност минимум 4,5 t в най-отдалечената точка на стрелата.

Височината на куката над най-високата точка на стената трябва да е минимум 10,00 m.

**Кофражна форма** - Кофражната форма е отделен елемент от инсталацията за пълзене, която се сглобява на място. От отделните форми се сглобява кофражният пръстен в основата на съоръжението, за да започне процесът на пълзене във височина. (фигура 2)

И двата вида площадки (работни и висящи) са проектирани за максимален допустим полезен товар (от хора, армировка, закладни части и др.) от 2,0 kN/m<sup>2</sup>.

Кофражните форми са изчислени за вятър 40 m/sec.

### 3.2. Мероприятията по ЗБУТ при изпълнение на пълзящ кофраж

Мероприятията по ЗБУТ при изпълнение на пълзящ кофраж са:

- Разработване на детайлен технологичен проект от страна на GBG;
- Задължително съгласуване на Технологичния проект от компетентни лица от Надзора, Възложителя и от КБЗ;
- Конкретно разпределяне на отговорностите на Изпълнителя на строежа, като се записват имената и длъжностите на отговорните лица.
- Осигуряване на непрекъснато наблюдение на системата на пълзене от страна на изпълнителя на пълзящия кофраж;
- Приемане на кофража след монтажа му, преди да се разреши стартиране на пълзенето;
- Стриктно да се води документация на пълзенето – дневник на пълзенето, замервания и проверки преди начало пълзене, замервания и проверки по време на пълзене и друга документация;
- Ежедневно контролиране състоянието на кофража и процеса на бетониране, включително непрекъснат контрол на почистването от бетон на всички елементи и платформи;
- Ежедневен контрол на всички работни платформи;
- Ежедневен контрол на електрическото осветление на работните площадки Обезопасяване кабелите на ел. инструменти и временно ел. осветление;
- Други обезопасителни дейности по нареждане на Техническият ръководител и КБЗ в зависимост от променящата ситуация на строителната площадка;
- Ежедневен контрол на здравословното състояние на работещите на височина;
- Непрекъснат контрол за използване на лични предпазни средства и особено използването на обезопасителни колани при работа на височина;
- При висока скорост на вятъра по-голяма от 28 m/sec. – спешно спиране на процеса, при спазване на технологичните изисквания за спиране;
- Спазване на процедурите за работа на височина;
- Преди започване на СМР, да се провери готовността по мерките за безопасност и здраве.

Всички мерки за безопасност при пълзящ кофраж трябва да отразяват специфичните технологичните изисквания на всички етапи от пълзенето и са предмет на детайлно разработен Технологичен проект от страна на собственика на технологията. [2,3]



Фигура 2: Дейност в непрекъснат режим на работа.

## 4. Резултат и дискусия

### 4.1. Определяне на елементите на риска.

Здравния риск по професии и работни места се определя на базата на трите основни елемента на риска – тежест на вредата, вероятност и експозиция. (таблица 4).

Тежестта на вредата се преценява съобразно:

- вида на обектите, подлежащи на защита – хора, имущество, работна и околна среда и очакваните щети;
- тежестта на възможните наранявания или увреждания на здравето – незначителни, сериозни, опасни, фатални;

Таблица 4: Тежест на вредата

№	Вероятност (В)	Описание
1	0,1	Практически невъзможна
2	0,2	Много малка
3	0,5	Малка
4	1,0	Възможна в отделни случаи
5	3,0	Възможна
6	6,0	Голяма
7	10,0	Напълно вероятна

Вероятността за нанасяне на тази вреда се преценява съобразно следните фактори посочени в таблица 5:

- честотата, продължителността и спецификата на експозиция;
- технически възможности за избягване или ограничаване на вредата;
- вероятността от възникване на опасно събитие;
- човешките възможности за избягване или ограничаване на вредата – квалификация, опит и практически знания и умения, осмисляне на рисковете, взаимодействие между хората, психологически, социални и ергономични аспекти, които могат да окажат въздействие върху риска;
- обхвата на вредата.

Таблица 5: Вероятност за нанасяне на вреда

№	Честота на експозиция (Е)	Описание на честотата
1	0,5	Твърде ниска (не повече от ½ час в работна смяна, или не повече от 1 ден месечно)
2	1,0	Много ниска (не повече от 1 час в работна смяна, или не повече от 2 дни месечно)
3	2,0	Ниска (не повече от 2 часа в работна смяна, или не повече от 4 дни месечно)
4	3,0	Средна (не повече от 1/3 от работното време)
5	6,0	Висока (не повече от 1/2 от

		работното време)
6	10,0	Непрекъсната (през цялото работно време)

Експозицията отчита времето на въздействие на идентифицираната опасност върху работещите и спецификата на излагане на тази опасност. (таблица 6).

**Таблица 6:** Експозиция на риска

№	Тежест (Т)	Описание на последиците
1	1,0	Незначителна, без последици за здравето
2	3,0	Умерена (увреждане с последващо възстановяване)
3	7,0	Сериозна (необратимо увреждане, инвалидност)
4	15,0	Опасна (възможен смъртен случай)
5	40,0	Катастрофална (възможни повече смъртни случаи)

#### 4.2. Изчисляване на риска.

Оценката на риска е извършена по представената методика по-долу - система за относителна градация на факторите чрез изчисляване на риска по формулата:

$$P = B \times E \times T, \text{ където:}$$

P – рисково число;

B – вероятност за настъпване на опасно събитие;

E – експозиция (честота на излагане на опасността);

T – тежест на вредата (последици);

Според приетата методика диапазонът на рисковото число (P) варира от 1 до 400 и повече. Използва се петстепенна скала за категоризиране на опасностите и свързания с тях риск и петстепенна скала за оценка на професионалния риск и приоритетните действия по отношение на риска.

Както се вижда от таблиците, стойността на рисковото число (P) може да варира в широки граници – от 0,05 до 20 при най-ниската I-ва степен, до над 400 при максималната V-та степен. В зависимост от стойностите на рисковото число се предвиждат съответните адекватни мерки за ограничаване и минимизиране. (таблица 7).

**Таблица 7:** Степени на риск

Степен на риска	Стойност на риска	Описателна на степента риск
I	До 20	Много нисък риск (твърде ограничен, приемлив риск)
II	20 ÷ 70	Нисък риск
III	70 ÷ 200	Умерено висок риск
IV	200 ÷ 400	Висок риск (значителен)
V	Над 400	Много висок риск (недопустим)

#### 4.3. Разработване на мерки за минимизиране на определените рискове.

Разработване на мерки за минимизиране на определените рискове.

Оценката на риска е краен резултат, който установява допустимостта на риска и необходимостта от прилагане на мерки за неговото предотвратяване или ограничаване и намаляване до възможния минимум, като се взима под внимание и ефективността на вече приложените първоначални мерки.

Разработването на препоръки за намаляване или ограничаване на риска включва предпазни мерки, насочени към оптимизиране на условията на труд и:

- предпазване от професионални рискове, в зависимост от конкретните опасности;
- осигуряване на информация и обучение на персонала;
- организация и средства за осъществяване на тези мерки;

- спазване на общите принципи за осигуряване на здраве и безопасност, съгласно чл.4 на ЗЗБУТ, т.е. приваждане на условията на труд в съответствие със ЗЗБУТ;

В рамките на този етап се извършва прецизиране на мерките, предприети за отстраняване или ограничаване на риска, което цели осигуряване на добра и надеждна защита на работещите. За реализацията на тази фаза предложените мерки следва да се класифицират (степенуват), съобразно йерархията на превенцията, дадени в (таблица 8).

**Таблица 8:** Йерархия на превенцията

№	Описание на дейността
1	Избягване на рисковете
2	Заместване на опасни субстанции и ситуации с по-малко опасни или безопасни
3	Борба с риска при източника на възникването му
4	Използване на средства за колективна защита
5	Използване на средства за индивидуална защита

Следващият етап от оценката на риска се състои в определяне на приоритетите, съответните на тях решения и необходими действия за постигането им (таблица 9).

**Таблица 9:** Типови решения, очаквани в края на оценката и предприетите мерки

Степен на риск	Решения	Действия
<b>I</b> <b>P&lt;20</b>	Рискът е незначителен и не се предполага, че ще нараства в близко бъдеще.	Не са необходими мерки
<b>II</b> <b>20&lt;P&lt;70</b>	Рискът е овладян на приемливо ниво, но би могъл да се увеличи в бъдеще	Сравнение на съществуващите мерки с приемливите практически норми и проверка на ситуирането им в йерархията на превенцията.
<b>III</b> <b>70&lt;P&lt;200</b>	Незадоволително и неефективно овладян риск	Рискът следва да се отстани
<b>IV</b> <b>200&lt;P&lt;400</b>	Повишен риск, незадоволително и неефективно овладян	Незабавно да се вземат и прилагат мерки
<b>V</b> <b>P&gt;400</b>	Голям риск, неефективно овладян	Прекъсва се трудовата дейност. Незабавно се прилагат мерки.

При оценката на риска при етапите на изграждане на силоса по метода пълзящ кофраж се използва горепосочената формула за идентифициране на всяка потенциална опасност.

**Таблица 10:** Идентифициране на опасностите при изграждане на стените на силоса

Рискови фактори	Опасност за здравето
1.Механични опасности.	

<p>1. Опасност от падане от височина.</p> <p>2. Удар в препятствия и ръбове, спъване, подхлъзване, падане на едно ниво.</p> <p>3. Недостатъчна механична безопасност на работното оборудване.</p> <p>4. Заливане с пресни бетонни смеси.</p> <p>5. Удар, притискане, премачкване от висящи товари.</p> <p>6. Работа с режещи и пробждащи предмети, машини и ръчни инструменти.</p>	<p>- Счупване, изкълчване, разтежения и други контузии при падане.</p> <p>- Механични наранявания, открити рани и травми: пробождане, порязване, захващане, притискане и др.</p> <p>- Увреждане на очи и тяло.</p> <p>- Химическо изгаряне.</p>
<b>2. Опасност от пожар.</b>	
<p>1. Наличие на леснозапалими и самозапалващи суровини и материали (хартиени, пластмасови, дървени и др. материали и амбалаж.)</p> <p>2. Липса/неизправни пожарогасителни съоръжения и системи, липса на свободен и бърз достъп до тях и на съответната маркировка и обозначения.</p> <p>3. Нарушаване на противопожарния режим.</p> <p>4. Тютюнопушене на нерегламентирани места.</p>	<p>- Изгаряне, задушаване, безсъзнание, шокови състояния, стрес.</p> <p>- Травми, открити рани и др. механични наранявания.</p>
<b>3. Опасност от поражение от електрически ток.</b>	
<p>1. Използване на преносими електроприбори и ръчни ел. инструменти.</p> <p>2. Контакт с открити кабели и индиректен допир до ел. съоръжения.</p> <p>3. Неизправна защита на ел. инсталацията и ел. оборудването (заземяване, зануляване).</p>	<p>- Токов удар, изгаряне, нарушено дишане и сърдечна дейност, безсъзнание, стрес, шок.</p> <p>- Механични травми и наранявания, инвалидизация.</p>

След извършването на комплексен анализ и оценка на здравния риск вследствие технологичните рискове при строителните дейности се изготвя "Карта за оценка на риска по работните места". Извършва се набелязване на мероприятия за решаване на проблемите по приоритети, което включва:

- подреждане на проблемите в приоритетен ред, във връзка с конкретните опасности на всяко работно място, в съответствие с резултатите получени при оценката;

- съставяне на Програма с мероприятия за управление и контрол на риска на работните места;

- осигуряване на мониторинг на идентифицираните рискове, с цел опазване на здравето и трудоспособността на работещите.

## 5. Заключение

Анализът на технологичните рискове в процеса на строителните дейности предполага подход към риска не като нещо статистическо, а като към управляем параметър върху който е възможно и необходимо да се въздейства. Това предполага тяхната минимизация и компенсация с помощта на методологията и концепцията за приемливия риск.

В основата на концепцията за приемливия риск лежи постановката за невъзможността за пълно отстраняване на потенциалните причини, които могат да доведат до нежелателно развитие на събитията и като резултат до отклонение от избраната цел. Процесът за постигане на избраната цел може да се развива чрез приемане на такива решения, които да осигуряват някакво компромисно ниво на риска, наричано приемливо. Това ниво съответства на определен баланс между очакваната изгода и заплахата от загуба.

## 6. Литература

1. Закон за техническите изисквания към продуктите, обн. ДВ. бр. 86 от 1 Октомври 1999 г. изм. ДВ. бр. 66 от 26 Юли 2013 г., изм. ДВ. бр. 68 от 2 август 2013 г.;

2. Закон за здравословни и безопасни условия на труд Обн. ДВ. бр.124 от 23 Декември 1997г., изм. ДВ. бр.86 от 1 Октомври 1999г.,изм. ДВ. бр.64 от 4 Август 2000г., ..., последно изм. и доп. ДВ. бр.27 от 25 Март 2014г.;

3. Наредба № 2 от 22.03.2004 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителните и монтажни работи;

4. Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване;

5. Наредба № Из-2377 от 15.09.2011 г. за правилата и нормите за пожарна безопасност при експлоатация на обектите;

6. Наредба № РД-07/8 от 20.12.2008 г. за минималните изисквания за знаци и сигнали за безопасност и/или здраве при работа;

7. Правилник за безопасност при работа в неелектрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по топлопреносни мрежи и хидротехнически съоръжения" – ПБР-НУ;

8. Наредба за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на строителни товаропътнически подемници и товарни платформени асансьори. Обн., ДВ, бр. 81 от 23 август 2002 г., изм., ДВ, бр. 115 от 2002 г., бр. 114 от 30 декември 2003 г.;

9. Наредба за безопасната експлоатация и техническия надзор на повдигателни съоръжения. В сила от 18.10.2010 г. Приета с ПМС № 199 от 10.09.2010 г. Обн. ДВ. бр.73 от 17 Септември 2010г..