



DOI: [10.71167/uaceg.2026.590125](https://doi.org/10.71167/uaceg.2026.590125)

Получена: 30.09.2025 г.

Приета: 07.01.2026 г.

„ПОЛЗАТА“ ОТ АВАРИИТЕ НА СТРОИТЕЛНИ ИЗКОПИ

И. Марков¹, Е. Абдулахад², И. Иванов³

Ключови думи: авария, строителен изкоп, проблеми, анализ, изводи

РЕЗЮМЕ

Авторите разглеждат авария на укрепителна конструкция, намираща се в град София, изразяваща се в свличане на земна маса и срутване на съществуваща укрепителна конструкция с дължина около 30 m. Засегнати са съседни имоти, в които е установено напукване на настилки и повреда на гаражни клетки, за щастие без пострадали хора.

Изкопът е със средна дълбочина 10 – 12 m, укрепен със забивни стоманени пилоти, изпълнени от ИРЕ270. Между тях е изпълнена обшивка от дървени талпи (укрепване тип „Берлинска стена“). Статическата схема е едноредово, на места двуредово подпърна конструкция. Аварията се случва внезапно, при сравнително благоприятни метеорологични условия, без значителни валежи или резки промени в температурата на въздуха. Преди аварията не се наблюдават деформации, пукнатини или други признаци, от които може да се очаква свличане.

В доклада се разглеждат причините за срутването, дадени са резултатите от направените след това проучвания и анализи, както и препоръките за ликвидиране на последствията. Направени са сравнения с други изкопи, като авторите представят изводите и поуците от подобни събития, които биха могли да се приемат като „ползи“ за строителната наука и за предотвратяване на подобни аварии.

¹ Илиян Марков, гл. ас. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: imarkov_fte@uacg.bg

² Емад Абдулахад, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: georgos_fce@uacg.bg

³ Ивайло Иванов, доц. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: iji_fte@uacg.bg

1. Въведение

Авариите на строителните изкопи са едни от честите проблеми и изпитания, с които са принудени да се сблъскват конструкторите, геолозите, а също така и почти всички участници в процеса на проектиране и строителство. Много пъти тези събития са продиктувани от грешки в проекта, недостатъчна оценка на геоложките условия или пък от пропуски в процеса на строителството [1]. Малка част от аварията са предизвикани от случайни обстоятелства, но изразът „случайни“ трябва да се използва предпазливо, тъй като до голяма степен е свързан с недооценка на съответното обстоятелство.

До голяма степен аварията е свързана със срутване на откосите, което обикновено причинява значителни материални щети, а понякога и човешки жертви. Именно по тази причина подробното изследване и разследване на причините и обстоятелствата, довели до дадена авария на укрепителна конструкция, е от изключителна важност за извличане на поуки и за предотвратяване на подобни инциденти в бъдеще [2 – 4].

В настоящия материал се разглежда авария на строителен изкоп в гр. София, случила се през 2024 г. и изразяваща се в свличане на голям обем земна маса и срутване на съществуваща укрепителна конструкция с дължина около 30 m, което е застрашило сгради и съоръжения, разположени до обекта. В изследването на аварията участваха инженери, специализирани в областта на строителните конструкции, геотехниката и земната механика, инженерната геология и хидрогеологията. Считаме, че приложените при проучванията методи и направените изводи помогнаха да се изяснят в основни причините за инцидента и че тези заключения ще послужат за предотвратяване на подобни аварии в бъдеще.

1.1. Кратко описание и геоложка характеристика на обекта

Разглежданият обект се намира в западната част на гр. София. За извършване на строителството е изпълнен укрепен изкоп със сравнително голяма площ и дълбочина, достигаща в западната част до около 7 – 8 m от терена. В края на месец март 2024 г. без явни предварителни индикации внезапно се срутва голям обем земна маса и се разрушава укрепителната конструкция от западната страна на изкопа. Това довежда до поява на пукнатини в настилката по улиците до имота, пукнатини и деформации на гаражни конструкции в близост и причинява страхове на живеещите в близкия жилищен блок граждани. Преди и по време на аварията метеорологичните условия са сравнително благоприятни. Времето е относително сухо, средната месечна температура на въздуха за месец март е 8,4 °C, а за месец април е 13,4 °C. Около седмица преди аварията валежи не е имало, а средните валежи за март и април 2024 г. са до 2 % над нормата.

Първоначално инженерногеоложко проучване за целите на проектирането е направено през ноември 2022 г. с три проучвателни сондажа, с дълбочина съответно C1 – 14,0 m, C2 – 12,0 m, C3 – 10,0 m, разположени равномерно, по диагонал на строителната площадка, от югозапад на североизток. При проучването са установени 4 основни литоложки разновидности:

- **Пласт 1 – Насип с установена дебелина в сондажите 4,00 – 4,60 m.** За насипа не са дадени геотехнически параметри, освен обемна плътност и устойчив откос за неукрепен изкоп (1:1). Препоръчано е насипът да се отстрани при фундаването.
- **Пласт 2 – Кафява прахова глина.** Заляга под насипа, като е с дебелина 1,00 – 1,90 m. За пласт 2 са представени всички необходими за проектирането геотехнически характеристики.

- **Пласт 3 – Пъстра пясъчлива прахова глина.** Заляга под пласт 2, на дълбочина 5,00 – 6,40 m от терена, като пълната дебелина на пласта не е преминала при сондирането. За пласт 3 също са представени всички необходими за проектирането геотехнически характеристики.
- **Пласт 4 – Пясъчлив чакъл.** Установен е като прослойки сред пласт 3 и няма издържано разпространение. За пласта също са представени геотехнически параметри, необходими за проектирането.

Не са установени подземни води до дълбочината на сондиране.

След аварията, през м. април 2024 г., е направено допълнително инженерногеолошко проучване, като са направени три непрекъснати динамични пенетрации свръхтежък тип (DPSH) в западната част на изкопа, в зоната на обрушването. Установено е, че в зоната на аварията, в западния откос на изкопа, дебелината на насипа е от **6,80 до 7,30 m**. В заключението на втория доклад са дадени геотехнически характеристики на насипа, необходими за изчисляване на укрепването, а именно: *Обемна плътност – 1,86 g/cm³; Ъгъл на вътрешно триене – 10°; Кохезия – 0,00 kPa (няма); Модул на обща деформация – 6,00 МPa; Вертикална Винклерова константа (коефициент на леглото) – 5 MN/m³.*

В лицензираната лаборатория на кат. „Геотехника“ към УАСГ бяха дадени за допълнително изследване проби от срутилия се насип от западната част на изкопа, с цел уточняване на основните геотехнически параметри и сравнение с приетите при проектирането на укрепителната конструкция. Резултатите са дадени в таблица 1.

Таблица 1. Резултати от лабораторни изпитвания на земни проби от насипа от западния откос на строителния изкоп

Проба №	Обемна плътност, g/cm ³	Обемно тегло, kN/m ³	Обемно тегло във водонаситено състояние, kN/m ³	Ъгъл на вътрешно триене, °	Кохезия, kPa
1	1,91	18,74	21,09	20,0	5,0
2	1,99	19,52	20,40	6,0	56,0
3	1,80	18,64	19,13	–	–
4	1,95	19,13	20,60	20,0	5,0
Средни стойности	1,91	18,74	20,30	15,3	22,0

По сведения на проектанта на укрепването, при изчисленията, направени на базата на първоначалния инженерногеоложки доклад, той е предвидил дебелина на насипа зад авариралата част – 4,60 m, като впоследствие се оказва, че дебелината е около 7,00 m. Не става известно откъде са взети геотехническите параметри на насипа, с които е изчислено укрепването, тъй като те липсват в първоначалния инженерно-геоложки доклад.

От таблица 2 могат да се направят следните изводи относно състава и геотехническите параметри на насипа:

- насипът е много нееднороден, съставен от материали с различна зърнометрия;
- геотехническите параметри на насипа показват голямо разсейване, вследствие на неговата нееднородност;
- при изчисленията за устойчивостта на укрепването приетото от проектанта обемно тегло на насипа е близко до полученото от контролните проби, но

другите приети параметри се отличават значително от получените при лабораторните изпитвания;

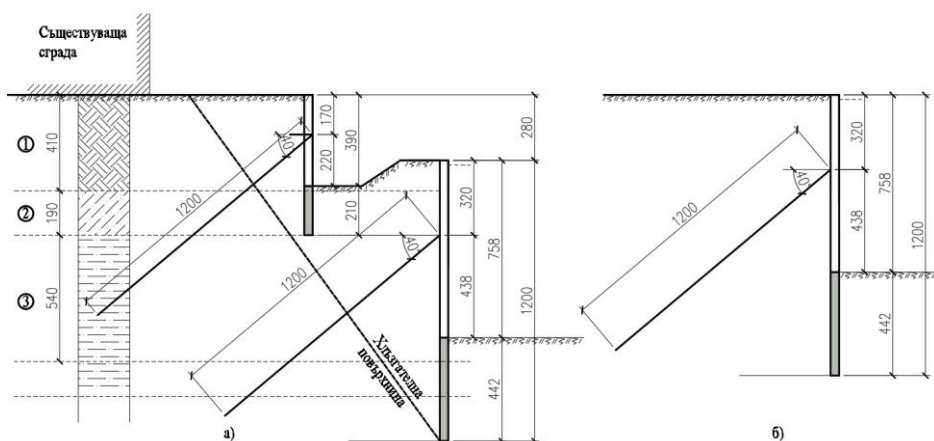
- приетата дебелина на насипа (средно 4,60 m) е с около 2,50 m по-малка от действителната.

Таблица 2. Данни от геоложките доклади, паралелните проби от УАСГ и приетите стойности в статически изчисления на укрепителната конструкция

Пласт	Обемно тегло $g, \text{kN/m}^3$				Ъгъл на вътрешно триене $\varphi, ^\circ$				Кохезия $c, [\text{kPa}]$			
	Доклад 1	Доклад 2	Проби УАСГ	Приети стойности в проекта	Доклад 1	Доклад 2	Проби УАСГ	Приети стойности в проекта	Доклад 1	Доклад 2	Проби УАСГ	Приети стойности в проекта
1 – насип	–	18,25	18,74	18,50	–	10,00	15,30	18,00	–	0,00	0,00	0,00
2 – кафява глина твърда	18,60	–	–	18,60	16,00	–	–	19,20	10,00	–	–	18,00
3 – жълтокафява глина	18,60	–	–	18,60	16,00	–	–	19,20	12,00	–	–	21,60

1.2. Проект на укрепителна конструкция

- В северната и източната част е проектиран устойчив откос.
- В южната част е проектирана едноредова подпрана конструкция с дълбочина над изкопа около 8 m. Пилотите са ИРЕ360/200 cm, спуснати в сондаж с диаметър Ф60, който се запълва с бетон до нивото на дъното на изкопната яма. Анкерите са самопробивни тип ИВО. Дължината им е 12 m, корена R32 с боркорона D110 mm. Проектирани са с наклон 40° спрямо хоризонта (фиг. 1б).
- В западната част, която е аварирала дълбочината на изкопа, е около 10 – 10,50 m. Проектирана е двойна укрепителна стена съгласно фиг. 1а.



Фиг. 1. Проектно решение

а) укрепване по западна граница (аварирал участък); б) укрепване по южна граница

2. Съответствие между одобрен проект и изпълнение

Масова практика към момента на написване на статията е промяна на технологията на изпълнения след получаване на строително разрешение. В одобрените строителни книжа е заложена укрепителна стена от същия тип, но с две съществени разлики:

- вместо подкоси са проектирани анкери;
- вместо стоманени профили, вбетонирани в сондажен отвор, са изпълнени забивни стоманени пилоти.

Изпълнението на неodobрен проект се е случило със съгласието на всички участници в строителния процес – проектант, строител и независим строителен надзор. Дори смяната на технологията на изпълнение на пилоти от сондажно-изливни към забивни е вписана в заповедната книга със заповед на проектанта.

3. Изпълнена конструкция. Аварии участъци и елементи

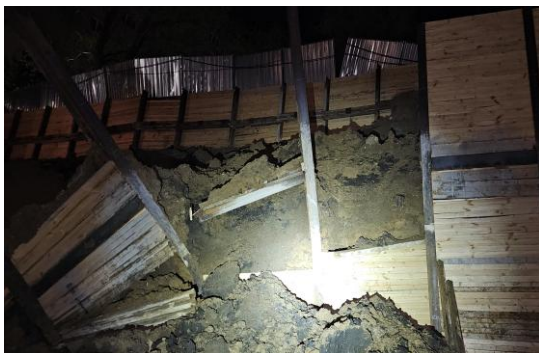
Парцелът, в който попада изследваната конструкция, е с неправилна форма и в зависимост от разстоянието до имотната граница са приети различни проектни решения.

В края на месец март 2024 г. се разрушава укрепителната конструкция от западната страна на строителния изкоп (фиг. 1а). Няма предварителни индикации, като големи деформации в конструкцията, големи пукнати в близката сграда, съгласно които може да се очаква аварията. Наблюдавани са пукнатини в настилката в съседния имот, но не са известни такива във високата стоманобетонна жилищна сграда в съседство.

Укрепителната конструкция е изпълнена от специализирана фирма, която се е придържала към променения проект с леки отклонения, които са допуснати от отговорните за строежа лица. Аварията се случва около 21,30 часа. В рамките на не повече от час се развиват големи деформации, които водят до загубата на устойчивост на конструкцията и прилежащия ѝ масив.

Както при повечето аварии, и тук действат множество фактори, чието въздействие се е насъбрало и е довело до изчерпване на коефициента на сигурност.

Тук са анализирани основните технически пропуски, наслагването на които е довело до анализирания авария.



Фиг. 1. Аварирал участък

а) деформация в стената, минути преди аварията; б) разрушена стена, минути след аварията

3.1. Обратен насип зад конструкцията

При изпълнението на този тип конструкции е необходимо поетапно да се откопава почвата между профилите и след това да се поставят дървените талпи, без да се оставя неподрян участък. За съжаление в българската строителна практика често се нарушава тази последователност, което води до нарушен контакт между подпирания масив и укрепителната конструкция. Това е предпоставка за загуба на устойчивост на откоса зад конструкцията и нарушаване на каквато и да е налична кохезия.



Фиг. 2. Берлинската стена преди да е направен обратен насип

а) участък от стената без талпи между гредите; б) почвата зад стената е изкопана

В случая на фигура 2а се вижда как има участъци без талпи, а на фигура 2б предварително е изкопана почвата и след това засипана.

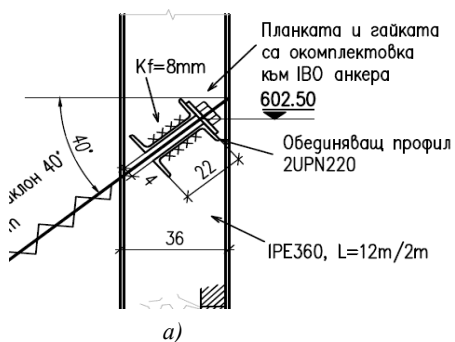
При изпълнения на конструкцията в авариралата зона на снимките се вижда, че почвата зад насипа е изкопана, и след това насипана и уплътнена. По този начин почвата се разрушава и нейната кохезия се влошава. Макар това да съответства на изчисленията, се премахва допълнителната сигурност, която е налична. По сведения на проектанта, насипът е уплътнен. Това води до допълнителен земен натиск от уплътнителната работа.



Фиг. 3. Изглед зад берлинската стена с изкопаната почва, преди да е направен обратният насип

3.2. Изпълнение на планките в главите на анкерите

Допуснато е несъответствие между проектния детайл и изпълнението на закотвящите планки в главите на анкерите.



Фиг. 4. Планки в главите на анкерите
а) проект; б) изпълнение

В проекта е заложено закотвящата планка да се изпълни от фирмен артикул, оразмерен за конкретния анкер. Подпорното разстояние е заложено да е 40 mm. В действителност планката е изпълнена с дебелина 8 mm и подпорно разстояние от 130 mm. При тези условия и очаквана сила в анкера $F_a = 170 \text{ kN}$ се оказва че планката е претоварена повече от 12 пъти! Трябва да се отбележи обаче, че не всички планки са аварирани, а само част от тях.



Фиг. 5. Аварирани планки

3.3. Изпълнение на анкерите

На значителна част от анкерите се вижда, че липсва цимент. Възможно е циментовото тяло около арматурката на корена да е с по-малък диаметър и/или дължина, или изцяло да липсва.



Фиг. 6. Незапълнени с цимент анкери

3.4. Снаждане чрез заваряване

Допуснати са монтажни снаждания на профилите, за които не са налични указания на проектанта. Също заварките на места между обединителната греда и профила не са изпълни съгласно проекта.



Фиг. 7. Снаждане с недостатъчна носеща способност

4. Обратен анализ

За да се изясни напълно механизмът на разрушение, е направен обратен анализ на конструкцията. Тук следва да се отбележи, че дори и изчисления, направени със съвременни почвени модели не могат да предскажат абсолютно еднозначно напрежения и деформации в масива и конструкцията. Това се дължи както на неиздържаните в

пространството почвени слоеве, така и на липсата на достатъчен на брой скъпи лабораторни опити, от които да се получат данни за адекватно изчисление. За целите на сравнението са приети почвени параметри чрез оценка на предишен опит. Основните разлики между проекта и изпълнението са три:

- замяната на забивни с изливни пилоти;
- изчислението на зона 1 и зона 3 като две отделни конструкции;
- наличието на зона с много по-голям насип от предписания в геоложкия доклад.

Таблица 3. Сравнителен анализ от различни модели

Параметър	Модел	Изчислителен метод	Сила в горен анкер, kN	Сила в долен анкер, kN	Коефициент на сигурност
1	Модел с „Единична“ стена“. ИРЕ270 в сондаж и един ред анкери – ЗРМ (проект)	Земно реактивен метод	170	–	–
2	Модел с „Единична“ стена“. ИРЕ270 в сондаж и един ред анкери – ЗРМ (обратен анализ)	Земно реактивен метод	195	–	2,08
3	Модел с „Единична“ стена“. Забивни ИРЕ270 един ред анкери ЗРМ (обратен анализ)	Земно реактивен метод	171	–	2,08
4	Модел с „Единична“ стена“. Забивни ИРЕ270 един ред анкери + натоварване от втората стена	Земно реактивен метод	570	–	1,57
5	Модел с „двойна“ стена, МКЕ	МКЕ – HSSsmall	25	79	1,04
6	Модел с „двойна“ стена, МКЕ	МКЕ – HSSsmall	26	78	1,04

Анализът е извършен с наличен в УАСГ софтуер, който не винаги е достъпен за всички проектанти, поради това може да се използва и свободен такъв [5]. Земетръсен анализ не е извършен, понеже съгласно българските нормативи не се изисква за временни съоръжения с малък проектен живот от няколко месеца. Винаги е желателно да се извършва [6], като има много налични теоретични модели и за това. В един такъв проект е необходимо винаги да се извършва и подробен анализ на слягането на сградата [7], което, макар и приключило, може да се повлияе от изкопа. В случая, понеже не са забелязани съществени промени, това не е направено.

5. Заключение

Направеният анализ позволява да се направят някои основни изводи за причините за подобни аварии и за тяхното предотвратяване. Вероятно повечето от тези изводи са известни на инвеститори и изпълнители, но за съжаление пренебрегването им често довежда до аварии, които понякога може да са много тежки. Използването на съвременни методи при анализа на подобни инциденти е нещо, което със сигурност би подобрило работата на проектантите и строителите за предотвратяване на подобни аварии.

- За съжаление, продължава пренебрегването от страна на инвеститорите на подробните геоложки проучвания преди започване на проектирането и строителството. Спестяването на средства за това често е причина за допълнителни разходи по ликвидиране на последствията от аварията, които в повечето случаи значително надвишават потенциалните разходи за предварителни проучвания. Както и в други случаи [8], се наложи аварийно укрепване, което доведе до допълнително забавяне на инвестиционния проект с около една година.
- В някои случаи самите проектантите се доверяват на своята рутина и също пренебрегват предварителните проучвания, като понякога се случва за изчисленията да се приемат почвени параметри, нямащи нищо общо с получените от инженерногеоложките проучвания.
- Промяната на предвидени в проекта конструктивни мерки, с цел спестяване на средства, е нещо, което не би трябвало да се допуска при изпълнението на строителните проекти [9, 10]. Във връзка с това изключителен проблем представляват пропуските на надзора, който често се доверява на опита и „смелостта“ на проектанта, допускайки подобни необосновани промени в изпълнението на проекта.
- Съвременните методи за проучване, анализ и лабораторни изпитвания могат да осигурят на проектантите и строителите достоверни данни, които да премахнат всички рискове от аварии, и то не само в началните етапи на строителството – при строителните изкопи, а и в последващите конструктивни етапи.
- Замяната на изливни със забивни пилоти като цяло не променя усилията при двумерно решение на задача. Необходимо е да се извършва по-подробен анализ, тъй като в двумерните софтуерни продукти не винаги отчитат намалената контактна площ между пилот и почва под кота дъно изкоп. В случая сондажен пилот има ширина 60 cm, а IPE270 – само 13,5 cm. При силно наклонен анкер се получава голяма стойност на осовото усилие в пилота. Стоманен пилот със своята минимална площ има многократно по-малка носеща способност от стоманобетонен с кръгло сечение за вертикална натискава сила.
- Геотехническите съоръжения в общия случай се разрушават след предварителни деформации, които могат да бъдат видими дни преди аварията [11]. В случая можеше да се извършва регулярно замерване на хоризонталните деформации на конструкцията и да се предприемат мерки преди аварията. Такива биха били допълнителни анкери и/или пилоти, както и временно засипване пред стената до усилване на конструкцията.

Подробните разследвания на аварията в строителството, използването на компютърни модели и изкуствен интелект може да се използват за създаване на значителна база данни, която да бъде използвана от инвеститори и проектанти, така че да бъдат взети предвид всички възможни опасности и рискове, които биха могли да възникнат по време на строителството [12]. В този смисъл представените в настоящата статия анализи, при които са използвани съвременни практики за контрол и проверки, могат да се считат като част от създаването на такава база.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Parvanov, S., Hrishev, L.* Avarii po vreme na stroitelstvoto. Sostoyanie i problemi. XII Mezhdunarodna nauchna konferentsia „Proektirane i stroitelstvo na sgradi i saorazhenia“, 08 – 10 septemvri 2022 g., Varna, str. 129 – 139.
2. *Bonchev, I. i kolektiv.* Povredi i srutvania v stroitelstvoto i merki za tyahnoto predotvratyavane i otstranyavane. S., 1969, str. 120.
3. *Bilir Mahcicek, Senem & Gurcanli, Gurkan.* (2018). A Method For Determination of Accident Probability in Construction Industry. *Teknik Dergi.* 29. 10.18400/tekderg.363613.
4. *Darda'u Rafindadi, A., Kado, B., Gora, A. M., Dalha, I. B., Haruna, S. I., Ibrahim, Y. E., & Ahmed Shabbir, O.* (2025). Caught-In/Between Accidents in the Construction Industry: A Systematic Review, *Safety*, 11(1), 12, <https://doi.org/10.3390/safety11010012>.
5. *Tsvetkova, T., Kerenchev, N.* (2020). Review of open source software for modelling and analysis of structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 951(1), 012003, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/951/1/012003>.
6. *Topalska, M.* Otsenka na reaktsiyata na ogavaema podporna stena pri "Time history" zemetrasni analizi. XXIII mezhdunarodna nauchna konferentsia VSU`2023, 2023.
7. *Kostov, V., Bozhinova-Haapanen, A.* (2015). Settlement Prediction for Buildings Founded on Pliocene Clays from the Territory of Sofia City. In: *Proc. 15-th international Multydisciplinary Scientific Conference SGEM*, vol. II, pp 633 – 640.
8. *Frangov, St., Frangov, G.* (2023). Avariyno ukrepyavane na svlachishte v natsionalen park Pirin. *Sp. na BGD*, god. 84, kn. 3, 2023, str. 271 – 274.
9. *Zakon za ustroystvo na teritoriyata.* 2025.
10. *Naredba № 1 ot 16 april 2007 g. za obsledvane na avarii v stroitelstvoto.*
11. *Fotev, D., Boyadzhiev, D.* (2025). Tendentsii i podhodi za monitoring na hvostohranilishta v realno vreme. *Treta natsionalna nauchno-tehnicheska konferentsia, gr. Koprivshtitsa, Bulgaria*, 11 – 13 yuni 2025.
12. <https://www.osha.gov/>, poseten na 04.09.2025.

THE “BENEFIT” OF CONSTRUCTION EXCAVATION ACCIDENTS

I. Markov¹, E. Abdulahad², I. Ivanov³

Keywords: accident, excavation, analysis, conclusions

ABSTRACT

The authors examine a failure of a reinforcement structure located in the city of Sofia, resulting in a soil slide and the collapse of an existing retaining wall with a length of about 30 m. Neighboring properties were affected, where cracking of pavements and damage to garage cells were found, fortunately without any injuries. The excavation has an average depth of 10 – 12 m, reinforced with driven steel piles made of IPE270, between which there is a lining of wooden planks (“Berliner Wall” reinforcement type). The static scheme is a single-row, in some places, double-row, supported structure. The failure occurred suddenly, under relatively favorable weather conditions, without significant precipitation or sudden changes in air temperature. Before the failure, no deformations, cracks or other warning signs were observed. The paper examines the causes of the collapse, presents the results of subsequent studies and analyses, as well as recommendations for eliminating the consequences. Comparisons are made with other excavations, and the authors present the conclusions and lessons learned from similar events that could be considered as “benefits” for construction science and for preventing similar accidents.

¹ Iliyan Markov, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: imarkov_fte@uacg.bg

² Emad Abdulahad, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: georgos_fce@uacg.bg

³ Ivailo Ivanov, Assoc. Prof. Dr. Eng. Geol., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: iji_fte@uacg.bg